

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE CIENCIA ANIMAL



TESIS

**EFFECTO DE DOS HORAS DE CORTE Y DIFERENTES FRECUENCIAS DE CORTE
SOBRE LA COMPOSICION QUIMICA DEL MARANGO
(*Moringa oleifera* Lam) DIRIAMBA, CARAZO. 2003-2004.**

Por:

Br. FLOR ANGELICA GONZALEZ OBANDO

Br. MARIA ELENA BORDAS JUAREZ

TUTOR:

Ing. Msc. BRYAN MENDITA ARAICA

ASESORES:

Ing. NIKOLAUS FOIDL, TULUM S.A

Ing. LEONARDO MAYORGA, BIOMASA UNI

MANAGUA, NICARAGUA

ABRIL, 2008

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE CIENCIA ANIMAL



TRABAJO DE DIPLOMA

**EFFECTO DE DOS HORAS DE CORTE Y DIFERENTES FRECUENCIAS DE CORTE
SOBRE LA COMPOSICION QUIMICA DEL MARANGO
(*Moringa oleifera* Lam) DIRIAMBA, CARAZO. 2003-2004.**

Presentado a la consideración del *Honorable Tribunal Examinador* como requisito para optar al grado de Ingeniero Agrónomo con orientación en Zootecnia.

MANAGUA, NICARAGUA

ABRIL, 2008

Esta tesis fue aceptada en su presente forma, por el Comité Técnico Académico de la Facultad de Ciencia Animal de la Universidad Nacional Agraria y aprobada por el tribunal de examinador como requisito parcial para optar al grado de:

INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

MIEMBROS DEL TRIBUNAL EXAMINADOR

Ing. MSc. Miguel Jose Matus Lopez
Presidente

Ing. Carlos Ruiz Fonseca
Secretario

Ing. Marbell Betancourt Saavedra
Vocal

Ing. Bryan Mendieta Araica
Tutor

SUSTENTANTES

Br. Flor Angélica González Obando

Br. Maria Elena Bordas Juárez

DEDICATORIA

A Dios, Jehová, por darme fuerzas para poder enfrentar todas las adversidades y darme sabiduría para alcanzar mis metas.

A mis padres Rolando González y Miriam Obando, quienes con su ejemplo me han enseñado valores y con su esfuerzo el logro de esta meta.

A mis hermanas y hermanos: Miriam, Rebeca, Martha, Lucia, Elaine, Rolando, Jasón y Jalheel, por su respeto, cariño y apoyo en pro de mi desarrollo profesional.

A mi abuelita Justina Obando, segunda madre, quien con sus consejos y dedicación, sigue siendo un pilar fuerte e inquebrantable en mi vida.

Br. Flor Angélica González Obando

DEDICATORIA

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

De manera muy especial dedico este trabajo de tesis a mis padres Ellington Bordas Martinez y Bernarda Juarez Patricio, que siempre han estado conmigo apoyándome en todas mis decisiones, por todo el sacrificio vivido en todo este tiempo.

A mis hermanos Delma, Marilyn, Daniel, Arnulfo, Lester, Ellington por haberme apoyado siempre y por ser lo que son, excelentes hermanos.

De manera especial a mi tía Melaina por el cariño apoyo, consejo y confianza que me dio en todo el transcurso de mi carrera, como futura profesional.

A mis compañeros y amigos a los que nunca olvidare, en especial a Flor, Evita, Walter, Armel, Norman, Bismark, Byron y Francisco.

Al Ing. MSc. Álvaro Benavides, por su apoyo y ayuda en la culminación de este documento.

Al Ing. MSc Sergio Pichardo por haberme brindado, todo su apoyo incondicional en todos los momentos de mi carrera.

Que la amistad y el deseo de ser mejores cada día sea el motor de alcanzar nuestras metas y anhelos.

Br. Maria Elena Bordas Juárez.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, que nos dio fuerzas y sabiduría para la culminación de nuestros estudios universitarios, por darnos la oportunidad de seguir coronando metas. A ti Dios todo poderoso te ofrecemos la cosecha de nuestras vidas.

Al Sr. Nikolaus Foidl y a su esposa Gabriela, por facilitarnos la finca en donde se estableció el cultivo, además de financiarnos este trabajo a través de la empresa TULUM S.A. (Coslano Suiza).

Al personal del laboratorio PROYECTO BIOMASA, de la Universidad de Ingeniería (UNIRUPAP), Sr. Leonardo Mayorga, Haydee, Eduardo, Silvio, quienes estuvieron siempre prestos a brindarnos información.

Al personal del Centro de Investigación y Documentación Agropecuaria (CENIDA), Gabriel, Jacqueline, Kathy, Esperanza y Doña Reina.

A todos los docentes de la Universidad Nacional Agraria que de una u otra forma aportaron su granito de arena para nuestra formación profesional.

Br. Flor Angélica González Obando

Br. Maria Elena Bordas Juárez.

AGRADECIMIENTOS ESPECIALES

A Evita Gámez, Erick Gámez, Jorge Gómez Martínez, Maria Elena Bordas Juárez, Sergio García, Carmen Moncada Soriano, Martha Moncado Soriano, Manuel Galán y Señora, Maria Elena Bordas Juárez, Norman Estrada Jarquín y el Ing. Gabriel López.

A Idalia Maria Casco Mendieta (Dirección de Servicios Estudiantiles), Ana Victoria Borge y Francisco Jose Tellez (Cultura) y Sergio Orlando Ramirez Molina y Jose Luis Delgado Mejia (Deportes).

A Cesar Augusto Cajina, Carlos José Ruiz Fonseca, Roldan Corrales Briceño, Bryan Gustavo Mendieta Araica, Sergio Álvarez Bonilla y Álvaro Benavides González.

Agradecimientos a todos ellos y a quienes de una u otra forma me han apoyado y forjado en mi, conocimientos, esperanzas y triunfos en cada año recorrido en esta magna escuela de la vida.

Br. Flor Angélica González Obando

CONTENIDO

SECCION	Pagina
DEDICATORIA	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
AGRADECIMIENTOS ESPECIALES	iv
CONTENIDO	v
INDICE DE CUADROS	viii
INDICE DE GRAFICOS	x
INDICE DE ANEXOS	xi
RESUMEN	xii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
2.1 General	3
2.2 Específicos	3
III. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA	4
3.1 Origen y distribución.	4
3.2 Descripción de la especie.	5
3.3 Propagación.	5
3.4 Requerimientos ambientales de <i>Moringa oleifera</i> Lam.	6
3.5 Utilización del árbol de marango para consumo alimenticio	7
3.6 Otros usos de <i>Moringa oleifera</i> Lam	12
IV. MATERIALES Y METODOS	14
4.1 Localización del Área Experimental	14
4.2 Condiciones Edafoclimaticas.	14

4.3	Descripción del ensayo.	16
4.4	Manejo agronómico del ensayo	16
4.5	Descripción de los Tratamientos y Diseño Experimental.	17
4.6	Análisis estadístico.	18
4.7	Descripción de las variables.	19
4.7.1	Biomasa fresca (ton/ha/año BF).	19
4.7.2	Porcentaje de materia seca (%MS).	20
4.7.3	Materia Seca (ton/ha/año).	20
4.7.4	Porcentaje de proteína bruta (% PB).	20
4.7.5	Proteína bruta (ton/ha/año).	22
4.7.6	Porcentaje de lípidos totales (%LT).	22
4.7.7	Lípidos totales (ton/ha/año).	24
4.7.8	Porcentaje de fibra bruta (%FB).	24
4.7.9	Fibra bruta (ton/ha/año).	25
4.7.10	Análisis químico de fracciones hojas, ramas y tallos de marango (<i>M. oleifera</i> Lam.)	25
4.7.10.1	Fracción hojas.	26
4.7.10.2.	Fracción ramas y tallos.	26
V.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	27
5.1	Biomasa fresca (ton/ha/año BF).	27
5.2	Porcentaje de materia seca (%MS).	29
5.3	Materia seca (ton/ha/año MS).	30
5.4	Porcentaje de proteína bruta (%) en base a materia seca.	32
5.5	Proteína bruta (ton/ha/año PB).	33
5.6	Porcentaje de fibra bruta (%) en base a materia seca.	35
5.7	Fibra bruta (ton/ha/año FB).	37
5.8	Porcentaje de lípidos totales (%) en base a materia seca.	38
5.9	Lípidos totales (ton/ha/año LT).	40

5.10	Análisis químico de fracciones Hojas, Ramas, Tallos en plantas de <i>Moringa oleifera</i> Lam.	41
5.10.1	Fracción hojas	41
5.10.1a	Materia seca (%) en las fracciones hojas de <i>M. oleifera</i> Lam.	41
5.10.1b	Proteína bruta (%) en base a materia seca, en las fracciones hojas de <i>M. oleifera</i> Lam.	42
5.10.1c	Lípidos totales (%) en base a materia seca, en las fracciones hojas de <i>M. oleifera</i> Lam.	43
5.10.2	Fracción ramas.	45
5.10.3	Fracción tallos.	45
VI.	CONCLUSIONES	47
VII.	RECOMENDACIONES	48
VIII	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	49
IX.	ANEXOS	52

Índice de cuadros

Cuadro	Página
1. Especies conocidas del género <i>Moringa</i> .	4
2. Nombres comunes de (<i>Moringa oleifera</i> Lam).	5
3. Comparación del contenido nutritivo de las hojas de <i>M. oleifera</i> con otros alimentos (por cada 100 gr de parte comestible)	7
4. Datos de pruebas experimentales efectuadas en Centro América. (Consumo diario 15 Kg. por res).	8
5. Consumo recomendado de fibra y proteína (aconsejable respecto al total de la dieta).	9
6. Cuadro 6. Análisis químico de las hojas frescas de <i>M. oleifera</i> Lam (Recopilado por Jarquín y Jarquín 2003).	10
7. Cuadro 7. Análisis químico de talos de <i>M. oleifera</i> Lam (Recopilado por Jarquín y Jarquín 2003).	10
8. Cuadro 8. Productividad de biomasa fresca, masa seca y proteína promedio en 8 cortes por año en marango bajo diferentes densidades de siembra (edad de la plantación: 45 días).	12
9. Datos metereologicos, año 2003.	14
10. Análisis químico del suelo.	15
11. Análisis físico del suelo.	15
12. Descripción de los Tratamientos.	17
13. Numero de cortes realizados en 1 año, según el intervalo.	19
14. Contenido porcentual de hojas ramas y tallos en la planta de <i>M. oleifera</i> Lam	25
15. Comparación del contenido de proteína, lípidos totales y materia seca en fracción ramas de plantas de <i>M. oleifera</i> Lam.	45
16. Comparación del contenido porcentual de proteína, lípidos totales y materia seca en la fracción tallos de plantas de <i>M. oleifera</i> Lam.	45

Índice de gráficos

Gráfico	Página
1. Comparación del contenido de biomasa fresca con distintas edades de corte en plantas de <i>M. oleifera</i> Lam.	27
2. Comparación del contenido porcentual de masa seca en planta de <i>M. oleifera</i> Lam., cosechadas a distintas edades y horas de corte.	29
3. Comparación del contenido de materia seca (ton/ha/año), respecto a las frecuencias de corte y dos horas de corte en plantas de <i>M. oleifera</i> Lam.	30
4. Comparación del contenido porcentual de proteína bruta (%) en plantas de <i>M. oleifera</i> Lam., cosechadas a distintas frecuencias de corte y horas de corte.	32
5. Comparación del contenido de proteína bruta (ton/ha/año) en plantas de <i>M. oleifera</i> Lam con distintas frecuencias de corte y horas de corte.	34
6. Comparación del contenido porcentual de fibra bruta en plantas de <i>M. oleifera</i> Lam., cosechadas a distintas edades y horas de corte.	35
7. Comparación del contenido de fibra bruta (ton/ha/año), con distintas frecuencias de corte y horas de corte en plantas de <i>M. oleifera</i> Lam.	37
8. Comparación del contenido porcentual de lípidos totales en plantas de <i>M. oleifera</i> Lam., a distintas frecuencias y edades de corte.	39
9. Comparación del contenido de lípidos totales con distintas frecuencias de corte y horas de corte en plantas de <i>M. oleifera</i> Lam.	40
10. Comparación del contenido porcentual de materia seca en la fracción hojas de plantas de <i>M. oleifera</i> Lam.	41
11. Comparación del contenido porcentual de proteína bruta en la fracción hojas de plantas de <i>M. oleifera</i> Lam.	42
12. Comparación del contenido porcentual de lípidos totales en la fracción hojas de plantas de <i>M. oleifera</i> Lam.	44

Índice de Anexos

Anexo	Página
1A.	Análisis de varianza para biomasa fresca (ton/ha/año). 53
2A.	Comparaciones de medias obtenidas en la variable rendimiento de biomasa fresca (ton/ha/año) en la planta entera de <i>M. oleifera</i> Lam. 53
3A.	Análisis de varianza para materia seca (%) 53
4A.	Comparaciones de medias obtenidas en la variable materia seca (%) en la planta entera de <i>M. oleifera</i> Lam. 54
4.1A.	Comparaciones de medias obtenidas en la variable materia seca (%) para el factor hora de corte. 54
5A.	Análisis de varianza para materia seca (ton/ha/año). 54
6A.	Comparaciones de medias obtenidas en la variable materia seca (ton/ha/año) en la planta entera de <i>M. oleifera</i> Lam. 55
7A.	Análisis de varianza para la variable proteína bruta (%) en base a masa seca. 55
8A.	Comparaciones de medias obtenidas en la variable proteína (%) en la planta entera de <i>M. oleifera</i> Lam. 55
8.1A.	Comparaciones de medias porcentuales para el factor hora de corte en proteína bruta. 56
9A.	Análisis de varianza para la variable proteína bruta (ton/ha/año). 56
10A.	Comparaciones de medias obtenidas en la variable proteína (ton/ha/año) en la planta entera de <i>M. oleifera</i> Lam. 56
11A.	Análisis de varianza para la variable fibra bruta (%) en base a materia seca. 57
12A.	Comparaciones de medias obtenidas en la variable porcentual fibra bruta (%) en la planta entera de <i>M. oleifera</i> Lam. 57
12.1A.	Comparaciones de medias porcentuales para el factor hora de corte en fibra bruta (%). 57
13A.	Análisis de varianza para la variable fibra bruta (ton/ha/año). 58
14A.	Comparaciones de medias obtenidas en la variable fibra bruta (ton/ha/año) en la planta entera de <i>M. oleifera</i> Lam. 58

Anexo	Página
15A. Análisis de varianza para la variable porcentual lípidos totales (%) en base a materia seca.	59
16A. Comparaciones de medias obtenidas en la variable porcentual lípidos totales (%) en la planta entera de <i>M. oleifera</i> Lam.	59
17A. Análisis de varianza para la variable lípidos totales (ton/ha/año).	60
18A. Comparaciones de medias obtenidas para el factor frecuencia de corte en el rendimiento (ton/ha/año) de lípidos totales en la planta entera de <i>M. oleifera</i> Lam.	60
19A. Análisis de varianza para la variable materia seca en hojas de <i>M. oleifera</i> Lam.	60
20A. Comparación de medias porcentuales obtenidas por la prueba de rangos múltiples (Tukey 5%) para la variable materia seca en las hojas de <i>M. oleifera</i> Lam., con distintas frecuencias de corte.	61
21A. Análisis de varianza para la variable proteína bruta en hojas de <i>M. oleifera</i> Lam.	61
22A. Comparaciones de medias porcentuales por la prueba de rangos múltiples (Tukey 5%) para la variable proteína bruta en las hojas de <i>M. oleifera</i> Lam., con distintas frecuencias de corte.	61
23A. Análisis de varianza para la variable lípidos totales en hojas de <i>M. oleifera</i> Lam.	62
24A. Comparación de medias porcentuales obtenidas por la prueba de rangos múltiples (Tukey 5%) para la variable para la variable lípidos totales en las hojas de <i>M. oleifera</i> Lam., con distintas frecuencias de corte.	62

González O. F; Bordas J.M. 2004. Efecto de dos horas de corte y diferentes frecuencias de corte sobre la composición química del Marango (*Moringa oleifera* Lam.) Diriamba, Carazo. 2003-2004. Tesis Ingeniero Agrónomo Zootecnista. Managua, Nicaragua. Universidad Nacional Agraria. 62 paginas.

