



Por un Desarrollo Agrario  
Integral y Sostenible"

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE**

**Trabajo de Graduación**

**Establecimiento y manejo inicial en plantaciones de Marango  
(*Moringa oleífera* Lam.), en dos unidades productivas de la  
Universidad Nacional Agraria**

**AUTOR:**

**Br. Olman José Narváez Urbina**

**Asesor:**

**Ing. Álvaro Noguera Talavera**

**Managua, Nicaragua  
Mayo, 2014**



Por un Desarrollo Agrario  
Integral y Sostenible"

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE**

**Trabajo de Graduación para optar al título de Ingeniero Forestal**

**Establecimiento y manejo inicial en plantaciones de Marango  
(*Moringa oleífera* Lam.), en dos unidades productivas de la  
Universidad Nacional Agraria**

**AUTOR:**

**Br. Olman José Narváez Urbina**

**Asesor:**

**Ing. Álvaro Noguera Talavera**

**Managua, Nicaragua  
Mayo, 2014**



Por un Desarrollo Agrario  
Integral y Sostenible"

# Universidad Nacional Agraria

## Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable tribunal examinador designado por la Decanatura de la Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente, como requisito parcial para optar al título profesional de:

### Ingeniero Forestal

#### Miembros Del Tribunal Examinador

---

**Dr. Benigno González Rivas**

**Presidente**

---

**Ing. Msc. Francisco Reyes**

**Secretario**

---

**Ing. Claudio Calero**

**Vocal**

**Managua, Nicaragua**

**Mayo, 2014**

## INDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINA
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
INDICE DE CUADROS	iii
INDICE DE FIGURAS	iv
INDICE DE ANEXOS	v
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
III. MATERIALES Y MÉTODOS	4
3.1.Descripción de las áreas de estudios	4
3.1.1. Unidad de experimentación y validación EL PLANTEL	4
3.1.2. Finca Santa Rosa	5
3.2. Diseño metodológico	6
3.2.1. Proceso de selección de plantas	6
3.2.2. Preparación de las áreas de plantación	6
3.2.3.Establecimiento de unidades de monitoreo (parcelas)	7
3.2.4. Tamaño de la muestra utilizada en el estudio	8
3.3. Variables evaluadas	9
3.3.1. Supervivencia	9
3.3.2. Diámetro basal	10
3.3.3. Altura	10
3.3.4. Fertilización	11
3.3.5. Densidad de plantas basada en el distanciamiento	11

3.3.6. Poda	11
3.3.7. Condición de la planta	12
3.4. Recolección de datos	13
3.5. Análisis de datos	14
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	15
4.1. Determinación del grado Sobrevivencia entre el periodo de 6 meses en los cuatro lotes ubicados en la finca Santa Rosa y El PLANTEL.	15
4.2. Evaluación del Incremento en diámetro y altura	17
4.2.1. Determinación del Incremento en diámetro	17
4.2.1.1. Fertilización	17
4.2.1.2. Distancia	18
4.2.2. Determinación del Incremento en altura	20
4.2.2.1. Fertilización	20
4.2.2.2. Distancia	21
4.3. Efecto de poda sobre el incremento en altura y numero de rebrotes	23
4.4. Condición de las plantas utilizadas como muestra	26
V. CONCLUSIONES	28
VI. RECOMENDACIONES	29
VII. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	30
VIII. ANEXOS	33

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo **a Dios** todo poderoso por estar siempre conmigo en los buenos y sobre todo en los malos momentos por darme sabiduría y valor para culminar mi carrera y por haber puesto en mi camino aquellas personas que han sido mi soporte y mi compañía durante todo el periodo de estudio.

A mis padres Leopoldo Urbina y Marina Medrano, Olman Narváez y Ligia Urbina que sin esperar nada a cambio me han dado su amor incondicional y estado pendientes de mí, cuidándome, aconsejándome y educándome con su ejemplo quienes me han brindado todo el apoyo necesario para alcanzar mis metas y han estado ahí cada día de mi vida, compartiendo los buenos y los malos ratos desde el día en que nací los quiero mucho y gracias.

A mis abuelos Emilia Espinoza y Ricardo Narváez por brindarme su apoyo comprensión y cariño en todo momento.

A mis tías Lea Urbina y Ruth Narváez por estar conmigo siempre y darme todo su apoyo moral y económico, por todo su amor, comprensión cuando más lo necesite.

A mis hermanos Vladimir, Kristhián y Emilia Narváez Urbina por estar a mi lado en todo momento y no abandonarme aun en los momentos más difíciles de mi vida.

También a los demás familiares y amigos que me ayudaron directa e indirectamente en el transcurso de mi formación profesional.

## AGRADECIMIENTO

Al Proyecto MARANGO gracias a su financiamiento fue posible la realización de este estudio.

A mi Asesor ing. Álvaro Noguera por haber sido un gran ejemplo profesional durante mis estudios, y por haber aportado sus conocimientos, tiempo y paciencia en la elaboración de esta tesis; que sin su ayuda no hubiese sido posible la culminación de ésta.

Al cuerpo de docentes del departamento de Manejo de bosques y ecosistemas de la UNA especialmente a Ing. Msc. Emelina Tapia, Ing. Msc. Andrés López, Ing. Claudio Calero, Dr. Guillermo Castro, Ing. Msc. Francisco reyes, Dr. Benigno González por su valioso aporte en la realización de este estudio y aquellos que de alguna manera contribuyeron a mi formación ética y profesional.

A mi *Alma Mater*, por ser el templo de la sabiduría, forjando en mí persona valores humanos de calidad, proporcionándome los conocimientos necesarios para contribuir al desarrollo de Nicaragua.

A mis ex compañeros especialmente a Sergio Suarez, Josué Rodríguez y Erika Pérez por todos los momentos que hemos compartido, por su amistad desinteresada y por brindarme su comprensión y confianza.

## INDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
1. Número y tamaño de lotes de plantación de Marango para producción de semillas.	7
2. Clasificación de una plantación forestal en relación al porcentaje de sobrevivencia.	9
3. Tratamientos aplicados a lotes ubicados en los sitios de estudio.	11
4. Clasificación de la condición de la planta.	12
5. Formato propuesto por Fettig <i>et al.</i> , 2001 para el muestreo del grado de defoliación en plantaciones forestales.	13
6. Porcentaje de sobrevivencia entre el periodo de medición de las plantas de <i>Moringa oleífera</i> en los 6 lotes ubicados en los sitios experimentales.	15
7. Porcentajes de rebrotes obtenidos en el periodo de medición.	25
8. Porcentajes de tipo de condición de la planta encontrados en cada medición.	26



## INDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
1. Ubicación de la unidad de experimentación de la Universidad Nacional Agraria, municipio de Nindirí, departamento de Masaya, 2013.	4
2. Localización de los cuatro lotes de plantación de Marango en la finca Santa Rosa.	5
3. Ubicación de árboles testigos del lote 1 en una plantación de Marango en la finca Santa Rosa.	8
4. Incrementos promedios en diámetro en el periodo de 6 meses en lotes bajo dos condiciones de manejo en una plantación de Marango.	18
5. Incrementos promedios en diámetro en el periodo de 6 meses en lotes bajo dos distanciamientos de siembra en una plantación de Marango.	19
6. Incrementos promedios en altura en el periodo de 6 meses en lotes bajo dos condiciones de manejo en una plantación de Marango.	20
7. Incrementos promedios en altura en el periodo de 6 meses en lotes bajo dos distanciamientos de siembra en una plantación de Marango.	22
8. Incrementos en altura de las 3 alturas de poda aplicadas en un periodo de 6 meses en una plantación de Marango.	23
9. Porcentaje de rebrotes obtenidos en el periodo de medición en las 3 alturas de poda aplicadas.	24
10. Proporción de plantas por tipo de defoliación según clasificación de fetting <i>et al.</i> , 2001 registrada en el periodo de evaluación.	27

## INDICE DE ANEXOS

ANEXO	PAGINA
1. Incremento periódico en diámetro registrado en una plantación bajo dos condiciones de fertilización.	34
2. Incremento periódico en altura registrado en una plantación bajo dos condiciones de fertilización.	34
3. Incremento periódico en diámetro registrado en una plantación bajo dos condiciones de fertilización.	34
4. Incremento periódico en altura registrado en una plantación bajo dos condiciones de fertilización.	34
5. Porcentajes de los tipos de condición encontrados en los lotes	35
6. Modelo estadístico del ensayo en una plantación de <i>Moringa oleífera</i>	35

## RESUMEN

El estudio se realizó en la finca “Santa Rosa”, ubicado en el departamento de Managua y en la unidad de experimentación y validación el PLANTEL ubicado en el municipio de Nindirí, Masaya ambas propiedades de la Universidad Nacional Agraria en una plantación de *Moringa oleífera* establecida en el mes de septiembre del año 2013, el objetivo es evaluar la sobrevivencia, el efecto de tres tratamientos sobre las variables de crecimiento diámetro y altura y la condición de las plantas en cuanto a la presencia de agentes que afectan el establecimiento y crecimiento en un periodo de 6 meses, a través de mediciones mensuales. En la unidad de experimentación y validación EL PLANTEL el estudio se realizó en dos lotes de 1 Mz, se establecieron 2 parcelas con dimensiones de 20m x 50m en cada lote, en la finca Santa Rosa se decidió determinar un tamaño de muestra de 50 plantas por Lote seleccionadas por ciertos criterios, en total 200 plantas en 4 lotes. La plantación presento una sobrevivencia regular según Centeno (1993) con 68.47%, la fertilización como medida de manejo de la plantación tuvo un efecto positivo sobre el incremento en diámetro y altura, en comparación a los incrementos experimentados por las plantas que no fueron fertilizadas. los incrementos en diámetro obtenidos distancia los obtuvo el distanciamiento 2.5 m x 2.5 m en cambio para la variable altura la distancia que presentó mayores incrementos fue de 3x3m con diferencias significativas ( $p=0.05$ ) Los porcentajes de rebrotes obtenidos presentan valores semejantes en cuanto a las 3 alturas de poda. Se observó que la clasificación 1 (sana) para la condición presentó los porcentajes más altos y en comparación con estos las otras clasificaciones fueron mínimas, dentro de la clasificación 3 (Defoliación) la defoliación ligera obtuvo el porcentaje más alto con 52 % y la más baja defoliación grave con 0%.

## **ABSTRACT**

A study was carried out at Santa Rosa and El Plantel farms with the objectives to evaluate the survival, the effect of three treatments over diameter and high growth and plants condition (heath, defoliation grade, and damage) relate with presence of factors that reduce the establishment and growth of the plants potential. The monitoring period was six months, talking data each month. At El Plantel farm was established one plot with one Mz area to make the evaluation while at Santa Rosa were established two small plots with 20 x 50m dimension. The size of the sample was 50 plants by plot for population sample of 200 plants. The plantation reached a medium survival with a 68.47 percent, the fertilization treatment created a positive effect over the increment on diameter and high in comparison with the non fertilized plants, related with the distance treatment effect, it was most evidence for the 2.5 m x 2.5 m distance and diameter variable, while the 3m x3m distance experimented a better effect related with high variable. The sprout percent values were similar (3) to each cut high. The planting condition suggest a satisfy situation, the main damage were related with defoliation distributed between low grade (52%).

## I. INTRODUCCIÓN

El manejo silvicultural es un concepto que cubre todas las etapas del proceso de producción forestal; el cuidado de la plantación, la transformación de las materias primas y la comercialización de productos finales. Con el manejo silvicultural se eliminan muchos problemas que podrían presentarse como reducción del crecimiento en diámetro y altura, aumento en peligro de enfermedades y plaga y reducción del vigor de los árboles (CATIE, 1994).

Las plantaciones forestales se constituyen como una herramienta básica para la inmediata y futura utilización de material para proyectos masivos de comercialización de semillas, reforestación, extensión e investigación. La producción de semilla requiere el conocimiento práctico de un conjunto de técnicas cuyas dificultades son muy variables según la especie o grupo de especies cuya semilla se trate de producir (CATIE, 1994).

El árbol de Marango (*Moringa oleífera*) es una especie con un alto potencial por los múltiples usos comprobados, entre los cuales figuran semillas para la producción de aceite y para diferentes usos industriales. Esta especie se introdujo ampliamente en Nicaragua en los años 1920 como cerca viva y árbol ornamental, uso del aceite, vainas comestibles y otras aplicaciones por la Agencia para el Desarrollo de los Estados Unidos de Norteamérica (USAID). No obstante los estudios científicos sobre su manejo y sus usos los iniciaron académicos al final de la década de 1980 (FONAM, 2007).

Los pocos productores actuales con áreas de Marango superior a las 30 hectáreas, no emplean semillas certificadas y tampoco llevan registros de los alcances productivos de las variedades en uso en relación a diferentes densidades de siembra, tipos de suelos, altitud sobre el nivel del mar o usos del árbol (FONAM, 2007).

El presente estudio se justifica en el hecho que actualmente no se cuenta con información del manejo de esta especie para producción de semillas, ni semillas certificadas con su cartilla tecnológica, para impulsar masivamente la reproducción de este árbol y poder aprovechar sus propiedades múltiples en lo nutricional, ambiental y productivo con propósitos rentables (FONAM, 2007).

En este contexto la Universidad Nacional Agraria retoma la necesidad de generar información de interés para la toma de decisiones en cuanto al establecimiento de plantaciones de *Moringa oleífera*, aportando así al conocimiento del comportamiento de esta especie de valor comercial e industrial en el establecimiento de plantaciones destinadas a la producción de semilla.

El presente trabajo tiene como propósito documentar las técnicas asociadas al manejo para establecimiento de una plantación de Marango para ser utilizadas en la producción de semilla, teniendo en cuenta los efectos de las labores silviculturales aplicadas al sistema; así como otros factores que ejercen influencia sobre la misma, y así recomendar medidas para obtener una plantación de calidad.

## II. OBJETIVOS

### 2.1. Objetivo General

- Evaluar el grado de establecimiento inicial en plantaciones para producción de semillas de Marango (*Moringa oleífera* Lam.) como medida para la propagación eficiente de la especie.

### 2.2. Objetivos Específicos

- 1- Determinar el grado de sobrevivencia de Marango en dos unidades productivas de la Universidad Nacional Agraria.
- 2- Evaluar el efecto de tres tratamientos sobre las variables de crecimiento dentro de la plantación de Marango.
- 3- Identificar la condición de las plantas en cuanto a la presencia de agentes que afectan el establecimiento y crecimiento.

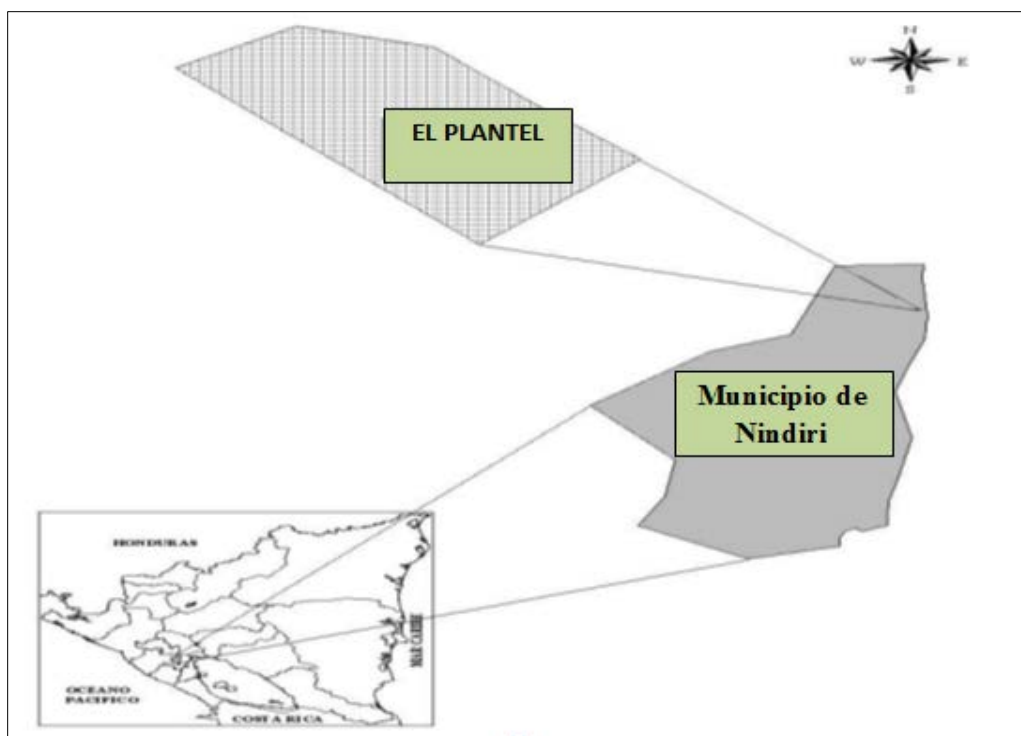
### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Descripción de las áreas de estudios

El estudio se llevó a cabo en la Finca Santa Rosa y en la unidad de experimentación y validación EL PLANTEL, ambas propiedad de la Universidad Nacional Agraria.

##### 3.1.1. Unidad de experimentación y validación EL PLANTEL

Ubicada en el km 42 de la carretera Tipitapa - Masaya, en el municipio de Zambrano, departamento de Masaya (figura 1). El área donde se estableció el experimento se localiza en las coordenadas 12°06'24" latitud Norte y 86°04'46" longitud oeste. La zona se caracteriza por poseer suelos franco arcillosos ligeramente ácidos. La altitud es de 98 a 110 msnm, precipitación de 800 a 1000 mm anuales, temperatura promedio anual de 26°C, humedad relativa de 75% y velocidad del viento de 3.5 m/s (INETER, 2006).

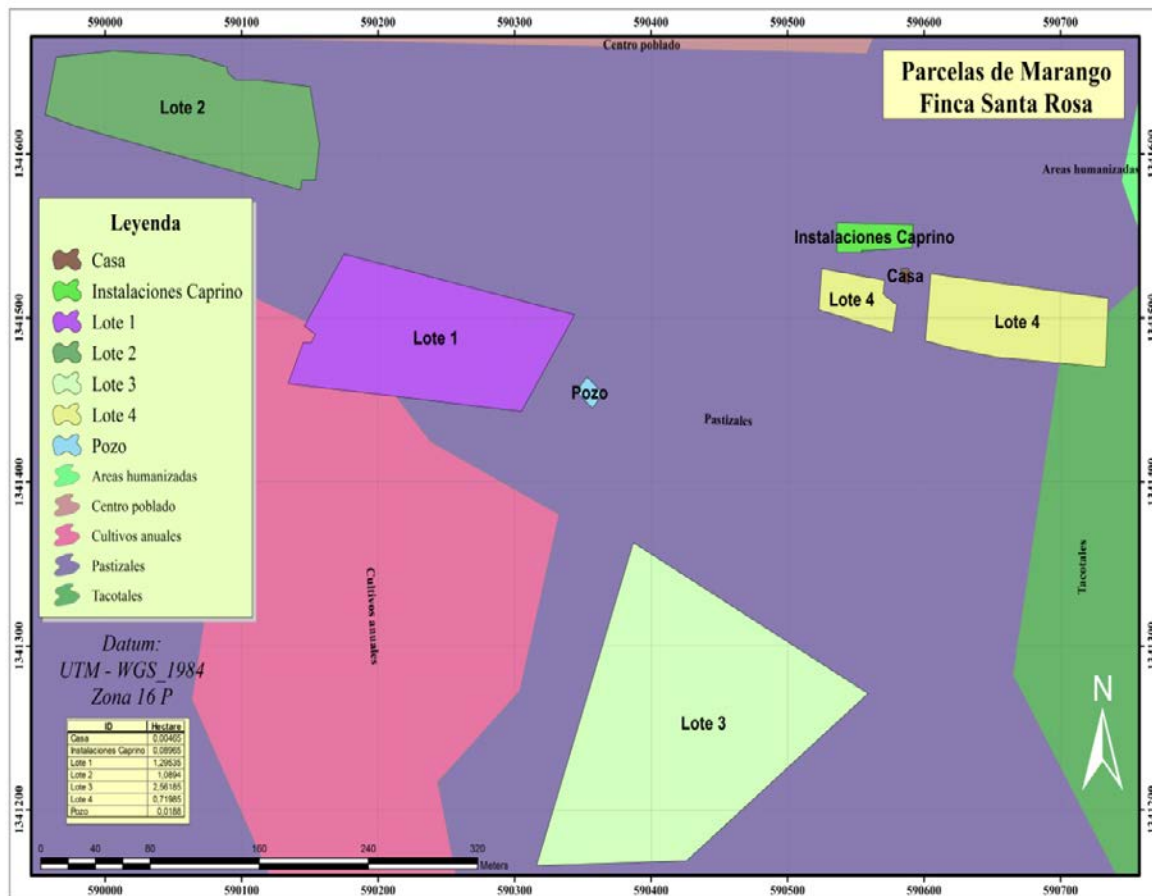


**Figura 1.** Ubicación de la unidad de experimentación de la Universidad Nacional Agraria, municipio de Nindirí, departamento de Masaya, 2013.