Palabras claves: Marango, frecuencia de corte, hora de corte, biomasa fresca, materia seca, proteína bruta, fibra bruta, lípidos totales.

RESUMEN

Con el objeto de evaluar el efecto de dos horas de corte (7 AM y 5 PM) y seis frecuencia de corte (25, 30, 35, 40, 45,50 días) sobre la composición química de planta entera y fracciones (hojas ramas y tallos) de *Moringa oleifera* Lam. Se realizó en la finca “El último bosque” propiedad del Sr. Nikolaus Foidl, localizada geográficamente entre la coordenadas 11°50'23" Latitud Norte y 86° 17'01" Longitud Oeste, en San Antonio de arriba, ciudad de Diriamba departamento de Carazo, de Abril a Noviembre del 2003. Las variables en estudio fueron: porcentaje de materia seca (%MS), porcentaje de proteína bruta (%PB), porcentaje de fibra bruta (%FB), porcentaje de lípidos totales (%LT). Además del rendimiento de biomasa fresca materia seca, proteína bruta, fibra bruta y lípidos totales. Se realizó análisis de varianza y comparaciones de media con la Prueba de rangos múltiples (Tukey 5%) utilizando el programa SAS (v. 8.0), aplicando un diseño de parcelas divididas. Se encontró diferencia significativa ($P>0.05$) para el factor edad de corte en todos los tratamientos, a excepción de la variable lípidos totales en la que no ejerció ningún efecto significativo ($P<0.05$). El factor hora de corte solo ejerció efecto significativo sobre la variable porcentual materia seca, siendo la mejor hora de corte a las 5:00 PM. La interacción hora de corte – edad de corte no presento efecto significativo para ninguno de los tratamientos. Según la Prueba de rangos múltiples (Tukey 5%), se encontró que en las variables materia seca y fibra bruta los mejores resultados se logran a la edad de 50 días con 14.525 y 18.2125% respectivamente; para proteína bruta a la edad de 40 días con 22.678% y para lípidos totales a la edad de 45 días con 5.3725%. A 50 días se obtuvieron los más altos rendimientos de biomasa fresca, materia seca, proteína bruta, y fibra bruta con 209.05, 30.808, 5.5052 y 6.7430 (ton/ha/año) respectivamente; en lípidos totales a la edad de 45 días con 1.3641 (ton/ha/año).

En la fracción **hojas** los mayores porcentajes de proteína se obtuvieron en la frecuencia de corte de 40 días con 33.54%, lípidos totales a los 45 días con 8.75% y materia seca a los 30 días con 19.30%. En la fracción **ramas** los mas altos porcentajes se logran al ser cosechadas a la edad de 30 días, obteniéndose un 12.03% de proteína, a los 45 días 3.21% de lípidos totales y a los 50 días 14.1% de materia seca. Mientras que en la fracción **tallos** los mejores valores de proteína y lípidos totales se logran a los 40 días, 12.06% y 2.56% respectivamente, en materia seca los mayores rendimientos porcentuales se logran a la edad de 40 y 50 días (11.7%).

I. INTRODUCCION

Nicaragua, país eminentemente agropecuario ubicado en una zona tropical en la que, la producción de forraje de alta calidad es escasa, siendo las gramíneas las que constituyen el principal recurso forrajero para la alimentación bovina.

La producción de pastos por lo general no es suficiente en cantidad y calidad para satisfacer los requerimientos de los animales que en muchos casos se recurre al uso de alimentos concentrados para aliviar esta situación, pero el alto costo de estos, en especial de las fuentes proteicas convencionales, hace que su utilización en términos generales sea costosa para el entorno pecuario del país.

La deficiencia de proteína, es una de las limitantes nutricionales importante de los pastos incidiendo en la baja producción animal, sobre todo en las regiones con periodos secos definidos (Ruiz, 1992).

Es necesario establecer parcelas de leguminosas forrajeras que sean compatibles con las gramíneas, que persistan en las praderas, con alto potencial de producción, calidad nutritiva y la aceptación de este material por los animales.

Moringa oleifera Lam., pertenece a la familia de las Moringaceae es un árbol forrajero que crece en diferentes condiciones edafoclimáticas, su altura varia entre 7- 12 metros y su diámetro de 20-40 cm, la propagación es tanto de forma sexual como asexual, obteniendo muy buenos resultados, debido a esto, esta especie presenta una alta distribución, su alta multiplicidad de usos, su valor energético y proteico lo lleva a ser por excelencia una de las plantas forrajeras de mayor consumo en lugares donde las condiciones de vida son precarias.

Follajes provenientes de árboles y arbustos pueden ser producidos a nivel de fincas ayudando no solo a mejorar la respuesta animal, sino también que su inclusión en los sistemas de producción pecuaria se traduzca en la mejora de suelos, reciclar nutrientes a través de la caída de hojas, entre otros.

Este estudio esta dirigido a obtener datos adicionales que permitan buscar una nueva alternativa alimenticia, para la alimentación animal a menor costo, capaz de satisfacer los requerimientos nutricionales y aumentar la producción por área.

..II. OBJETIVOS

2.1. General

- Proporcionar información a través del conocimiento de la composición química de la especie marango (*Moringa oleifera* Lam.) para el logro de un mejor aprovechamiento productivo.

2.2. Específicos

- Determinar el *efecto del corte por la mañana* (7:00 AM) y por la tarde (5:00 PM), sobre la producción de biomasa fresca, el contenido de materia seca, proteína bruta, fibra bruta y lípidos totales en marango (*Moringa oleifera* Lam.)
- Estimar la producción de biomasa fresca, el contenido de materia seca, proteína bruta, fibra bruta y lípidos totales en marango (*Moringa oleifera* Lam.) cosechado a distintas *frecuencias de corte* (25, 30, 35, 40, 45 y 50 días).
- Determinar la interacción *hora de corte – frecuencia de corte* sobre la producción de biomasa fresca, el contenido de materia seca, proteína bruta, fibra bruta y lípidos totales en marango (*Moringa oleifera* Lam.).
- Conocer el contenido de materia seca, proteína bruta y lípidos totales en *fracciones (hojas, ramas y tallos)* de marango (*Moringa oleifera* Lam.).

III. REVISION BIBLIOGRAFICA

3.1. Origen y distribución

El árbol de marango (*Moringa oleifera* Lam) es una especie de la familia Moringaceae originaria del sur del Himalaya, noreste de la India, Bangladesh, Afganistán y Pakistán (Foidl *et al.*,1999).

Se encuentra ampliamente distribuido en los países de la costa de África (Cuadro 1), también en Australia y Arabia (Proyecto BIOMASA, 1995). Extendiéndose de seco subtropical a muy seco tropical. En América se extiende de la parte sur de los estados de California y la Florida en los Estados Unidos hasta Perú, Paraguay y Brasil en América del Sur (Proyecto BIOMASA, 1995).

Cuadro 1. Especies conocidas del género *Moringa*

Especie	Distribución geográfica
<i>Moringa drouhardii</i>	Madagascar
<i>Moringa concanensis</i>	Asia, principalmente la India
<i>Moringa arborea</i>	Noroeste de Kenia
<i>Moringa hildebrandtii</i>	Madagascar
<i>Moringa oleifera</i>	La India
<i>Moringa borziana</i>	Kenia y Somalia
<i>Moringa ovalifolia</i>	Namibia y el extremo Sur-occidental de Angola
<i>Moringa longituba</i>	Mar Rojo, Arabia y Cuerno de África
<i>Moringa peregrina</i>	Kenia, Etiopia y Somalia
<i>Moringa stenopetala</i>	Kenia y Etiopia
<i>Moringa pygmaea</i>	El norte de Somalia
<i>Moringa rivae</i>	Kenia y Etiopia
<i>Moringa ruspoliana</i>	Etiopia y Somalia

Recopilado por Jarquin y Jarquin, 2003.

3.2. Descripción de la especie

Árbol corto, delgado, de hojas caducas, perenne, alcanza de 7-12 metros de altura y de 20-40 centímetros de diámetro, ramas y vástagos frágiles, con la corteza de corcho. Las hojas son compuestas en grupos de folíolos con cinco pares de estas acomodados sobre el pecíolo principal y un folíolo en la parte terminal.

Flores bisexuales con pétalos blancos y estambres amarillos perfumados. El fruto en cápsula trilobulada dehiscente, alargado y delgado en forma de vaina con 20-60 cm. de longitud contiene de 12-25 semillas por fruto.

La semilla se encuentra en una vaina de tres bordes, son de forma redonda y de color castaño oscuro con tres alas blanquecinas, lo que facilita su propagación por el viento. En condiciones naturales cada árbol puede producir de 15000-25000 semillas por año (Proyecto BIOMASA, 1995).

3.3. Propagación

Se puede reproducir tanto de forma sexual (semillas) como asexual (estacas), en la actualidad sabiendo los beneficios que se pueden obtener de ella, el hombre se ha encargado de diseminarla por vastas regiones del planeta (Cuadro 2), en condiciones de cultivo la más utilizada es la asexual.

Cuadro 2. Nombres comunes de *Moringa oleifera* Lam., en diferentes países.

País	Nombre común de la zona
Nicaragua	Moringa
Costa Rica	Paraíso blanco
España	Reseda
Republica Dominicana	Palo de abeja
Cuba	Palo jeringa
Colonias de Puerto Rico	Jazmín francés
Panamá	Jacinto

País	Nombre común de la zona
Guatemala	Perlas y teberinto
Colombia	Ángel

Foidl *et al.*, 1999

Si se utiliza el método sexual, la semilla se siembra directamente en bolsas o en el suelo, su capacidad de germinación es de 5-8 días y tienen un crecimiento acelerado.

La reproducción asexual es fácil, utilizando estacas grandes, de por lo menos un metro de largo y tres centímetros de diámetro.

Se plantan a distancias variables según su uso, soporta muy bien la poda y se le puede dar la forma de arbusto con tronco largo, una poda al año como mínimo permite tener un árbol vigoroso y productivo.

Su producción es de hasta 11.4 toneladas de proteína cruda por hectárea por año.

3.4. Requerimientos ambientales de *Moringa oleifera* Lam.

Temperatura

En América central se encuentra entre temperaturas de 6-38°C, pero crece mejor cuando la temperatura varía de 26 - 40°C, resiste al frío por tiempo corto, no resiste menos de 2-3°C. A menos de 14°C no florece y solo se reproduce vegetativamente por estacas.

Altitud

Desde el nivel del mar hasta 1800 msnm, su mejor desarrollo se obtiene hasta los 600 msnm.

Precipitación

Precipitaciones de 500 a 1500 mm anuales. Se desarrolla mejor en la época seca, en la cual también existe menos peligro de pudrición de los frutos.

Suelos

Especie adaptada a una gran variedad de suelos, desde suelos ácidos hasta alcalinos (pH 4.5- 8), pero prefiere los suelos bien drenados o arenosos. No tolera suelos arcillosos o vertisoles, ni suelos con mal drenaje.

3.5 Utilización del árbol de marango para consumo alimenticio

Posee cualidades sobresalientes y esta considerado como uno de los mejores vegetales perennes.

Consumo humano

Las hojas de marango posee un porcentaje superior al 25% de proteínas, esto es tanta como el huevo, o el doble que la leche, cuatro veces la cantidad de vitamina A de las zanahorias, cuatro veces la cantidad de calcio en la leche, siete veces la cantidad de vitamina C de las naranjas, tres veces mas potasio que los plátanos, cantidades significativas de hierro, fósforo y otros elementos (Cuadro 3).

Cuadro 3. Comparación del contenido nutritivo de las hojas de *M. oleifera* con otros alimentos (por cada 100 gr de parte comestible)

Nutriente	Marango	Otros alimentos
Vitamina A (mg)	1,130	Zanahorias: 315
Vitamina C (mg)	410	Naranjas:30
Calcio (mg)	440	Leche de vaca:120
120Potasio (mg)	259	Plátanos:88
Proteínas (mg)	33,000	Leche de vaca:3,200

Recopilado por Jarquín y Jarquín, 2003.

Difícilmente se puede encontrar un alimento más completo. Además el sabor es agradable y se puede consumir frescas o preparadas de diferentes maneras, los frutos verdes, las semillas y las raíces también son comestibles, se utilizan como condimentos, las hojas se consumen como espinacas.

Uso medicinal

La extracción acuosa de las hoja se utiliza para los problemas digestivos y diarreas, así como en úlceras estomacales, las flores se emplean en problemas respiratorios (Lioger, 1974).

Las flores y las cortezas son utilizadas en la medicina indígena y el jugo es absorbido como aperitivo y digestivo, las raíces se utilizan en los remedios populares para los tumores. Además, actúan como tónico al cuerpo y pulmones, diuréticas, suave y estimulante en aflicciones, epilepsia e histeria paralítica.

Marango como forraje para el ganado

Las características nutritivas del árbol de marango lo hacen excelente para ser utilizado como forraje fresco para el ganado, el marango ha sido utilizado con buenos resultados en la alimentación de rumiantes en África (Foidl *et al.*, 2002).

Es uno de los forrajes aptos para ganado porcino, por la alta cantidad de proteína que estos animales precisan, para cabras, ovejas, equidos, camellos y aves es igualmente muy bueno.

Según Foidl *et al.*, (2002) se ha constatado que suministrando hojas de moringa en un porcentaje del 40-50%, sobre la ración total, la producción de leche en vacas y el incremento de peso en terneros aumentaban en un 30%. También los animales recién nacidos pesaban entre un 13 y un 22% más (Cuadro 4 y 5).

Cuadro 4. Datos de pruebas experimentales efectuadas en Centro América.

(Consumo diario 15 Kg. por res)

	Producción de leche	Aumento peso engorde	Peso al nacimiento	Partos de gemelos
Con moringa	10 litros/día	1,200 grs./día	23-26 Kg.	3 por 20
Sin moringa	7 litros/día	900 grs./día	20-22 Kg.	1 por 50

Foidl *et al.*, 2002.

El mayor inconveniente es el sabor peculiar de la leche de un animal que consume marango, se soluciona ordeñando los animales pasada tres horas después desde la última alimentada (Foidl *et al.*, 2002).

Las precauciones que se deben de tener en la administración de marango es que al ser un alimento muy proteico tiene que equilibrarse con alimentos y subproductos energéticos y ricos en fibra, generalmente asequibles sin dificultad tales como tortas proteicas, melazas, restos de caña de azúcar, hierbas, etc. (Foidl *et al.*, 2002)

Cuadro 5. Consumo recomendado de fibra y proteína
(aconsejable respecto al total de la dieta)

	Vacuno- Rumiantes		Porcino- Monogastrico	
	Terneros Lact.	Ganado/engorde	Lechones lact.	Cerdos/engorde
Proteína	18%	12-14%	16-18%	12-14%
Fibra	26-30%	36%	5-7%	5-7%

Foidl *et al.*, 2002

En cualquier caso hay que evitar el consumo excesivo de moringa o de otros alimentos de alto contenido proteico.

Foidl *et al.*, (1999), explica que el material cortado (tallo, ramas y hojas) se pica y se suministra a los animales, se ha llegado a ofrecer hasta 27 Kg. de material fresco por animal por día.