### 3.1.2. Finca Santa Rosa

Localizada geográficamente en los 12°08'15" latitud Norte y 86°09'36" longitud Este; y a una altitud de 56 msnm. Las condiciones climáticas del área experimental corresponden a una zona de vida ecológica de bosque tropical seco, con un rango de precipitación histórica de 1403 mm, temperatura media anual de 27.3°C y humedad relativa media anual de 72 %. El régimen pluviométrico de la región se caracteriza por presentar dos épocas bien definidas, una época seca entre los meses de Noviembre a Abril y una época lluviosa entre los meses de Mayo a Octubre (INETER, 2006).



**Figura 2.** Localización de los cuatro lotes de plantación de Marango en la finca Santa Rosa.

## **3.2. Diseño metodológico**

### **3.2.1. Proceso de selección de plantas**

Se realizó una visita al Instituto Nacional Forestal (INAFOR) ya que en esta institución se encontraba el vivero que proveería las plantas.

En dicha visita se realizó un proceso de selección de las mejores plantas con base en criterios como:

- ✓ Grado de rusticidad: Refiriéndose este criterio a la apariencia morfológica de la planta; así como desarrollo del área foliar, coloración del tallo y las hojas; y plantas con corona completa.
- ✓ Altura de la planta: En este caso un 80% de las plantas llevadas a campo tenían altura superior a 40 cm; aun cuando ya habían recibido dos podas, este como un indicador importante del grado de desarrollo del tallo.
- ✓ Desarrollo de la raíz: Este criterio fue considerado solamente tomando como referencia el hecho que al momento de la obtención del material, ya se había realizado una poda, una vez que se notó que esta superaba la longitud de la bolsa.
- ✓ Calidad de la planta (tallo sin deformación, lignificado, entre otras características).

### **3.2.2. Preparación de las áreas de plantación**

La primera actividad que se realizó fue la chapia, para la eliminación de hierbas y arbusto, esta actividad fue realizada con chapodadora mecanizada incorporada a un tractor.

La segunda actividad fue la preparación del suelo correspondiendo en dos pases de grada a una profundidad de 20 cm.

La tercer actividad consistió en el estaquillado dentro de los lotes para garantizar así los distanciamientos de 2 x 2 m y 3 x 3 m previamente definidos, esta actividad fue realizada utilizando brújula y cinta diamétrica.

Como cuarta actividad en la preparación del suelo, se llevó a cabo el subsolado del mismo como forma de surcado, cuya orientación correspondió a lo establecido durante el estaquillado, y definiéndose una profundidad de 30 a 40 centímetros.

### **3.2.3. Establecimiento de unidades de monitoreo (parcelas).**

En la unidad de experimentación y validación EL PLANTEL el estudio se realizó en dos áreas de 1 Mz respectivamente, en la cual varía el distanciamiento entre planta, en el área 1 el distanciamiento es de 2.5 x 2.5 m y en el área 2 es de 3 x 3 m.

Se establecieron 2 parcelas con dimensiones de 20m x 50m en cada lote de la unidad de experimentación y validación EL PLANTEL, dejando un área de borde de 5 m dentro de cada parcela.

Para la delimitación de cada parcela se utilizó cinta métrica y brújula. Se colocó estacas de madera con cintas biodegradables en cada esquina.

Dentro de las parcelas, cada individuo se codificó con numeración continua para permitir la medición sistemática en el periodo de evaluación.

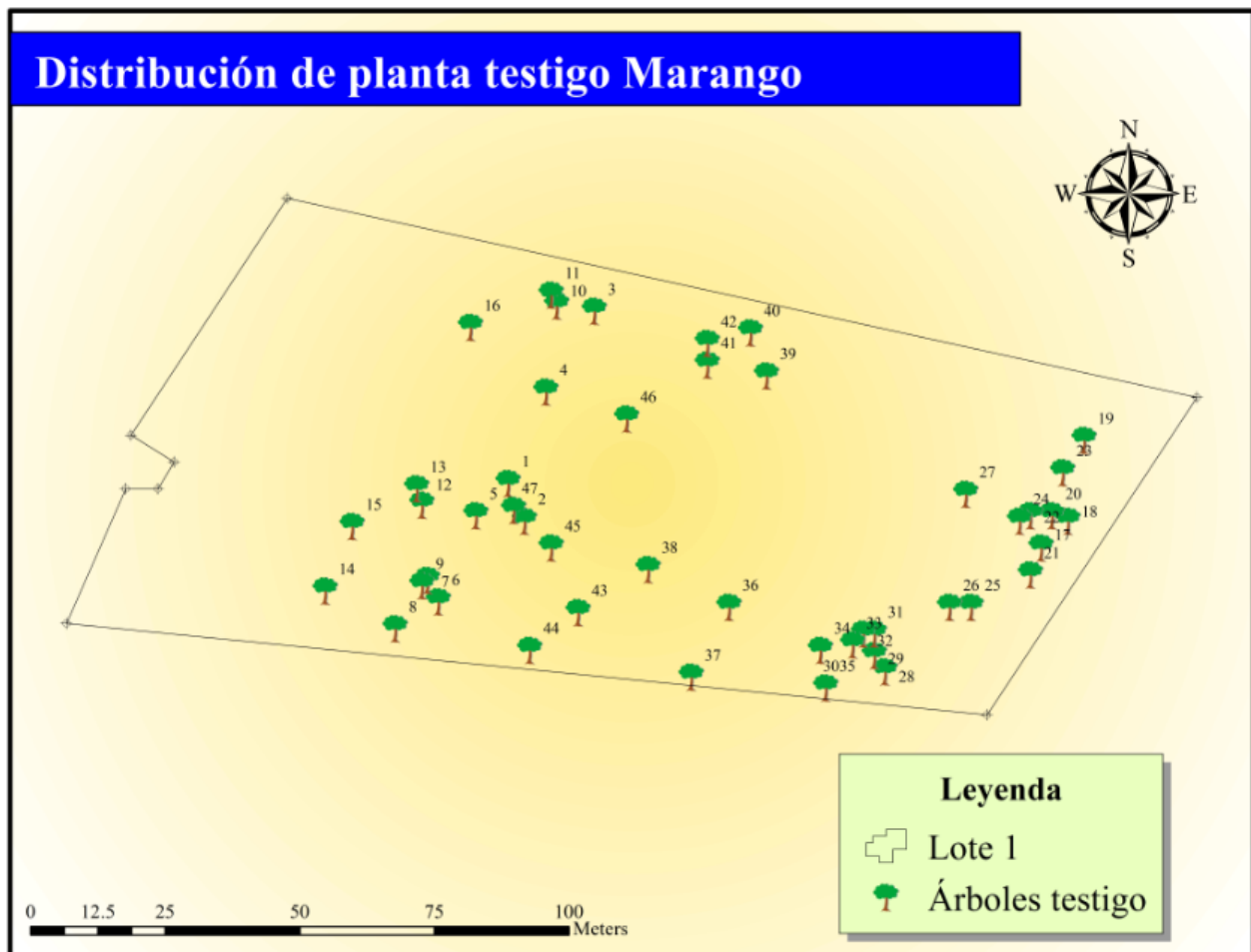
En la Finca Santa Rosa el estudio se realizó en 4 lotes cuyas áreas son presentadas en el cuadro 1:

**Cuadro 1.** Número y tamaño de lotes de plantación de Marango para producción de semillas.

<b>Santa Rosa</b>	
<b>LOTE</b>	<b>AREA (Mz)</b>
1	1.5
2	1.3
3	4.2
4	1.2

### 3.2.4. Tamaño de la muestra utilizada en el estudio

En este sitio de estudio se decidió determinar un tamaño de muestra de 50 plantas por Lote, en total 200 plantas fueron seleccionadas considerando elementos como que no fuesen rebrote, y que fuese una planta sana (sin daños mecánicos o evidencia de enfermedades), cada individuo se codificó con numeración continua para permitir la medición sistemática en el periodo de evaluación.



**Figura 3.** Ubicación de árboles testigos del lote 1 en una plantación de Marango en la finca Santa Rosa.

### 3.3. Variables evaluadas

#### 3.3.1. Supervivencia

Se refiere al porcentaje de plantas sobrevivientes que presentó la plantación, en relación al total de plantas establecidas al inicio del experimento y el número de plantas de las mismas al final del periodo delimitado para el estudio de esta manera determinar el comportamiento de esta especie bajo las condiciones de los sitios seleccionados para la plantación.

La supervivencia se valoró retomando la clasificación definida en Centeno (1993), (Cuadro 2):

**Cuadro 2.** Clasificación de una plantación forestal en relación al porcentaje de supervivencia.

Porcentaje de supervivencia	Calidad resultante de la plantación
80 – 100 %	Muy Buena
70 – 80 %	Buena
40 – 70 %	Regular
Menos 40 %	Mala

Para el cálculo de la supervivencia se utilizara la fórmula propuesta por POSAF/MARENA (2007):

$$S \% = \frac{(Np - Nm) \times 100}{Np}$$

Dónde:

S%: Porcentaje de plantas sobrevivientes

Np: Numero de plantas seleccionadas en la primera medición

Nm: Numero de plantas muertas

100: Factor constante de la formula

### **3.3.2. Diámetro basal**

Para obtener este dato se utilizó un vernier tomando el diámetro a la base de la planta. Una vez realizadas las mediciones mensuales correspondientes al período de estudio (6 meses) se continuó con la comparación del incremento obtenido por cada individuo seleccionado bajo los tratamientos aplicados.

El incremento en diámetro es la diferencia de las mediciones entre periodos (mensual) POSAF/MARENA (2007).

$$I_{pd} = (D_6 - D_5 - D_4 - D_3 - D_2 - D_1)$$

Dónde:

$I_{pd}$ : Incremento periódico en diámetro

$D_1, 2, 3, \dots$ : Diámetros obtenidos en cada medición

### **3.3.3. Altura**

Para determinar la altura total de los individuos seleccionados se midió desde el nivel del suelo hasta la yema apical, se utilizó cinta métrica. La medición para esta variable se realizó con una frecuencia mensual en el periodo de estudio (6 meses).

El incremento en altura es la diferencia de las mediciones entre periodos POSAF/MARENA (2007).

$$I_{ph} = (H_6 - H_5 - H_4 - H_3 - H_2 - H_1)$$

Dónde:

$I_{ph}$ : Incremento periódico en Altura

$H_1, 2, 3, \dots$ : Alturas obtenidas en cada medición

### 3.3.4. Fertilización

La fertilización consistió en la aplicación de 30 g por planta de NPK, Completo, realizándose al momento de plantar.

Para comparar el efecto de esta actividad de manejo sobre las variables de interés, se contó con un número de plantas que fueron consideradas testigo (no fertilizadas) versus un mismo número de plantas a las que se aplicó fertilizante; así como plantas podas y plantas no podas; y finalmente con diferente distanciamiento. (Cuadro 3)

### 3.3.5. Densidad de plantas basada en el distanciamiento

Otro de los elementos del manejo realizado en la plantación fue la utilización de dos distancias de siembra, ya al igual que la fertilización también es una variable cualitativa que ejerce influencia en el crecimiento de las plantas. En este caso, los dos distanciamientos utilizados fueron 2.5 x 2.5m y 3x3 m.(Cuadro 3)

### 3.3.6. Poda

Se refiere al tratamiento aplicado a plantas seleccionadas en los lotes ubicados en la finca Santa Rosa este tratamiento se aplicó a tres alturas diferentes ( 60, 100 y 120 cm), a 60 plantas seleccionadas. Esta actividad de manejo fue realiza cuando la plantación contaba con una edad de establecimiento de 3 meses (Cuadro 3).

**Cuadro 3.** Tratamientos aplicados a lotes ubicados en los sitios de estudio

Lugar	Lote	Distanciamiento (m)	Fertilización	Poda (30 plantas seleccionadas)
Santa Rosa	1	2.5	Fertilizado	Podadas
Santa Rosa	2	3	No fertilizado	-
Santa Rosa	3	2.5	No fertilizado	-
Santa Rosa	4	3	Fertilizado	Podadas
EL PLANTEL	1	2.5	No fertilizado	-
EL PLANTEL	2	3	No fertilizado	-

Este cuadro permite observar las características o diferencias del manejo silvicultural en cada uno de los lotes, generando así las diferencias y su expresión numérica presentada en los resultados.

### 3.3.7. Condición de la planta

En este estudio la condición de la planta cuya clasificación es presentada en el cuadro 4, es la valoración cualitativa de los tipos y niveles de afectación acorde al tipo de daño y grado de afectación. Para evaluar la condición de la planta se realizó la clasificación siguiente:

**Cuadro 4.** Clasificación de la condición de la planta.

<b>Clasificación de condición de la planta</b>	
1	Sana
2	Eje torcido
3	Defoliación
4	Afectada por arvenses
5	Daños antropogénicos y por ganado

La condición de la planta relacionada al daño por defoliación se valorara de acuerdo a la metodología propuesta por Fetting *et al.*, 2001; quien se basa en el nivel de daños en el área foliar de cada planta.



**Cuadro 5.** Formato propuesto por Fetting *et al.*, 2001 para el muestreo del grado de defoliación en plantaciones forestales

<b>Clases de defoliación</b>	<b>Apariencia del área foliar de la planta</b>	<b>Defoliación %</b>
Leve (1)	No existe cambio visible en el área foliar.	< 10%
Ligera (2)	Ligera defoliación en la parte superior de la corona.	20-40%
Moderada a alta (3)	Amarillo a ligeramente café y caída de follaje.	50-100%
Severa (4)	Corona completamente grisácea, parte superior muerta o planta muerta.	50-100%

### **3.4. Recolección de datos**

El periodo de recolección de datos fue de seis meses, a partir del momento de establecimiento de la plantación, considerándose para ello que los registros o mediciones en campo se realizaron de manera mensual.

Se hizo un conteo de mortalidad de cada una de las plantas después de tres semanas de ser plantadas, esto para realizar un replante.

Dentro de cada unidad de muestreo se seleccionó una población útil (50 plantas por lotes, 200 plantas en total en la finca Santa Rosa) para la determinación de los parámetros establecimiento y crecimiento de Marango en la plantación.

Para la determinación del grado de establecimiento de la especie, se registraron los cambios en el número de individuos en la plantación durante el periodo de evaluación, permitiendo así el cálculo del porcentaje de sobrevivencia dentro de cada sitio de plantación.

En caso del crecimiento, este se calculó a partir del registro y análisis de los variables diámetro, altura.

La condición de las plantas en relación a los factores potenciales que afectarían su calidad se determinó a partir de observaciones periódicas (cada mes), realizándose con esto una valoración cualitativa de los tipos y niveles de afectación para a la vez tomar decisiones sobre las medidas de manejo acorde al tipo de daño y grado de afectación.

La metodología para la realización de esta actividad se basó en la propuesta por Fetting *et al.*, (2001) que permite principalmente monitorear la incidencia de defoliadores a nivel de una plantación.

### **3.5. Análisis de datos**

El análisis de los datos colectados durante los seis meses de duración del estudio fueron organizados en bases de datos en formato Excel y posteriormente exportados a los programas estadísticos Infostat 8.9, y SPSS.

Para la establecer los efectos esperados y la relación entre cada uno de los tratamientos, se presenta en el anexo 6, el modelo estadístico o modelo aditivo lineal del ensayo el cual fue analizado como un Diseño Completamente Aleatorio (DCA), esto en consideración a aspectos de variabilidad esperado dentro de las áreas de estudio.

Los descriptores estadísticos que se utilizaron fueron: la media de las variables consideradas, valores de varianza y coeficientes de variación. Mientras la comparación del comportamiento en diámetro, altura y crecimiento de la copa influenciados por los distanciamientos y el tipo de manejo fueron determinados a partir de análisis de varianza con una significancia del 5 % para los valores de incremento de diámetro y altura producto de que los datos de la muestra no presentaban distribución normal se realizó un ANDEVA a través de métodos no paramétricos siendo la prueba ejecutada la Krustal-Wallis.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSION

### 4.1. Determinación del grado Sobrevivencia entre el periodo de un año en los cuatro lotes ubicados en la finca Santa Rosa y el PLANTEL.

Después del establecimiento de la plantación de *Moringa oleífera* en la finca Santa Rosa fue posible observar de manera general una sobrevivencia catalogada como regular, según la clasificación de Centeno, 1993. Como es frecuente en la fase inicial de una plantación, los valores de sobrevivencia revelan una tendencia decreciente (Cuadro 6); siendo el porcentaje global de sobrevivencia de la plantación de 68.47 % durante el periodo de medición.

**Cuadro 6.** Porcentaje de sobrevivencia entre el periodo de medición de las plantas de *Moringa oleífera* en los 6 lotes ubicados en los sitios experimentales.

Lugar	Lotes	Nº de Plantas vivas en el mes de agosto, 2012	Nº de plantas vivas del mes de agosto, 2013	Porcentaje (%)
Santa Rosa	1	1600	1578	99.6
Santa Rosa	2	1600	722	45.1
Santa Rosa	3	2222	1439	64.7
Santa Rosa	4	888	573	64.5
EI PLANTEL	1	1600	992	62.0
EI PLANTEL	2	1200	740	61.6

Si bien es cierto el Marango tolera y se adapta a un amplio rango de condiciones climáticas y de suelo y resistente a la sequía se podría considerar una especie de alta sobrevivencia (Flores y García, 1998), Esto se comprueba en el estudio realizado en PACORA, San Francisco Libre en donde el Marango obtuvo un porcentaje de sobrevivencia entre el 98 y 100% (Moreno, 2005).

Estudios realizados por Foild *et al.*, 1999, reportan datos de sobrevivencia del 100 % bajo manejo intensivo. Sin embargo, la excelente adaptabilidad que se le atribuye a esta especie, depende del clima y los tratamientos que se aplican para el establecimiento. Por tanto, el manejo que se le provee a la plantación influye directamente en la sobrevivencia de esta, en este caso es posible observar la influencia negativa de la mala aplicación de herbicida en la sobrevivencia de los individuos de *Moringa oleífera* en el lote 4 (Cuadro 6); y eficiencia en otras actividades que son mencionadas en el párrafo siguiente.