El consumo de marango por cerdos produciría un sobre desarrollo muscular a costa de la producción de grasa. En rumiantes un exceso proteico puede resultar mortal al alterar el ciclo de nitrógeno (Foidl *et al.*, 2002).

Cuando se inicia la alimentación con marango es posible requerir de un periodo de adaptación mezclándolo con otros alimentos que se le ofrece al ganado.

El concentrado de hojas de marango es el más conveniente para ganado avícola: pollos, gallinas y pavos, estos animales no suelen admitir el consumo directo de las hojas, la cantidad de proteína recomendada para las aves es del 22%, de esta cantidad la mitad se puede obtener a bajo costo del concentrado de hojas (Cuadro 6).

Cuadro 6. Análisis químico de las hojas frescas de *M. oleifera* Lam

(Recopilado por Jarquín y Jarquín 2003)

Según los autores	%MS	%PB	%FC	%Cenizas	%Grasas
Malik, <i>et al.</i> , 1967 Bangladesh	42.7	29.0	19.1	9.1	5.2
Kandiah, S. & Koch, 1983; India	-	15.6	17.9	13.4	4.2
Becker, 1995, Nicaragua	-	25.1	-	11.5	5.4
Foidl <i>et al.</i> , 1999	21.0	23.0	-	-	-
Gupta <i>et al.</i> , 1989	-	26.4	-	12.0	6.5
Makkar & Becker, 1997	-	26.4	-	8.87	-

%MS: Porcentaje de materia seca, %PB: Porcentaje de proteína bruta, %FC: Porcentaje de fibra cruda.

El árbol de marango posee un alto contenido de proteína en sus hojas, ramas y tallos (Cuadro 7), sus frutos y flores contienen vitaminas A, B, C y proteínas, las semillas contienen entre 30 y 42% de aceite, no contiene toxinas conocidas.

Cuadro 7. Análisis químico de talos de *M. oleifera* Lam

(Recopilado por Jarquín y Jarquín 2003)

Según los autores	%MS	%PB	%FC	%Cenizas	%Grasas
Foidl <i>et al.</i> , 1999	15.0	9.0	-	-	-
Makkar & Becker, 1997	-	6.2	-	6.9	-

%MS: Porcentaje de materia seca, %PB: Porcentaje de proteína bruta, %FC: Porcentaje de fibra cruda.

El análisis proteico promedio en materia seca es en las hojas de 28-30% y en las ramas y tallos del 8%, la planta entera en masa seca tiene 10% de azúcar y un 8% de almidón (Foidl *et al.*, 1999).

El árbol recién cosechado tiene un contenido de 83% de humedad. En masa seca, la producción anual contiene aproximadamente 17% de proteínas (incluyendo hojas, ramas y tallos) con un equivalente de 13-20% toneladas de proteína bruta por hectárea (Foidl *et al.*, 1999).

Según Foidl *et al.*, (2002), se puede obtener desde 8-10 toneladas de proteína bruta por hectárea por año, cuando se siembra para producción de forraje de altas densidades de plantación y 4 a 6 cortes al año siendo superior a cualquier otro tipo de forraje.

Una de las características particulares del marango es que puede ser sembrado a altas densidades, manteniendo su alta capacidad de producir biomasa, rebrotando después 7 cada corte.

Se ensayaron distintas densidades de siembra, hasta 16 millones de árboles por hectáreas, aunque la densidad óptima económicamente es de 1 millón de árboles por hectárea (Cuadro 8).

Con esta última densidad se puede producir 450 toneladas de masa fresca/año realizando 6.9 cortes por año. Con riego se puede obtener una mayor producción de 600 a 800 toneladas de masa fresca por hectárea por año.

Según Foidl *et al.* (1999), la densidad de un millón de plantas por hectárea es considerada como óptima, por la producción de biomasa fresca, costo de siembra, manejo del corte y control de malezas, con esta densidad se puede producir 78 toneladas de masa fresca por año realizando aproximadamente 8 cortes al año.

En el caso de densidades más alta (más de un millón de plantas por hectárea), crea una alta competencia entre las plantas, vía fototropismo, resultando pérdidas de plántulas de hasta el 20 o 30% por corte, lo cual produce altas pérdidas de material productivo por área.

Cuadro 8. Productividad de biomasa fresca, masa seca y proteína promedio en 8 cortes por año en marango bajo diferentes densidades de siembra (edad de la plantación: 45 días)

Densidad plantas/ha	Biomasa fresca ton/ha/corte	Materia seca Kg./ha/corte	Proteína total Kg./ha/corte
95 mil	19.6	2,634	368.7
350 mil	29.7	4,158	582.0
900 mil	52.6	5,067	964.2
1 millón	78.0	8,315	1,585.0
4 millones	97.4	12,662	2,405.0
16 millones	259.0	34,031	6,465.0

(Foidl *et al.*, 1999)

3.6. Otros usos de *Moringa oleifera* Lam.

Plaguicida Natural

Las hojas contienen un principio fungicida activo contra los hongos del derretimiento de las plántulas, se entierran hojas en el semillero una semana antes de la siembra. El jugo de las raíces contiene propiedades nematocidas (Proyecto BIOMASA, 1995).

Fertilizante

Los subproductos derivados del procesado de la semilla forman una torta muy indicada como fertilizante natural con un alto contenido de nitrógeno (Recopilado por Jarquín y Jarquín, 2003).

Ornamentales

Se trata de árboles muy interesantes y de formas atractivas, admite muy bien la poda, se puede utilizar como árboles de sombra, setos, pantalla visual y auditiva, incluso como cortavientos.

Leña o madera

La leña provee un combustible aceptable, especialmente para cocinar, ligera con una densidad media de 0.6 y un poder calorífico de 4,600 Kcal/kg.

La madera es frágil y blanda apenas tiene otro interés que la elaboración de carbón vegetal o pulpa de papel, de excelente calidad en ambos casos.

Cultivo en Callejones

Muy útiles para proteger otros cultivos en sistemas agroforestales, al no ser un árbol excluyente es un buen soporte para otras especies trepadoras. Es especialmente indicado para la modalidad de agricultura conocida como cultivo en callejones, debido a ciertas características que lo hacen muy adecuado, como su rápido crecimiento, raíces verticales y profundas, pocas raíces laterales, escasa sombra y alta productividad de biomasa con alto contenido de nitrógeno que enriquece la tierra.

Sistemas agroforestales

Combinaciones de árboles con cultivos tradicionales o convencionales, la moringa es una especie ideal, aporta una elevada cantidad de nutrientes al suelo al tiempo que lo protege de factores climáticos externos, erosión y excesiva desecación. Al ser moringa un árbol de copa ancha, pero relativamente poco densa cubre y protege un área importante sin proyectar una sombra demasiado densa sobre los cultivos. En caso necesario es muy claro aclarar o podar las moringas para conseguir una mayor penetración de luz solar (Ramachandran, 1980).

IV. MATERIALES Y METODOS

4.1. Localización del Área Experimental

Realizado en la finca El último bosque, propiedad del Sr. Nikolaus Foidl, durante el periodo Abril- noviembre 2003.

La ubicación de la finca esta en la comunidad San Antonio de Arriba, en la ciudad de Diriamba, departamento de carazo. Las coordenadas geográficas de dicha finca son 11°50'23" Latitud Norte y 86°17'01" Longitud Oeste, a una elevación de 500 msnm.

4.2. Condiciones Edafoclimaticas

La zona se caracteriza por poseer una precipitación promedio de aproximadamente 1200 mm anuales, con una temperatura media anual de 24°C (Cuadro 9).

Cuadro 9. Datos metereologicos, año 2003.

Meses	T° media anual	Precipitación	Humedad relativa	Nubosidad	Brillo solar
Mayo	25.6	168.8	78.9	3.9	7.1
Junio	24.0	396.6	86.7	4.4	5.9
Julio	24.1	236.4	88.1	5.1	5.7
Agosto	24.1	122.8	85.1	4.3	6.5
Septiembre	24.4	180.7	85.4	4.1	5.8
Octubre	24.2	240.2	86.6	4.7	6.5
Noviembre	24.0	106.2	84.3	3.3	7.1
Diciembre	23.1	16.6	79	-	8

Ineter (2003)

Ecológicamente pertenece a la zona de vida de bosque muy húmedo, los suelos pertenecen a la serie Diriamba (DR), profundos bien drenados, presentan textura franco arcillosos, suelos originarios de cenizas volcánicas, su topografía es levemente ondulada (CATASTRO, 1971)

Según el análisis de suelos realizado en el Laboratorio de Suelos y Aguas de la Universidad Nacional Agraria, demuestra que el suelo en el que se realizó dicho estudio posee las siguientes características:

Cuadro 10. Análisis químico del suelo

Profundidad	PH	MO (%)	N (%)	P (ppm)	K (meq/100g)
0- 30cm	6.98	5.96	0.29	4.46	2.30

En el Cuadro 10 se observa que el pH del suelo se acerca a la neutralidad, el porcentaje de materia orgánica es bastante alto debido a que en esta área experimental, las medidas agronómicas son bastantes estrictas respecto al manejo del material vegetativo, realizando tan solo el arado del terreno con yunta tirada por bueyes, el bajo nivel de nitrógeno reflejado en este análisis es compensado con la fertilización mediante medios químicos ya que los valores son mínimos, de 0.29 %, de igual manera ocurre con el fósforo y el potasio que presentan bajos niveles 4.46 ppm y 2.30 meq/100g respectivamente.

Cuadro 11. Análisis físico del Suelo

% de Arcilla	% de Limo	% de Arena	Clase de Textura
41.04	28	30.96	Arcilloso

En el Cuadro 11, se refleja que la muestra analizada pertenece al tipo de suelo arcilloso, en el que sus partículas están divididas con 41.04 % de arcilla, 28% de limo y 30.96 % de arena.

4.3. Descripción del ensayo

El área experimental fue seleccionada, después de realizar una visita evaluativa de las condiciones del terreno, finalizado esto se definieron 240 m² (60 m x 4 m) se obtuvieron 40 sub-parcelas, cada una media 6 m² (3 m x 2 m), el área útil de estas fue de 2 m² □ (2 m x 1 m), eliminando el efecto de borde.

Se cosecharon dos sub-parcelas a las 7:00 AM y dos sub-parcelas a las 5:00 PM, ya que fueron seis distintas frecuencias de corte, se necesitaron en total 24 sub-parcelas es decir 48 m² de área útil total.

4.4. Manejo agronómico del ensayo

La limpieza inicial del terreno se realizó en los últimos días del mes de abril de forma manual para el control de malezas. Se esperaron las primeras lluvias y se recurrió a un segundo control de malezas.

En la preparación del terreno se utilizó el arado tirado por bueyes, se realizó la nivelación del terreno, luego con arado manual se abrieron los surcos entre 20 a 25 cm de distancia cada uno.

La siembra fue realizada de forma manual, a chorrillo el 15 de junio 2003. La germinación se observó a los 15 días de siembra (30 de junio 2003).

A los 15 días después de la germinación se realizaron controles manuales de malezas y una fertilización equivalente a un quintal de fertilizante completo (NPK) por manzana.

También se aplicaron al voleo, dos quintales de Cal Dolomita (mezcla de calcio y magnesio), con la finalidad de compensar deficiencia de estos minerales.

Los controles manuales de las malezas se siguieron realizando con quince días de alternancia, hasta el cierre de las calles del cultivo.

El 4 de octubre del 2003, se hizo el primer corte de uniformidad a una altura del suelo de 25 cm, para luego de este corte de uniformidad, realizar el primer corte a la edad de 25 días del rebrote y llevar la muestra al laboratorio correspondiente.

4.5. Descripción de los Tratamientos y Diseño Experimental

Los factores a evaluar fueron: seis frecuencias de corte (25, 30, 35, 40, 45, 50 días) y dos horas de corte (7:00 AM y 5:00 PM), a una misma densidad de siembra (400,000 plantas/ha).

El diseño del experimento obedece al modelo de Parcelas divididas, se realizó una doble azarización, utilizando una tabla de números aleatorios.

Se llevó a cabo en un proceso de dos etapas:

Primeramente las parcelas grandes en la que se ubicó el factor A, constituido por las horas de corte, con un total de dos niveles (Cuadro 12).

Y en las sub-parcelas se ubicó el factor B, constituidos por las frecuencias de corte que consto de seis niveles.

Cuadro 12. Descripción de los Tratamientos

	Factor A	Hora de corte	Factor B	Frecuencia de corte (días)
			b1	25
			b2	30
Niveles	a1	7: 00 am	b3	35
	a2	5:00 pm	b4	40
			b5	45
			b6	50

4.6 Análisis estadístico

Los análisis fueron realizados a través del programa SAS Versión 8.0, se realizaron análisis preliminares para determinar el grado de normalidad de la información, procesando datos en términos porcentuales (%) y datos en rendimientos productivos (ton/ha/año), a estos se les realizaron transformaciones logarítmicas, manejadas de forma independiente para lograr la homogeneidad.

Se realizó análisis de varianza (ANDEVA) a las variables porcentuales: materia seca, proteína bruta, fibra bruta y lípidos totales, a las variables de rendimiento productivo: biomasa fresca, materia seca, proteína bruta, fibra bruta y lípidos totales.

Y en la fracción hojas (%) se realizó análisis de varianza para las variables de materia seca, proteína bruta y lípidos totales.

Con el objetivo de determinar las categorías estadísticas, se procedió a realizar la prueba de rangos múltiples de Tukey con $\alpha = 0.05$ y se determinó su criterio de comparación (DSH) o mínima diferencia estadística.

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

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_k + T_i + E_{ik} + \alpha_j + (\tau\alpha)_{ij} + E_{ijk}$$

De donde :

Y_{ijk}	Es el valor medio de las observaciones medidas en los diferentes tratamientos.
μ	Es el efecto de la media poblacional.
β_k	Es el efecto de la k- esima replica.
T_i	Es el efecto de la i- esima hora de corte (7:00 am y 5:00 pm).
E_{ik}	Es el error para evaluar la replica y la hora de corte.
α_j	Es el efecto de la j- esima frecuencia de corte (25, 30, 35, 40, 45, 50 días).
$(\tau\alpha)_{ij}$	Es el efecto de la i- esima hora de corte y la j-esima frecuencia de corte.
E_{ijk}	Es el error para evaluar la frecuencia de corte y la interacción hora de corte y frecuencia de corte.

4.7 Descripción de las variables

4.7.1 Biomasa fresca (ton/ha/año BF)

Se realizó la cosecha del marango, cortando a la altura de 25 cm del suelo, los materiales utilizados fueron: tijeras, balanza semi-analítica, libreta de campo y lapicero.

Los valores obtenidos en cada pesaje fueron identificados en kg/m²/corte, los cuales fueron convertidos a toneladas/ha utilizando las siguientes formulas:

$$1 \text{ Hectárea} = 10,000 \text{ m}^2$$

$$1 \text{ Tonelada} = 1000 \text{ kilogramos.}$$

$$\text{Biomasa producida por planta} = \frac{\text{Kg obtenidos en } 1 \text{ m}^2}{\text{N}^\circ \text{ de plantas en } 1 \text{ m}^2}$$

Para la obtención de las ton/ha/ año, se realizaron multiplicaciones de las ton/ha/corte, por el número de corte que se logran obtener en 1 año, como se muestra en el Cuadro 13.

Cuadro 13. Número de cortes realizados en 1 año, según el intervalo.

Intervalo de corte (días)	Numero de cortes realizados en 1 año
25	14.60
30	12.17
35	10.43
40	9.13
45	8.11
50	7.30

Nota: 365 días de 1 año se divide entre 25 días que es la edad de corte, obteniendo 14.6 cortes en 1 año.