Entre factores que influyeron en la sobrevivencia de las plantas de Moringa en los lotes de más baja sobrevivencia se pueden mencionar:

- a) Influencia de las condiciones de la época seca
- b) Dificultades de riego
- c) Mal uso de herbicida para control de arvenses
- d) Por ganado dentro del área ya que influyo quebrando la planta en el tallo causando su muerte.
- e) Daños mecánicos ocasionados por trabajadores al momento de realizar el caseo.

La diferencia de manejo del lote 1 se ve reflejado (cuadro 6) el cual tuvo un riego continuo y buen manejo de arvenses resultando con un porcentaje de sobrevivencia de 99.6 % siendo el porcentaje más alto catalogada como sobrevivencia muy buena en comparación con los otros 4 lotes que resultaron con una sobrevivencia regular.

En cuanto a la implicación del manejo sobre la calidad de la plantación FONAM, (2007) recomienda que la plantación debe efectuarse con los cuidados requeridos y en forma oportuna, durante el periodo de plena precipitación y concluir por lo menos un mes antes de la finalización de las lluvias. Esto permite garantizar una buena altura de las plantas y un desarrollo satisfactorio de sus raíces antes de la época seca. Sugiriéndose no dejar pasar ese momento es trascendental para el futuro de la plantación.

En tal sentido, se concluye que el rendimiento es el resultado de muchos factores biológicos, ambientales y del manejo que se le dé al cultivo, los cuales se relacionan entre sí (Flores y García, 1998).

## **4.2. Evaluación del Incremento en diámetro y altura**

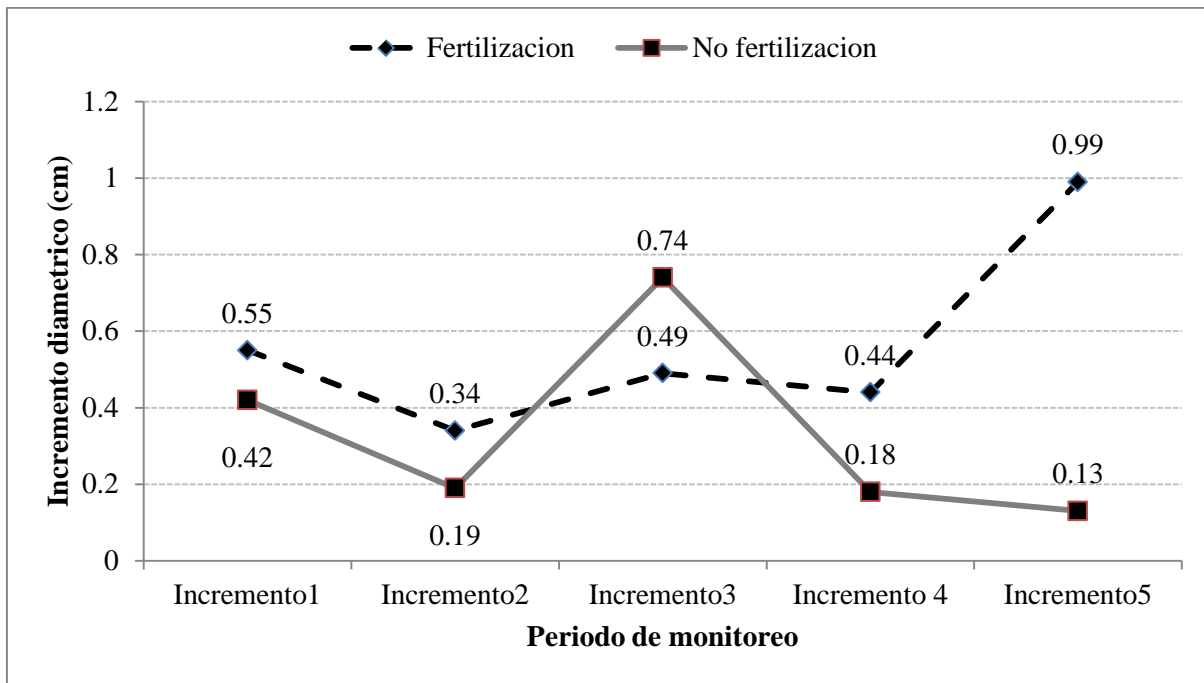
### **4.2.1. Determinación del Incremento en diámetro**

#### **4.2.1.1. Fertilización**

El incremento diamétrico para el periodo por tratamiento fue de 3.2 cm para el caso de fertilización y para el caso de las plantas testigos o no fertilizadas 2.8 cm para los lotes ubicados en la finca Santa Rosa; dándose un menor incremento en los lotes no fertilizados de la finca El Plantel (anexo 1).

De manera general, la práctica de fertilización como medida de manejo de la plantación tuvo un efecto positivo sobre el incremento en diámetro, evidenciándose en los valores registrados en las mediciones realizadas (a excepción de la tercera); esto en comparación a los incrementos experimentados por las plantas que no fueron fertilizadas (figura 3).

Este resultado se confirma una vez que los resultados del análisis de varianza reporta diferencias altamente significativas ( $p < 0.01$ ) entre las condiciones fertilización y no fertilización.



**Figura 4.** Incrementos promedio en diámetro en el periodo de 6 meses en lotes bajo dos condiciones de manejo en una plantación de Marango.

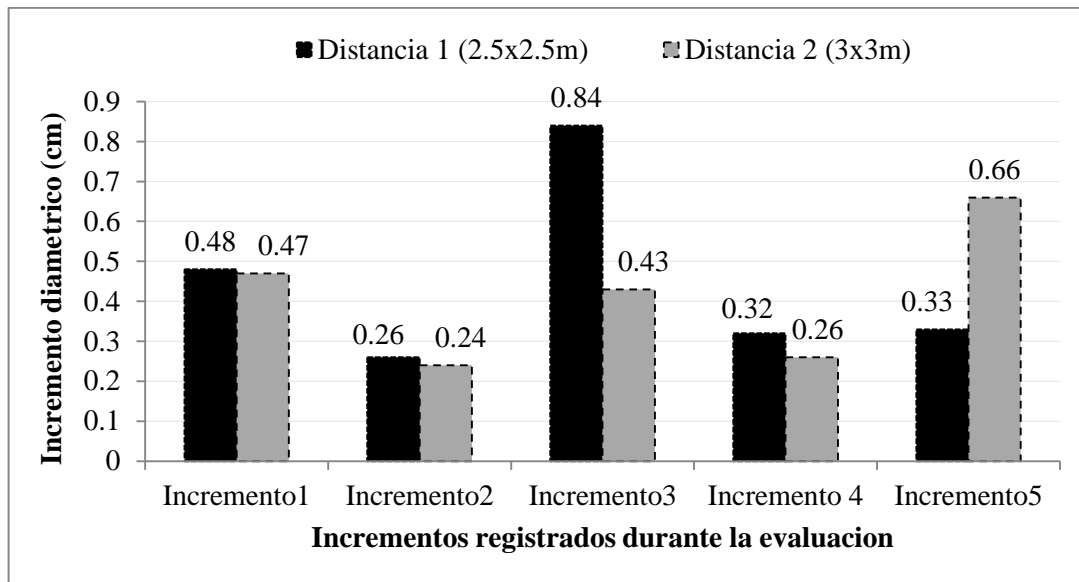
Al observar los valores de incremento mensual, es posible comprobar que el valor más alto correspondió al primero y al último mes para el tratamiento fertilización y al tercero y primer mes para las plantas testigo o no fertilizadas.

#### 4.2.1.2. Distancia

Comparando los promedios de incremento de los diámetros obtenidos en el periodo de evaluación se registra que los mayores incrementos en diámetro para el tratamiento distancia los obtuvo el distanciamiento 2.5 m x 2.5 m comparado con el distanciamiento 3m x 3m exceptuando el incremento registrado en la quinta medición correspondiente a los meses Mayo y Junio del 2013.

Las diferencias entre valores de incremento periódico entre sitios de plantación, sugieren un mejor comportamiento para los lotes establecidos en la finca Santa Rosa, en comparación a la finca El Plantel donde los resultados fueron mucho menores (anexo 2), asociándose esta diferencia a la sequía más marcada que se da en la finca El Plantel.

El ANDEVA realizado muestra que para los incrementos 1, 3 y 4 existen diferencia significativa registrando los mayores valores de incremento la distancia de siembra 2.5m x 2.5m.



**Figura 5.** Incrementos promedios en diámetro en el periodo de 6 meses en lotes bajo dos distanciamientos de siembra en una plantación de Marango.

El mayor incremento registrado fue de 0,84 cm correspondiente al incremento 3 de las plantas establecidas con un distanciamiento de 2.5 x 2.5 m este valor según el análisis varianza para datos no paramétricos revela que es altamente significativo en comparación al incremento promedio del otro distanciamiento (3x3m) el cual fue de 0.3 cm.

En comparación con otros estudios en cuanto al incremento en diámetro con distanciamientos similares estos no presentaron diferencias significativas como es el caso de este estudio de Mas *et al.*, 1995 y Martínez, 2006 quienes reportaron diferencias no significativas entre espaciamentos para la variable diámetro basal.

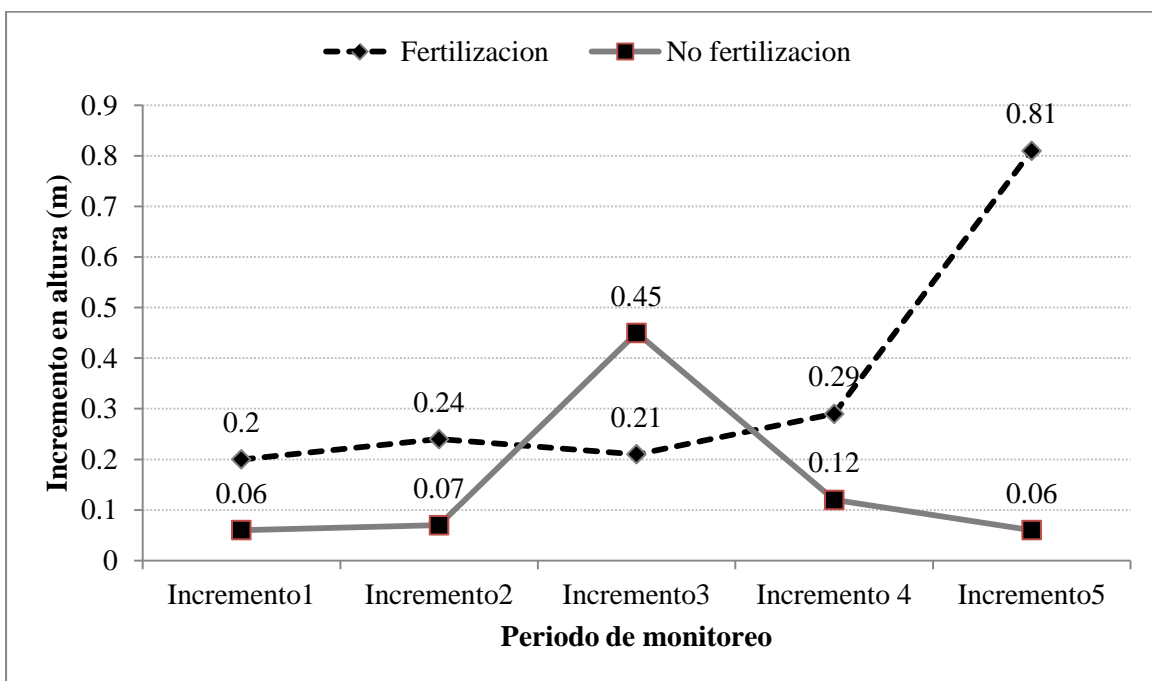
Sin embargo, esta tendencia difiere en relación a estudio realizado por Fahler *et al.*, 1986 y Crechi *et al.*, (1992) quienes encontraron diferencias significativas entre tratamientos.

## 4.2.2. Determinación del Incremento en altura

### 4.2.2.1. Fertilización

Los valores de incremento periódico en altura para cada condición orienta a que las plantas fertilizadas superaron en 58 centímetros la altura alcanzada por las plantas no fertilizadas, esto en los lotes de la finca Santa Rosa; mientras en comparación a las plantas no fertilizadas en el Plantel la diferencia de 89 centímetros (anexo 3).

Es posible observar que 4 de los 5 incrementos mensuales en altura supera el promedio de las plantas fertilizadas con respecto a las no fertilizadas resultando con diferencia significativa ( $p < 0.01$ ) en todos los casos exceptuando el incremento 3, el cual presentó mayor incremento las plantas testigos (figura 5).



**Figura 6.** Incrementos promedios en altura en el periodo de 6 meses en lotes bajo dos condiciones de manejo en una plantación de Marango.

El mayor incremento en altura lo obtuvo el incremento 5 del promedio de las plantas fertilizadas registrados entre los meses mayo y junio con un incremento de 0.81 m el cual presentó una diferencia altamente significativa ( $p < 0.01$ ) en comparación al incremento promedio de las plantas testigos o no fertilizadas que fue de 0.06 m.



Un estudio realizado por Espinoza y Sevilla (2010) se determinó que un análisis de varianza para la altura promedio de las plantas arrojó que existe diferencia altamente significativa ( $P < 0.05$ ) para la fertilización en cuanto a plantas no fertilizadas.

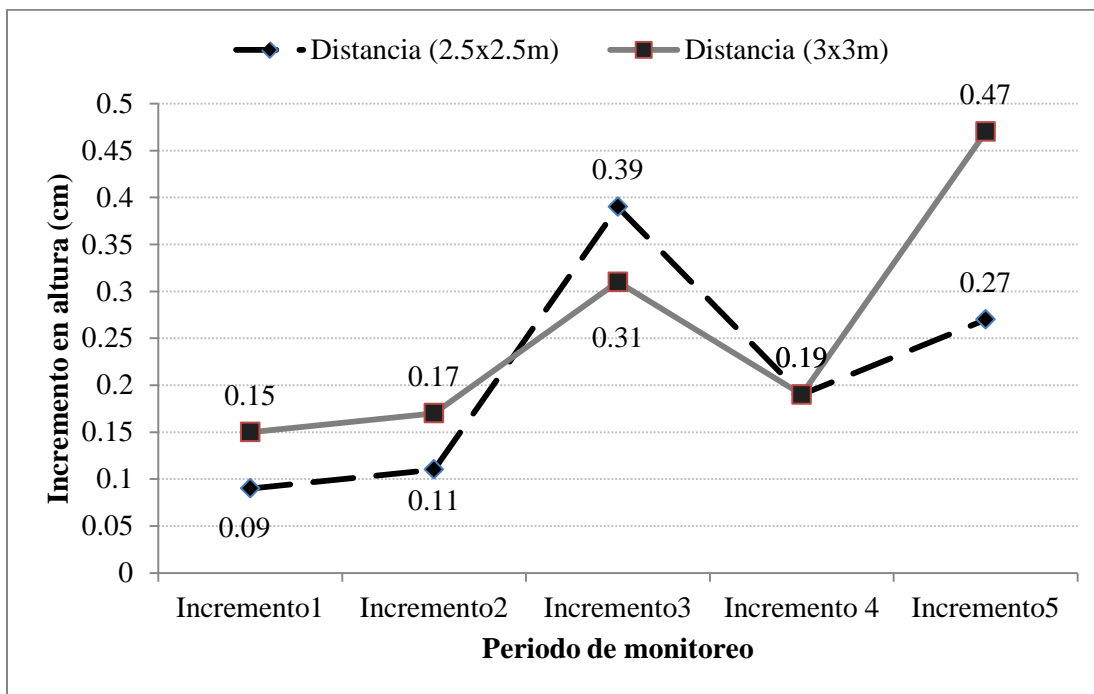
Esto demuestra que la fertilización tuvo un efecto positivo en la plantación y demuestra el rápido crecimiento que es particular en la especie. Medina *et al.*, 2007 observó el mismo comportamiento al evaluar el establecimiento en campo de 67 especies arbóreas forrajeras, donde *M. oleífera* superó en cuanto a rapidez de establecimiento al resto al alcanzar 2 m en siete meses.

Estos resultados indican que la fertilización nitrogenada durante la fase vegetativa favorece la multiplicación celular y estimula el crecimiento, componente de proteínas y otras sustancias así como forma parte de compuestos que permiten que las plantas realicen sus funciones biológicas.

#### **4.2.2.2. Distancia**

De manera general se puede observar que el distanciamiento 3m x 3m tuvo un resultado efectivo sobre el incremento mensual en altura, evidenciándose en los valores registrados en las mediciones realizadas (a excepción de la tercera); esto en comparación a los incrementos experimentados por las plantas establecidas con el distanciamiento 2.5 x 2.5m (figura 6).

Este resultado se confirma una vez que los resultados del análisis de varianza reporta diferencias altamente significativas ( $p < 0.01$ ) entre las condiciones distanciamiento.



**Figura 7.** Incrementos promedios en altura en el periodo de 6 meses en lotes bajo dos distanciamientos de siembra en una plantación de Marango.

Al observar los valores de incremento mensual, es posible comprobar que los valores más altos corresponden al tercero y al último mes para los dos distanciamientos.

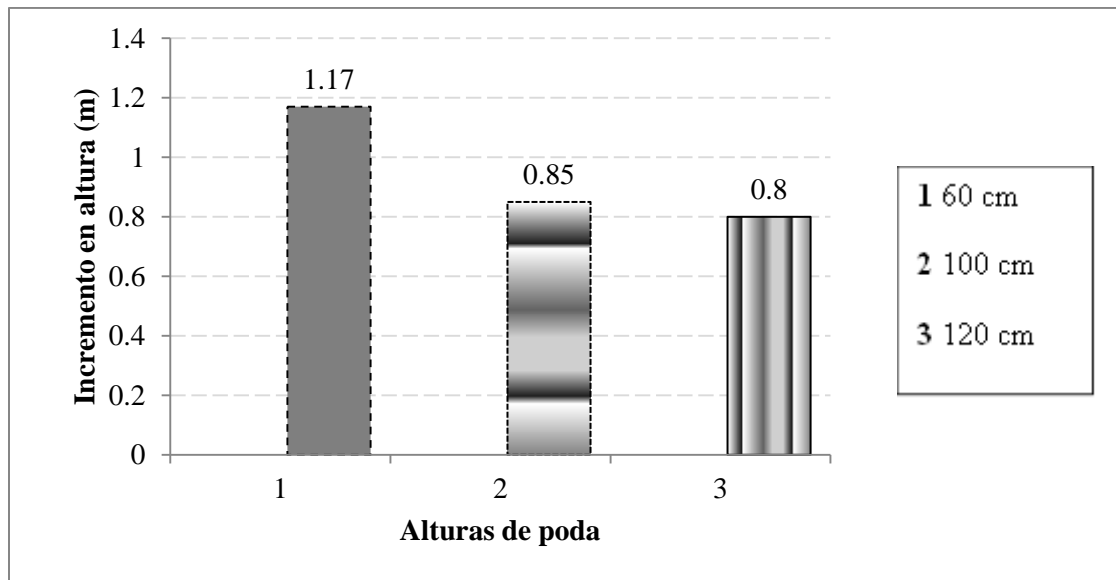
El mayor incremento promedio registrado fue de 0,47 m correspondiente al incremento 5 de las plantas establecidas con un distanciamiento de 3 x 3 m el cual fue registrado en los meses mayo y junio.

Para el caso del incremento periódico resultado del análisis del factor altura fue posible determinar que para ambos sitios el mayor incremento fue registrado por las plantas cuyo distanciamiento es de 2.5 x 2.5 m (anexo 4)

Al contrario de este estudio Muñoz *et al.*, 2011 en la variable altura total no detectaron diferencias significativas entre espaciamientos, ni entre especies y la interacción entre los dos factores no fue significativa; por lo que es posible que en este estudio de la especie Marango el factor determinante para el incremento fue la poda.