4.7.2 Porcentaje de materia seca (%MS)

Después de cosechada, pesada y registrada la materia fresca, se trasladaba de la unidad experimental al laboratorio BIOMASA, de la Universidad de Ingeniería (UNI-Rupap), donde eran secadas a 10 -105°C en horno de convección y radiación por 24 horas, siendo después sacadas del horno y colocadas en el secador, se peso y se calculo.

Para estimar la materia seca se utilizó la siguiente formula:

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

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

4.7.3 Materia Seca (ton/ha/año)

Para determinar la productividad en masa seca de la especie, se realizó con la siguiente formula:

$$\text{Ton/ha/año de masa seca} = \frac{\text{ton/ha/año Biomasa fresca} \times \text{porcentaje Materia Seca}}{100}$$

4.7.4 Porcentaje de proteína bruta (% PB)

Determinación del nitrógeno Kjeldahl (Muestra seca)

Digestión

Las muestras pueden ser de 0.2 - 0.3 g (grado de precisión de 0.1 mg), peso mínimo 10mg de nitrógeno (un contenido de 70mg es ideal).

A la muestra se le agrega 2.5g de catalizador (mix. Reactivo de Selenio)

15.0 ml de H₂SO₄ concentrado, 2 perlas de vidrio grande, siempre usando gafas protectoras.

Las muestras así preparadas tienen que ser desintegradas colocando el tubo de aspiración encima de los tubos, de desintegración o tubos de digestión de Kjeldahl y sujetándolo con las pinzas, según el tubo de aspiración con una trompa de agua por medio de una manguera de hule, poniendo el regulador de temperatura en posición de 10 hasta que la zona de condensación se encuentre de 2-3cm bajo el borde del tubo de desintegración.

Después se coloca en posición 7, en caso de formación de mucha espuma, se debe de reducir el poder de calefacción. El tiempo de digestión es de uno 30 minutos, pero siempre hasta obtener una solución clara, después del cambio de color a verde claro se deja en ebullición la muestra 1 de 10-15 minutos mas y a continuación se quitan los tubos del aparato de digestión.

Destilación

Se llena un erlenmeyer de 300ml al recipiente colector con aproximadamente 100ml de Ácido bórico (2%) y luego se le agrega una gota de indicador de nitrógeno.

Indicador: Solución 1) 30mg de rojo de metilo/100ml de etanol

Solución 2) 100mg de azul de metileno/100ml de agua destilada.

Luego se mezcla 100ml de solución 1 y 15 ml de solución 2.

Es muy importante que una vez colocado el erlenmeyer en el destilador que el tubo de salida del destilado entre al menos 10mm en el ácido bórico, contenido en este recipiente.

Se diluye la muestra enfriada con 20ml de agua destilada, se le adiciona una gota de indicador fenolftaleina, se le coloca en el aparato de destilación, (BUCHI) y se agrega NaOH (30%), hasta que se efectuó un cambio de color azul a marrón.

Después de agregar aproximadamente 20 ml de NaOH (30%), de exceso, se da inicio a la destilación, se termina la destilación cuando el recipiente colector tiene acumulado 150 ml del destilado, es decir el volumen total del contenido en el erlenmeyer será de los 250 ml.

Finalmente se le agrega unas gotas de indicador de nitrógeno nuevamente y se procede a la titulación. Si la titulación con HCl 0.1N o HCL 0.01N, hasta el cambio de color del verde al rosado lavanda, se anota el volumen gastado por cada replica.

Cálculos

$$N \text{ (gr/kg)} = \frac{\text{ml de HCl gastado} \times f}{\text{Peso de la muestra}}$$

De donde:

F= 0.14 cuando HCl = 0.01M

F= 0.40 cuando HCl=0.1N

6.25 = factor de conversión N= Proteína

4.7.5. Proteína Bruta (ton/ha/año)

Para determinar el valor productivo de la proteína de la planta entera, se realizó en base al contenido de materia seca calculado, utilizando la siguiente formula:

$$\text{ton/ha/año de proteína bruta} = \frac{\text{ton/ha/año de MS} \times \text{Porcentaje (\% de PB)}}{100}$$

4.7.6. Porcentaje de lípidos totales (%LT)

Métodos estandarizados alemán B-II 4b (87)(DGF)

Este método preferiblemente sirve para la determinación del contenido de grasa cruda en tortas de prensado y alimento de animales.

Como contenido de aceite se define la cantidad de sustancias extraídas conforme a las condiciones del método. La cantidad se indica en g/ 100g. El principio del método consiste en que la muestra molida se extrae con éter de petróleo, en un equipo adecuado, se evapora el solvente y después de su debido secado se pesa el residuo.

Reactivos

Hexano para los análisis

Equipo, balanza analítica, horno (103 +/- 2° C, dedal (25 x 100mm), extractor soxhlet con balón fondo redondo y condensador, cocina, rotavapor, fibra de vidrio libre de grasa.

Muestra

Para el análisis se usa la muestra tomada de según B-II t y preparada conforme B-II 2.

Procedimiento

En un dedal se pesa 5g de muestra con una exactitud de 1mg y se cubre con fibra de vidrio, el dedal se coloca en el soxhlet. Se llena el balón de fondo redondo (previamente secado 103 +/-2°C por al menos 2 horas y pesado) con el volumen necesario del solvente y se conecta con el aparato de extracción. Hay que regular la calefacción de tal manera que el número de descargas sea como mínimo 10/h.

Después de una extracción de 6 horas, se evapora el solvente y se seca el balón conteniendo el aceite en el horno a 103 +/- 2° C por 1.5 horas, luego de enfriarse se pesan. Se seca el balón por unos 30 minutos mas a la primera temperatura y se vuelve a pesar. La diferencia entre los pesos no debe ser mayor de 1 mg. De encontrarse una diferencia mayor se debe de repetir el procedimiento de secado y pesado, se trabaja con dos replicas y se calcula la media.

Resultados

El contenido de aceite (W) en g/100g de muestra se calcula con la siguiente formula

$$W=[(A-T) \times 100 / m]$$

Donde:

A= Masa del balón con aceite (g), T= Masa del balón vacío (g), M= Masa de la muestra (g)

Repetibilidad (r)

Dos análisis de la misma muestra con los mismos aparatos y el mismo día no deben de tener una diferencia mayor de:

Hasta	0-5 g/100g	0.2g/100g	Absoluto
De	5-10 g/100g	4.0g/100g	Relativo
Mayor de	10/100g	0.45g/100g	absoluto

Comparabilidad, [Reproducibilidad (R)]

La diferencia en los valores de análisis de la misma muestra entre dos laboratorios no debe de ser mayor de

Hasta	0-5 g/100g	0.4g/100g	Absoluto
De	5-10 g/100g	8.0g/100g	Relativo
Mayor de	10/100g	0.8g/100g	absoluto

Observaciones

Este método coincide con el método de la comunidad europea (Nr.L 15/2 del 18.1.1984) el solvente recuperado no debe volver a usarse en otras determinaciones. En el reporte de análisis se debe de reportar el resultado indicado y el método usado, también deben salir todos los datos necesarios para la identificación de la muestra.

4.7.7. Lípidos totales (ton/ha/año)

Las ton/ha/año de lípidos totales en la planta entera, se realizó también en base al contenido de materia seca calculado, utilizando la siguiente formula:

$$\text{Ton/ha/año de lípidos totales} = \frac{\text{ton/ha/año de MS} \times \text{porcentaje de LT (\%)}}{100}$$

4.7.8. Porcentaje de fibra bruta (%FB)

Realizados en el laboratorio del centro de investigación de ecosistemas acuáticos de la Universidad Centroamericana (CIDEA- UCA) utilizando el método gravimetrico.

4.7.9. Fibra bruta (ton/ha/año)

Se procedió a calcular las ton/ha/año de fibra, a partir de los porcentajes obtenidos en el laboratorio, con la siguiente fórmula:

$$\text{ton/ha/año de fibra bruta} = \frac{\text{ton/ha/año de MS} \times \text{porcentaje de FB (\%)}}{100}$$

4.7.10. Análisis químico de fracciones hojas, ramas y tallos de marango (*M. oleifera* Lam.)

Del material cosechado en distintas horas de corte y frecuencias de corte, se seleccionaron plantas al azar para ser fraccionadas en el laboratorio, separando las hojas, ramas, tallos, se pesaron de manera individual, tomando en cuenta la relación hojas tallos (Cuadro 14).

Cuadro 14. Contenido porcentual de hojas ramas y tallos en la planta de *M. oleifera* Lam

Fracciones	Hojas (%)		Ramas (%)		Tallos (%)	
	7 am	5 pm	7 am	5 pm	7 am	5 pm
25	43.81	45.42	26.13	23.22	30.07	31.37
30	49.43	53.71	23.40	25.30	27.18	21.00
35	39.82	44.20	22.00	22.02	38.19	33.79
40	37.40	36.35	23.00	20.17	39.61	43.49
45	35.24	35.09	20.01	21.49	44.76	43.43
50	30.80	28.03	19.85	35.22	49.35	36.76

Se secaron en el horno a la temperatura de 100°C, para ser pesadas y determinar los porcentajes de materia seca, proteína bruta y lípidos totales.

4.7.10.1. Fracción hojas

Una vez obtenido los valores de materia seca, proteína bruta y lípidos totales, se procedió a realizar los análisis estadísticos.

Hay que resaltar que los valores de hojas se obtuvieron con diferencias de horas (7:00 AM y 5:00 PM) y además de cinco frecuencias de corte (25, 30, 35, 40, 45, 50 días), el modelo aditivo lineal para la realización de los análisis fue similar al de un BCA.

$$Y_{ij} = M + T_i + B_j + E$$

De donde

Y_{ij} = Valor medio de las observaciones medidas en los diferentes tratamientos

M = efecto de la media poblacional

T_i = Efecto de la i -ésima hora de corte (7:00 AM y 5:00 PM)

B_j = Efecto de la j -ésima frecuencia de corte (30, 35, 40, 45, 50 días)

E = Error experimental

4.7.10.2. Fracción ramas y tallos

Las muestras fraccionadas con diferencia en horas de corte se homogenizaron para llevar a cabo los análisis químicos.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Biomasa fresca (ton/ha/año)

El análisis de varianza, para la variable biomasa en materia verde (ton/ha/año) (Anexo 1A), se encontró diferencias significativas ($p < 0.05$) para el factor frecuencia de corte, no así para los factores hora de corte y la interacción frecuencia de corte- hora de corte.

El mayor contenido de biomasa fresca se obtiene a la edad de 50 días y hora de corte por la tarde, con 226.3 ton/ha/año, los bajos rendimientos se logran a la edad de 25 días cosechadas por la mañana y obteniéndose 75.19 ton/ha/año (Gráfico 1).

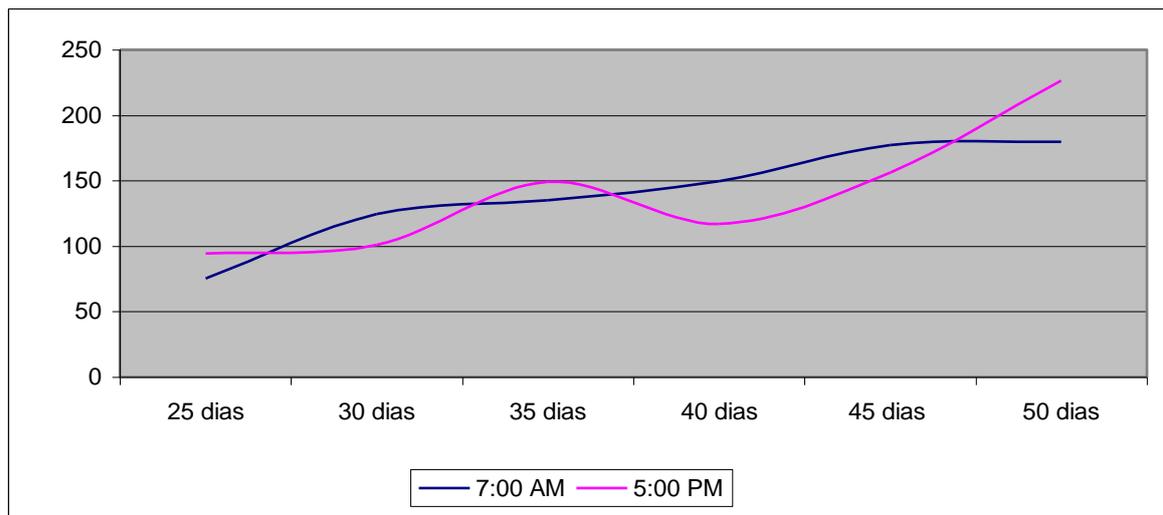


Gráfico 1. Comparación del contenido de biomasa fresca con distintas edades de corte en plantas de *M. oleifera* Lam.

Según la Prueba de rangos múltiples Tukey 5%, para el rendimiento de biomasa fresca, respecto a frecuencias de corte se encontró, que el mayor rendimiento se obtiene a los 50 días con 209.05 ton/ha/año (Anexo 2A), la que difiere estadísticamente ($P < 0.05$) de la frecuencia de corte a los 25 días con rendimientos de 55.28 ton/ha/año.

Resultados reportados por Jarquín y Jarquín (2003), señalan que con frecuencia de corte de 45 días y densidades de 750,000 plantas/ha se obtienen, 53.55 ton/ha/año. De igual manera Flores y Jaime (2004) reportan datos, con la misma edad de corte y densidad poblacional de 26.62 ton/ha/año

Foidl *et al.*, (2002) encontró que a la misma edad, con una densidad de 350,000 plantas/ha se llegan a obtener 240.87 ton/ha/año, valor mayor obtenido en este experimento que a la misma edad de 45 días y 400,000 plantas /ha, se obtuvieron 165.35 ton/ha/año.

Foidl (2004), informa que dando seguimiento a este mismo estudio, en las mismas parcelas donde se obtuvieron las muestras para esta investigación y con una densidad poblacional de 410,681 plantas/ha, a la edad de 45 días, obtuvo 163.20 ton/ha/año de biomasa fresca.

Además obtuvo a la misma edad pero con densidad de 220,890 plantas/ha y características edafoclimáticas iguales resultados de 297.31 ton/ha/año. (Datos no publicados)

La tendencia encontrada en aumentar el rendimiento cuando se utilizan frecuencias de corte prolongadas, se explican por la posibilidad que la planta tiene que acumular reservas durante un mayor periodo de tiempo y consecuentemente tener un rebrote mas vigoroso, dando como resultado una mayor producción (Jarquín y Jarquín, 2003).

Los árboles con mayor periodo de recuperación presentan mejores niveles de carbohidratos que las 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 de crecimiento.

5.2. Porcentaje de materia seca (%)

Lo más importante aquí es determinar el punto de equilibrio entre la máxima producción de materia seca, con la máxima cantidad de nutrientes producidos por hectárea de cultivo.

Según el Gráfico 2, se observa que los mejores valores de porcentaje de materia seca se obtienen cuando se realizan cortes por la tarde (5:00 pm) y en la frecuencia de corte de 30 días con 15.30%.

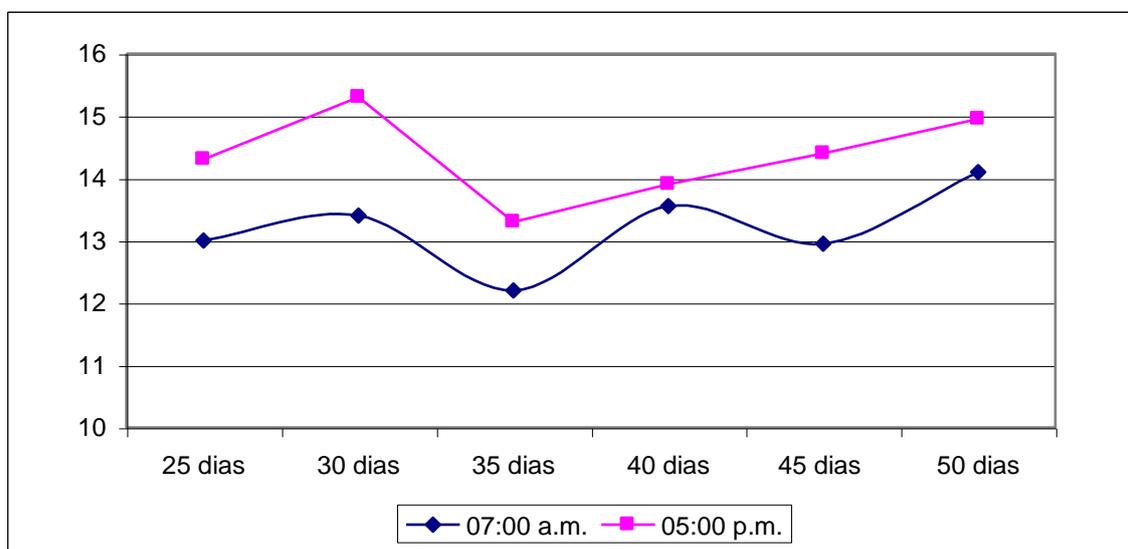


Gráfico 2. Comparación del contenido porcentual de materia seca en planta de *M. oleifera* Lam., cosechadas a distintas edades y horas de corte.

En el análisis de varianza, para la variable materia seca (%) demostró que hay diferencias significativas ($p < 0.05$) para el factor frecuencia de corte, y para el factor hora de corte (Anexo 3A), en cuanto a la interacción frecuencia de corte – hora de corte no se encontró significancia ($p > 0.05$).

Al realizar la comparación de medias por la Prueba de rangos múltiples de Tukey 5%, para el porcentaje de materia seca (Anexo 4A), entre las frecuencias se encontró, que el mayor porcentaje de materia seca se obtiene a los 50 días con 14.525%, la que difiere estadísticamente ($p < 0.05$) de la frecuencia de corte a los 35 días (12.75%).

La prueba de rangos múltiples de Tukey 5% para el factor hora de corte, muestra que del corte realizado a las 5:00 pm se obtienen 14.36% el que difiere estadísticamente del realizado a las 7:00 am con 13.20% (Anexo 4.1A).

Los porcentajes de materia seca para *M. oleifera* Lam., obtenidos en este estudio son menores a los datos reportados por Foidl *et al.*, (1999) y Malik, M.Y. (1967) quienes reportan 21% y 42% de materia fresca respectivamente (citado por Jarquín y Jarquín, 2003).

Los resultados presentados por Jarquín y Jarquín (2003), son de 16.42% de materia seca, obtenidos a la edad de corte de 45 días, resultados mayores comparados con los de esta investigación (14.525% de materia seca).

Recopilado por Jarquín y Jarquín (2003), según Rodríguez (1982) (citado por Benavides, 1991), los porcentajes de materia seca en *M. oleifera* Lam., valores obtenidos en esta investigación son menores respecto a árboles y arbustos forrajeros como: Chicasquil fino (*Cnidoscolus aconitifolius*) (16.50%), Chichipince (*Hamelia patens*) (17.50%), Carbón blanco (*Mimosa platycarpa*) (16.0%), Bilil (*Polimnia sp.*) (17.90%), Amapola (*Malvaviscos arboreus*) (16.5%) y Guarumo (*Cecropia peltata*) (19.70%).

5.3. Materia Seca (ton/ha/año MS)

En el Gráfico 3, se observa que el valor más alto de materia seca obtenido es en la hora de corte 5:00 pm, a la edad de 50 días con 33.84 ton/ha/año y la menor obtenida es a la edad de 25 días con 9.71 ton/ha/año.

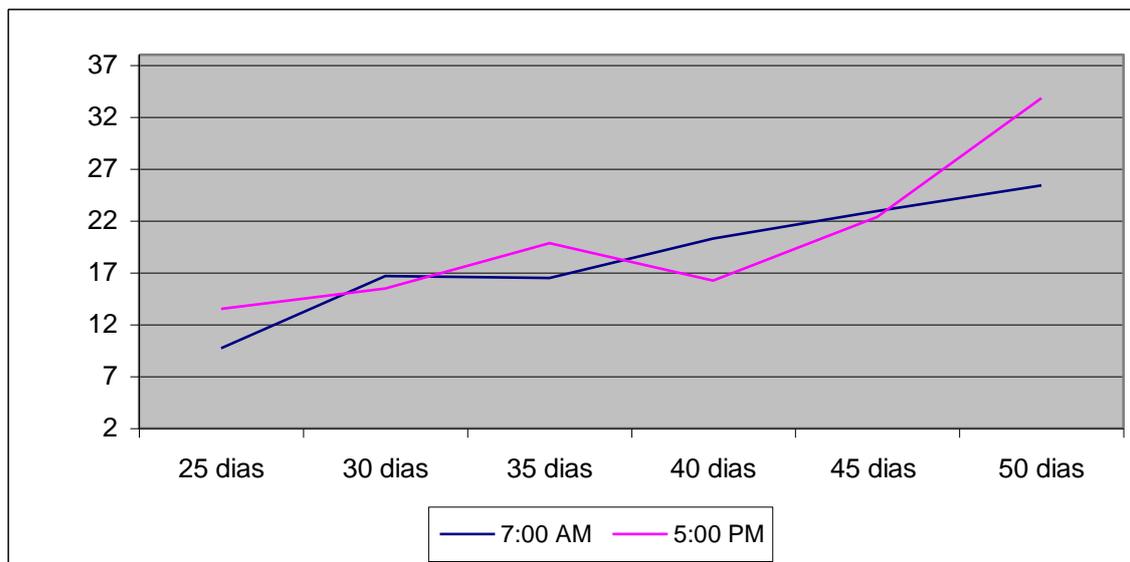


Gráfico 3. Comparación del contenido de materia seca (ton/ha/año), respecto a las frecuencias de corte y dos horas de corte en plantas de *M. oleifera* Lam.

El análisis de varianza para la variable materia seca (ton/ha/año), demuestra que hay diferencia significativa ($p < 0.05$) para el factor frecuencia de corte (Anexo 5A), por los factores hora de corte y la interacción hora- frecuencia de corte, no hay diferencia significativa ($p > 0.05$).

En la comparación de medias por la prueba de rangos múltiples de Tukey 5% para frecuencia de corte (Cuadro 6A) encontró que a la edad de 50 días presenta el mayor rendimiento de materia seca (30.808 ton/ha/año), la que difiere estadísticamente del rendimiento obtenido a la edad de 25 días (7.431 ton/ha/año).

A la edad de 45 días con 400,000 plantas/ha se obtiene en este trabajo 22.96 ton/ha/año valor menor a los presentados por Foidl *et al.*, (2002), quien reporta que a la edad de 45 días con una densidad de 350,000 planta /ha rendimientos de 33.72 ton/ha/año de materia seca y mayores a los obtenidos por Jarquín y Jarquín (2003), quien a la misma edad con una densidad de 750,000 plantas/ha obtuvo 8.18 ton/ha/año de materia seca.

Probablemente las diferencias en estos rendimientos se deben a la muestra que se considero para el análisis físico. Atribuible también a las características climáticas de la zona (Jarquín y Jarquín 2003).

Devlin (1982), concuerdan con esta afirmación, asegurando que cuando llueve mucho se reducen las concentraciones de materia seca, proteína cruda y cenizas en la planta, consecuencia del efecto de dilución o elevación de la temperatura.

5.4. Porcentaje de proteína bruta (%) en base a materia seca.

La comprensión de los mecanismos que intervienen en la síntesis y en la lisis de las proteínas en las plantas, puede permitir detener o retardar la descomposición de las proteínas y posiblemente mantener niveles de proteína mas elevados en la plantas empleadas como alimentos (Devlin, 1982).

En el Gráfico 4, se observa que la variable porcentual proteína bruta en base a materia seca, se obtienen los mejores valores en la frecuencia de corte de 40 días con 22.98% de proteína bruta, cosechada durante horas de la mañana (7:00 am) la que no difiere tanto a la cosechada a las 5:00 pm con 22.38% de proteína bruta, con igual edad de corte.

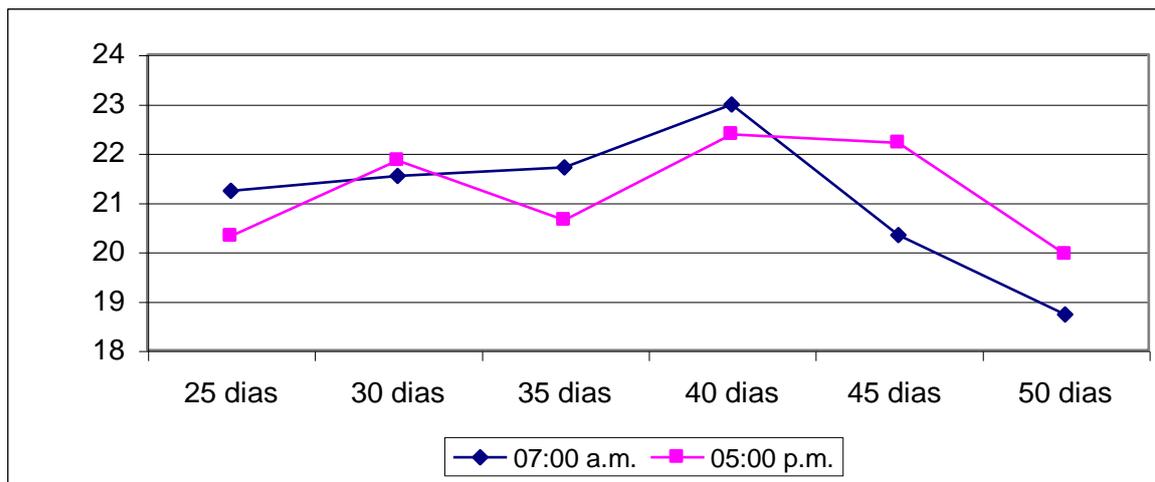


Gráfico 4. Comparación del contenido porcentual de proteína bruta (%) en plantas de *M. oleifera* Lam., cosechadas a distintas frecuencias de corte y horas de corte.

El análisis de varianza para la variable proteína bruta (%) en base a materia seca, demuestra que no hay diferencia significativa ($p > 0.05$) para los factores frecuencia de corte, hora de corte y la interacción hora de corte- frecuencia de corte (Anexo 7A).

En la prueba de rangos múltiples de Tukey 5% (Anexo 8A), se encontró que la edad de 40 días, es la idónea para realizar el corte y obtener mejores porcentajes de proteína bruta, sin importar la hora de corte (Anexo 8.1A), ya que no presenta significancia estadística ($P > 0.05$).

Resultados recopilados por Jarquín y Jarquín (2003), muestran que árboles forrajeros tales como *Eritrina cocleada*, *Morus alba* y *Guazuma ulmifolia* contienen 19.40%, 13.80% y 14.7% de proteína respectivamente, son menores respecto a los obtenidos en las plantas de marango, cortadas en cualquiera de las frecuencias de corte en este estudio.

Mientras que los valores de *Leucaena leucocephala* y *Gliricidia sepium* son mas altos con 25% y 25.80% de proteína bruta respectivamente.

Cabe mencionar que según Devlin (1982), muchas sustancias nitrogenadas, aminoácidos, vitaminas y otros contenidos en el protoplasma de las células foliares, son transportados durante la noche en grandes cantidades.

5.5. Proteína bruta (ton/ha/año)

Los mecanismos de la síntesis de proteína y especialmente los de la degradación proteica no son perfectamente conocidos y representan un desafío de vital importancia (Devlin, 1982).

En el Gráfico 5, se puede notar que los valores de proteína bruta expresados en ton/ha/año empiezan a aumentar a la edad de 40 días y en la hora de corte de las 5:00 de la tarde, mientras que a la misma edad de corte pero en hora de la mañana, 7:00 am, los valores son un poco menores.

Concluyendo que el mejor valor se logra a la edad de 50 días con 6.63 ton/ha/año y el menor valor a la edad de 25 días con 2.07 ton/ha/año.

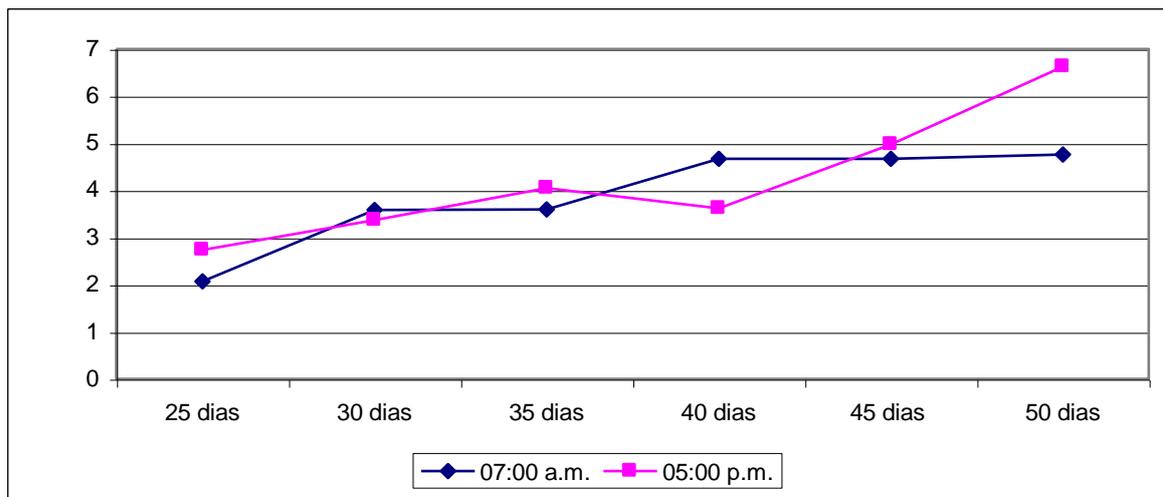


Gráfico 5. Comparación del contenido de proteína bruta (ton/ha/año) en plantas de *M. oleifera* Lam con distintas frecuencias de corte y horas de corte.

El análisis de varianza para la variable proteína bruta (ton/ha/año), indica que existe diferencia significativa ($p < 0.05$) para el factor frecuencia de corte (Anexo 9A). No así ($p > 0.05$) para los factores hora de corte y la interacción frecuencia de corte- hora de corte.

En la comparación de media por la prueba de rangos múltiples de Tukey 5% para frecuencias de corte (Anexo 10A) se encontró que a la edad de 50 días presenta el mayor rendimiento de proteína bruta (5.5052 ton/ha/año), el que difiere estadísticamente del rendimiento obtenido a la edad de corte de 25 días (1.3282 ton/ha/año).

Estos resultados son similares a los presentados por Foidl *et al.*, (2002), quien en plantaciones similares a densidades de 95,000 y 350,000 plantas/ha a una edad de corte de 45 días se obtuvieron 368.7 kg/ha/corte (equivalente a 2.94 ton/ha/año) y 582 kg/ha/corte (equivalente a 4.66 ton/ha/año) respectivamente.

Según Espinoza (1984), la edad es uno de los factores que afectan el valor nutricional de los pastos y a la cual se encuentra íntimamente asociada con el manejo y utilización que se le da a las plantas forrajeras.

5.6. Porcentaje de fibra bruta (%) en base a materia seca.

El análisis de varianza para la variable porcentual de fibra bruta en base a materia seca, indica que si hay diferencia significativa ($p < 0.05$) para los factores frecuencias de corte, hora de corte y para la interacción hora- frecuencia de corte (Anexo 11A).

En la comparación de medias por la prueba de rangos múltiples de Tukey 5% para frecuencias de corte (Anexo 12A) se encontró que a la edad de 50 días presenta el mayor rendimiento de fibra bruta (18.2125%), el que difiere estadísticamente del rendimiento obtenido a los 25 días (11.16%).