### 4.3. Efecto de poda sobre el incremento en altura y número de rebrotes

Al analizar los valores de incremento periódico por altura de poda (grafico 7) obtenidos, es posible determinar que la poda a 60 cm tuvo un mayor efecto en el incremento; mientras las alturas de poda 100 cm y 120 cm registraron valores similares para este parámetro.

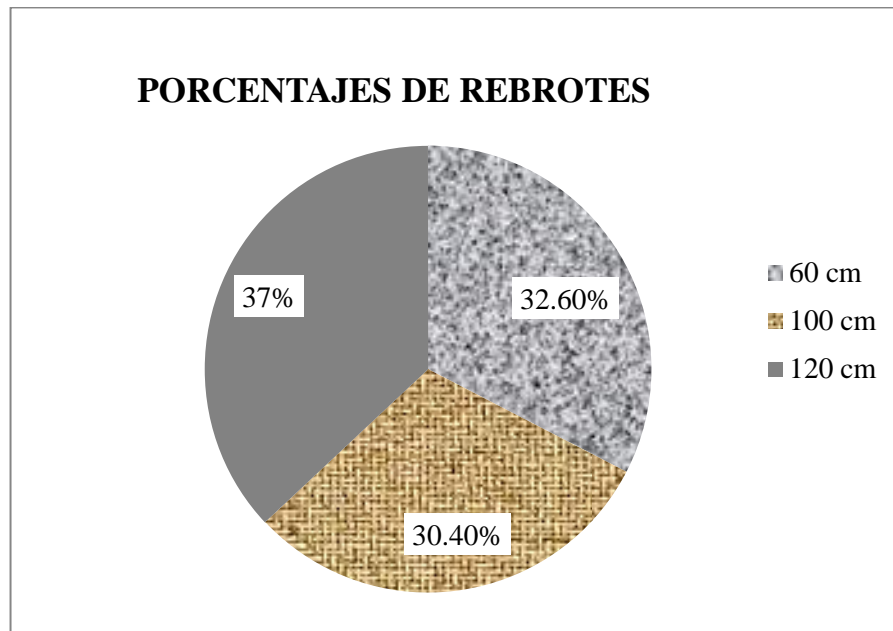


**Figura 8.** Incrementos en altura de las 3 alturas de poda aplicadas en un periodo de 6 meses en una plantación de Marango.

Este comportamiento difiere de resultados presentados por Rodriguez-Petit *et al.*, 1998, quienes para el caso de la especie *Acacia mangium* concluyen que entre mayor la altura de poda (más de 150 cm) mayor es el incremento en altura, así como en la producción de biomasa basada en el número de rebrote y longitud de los mismos.

Desde el punto de vista fisiológico, este resultado es explicado a través de la relación que existe entre la distancia que recorren los nutrientes desde la raíz; ya que a mayor altura mayor distancia y posiblemente menos eficiencia en la absorción de nutrientes, es por ello que el caso de Marango, una menor altura de poda tuvo efecto positivo en el incremento en altura.

En cuanto al efecto de la altura de poda sobre el número de rebrotes, se puede observar que los porcentajes de rebrotes obtenidos en el periodo de medición muestra que se obtuvieron valores semejantes en cuanto a las 3 alturas de poda aplicadas a las plantas seleccionadas, a las cuales se les aplicó este tratamiento, siendo la altura de poda de 120 cm la que registró el mayor porcentaje de rebrotes en todo el periodo con 37 %.



**Figura 9.** Porcentaje de rebrotes obtenidos en el periodo de medición en las 3 alturas de poda aplicadas.

Al obtener porcentajes similares de rebrotamiento se demuestra que para los resultados de este estudio no hay diferencias importantes en cuanto a las 3 alturas de poda aplicadas a las plantas seleccionadas; aun cuando otros trabajos hacen referencia a mejores resultados en la producción de rebrotes en la medida que disminuye la altura de poda hasta 45 cm.

**Cuadro7.** Porcentajes de rebrotes obtenidos en el periodo de medición

Mediciones	Numero de rebrotes por plantas por efecto de poda									Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
<b>1</b>	-	10.9	<b>28.3</b>	<b>28.3</b>	15.2	2.2	6.5	2.2	6.5	100
<b>2</b>	4.3	17.4	<b>28.3</b>	19.6	4.3	10.9	6.5	4.3	4.3	100
<b>3</b>	21.7	<b>34.8</b>	19.6	19.6	4.3	-	-	-	-	100
<b>4</b>	17.4	<b>39.1</b>	19.6	10.9	8.7	2.2	2.2	-	-	100

En el periodo de medición se pudo reflejar que los mayores porcentajes en las 2 primeras mediciones pertenecen a la cantidad de 3 brotes y en las 2 últimas mediciones la cantidad de 2 rebrotes, También se muestra la disminución de rebrotes en cada medición llegando a tener de 2 a 3 rebrotes como muestra el cuadro 7, esto debido a que estos se convertían en el eje principal y debido a esto los otros rebrotes no se desarrollaron y ocasionaron la muerte de éstos, otro factor que pudo influir fue la época seca que disminuyó la absorción de agua y nutrientes.

Se puede observar en la figura 8 como los promedios porcentuales son encabezados por los porcentajes de las cantidades de 2 a 4 rebrotes encontrados en el periodo de medición.

Las mayores cantidades de rebrotes encontradas en el periodo de medición corresponden a la cantidad de 2 rebrotes (Figura 8) con un porcentaje de 25.6 % y la cantidad menos encontradas es de 8 rebrotes con un porcentaje de 1.6 %.

Un estudio realizado por Mena *et al.*, 2007 no presentaron rebrotación, en podas realizadas en época seca lo que se puede explicar por las bajas temperaturas ambientales. Es así que en otra poda realizada en el mes de Junio (época lluviosa), existe una diferencia significativa entre el número de rebrotes entre los brotes podados el 15 de febrero y el 15 de marzo (época seca).

#### 4.4. Condición de las plantas utilizadas como muestra

El análisis de las afectaciones por lote, sugiere que los mayores incidencias en cuanto a la condición de la planta recae en el lote 1, pues es el lote que obtuvo la mayor sobrevivencia, por ende tuvo las mayores posibilidades de tener cualquier estado de la clasificación de condición aplicada en este estudio (Anexo 5).

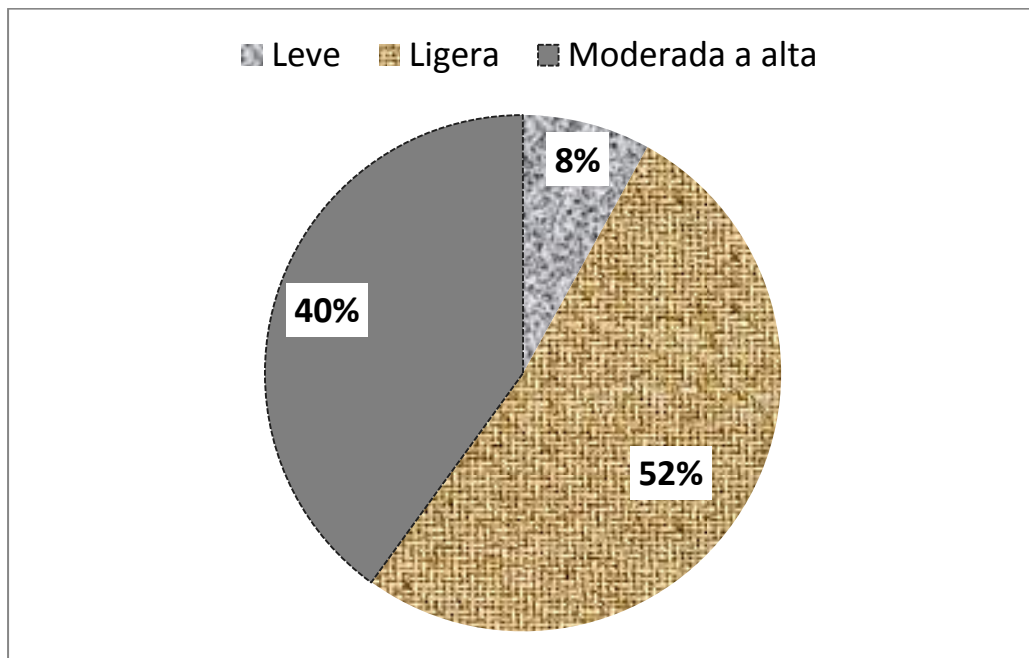
**Cuadro9.** Porcentajes de tipo de condición de la planta encontrados en cada medición

Clasificación de condición de la planta		Mediciones				
		1	2	3	4	5
1	Sana	84.3	97.97	93.5	73.9	87.2
2	Eje torcido	6.9	-	1.0	2.0	0.7
3	Defoliación	5.0	2.03	4.5	23.1	5.7
4	Afectada por arvenses	3.1	-	-	-	-
5	Daños antropogénicos y por ganado	0.6	-	1.0	1.0	6.4

Al momento de realizar las primeras mediciones posterior al establecimiento de la plantación fue posible observar que el 84.3% de la plantación aún permanecía sana; sin embargo, en las siguientes mediciones se observó una mayor proporción de plantas afectadas por defoliación y Daños antropogénicos (Cuadro 9).

Un estudio realizado por Muñoz *et al.*, 2007 obtuvieron resultados similares en cuanto a la condición de la plantación cuyo estado fitosanitario de la plantación fue sano en un 95.12% y solo un bajo porcentaje mostró daños por defoliación la mariposa resinera (*Dioryctria sp.*) cuyos daños no provocaron la muerte del arbolado.

Durante la cuarta medición el porcentaje de plantas con daño de eje torcido, afectadas por arvenses y daños mecánicos fue bajo en comparación con las otras clasificaciones (Cuadro 9); así mismo durante este registro que encontró moderadas afectaciones a la plantación por causa de la defoliación que disminuye lo procesos fotosintéticos de las plantas; esto a su vez, reduce el incremento de las plantas y según la severidad del daño impacta con la sobrevivencia de la plantación.