Según la prueba de rangos múltiples de Tukey 5% para el factor hora de corte en la variable porcentual fibra bruta en base a materia seca, no presenta significancia estadística ($p > 0.05$), demostrando que en las horas de la mañana se obtienen 14.6117% de fibra bruta y en horas de la tarde 13.3442% de fibra bruta (Anexo 12.1A).

En el Gráfico 6, el mayor porcentaje obtenido de fibra bruta en base a materia seca es con la frecuencia de corte de 45 días, cosechadas a tempranas horas de la mañana con 19.04% de fibra bruta.

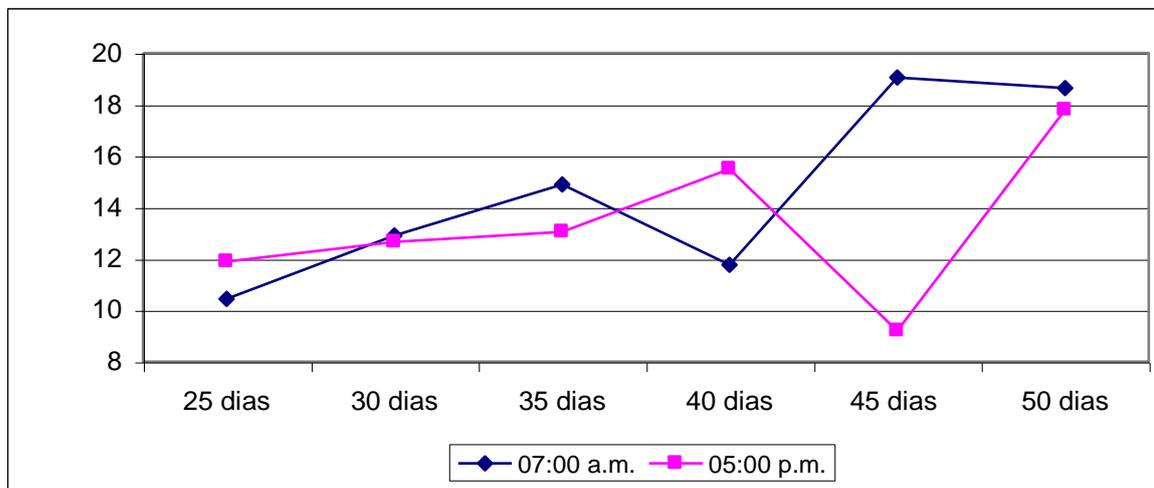


Gráfico 6. Comparación del contenido porcentual de fibra bruta en plantas de *M. oleifera* Lam., cosechadas a distintas edades y horas de corte.

El productor conoce por experiencia propia la importancia de la presencia de fibra en la dieta de sus vacas para lograr altos porcentajes de grasa en la leche.

La fibra es la pared celular de las plantas. Es el componente que les da estructura y rigidez a las mismas, formando su "esqueleto" del mismo modo en que los huesos conforman la estructura esquelética de un animal. Entre sus numerosas funciones podemos destacar su estimulación sobre la rumia y en consecuencia sobre la secreción de saliva.

Su aporte de celulosa y hemicelulosa digestible que al ser degradadas por los microorganismos del rumen aportan los ácidos precursores de la grasa de la leche.

En su composición intervienen cantidades variables de celulosa, hemicelulosa, pectina y lignina principalmente, así como cutina, sílice y otra serie de sustancias en menor proporción.

En el caso de las gramíneas, este efecto negativo ocurre tanto en tallo como en hojas, en cambio en las leguminosas como la alfalfa, en lo cual las hojas no cumplen una función estructural, la caída de la digestibilidad sólo adquiere importancia en los tallos.

Al aumentar la proporción de fibra durante el verano y al tener la misma una menor digestibilidad, el forraje permanece por más tiempo en el rumen lo que lleva a un menor consumo y producción.

En especies pastoreadas, su estado vegetativo, los niveles de fibra y la composición de la misma (relación e interrelación celulosa-hemicelulosa: lignina) son entre otros factores los que definirán en gran medida el consumo, producción y porcentaje de grasa de la leche en esta época del año. Lo contrario ocurre durante los meses de invierno donde encontramos forrajes ricos en agua y pobres en fibra, lo que obliga a recurrir a suplir sus deficiencias con heno y/o silo, para estimular el consumo y mantener niveles normales de grasa en leche.

5.7. Fibra bruta (ton/ha/año)

En el Gráfico 7, se observa que el mejor rendimiento de fibra bruta (ton/ha/año) se obtiene a la edad de 50 días, realizando el corte en horas de la tarde con 6.07 ton/ha/año de fibra bruta y el menor rendimiento se obtiene a la edad de 25 días con 1.02 ton/ha/año, cosechadas en horas de la mañana.

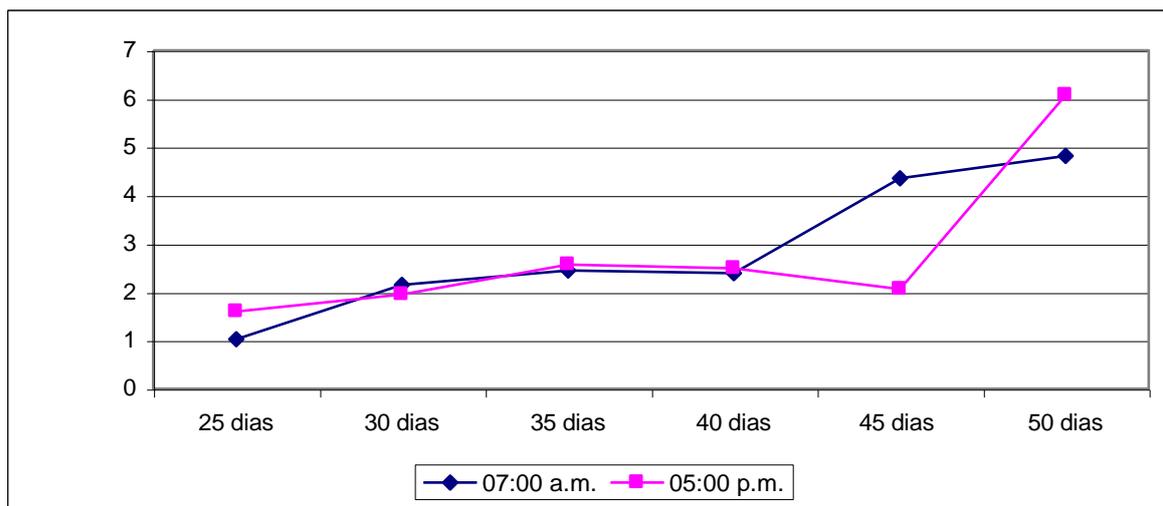


Gráfico 7. Comparación del contenido de fibra bruta (ton/ha/año), con distintas frecuencias de corte y horas de corte en plantas de *M. oleifera* Lam.

El análisis de varianza para la variable fibra bruta, determinó que existe diferencias significativas ($p < 0.05$) para el factor frecuencia de corte (Anexo 13A) no así para los factor hora de corte y la interacción hora –frecuencia de corte.

En la comparación de medias por la prueba de rangos múltiples de Tukey 5% para frecuencias de corte (Anexo 14A), se encontró que a la edad de 50 días presenta el mayor rendimiento de fibra bruta (6.7430 ton/ha/año), el que difiere estadísticamente del corte realizado a los 25 días (1.5212 ton/ha/año).

Los resultados muestran que los rendimientos son mayores al aumentar la frecuencia de corte.

El contenido de fibra y su grado de lignificación son los dos factores que determinan el valor nutritivo de los forrajes. A medida que la planta avanza en su ciclo aumenta el porcentaje de fibra o pared celular en la misma y generalmente su valor nutritivo disminuye debido a su creciente lignificación. La rapidez de maduración está particularmente influenciada por la temperatura ambiental. Así se observa que las altas temperaturas de la época seca llevan a una menor digestibilidad de los forrajes.

Esto se debe a que los productos resultantes de la fotosíntesis son más rápidamente convertidos en componentes estructurales (fibra o pared celular) y a la creciente lignificación de esa fibra.

Recopilado por Jarquín y Jarquín (2003), indica que los cortes muy frecuentes pueden inhibir prácticamente la asimilación de nutrientes y reducir apreciablemente la reserva de los carbohidratos, lo cual puede influir notablemente en el desarrollo del área foliar y afectar por lo tanto la tasa fotosintética.

La humedad puede inducir en la baja de carbohidratos estructurales y tiende a elevar los carbohidratos solubles y la proteína, sin embargo puede afirmarse que variaciones en la humedad atmosférica no producen grandes fluctuaciones en la proporción de la pared celular de los tejidos (Devlin, 1982).

5.8. Porcentaje de lípidos totales (%) en base a materia seca.

Los lípidos están formados solo por C, H y O. Los más sencillos son los ácidos grasos, constituidos por muchos átomos de carbono. Los lípidos desempeñan distintas funciones. Son insolubles en agua. Otros lípidos componen la estructura de las membranas celulares, constituyen las cubiertas protectoras de hojas y frutos.

Por muchas razones es importante incluir grasas en la dieta de los animales es que esta es una forma concentrada de energía ya que contiene 2.25 veces mas energía que ²⁹ carbohidratos, mientras mayor sea el contenido de grasa en la dieta mayor será el valor energético por kilo (Londoño, 1993).

En el Gráfico 8, se observa que los mayores valores porcentuales obtenidos de lípidos totales se logran a la edad de 40 días con 6.15% LT, realizando el corte en las horas de la mañana, y valor aproximado a la edad de 45 días, pero cortadas en horas de la tarde, con 5.87% LT. Sin embargo el menor valor se obtiene a la edad de 30 días con 4.33% LT y realizando el corte en horas de la mañana.

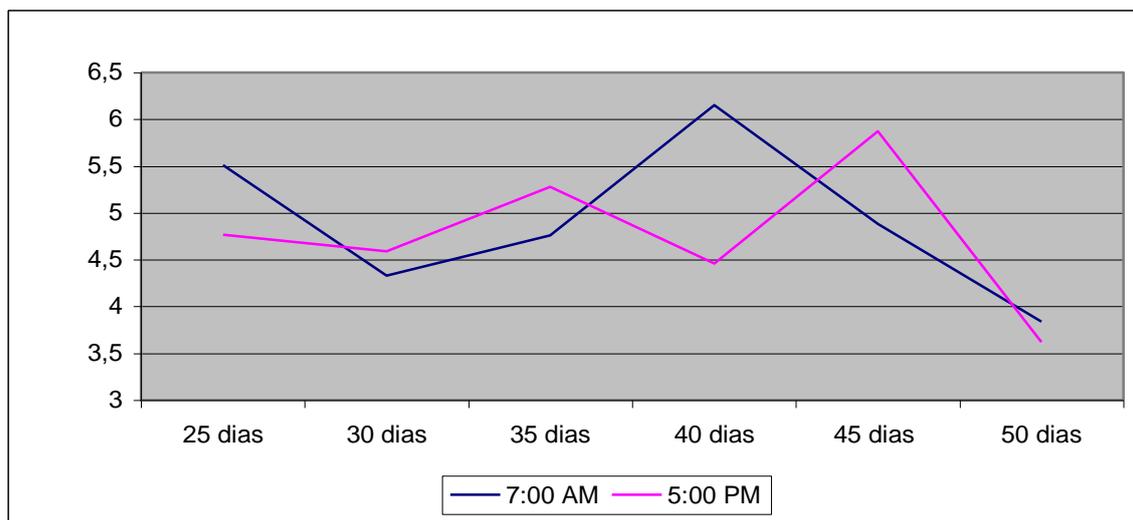


Grafico 8. Comparación del contenido porcentual de lípidos totales en plantas de *M. oleifera* Lam., a distintas frecuencias y edades de corte.

El análisis de varianza para la variable porcentual de lípidos totales, indica que existe diferencia significativa ($p < 0.05$) para el factor edad de corte (Anexo 15A).

Sin embargo para los factores hora de corte y la interacción hora- frecuencia de corte no hay diferencia significativa ($p > 0.05$).

En la comparación de medias por la prueba de rangos múltiples de Tukey 5% para frecuencias de corte (Anexo 16A), se encontró que la edad de 45 días presenta el mayor porcentaje de lípidos totales (5.3725%), el que difiere estadísticamente del rendimiento obtenido a la edad de corte de 50 días (3.73%).

Cuando un organismo recibe energía asimilable en exceso a partir del alimento o de la fotosíntesis, este puede almacenarla en forma de grasas, que podrán ser reutilizadas posteriormente en la producción de energía, cuando el organismo lo necesite.

5.9. Lípidos totales (ton/ha/año)

En el Gráfico 9, se observa que los mejores valores se obtienen a la edad de 45 días con diferencias en horas, a las 7:00 am, 1.17 ton/ha/año y a las 5:00 pm, 1.31 ton/ha/año.

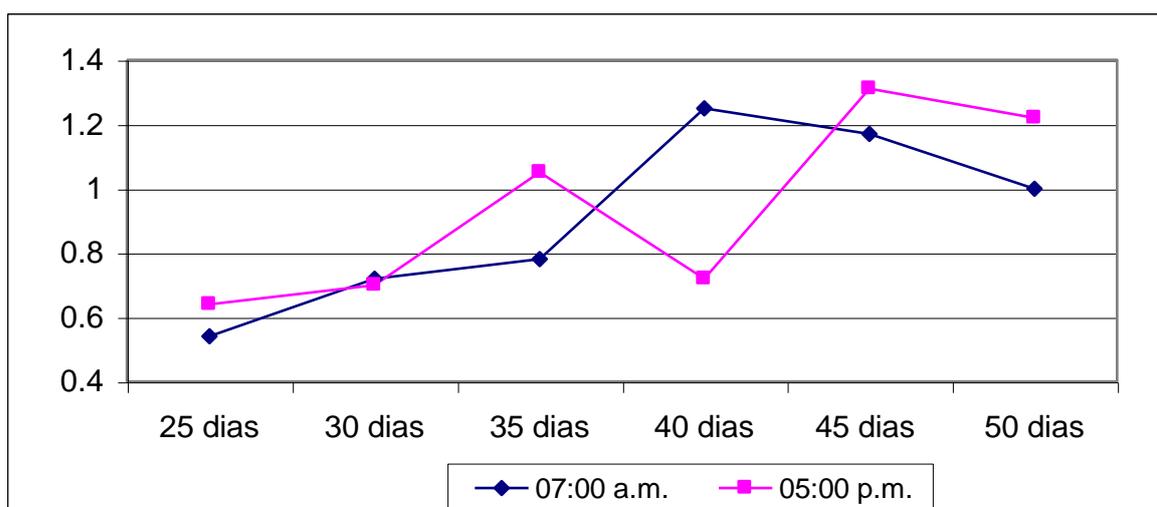


Gráfico 9. Comparación del contenido de lípidos totales con distintas frecuencias de corte y horas de corte en plantas de *M. oleifera* Lam.

El análisis de varianza para la variable lípidos totales se demuestra que no hay diferencia significativa ($p>0.05$) para los factores edad de corte, hora de corte y la interacción hora-frecuencia de corte (Anexo 17A).

Según Tukey 5%, se comprobó que a la edad de 45 días se obtienen los mayores rendimientos (1.3641 ton/ha/año), mientras que a los 25 días se obtienen 0.5916 ton/ha/año (Anexo 18A).

Extracto etéreo (%EE), es la fracción de lípidos del alimento, contiene principalmente aceites y grasas. Valores superiores al 14 % indican que el alimento en cuestión no debería integrar una gran proporción de la dieta total. Pueden ser tóxicos para las bacterias ruminales. Además, durante el almacenamiento predisponen a enranciar los materiales cuando éstos no están adecuadamente acondicionados.

5.10. Análisis químico de fracciones hojas, ramas y tallos en plantas de *M. oleifera* Lam.

5.10.1. Fracción hojas

Las plantas sintetizan hidratos de carbono, grasas y proteínas durante los periodos en que reciben luz solar, y almacenan estos compuestos para utilizarlos cuando el crecimiento les obliga a consumir grandes cantidades de energía.

5.10.1a. Materia seca (%) en las fracciones hojas de *M. oleifera* Lam.

En el Gráfico 10, se puede apreciar que el valor mas alto de materia seca se da a la edad de 30 días con 21.0%, para luego bajar a 17.9% y mantenerse en los rangos 17-19% en las horas de corte de la 5:00 pm, en tanto en las horas de la mañana el valor mas alto se logra a la edad de 40 días con 18.8%. Esta variación en los valores es debida a las precipitaciones que existían en el momento de la cosecha, en la que la planta mantenía en su organismo cantidades considerables de agua, para su desarrollo adecuado.

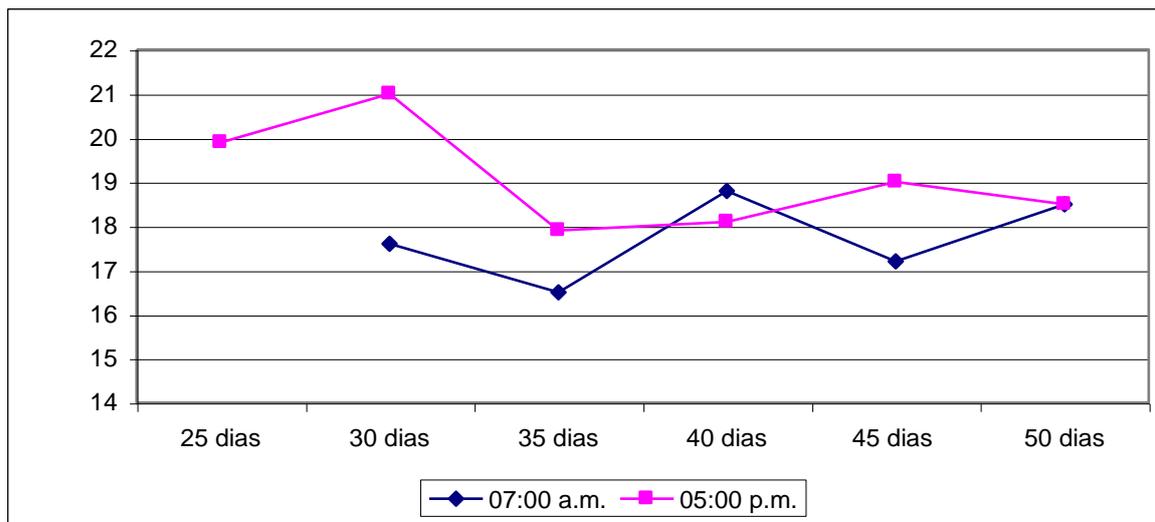


Gráfico 10. Comparación del contenido porcentual de materia seca en la fracción hojas de plantas de *M. oleifera* Lam.

Se encontró que no hay diferencia significativa ($p > 0.05$) para los factores hora y frecuencia de corte, para la variable Materia Seca en las hojas (Anexo 19A).

Todos los tratamientos para el porcentaje de materia seca en hojas no tienen significancia estadística ($p > 0.05$). Según Tukey se demuestra que el menor porcentaje se observa a la edad de 35 días con 17.20% (Anexo 20A).

Estos resultados de este estudio son menores (Citado por Jarquín y Jarquín) a los reportados por Malik *et al.*, 1967 (42.7%) y Foidl *et al.*, 1999 (21.0%).

Recopilado por Jarquin y Jarquin (2003) (consultado por Bonner y Galston, 1965), Julio Sachs, descubrió que las hojas pierden mas peso durante la noche, una proporción considerable de la perdida nocturna de peso se puede atribuir a la disminución de los hidratos de carbono.

5.10.1b. Proteína bruta (%) en base a materia seca, en las fracciones hojas de *M. oleifera* Lam.

En el Gráfico 11, se observa que los niveles de proteínas en hojas de *M. oleifera* Lam., son mayores a la edad de 40 días (33.74%) con cortes realizados a las 7:00 am y el menor porcentaje se logra a la edad de 35 días (27.77%) con el corte realizado a las 5:00 pm.

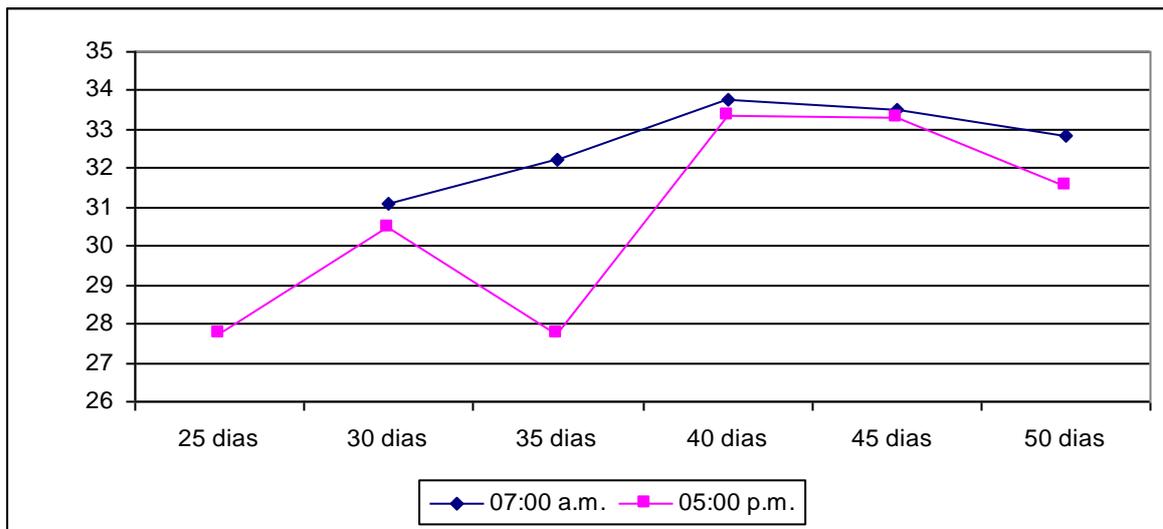


Gráfico 11. Comparación del contenido porcentual de proteína bruta en la fracción hojas de plantas de *M. oleifera* Lam.

El análisis de varianza para la variable proteína bruta en hojas (Anexo 21A) muestra que no hay diferencia significativa ($p>0.05$) para los factores hora de corte y frecuencia de corte.

Aunque todos los tratamientos para el porcentaje de proteína bruta en hojas no tienen significancia estadística ($p>0.05$), según Tukey nos permite determinar que el mejor porcentaje obtenido es a los 40 días con 33.54% y el menor es obtenido a los 35 días con 30.00% (Anexo 22A).

El conjunto de reacciones enzimáticas que tienen lugar en las plantas y que, en líneas generales, transforman el dióxido de carbono (CO₂) en sacarosa (un azúcar) y almidón (una sustancia de reserva). Todo este proceso, conocido con el nombre de ciclo de fijación del carbono o ciclo de Calvin tiene lugar en el estroma de los cloroplastos ubicados en las hojas verdes de las plantas. El mecanismo de síntesis de los azúcares es catalizado por la enzima ribulosa 1,5-difosfato carboxilasa, la proteína más abundante en el cloroplasto.

Estos resultados (citado por Jarquín y Jarquín, 2003) son mayores a los reportados por Malik *et al.*, 1967 (29.0%), Kandiah, S. & Koch, 1938 (15.6%), Becker, 1995 (25.1%), Foidl *et al.*, 1999 (23.0%), Makkar y Becker, 1997 (26.4%), Gupta *et al.*, 1989 (26.4%).

El aumento del intervalo entre defoliaciones, provoca un incremento en los constituyentes de la pared celular y reducción en el contenido de proteína cruda (Mochiutti, 1995)

5.10.1c. Lípidos totales (%) en base a materia seca, en las fracciones hojas de *M. oleifera* Lam.

Los lípidos son moléculas biológicas que son utilizadas de maneras muy variadas: reservas de energía, soporte estructural, señales, entre otras funciones. Un ejemplo de su uso, es como constituyentes de las membranas biológicas.

El Gráfico 12, nos señala que el mayor contenido porcentual de lípidos totales, se obtiene realizando cortes a la edad de 45 días (8.91% LT) cosechando en la mañana y el menor valor se obtiene a la edad de 35 días (6.31% LT) cosechando en la tarde.

Es interesante ver como los valores decrecen a partir de la edad de 45 días, lo que nos da la pauta de decidir realizar cortes a la edad de 40 días para obtener un mejor aprovechamiento de lípidos en esta planta.

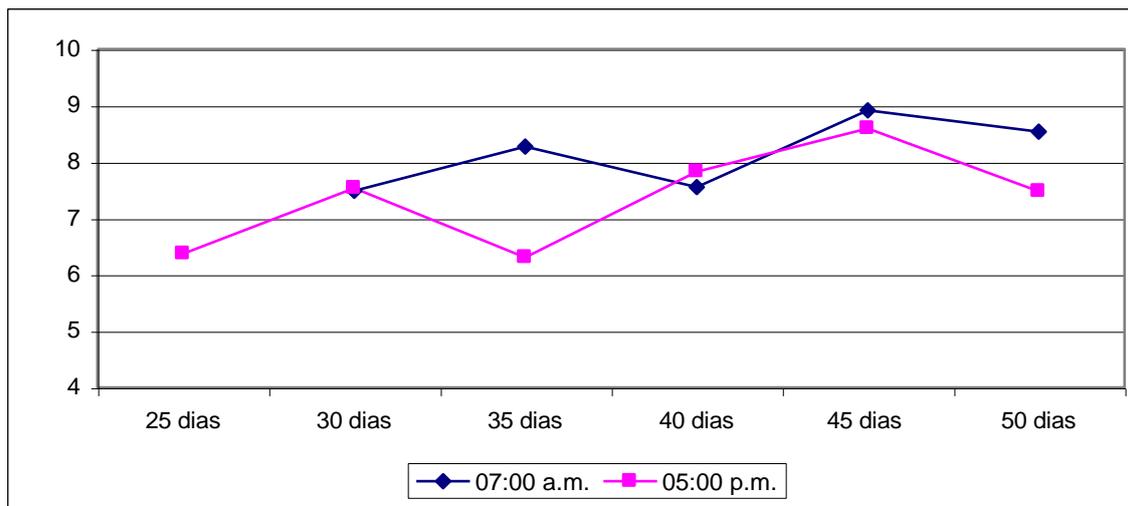


Gráfico 12. Comparación del contenido porcentual de lípidos totales en la fracción hojas de plantas de *M. oleifera* Lam.

En el análisis de varianza para la variable lípidos totales en hojas (Anexo 23A) se observa que no hay diferencia significativa ($p > 0.05$) para los factores hora de corte y frecuencia de corte.

Todos los tratamientos para el porcentaje de lípidos totales en hojas de *M. oleifera* Lam., no tiene significancia estadística ($p > 0.05$)

Según Tukey se puede decir que el mejor porcentaje obtenido es a la edad de 45 días con 8.75 % y el menor es obtenido a los 35 días con 7.29% (Anexo 24A).

Estos resultados son superiores (Citado por Jarquín y Jarquín) a los reportados por Malik *et al.*, 1967 (5.2%), Kandiah, S. & Koch, 1938 (4.2%), Becker, 1995 (5.4%), Gupta *et al.*, 1989 (6.5%).

5.10.2. Fracción ramas

Las plantas sintetizan hidratos de carbono, grasas y proteínas durante los periodos en que reciben luz solar y almacenan estos compuestos para utilizarlos cuando el crecimiento les obliga a consumir grandes cantidades de energía.

Cuadro 15. Comparación del contenido de proteína, lípidos totales y materia seca en fracción ramas de plantas de *M. oleifera* Lam.

Edad (días)	Proteína (%)	Lípidos totales (%)	Materia seca (%)
30	12.03	2.69	12.7
35	11.12	2.59	12.5
40	10.82	2.03	13.4
45	11.42	3.21	12.4
50	8.86	1.84	14.1

Laboratorio Biomasa, UNI- Rupap (2003)

5.10.3. Fracción tallos

La diferencia de estos valores es debida principalmente a la época en la que fue cosechada la planta, con abundante precipitaciones y por ende gran cantidad de humedad en los tallos.

Cuadro 16. Comparación del contenido porcentual de proteína, lípidos totales y materia seca en la fracción tallos de plantas de *M. oleifera* Lam.

Edad (días)	Proteína (%)	Lípidos totales (%)	Materia seca (%)
30	10.82	2.41	11.5
35	10.25	1.35	10.9
40	12.06	2.56	11.7
45	10.66	1.68	10.8
50	8.47	1.45	11.7

Laboratorio Biomasa, UNI-RUPAP (2003)

Recopilado por Jarquín y Jarquín (2003), valores del contenido encontrado en tallos publicados por Foidl *et al.*, 1999 (15% MS y 9.0% PB), Makkar & Becker, 1997 (6.20% PB), muestran ser valores menores a los obtenidos en este estudio.

VI. CONCLUSIONES

- La frecuencia de corte ejerció efecto significativo sobre la variable de rendimiento biomasa fresca, materia seca, proteína bruta y fibra bruta, siendo la mejor edad de corte 50 días.
- La hora de corte ejerció efecto significativo solo en la variable porcentual materia seca, encontrando que la mejor hora de corte es a las 5:00 pm.
- En la frecuencia de corte, 40 días, se obtienen los mejores valores porcentuales de proteína bruta.
- En la frecuencia de corte 45 días, se logran los mejores valores porcentuales y de rendimiento por la variable lípidos totales.

VII. RECOMENDACIONES

- En base a los resultados obtenidos a través de los análisis químicos, el árbol de marango (*Moringa oleifera* L.), siendo un multipropósito, cumple con los requerimientos necesarios para ser utilizado como una valiosa fuente de proteína, lípidos totales y fibra bruta en menor escala.
- Cultivar marango a densidades de siembra de 400,000 plantas/ha, las cuales se cosecharan a la edad de 50 días para obtener mayores cantidades de biomasa fresca, materia seca, proteína bruta y fibra bruta.
- Cosechar a la edad de 45 días para obtener los mejores rendimientos de lípidos totales.
- Recomendamos realizar cortes, tanto por la mañana (7:00 am) como por la tarde (5:00 pm), ya que las cantidades de proteína bruta, fibra bruta y lípidos totales en la planta de marango, se mantienen estables.
- Además recomendamos sea utilizado como banco de proteína, en parcelas pequeñas con un manejo intensivo (cortes sucesivos), que permitan la renovación de las plantas, obteniendo un alto beneficio con plantas jóvenes ricas en nutrientes.
- Que sea utilizado en los sistemas agropecuarios. Tales como cercas vivas o cultivos en callejones y en los sistemas agrosilvopastoriles.
- Realizar ensayos similares en otras áreas del país, estaciones del año diferente, con sistema de riego y distintas densidades de siembra, esto con el objetivo de comparar los datos, con los obtenidos en esta investigación.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Castellón Cisne, González Chau. 1996.** Utilización del Marango (*Moringa oleifera* Lam.) en la alimentación de novillos en crecimiento bajo régimen de estabulación. Tesis. Universidad Centroamericana. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Managua, Nicaragua. 50p.
- CATASTRO E INVENTARIO DE RECURSOS NATURALES DE NICARAGUA. 1971.** Levantamiento de suelos de la región pacífica de Nicaragua. 3V. Managua, Nicaragua. 200p.
- Devlin, R.M. 1982.** Fisiología Vegetal, Universidad de Massachussets. Ediciones Omega, S.A. Barcelona 517p
- Espinoza Bran, J.E. 1984.** Caracterización nutritiva de la fracción nitrogenada del forraje de madero negro (*Gliricidia sepium*) y poro (*Eritrina poeppigiana*) CATIE. Turrialba, Universidad de Costa Rica (San José). Sistema de estudios de postgrado. Tesis (Mg Sc).
- Flores, B.; Jaime, F. 2004.** Producción de biomasa de *Moringa oleifera* Lam., bajo diferentes densidades de siembra y frecuencias de corte en el trópico seco de Nicaragua. Tesis. Managua, Nicaragua. Universidad Nacional Agraria. 60p.
- Foidl, N.; Mayorga, L.; Vasquez, W. 1999.** Utilización del Marango (*Moringa oleifera* Lam.), como forraje fresco para el ganado. Conferencia electrónica de la FAO sobre Agroforestería para la producción animal en América Latina. Managua, Nicaragua.
- Foidl, N.; Mayorga, L.; Vasquez W. 2002.** Utilización del Marango (*Moringa oleifera*) Lam., como forraje fresco para el ganado. Conferencia electrónica de la FAO sobre Agroforestería para la producción animal en América Latina. Managua, Nicaragua.