**Figura 10.** Proporción de plantas por tipo de defoliación según clasificación de Fetting *et al.*, 2001 registrada en el periodo de evaluación.

De manera general la clasificación de defoliación según Fetting la clasificación defoliación ligera obtuvo el mayor porcentaje con 52 %, es evidente también que no hubo defoliación grave en las plantas seleccionadas.

En todo el periodo de medición el ataque de defoliadores fue mínimo y la principal razón de la pérdida de follaje fue la caída de hojas por posibles daños en el transporte de estas a los sitios de plantación y ya que se plantaron en época seca la falta de agua afecto en el desarrollo del follaje de estas.

## V. CONCLUSIONES

El porcentaje global de sobrevivencia de la plantación fue de 68.47 % durante el periodo evaluado de 6 meses catalogada como regular, determinándose que la sobrevivencia estuvo asociada a las medidas de manejo de la plantación.

El tratamiento fertilización tuvo un efecto positivo en el incremento en altura y diámetro puesto que las plantas fertilizadas presentaron mayores incrementos con diferencias significativas que las plantas testigos o no fertilizadas. El distanciamiento 2 (3x3 m) presento mayores incrementos de crecimiento en altura y el distanciamiento 2.5 x 2.5 m presento mayores incrementos en diámetro.

Los porcentajes de rebrotes obtenidos en el periodo de medición muestran que se obtuvieron valores semejantes en cuanto a las 3 alturas de poda. También se muestra la disminución de rebrotes en cada medición llegando a tener de 2 a 3 rebrotes como muestra el cuadro 6.

En general, la plantación presentó una condición sana, determinada esta por la frecuencia de plantas con esta clasificación; determinándose además que el factor que mayor expresión tuvo entre un bajo porcentaje de plantas del tipo de defoliación ligera.



## **VI. RECOMENDACIONES**

Incluir medidas y acciones para mejorar la aplicación de tratamientos o cualquier actividad relacionada al manejo de plantaciones y de ese modo mejorar la sobrevivencia; siendo algunas de estas mejor control en la aplicación de herbicidas, asegurar una frecuencia de riego de 2 a 3 por semana; mientras la vigilancia de las áreas de plantación debe ser una medida complementaria para evitar entrada de ganado y personas.

Realizar la práctica de fertilización con diferentes niveles y tipos de fertilizantes para evaluar la más apropiada según los requerimientos del cultivo, esto como medida de manejo de la plantación ya que la proporción aplicada tuvo un efecto positivo sobre el incremento en diámetro y altura.

## VII. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- Centeno, M. 1993.** Inventario nacional de plantaciones en Nicaragua. Trabajo de diploma. Managua, NI. Universidad Nacional Agraria. 79 p.
- CATIE (Centro Agronómico Tropical De Investigación Y Enseñanza). 1993.** Manejo de plantaciones forestales. Guía técnica para el extensionista forestal. MIREN. Turrialba, CR. 59p.
- CATIE (Centro Agronómico Tropical De Investigación Y Enseñanza). 1994.** Fundamentos de análisis económico: guía para investigación y extensión rural. Turrialba, CR. 68 p.
- Crechi, E; Fernández, A y Friedl, A. 1992.** Efecto de la densidad de plantación sobre el crecimiento de *Pinus taeda*. In: Actas de las jornadas sobre pinos subtropicales. El dorado. INTA-CIEF-FCF. (En línea). Consultado 25 nov. 2013. Disponible en <http://www.territorioidigital.com/chacravirtual/sitio.asp?publicaciones/resumenes>.
- Espinoza, J; Sevilla, S. 2010.** Efecto de la densidad de siembra y nivel de fertilización nitrogenada sobre el rendimiento de *Moringa oleífera* en suelo franco arcilloso. Tesis Ing. en Zootecnia. FACA. Universidad Nacional Agraria. Managua, NI. 45 p.
- Fahler, J; Orozco, E; Lucca, C y Jiménez, S. 1986.** Comportamiento de 10 diferentes densidades de plantación inicial en *Pinus taeda* a los 8 años de edad en suelos de la unidad cartográfica, en la provincia de Misiones. Michoacán, MX. (En línea) Consultado 01 dic. 2013. Disponible en <http://www.territorioidigital.com/chacravirtual/sitio.asp?publicaciones/resumenes>.

**Fettig, Ch; Fidgen, J; McClellan, Q; Salom, S. 2001.** Sampling methods for forest and shade tree insects of North America. Forest Health Technology Enterprise Team. Morgan town, West Virginia, 246p.

**Flores, M; García, J. 1998.** Efectos de diferentes dosis y fraccionamiento de Urea 46 % de N sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo de Ajonjolí (*Sesamun indicum L*) Variedad mexicana. Tesis Ing. Agrónomo. FAGRO- E.P.V .Universidad Nacional Agraria. Managua, NI. 45 p.

**Foild, N; Mayorga, L; Vásquez, W. 1999.** Utilización del Marango (*Moringa Oleífera*) como forraje fresco para ganado. Conferencia Electrónica de la FAO sobre la Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica.

**FONAM (Fondo Nacional del Ambiente).2007.** Guía práctica para la instalación y manejo de plantaciones forestales. Proyecto Piloto para la Reforestación Asociada a la Conservación del Agua y Protección del Suelo en Áreas Cercanas a Zonas Afectadas por los Pasivos Ambientales Mineros en la Provincia de Hualgayoc - Cajamarca. Lima, PE.46 p.

**Gómez, O; Minelli, M. 1990.** Produccion de Semilla. Texto básico para el desarrollo del curso de producción de semilla en la universidad de Nicaragua. Universidad Centro Americana. Managua, NI. 210 p.

**INETER (Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales). 2006.** Departamento de meteorología de Masaya, NI.

**INETER (Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales).2006.** Informe Meteorológico Estación Aeropuerto Internacional “Augusto Cesar Sandino”. Las Mercedes, Managua, Nicaragua.

- Jarquín, M. 2003.** Producción de biomasa de *M. oleífera* Bajo Diferentes densidades de siembra y frecuencia de corte en el trópico seco de Nicaragua. TESIS. Ing. Agrónomo FACA, Managua, NI. 41p.
- Medina, M; García, D. 2007.** Estudio comparativo de *Moringa Oleífera* y *Leucaena leucocephala* durante la germinación y la etapa inicial de crecimiento. Instituto Nacional de investigación Agrícola. Venezuela. Zootecnia tropical. Vol. 25 ISNNN 0798-7289.
- MAS, P; GARCÍA, M y CERVANTES, S. 1995.** Ensayos de especies y procedencias de árboles en el Campo Experimental Forestal “Barranca del Cupatitzio”. Ciencia Forestal. 20 (78):111-142.
- Martínez, M. 2006.** Evaluación de una plantación de *Pinus greggii* Engelm., con dos espaciamientos en la Sierra Purhépecha, Michoacán, ME. Tesis de licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. 57 p.
- Moreno, J. 2005.** Evaluación de la producción de forraje de *Moringa oleífera* (Lam), *Cnidocolos acunitifolium* (Mill) L.M. Johnst y *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit, para banco proteico en Pacora, San Francisco Libre, Managua. Tesis. Ing. Forestal. Universidad Nacional Agraria. Managua, NI. 52 p.
- Muñoz, H; Orozco, G; Coria, V; García, J; Muñoz, Y; Cruz, G. 2007.** Evaluación de *Pinus pseudostrobus* Lind. y *Pinus greggii* Engel m. con dos densidades de plantación en Michoacán, ME, vol. 13, 29-35p.
- POSAF/MARENA (Programa Socio Ambiental Forestal. Ministerio Del Ambiente Y Los Recursos Naturales). 2007.** Establecimiento y manejo de plantaciones forestales. MARENA. Managua, NI. 66 p.

**Rodriguez-Petit, A; Clavero, T; Razz, R.1998.** Efecto de la altura y frecuencia de poda en la producción de materia seca de *Acacia mangiunb* Willd. Revista Forestal Centroamericana. No. 3, Vol.33. 12-15p.

# ANEXOS

**Anexo 1.** Incremento periódico en diámetro registrado en una plantación bajo dos condiciones de fertilización.

<b>Manejo</b>	<b>Incremento periódico dimétrico</b>
Fertilizado	3.20
No fertilizado-FACA	2.80
No fertilizado-El Plantel	0.59

**Anexo 2.** Incremento periódico en altura registrado en una plantación bajo dos condiciones de fertilización.

<b>Manejo</b>	<b>Incremento periódico en altura</b>
Fertilizado	1.89
No fertilizado-FACA	1.31
No fertilizado-El Plantel	1.0

**Anexo 3.** Incremento periódico en diámetro registrado en una plantación bajo dos condiciones de fertilización.

<b>Distancia</b>	<b>Incremento periódico dimétrico</b>
Distancia 2.5 FACA	3.60
Distancia 3 FACA	2.80
Distancia 2.5 El Plantel	0.66
Distancia 3 El Plantel	0.46

**Anexo 4.** Incremento periódico en altura registrado en una plantación bajo dos condiciones de fertilización.

<b>Distancia</b>	<b>Incremento periódico en altura</b>
Distancia 2.5 FACA	1.86
Distancia 3 FACA	1.70
Distancia 2.5 El Plantel	1.13
Distancia 3 El Plantel	0.75

**Anexo 5.** Porcentajes de los tipos de condición encontrados en los lotes

<b>Lotes</b>	<b>Porcentajes de tipo de condición de la planta (%)</b>
Lote 1	35.8
Lote 2	24.8
Lote 3	17.7
Lote 4	21.7

**Anexo 6.** Modelo estadístico del ensayo en una plantación de *Moringa oleífera*

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + C_k + E$$

Dónde:

i: Fertilización

j: Espaciamiento

k: Altura de poda

$\mu$ : Media general

E: Error experimental

$A_i$ : Efecto de la fertilización sobre el incremento en diámetro y altura

$B_j$ : Efecto del espaciamiento sobre el incremento en diámetro y altura

$C_k$ : Efecto de la altura de poda sobre el incremento en altura