- Gutiérrez, M.A. 1996.** Pastos y forrajes en Guatemala, su manejo y utilización base de la producción animal. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Guatemala. 318p.
- INETER (Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales). 2003.** Estación meteorológica Campos Azules, Masatepe.
- Jarquín, J.M.; Jarquín, M.H. 2003.** Producción de biomasa de *Moringa oleifera* bajo diferentes frecuencias de corte en el trópico seco de Nicaragua. Tesis. Managua, Nicaragua. Universidad Nacional Agraria. 59p.
- LABSA -UNA (Laboratorio de Suelos y Aguas de la Universidad Nacional Agraria) 2003.** Análisis físico –químico de las condiciones del suelo de la finca el ultimo bosque. Diriamba, Carazo.
- Lioger, A. 1974.** Diccionario botánico de nombres vulgares de la lengua española. Jardín Botánico Dr. Rafael Moscoso. UNPHU, Santo Domingo- Republica Dominicana, 598p.
- Londoño Hernández, F.I. 1993.** Fundamentos de la alimentación animal: Texto básico. Managua. UNA. 105-108p.
- Mochiutti, S. 1995.** Comportamiento agronómico y calidad nutritiva de *Gliricidia sepium* (Jacq) Walp bajo defoliación manual y pastoreo en el trópico húmedo. CATIE Turrialba Costa Rica. Tesis (Mg Sc) 144p.
- Proyecto BIOMASA, 1995.** Utilización del Marango (*Moringa oleifera*) como una alternativa alimenticia. Managua, Nicaragua.
- Proyecto BIOMASA, 1999.** Guía técnica del cultivo de Marango (*Moringa oleifera*) Universidad Nacional de Ingeniería. Nicaragua. Cooperación técnica de la Republica de Austria.

Ramachandran *et al.*, 1980. Drumstick (*Moringa oleifera*): A multipurpose Indian Vegetable. *Economic Botany*, 34 (3) p 276-283.

Ruiz, F.C., 1992. Aceptabilidad por bovinos de la biomasa comestible de procedencias, familias e individuos de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp, Guapiles, Costa Rica. Tesis Mag. Sc., CATIE, Costa Rica.

IX. ANEXOS

Anexo 1A. Análisis de varianza para biomasa fresca (ton/ha/año)

F de V	SC	GL	CM	F	P
Bloque	258.62679	1	258.62679	0.23	0.6396 ns
Hora	169.07052	1	169.07052	0.15	0.7044 ns
Error (A)	5151.31776	1	5151.31776		
Corte	27986.42227	5	5597.28445	5.08	0.0173*
Hora x corte	5118.02397	5	1023.60479	0.93	0.5053 ns
Error (B)	9917.21017	9	1101.91224		
total	48600.67149	22			
	Cv= 24.10033			R ² = 0.795945	

Ns no significativo *Significativo **altamente significativo

Cuadro 2A. Comparaciones de medias obtenidas en la variable rendimiento de biomasa fresca (ton/ha/año) en la planta entera de *M. oleifera* Lam.

Edad de corte (días)	Media (ton/ha/año)	Prueba Tukey 5%
50	209.05	a
45	165.36	b
35	140.67	bc
40	131.85	c
30	111.48	cd
25	55.28	d

Anexo 3A. Análisis de varianza para materia seca (%)

F de V	SC	GL	CM	F	P
Bloque	0.09375	1	0.09375	0.46	0.5113 ns
Hora	8.05041667	1	8.05041667	39.84	<0.0001*
Error (A)	0.00041667	1	0.00041667		
Corte	7.88708333	5	1.57741667	7.81	0.0031*
Hora x Corte	1.40708333	5	0.28141667	1.39	0.3060 ns
Error (B)	2.02083333	10	0.20208333		
Total	19.45958333	23			
	Cv= 3.262438			R ² = 0.896152	

Ns No significativo * Significativo **altamente significativo

Cuadro 4A. Comparaciones de medias obtenidas en la variable materia seca (%) en la planta entera de *M. oleifera* Lam.

Edad de corte (días)	Media (%)	Prueba Tukey 5%
50	14.5250	a
30	14.35	a
40	13.725	ab
45	13.675	ab
25	13.65	ab
35	12.75	b

Anexo 4.1A. Comparaciones de medias obtenidas en la variable materia seca (%) para el factor hora de corte.

Hora	Media (%)	Prueba Tukey 5%
5:00 pm	14.358333	a
7:00 am	13.20	b

Anexo 5A. Análisis de varianza para materia seca (ton/ha/año).

F de V	SC	GL	CM	F	P
Bloque	5.7652470	1	5.7652470	0.26	0.6249 ns
Hora	2.8305975	1	2.8305975	0.13	0.7310 ns
Error (A)	110.9724573	1	110.9724573		
Corte	606.7614078	5	121.3522816	5.39	0.0144*
Hora x Corte	109.1208489	5	21.8241698	0.97	0.4845 ns
Error (B)	202.567007	9	22.507445		
Total	1038.017565	22			
	Cv= 25.04111				R ² = 0.804852

Ns No significativo * Significativo **altamente significativo

Cuadro 6A. Comparaciones de medias obtenidas en la variable materia seca (ton/ha/año) en la planta entera de *M. oleifera* Lam.

Edad de corte (días)	Media (ton/ha/año)	Prueba Tukey 5%
50	30.808	a
45	22.961	b
40	18.554	bc
35	18.476	bc
30	16.401	c
25	7.431	d

Anexo 7A. Análisis de varianza para la variable proteína bruta (%) en base a masa seca

F de V	SC	GL	CM	F	P
Bloque	5.6454	1	5.6454	2.46	0.1478 ns
Hora	0.1176	1	0.1176	0.05	0.8255 ns
Error (A)	3.31526667	1	3.31526667		
Corte	24.3413	5	4.86826	2.12	0.1458 ns
Hora x Corte	7.4314	5	1.48626	0.65	0.6699 ns
Error (B)	22.94553333	10	2.29455333		
Total	63.7964	23			
	Cv= 7.162072			R ² = 0.640332	

Ns No significativo * Significativo **altamente significativo

Anexo 8A. Comparaciones de medias obtenidas en la variable proteína (%) en la planta entera de *M. oleifera* Lam.

Edad de corte (días)	Media (%)	Prueba Tukey 5%
40	22.678	a
30	21.685	a
45	21.268	a
35	21.173	a
25	20.765	a
50	19.333	a

Anexo 8.1A. Comparaciones de medias porcentuales para el factor hora de corte en proteína bruta.

Hora	Media (%)	Prueba Tukey 5%
5:00 pm	21.22	a
7:00 am	21.08	a

Anexo 9A. Análisis de varianza para la variable proteína bruta (ton/ha/año).

F de V	SC	GL	CM	F	P
Bloque	0.00480646	1	0.00480646	0.01	0.9439 ns
Hora	0.05404675	1	0.05404675	0.06	0.8137 ns
Error (A)	3.02432143	1	3.02432143		
Corte	18.56844444	5	3.71368889	4.05	0.0334*
Hora x Corte	3.00407056	5	0.60081411	0.65	0.6661 ns
Error (B)	8.25630167	9	0.91736685		
Total	32.91199130	22			
	Cv= 24.32288			R ² = 0.749140	

Ns No significativo * Significativo **altamente significativo

Anexo 10A. Comparaciones de medias obtenidas en la variable proteína (ton/ha/año) en la planta entera de *M. oleifera* Lam.

Edad de corte (días)	Media (ton/ha/año)	Prueba Tukey 5%
50	5.5052	a
45	4.8282	b
40	4.1482	b
35	3.8257	bc
30	3.4832	bc
25	1.3282	c

Anexo 11A. Análisis de varianza para la variable fibra bruta (%) en base a materia seca.

F de V	SC	GL	CM	F	P
Bloque	0.1190042	1	0.1190042	0.11	0.7524 ns
Hora	9.6393375	1	9.6393375	8.52	0.0153*
Error (A)	0.0876042	1	0.0876042		
Corte	109.8048708	5	21.9609742	19.41	<.0001*
Hora x Corte	107.2050375	5	21.4410075	18.95	<.0001*
Error (B)	11.3165417	10	1.1316542		
Total	238.1723958	23			
	Cv= 7.610521			R ² = 0.952486	

Ns No significativo * Significativo **altamente significativo

Anexo 12A. Comparaciones de medias obtenidas en la variable porcentual fibra bruta (%) en la planta entera de *M. oleifera* Lam.

Edad de corte (días)	Media (%)	Prueba Tukey 5%
50	18.2125	a
45	14.1250	b
35	13.9675	b
40	13.62	bc
30	12.7825	bc
25	11.16	c

Anexo 12.1A. Comparaciones de medias porcentuales para el factor hora de corte en fibra bruta (%).

Hora	Media (%)	Prueba Tukey 5%
7:00 am	14.6117	a
5:00 pm	13.3442	a

Anexo 13A. Análisis de varianza para la variable fibra bruta (ton/ha/año)

F de V	SC	GL	CM	F	P
Bloque	0.04862401	1	0.04862401	0.06	0.8118 ns
Hora	0.43162630	1	0.43162630	0.53	0.4836 ns
Error (A)	4.19685143	1	4.19685143		
Corte	33.69862444	5	6.73972489	8.33	0.0034*
Hora x Corte	8.92381389	5	1.78476278	2.21	0.1426 ns
Error (B)	7.27798167	9	0.80866463		
Total	54.57752174	22			
	Cv= 32.89793			R ² = 0.866649	

Ns No significativo * Significativo **altamente significativo

Anexo 14A. Comparaciones de medias obtenidas en la variable fibra bruta (ton/ha/año) en la planta entera de *M. oleifera* Lam.

Edad de corte (días)	Media (ton/ha/año)	Prueba Tukey 5%
50	6.7430	a
45	4.1487	b
35	3.4587	bc
40	3.3887	bc
30	2.9962	c
25	1.5212	d

Anexo 15A. Análisis de varianza para la variable porcentual lípidos totales (%) en base a materia seca.

F de V	SC	GL	CM	F	P
Bloque	0.51920417	1	0.51920417	1.48	0.2523 ns
Hora	0.12760417	1	0.12760417	0.36	0.5604 ns
Error (A)	0.25010417	1	0.25010417		
Corte	7.98318750	5	1.59663750	4.54	0.0202*
Hora x Corte	4.61112083	5	0.92222417	2.62	0.0913 ns
Error (B)	3.51774167	10	0.35177417		
Total	17.00896250	23			
	Cv= 12.26375				R ² = 0.793183

Ns No significativo * Significativo **altamente significativo

Anexo 16A. Comparaciones de medias obtenidas en la variable porcentual lípidos totales (%) en la planta entera de *M. oleifera* Lam.

Edad de corte (días)	Media (%)	Prueba Tukey 5%
45	5.3725	a
40	5.3025	a
25	5.1375	ab
35	5.0175	ab
30	4.4575	ab
50	3.73	b

Anexo 17A. Análisis de varianza para la variable lípidos totales (ton/ha/año).

F de V	SC	GL	CM	F	P
Bloque	0.01641752	1	0.01641752	0.20	0.6629 ns
Hora	0.00144300	1	0.00144300	0.02	0.8966 ns
Error (A)	0.26250730	1	0.26250730		
Corte	1.11134111	5	0.22226822	2.75	0.0889 ns
Hora x Corte	0.42503722	5	0.08500744	1.05	0.4450 ns
Error (B)	0.72740167	9	0.08082241		
Total	2.54414783	22			
	Cv= 31.10721			R ² = 0.714088	

Ns No significativo * Significativo **altamente significativo

Cuadro 18A. Comparaciones de medias obtenidas para el factor frecuencia de corte en el rendimiento (ton/ha/año) de lípidos totales en la planta entera de *M. oleifera* Lam.

Edad de corte (días)	Media (ton/ha/año)	Prueba Tukey 5%
45	1.3641	a
50	1.2871	a
40	1.1066	a
35	1.0391	a
30	0.8366	a
25	0.5916	a

Anexo 19A. Análisis de varianza para la variable materia seca en hojas de *M. oleifera* Lam.

F de V	SC	GL	CM	F	P
Hora	3.4810	1	3.4810	2.71	0.1753 ns
Corte	4.6240	4	1.1560	0.90	0.5399 ns
Error (B)	5.144	4	1.2860		
Total	13.249	9			
	Cv= 6.193443			R ² = 0.611744	

Ns No significativo * Significativo **altamente significativo

Anexo 20A. Comparación de medias porcentuales obtenidas por la prueba de rangos múltiples (Tukey 5%) para la variable materia seca en las hojas de *M. oleifera* Lam., con distintas frecuencias de corte.

Edad de corte (días)	Media (%)	Prueba Tukey 5%
30	19.30	a
50	18.50	a
40	18.45	a
45	18.10	a
35	17.20	a

Anexo 21A. Análisis de varianza para la variable proteína bruta en hojas de *M. oleifera* Lam.

F de V	SC	GL	CM	F	P
Hora	4.78864	1	4.78864	3.06	0.1550 ns
Corte	19.66846	4	4.917115	3.14	0.1466 ns
Error (B)	6.25546	4	1.563865		
Total	30.71256	9			
Cv= 3.910644			R ² = 0.796322		

Ns No significativo * Significativo **altamente significativo

Anexo 22A. Comparaciones de medias porcentuales por la prueba de rangos múltiples (Tukey 5%) para la variable proteína bruta en las hojas de *M. oleifera* Lam., con distintas frecuencias de corte.

Edad de corte (días)	Media (%)	Prueba Tukey 5%
40	33.54	a
45	33.395	a
50	32.175	a
30	30.78	a
35	30.00	a

Anexo 23A. Análisis de varianza para la variable lípidos totales en hojas de *M. oleifera* Lam.

F de V	SC	GL	CM	F	P
Hora	0.91204	1	0.91204	2.20	0.2126 ns
Corte	2.58080	4	0.6452	1.55	0.3401 ns
Error (B)	1.66176	4	0.41544		
Total	5.1546	9			
Cv= 8.210782		R ² = 0.677616			

Ns No significativo * Significativo **altamente significativo

Anexo 24A. Comparación de medias porcentuales obtenidas por la prueba de rangos múltiples (Tukey 5%) para la variable para la variable lípidos totales en las hojas de *M. oleifera* Lam., con distintas frecuencias de corte.

Edad de corte (días)	Media (%)	Prueba Tukey 5%
45	8.75	a
50	8.01	a
40	7.69	a
30	7.51	a
35	7.29	a