

**UNIVERSIDAD DE MATANZAS “CAMILO CIENFUEGOS”**  
**ESTACION EXPERIMENTAL DE PASTOS Y FORRAJES**  
**“INDIO HATUEY”**

*Efecto de la distancia de plantación y aplicación de materia orgánica  
en la calidad de postes vivos de *Moringa oleifera**

*Autor: Ing. Andrés Domínguez Farías*  
*Tutores: Dr C. Odalys C. Toral Pérez*  
*MSc. Jorge Fernández Olano*

**Tesis en opción al título de Máster en Pastos y Forrajes**

**2013**

## DEDICATORIA

A mi familia,  
A mi esposa  
Por su apoyo y comprensión  
A mi hijo  
Que es mi inspiración diaria

## **AGRADECIMIENTOS**

... a Odalys Toral Pérez, DrC. por su dedicación y oportunas sugerencias

... a Jorge Fernández Olano, MSc. por su ayuda incondicional y enseñanzas

... al colectivo de profesores, especialistas y técnicos de la Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey y de Las Tunas

... a mis compañeros de trabajo

... y a todos aquellos, que de una forma u otra, hicieron posible este trabajo. A todos, mis más sinceras muestras de gratitud.

## RESUMEN

Los trabajos de investigación de esta tesis estuvieron encaminados a evaluar diferentes distancias de plantación e influencia del estiércol vacuno en la producción intensiva de postes vivos multifuncionales de *Moringa oleifera* para garantizar su disponibilidad en las fincas agropecuarias de la provincia de Las Tunas. Los ensayos experimentales fueron realizados en la Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Las Tunas". Se evaluaron seis distancias de plantación y tres categorías de diámetro de estacas. Se utilizaron como variables la germinación, la supervivencia, la fenología, el ataque de plagas y enfermedades, la altura, el número y diámetro de vástagos. Para el procesamiento estadístico de la información se realizaron análisis de varianza, cuando los análisis revelaron diferencias estadísticas significativas, se realizaron comparaciones de medias a través de la prueba de Duncan, con una probabilidad de error del 5 %. En el procesamiento de los resultados experimentales se utilizó el paquete estadístico SPSS, versión 20.0. Los resultados experimentales en el vivero manifestaron que la escarificación de las semillas incrementó significativamente la emergencia de las plántulas, de modo que, a los 12 días postsiembra, germinó el 94% de las semillas. Existieron diferencias entre los tratamientos evaluados en cuanto a la dinámica de crecimiento de los rebrotes, el número y diámetro de los vástagos durante el establecimiento, destacándose el tratamiento de 1 x 0,50 m más 20t/ha de estiércol vacuno. En el experimento relacionado con la calidad de los postes, el mayor por ciento de supervivencia (87 %) se obtuvo en los postes de diámetro de 4-5 cm, lo que difirió significativamente de los demás tratamientos. Se concluye que la escarificación de la semilla de moringa influyó positivamente en el porcentaje de emergencia, así como, en la posterior velocidad de crecimiento de las plántulas; el crecimiento de los postes fue lento y las distancias de 1 x 0,25 m, 1 x 0,50 m y 1 x 1 m más 20 t/ha de estiércol vacuno mostraron un mejor desarrollo de los postes, que se caracterizaron por una mayor altura, la supervivencia de *M. oleifera* durante el establecimiento fue alta, con valores superiores al 70%, se destaca el tratamiento con distancias de 1 x 1 m más 20 t/ha de estiércol vacuno, que alcanzó un 94%, el mejor marco de siembra para la obtención de postes vivos fue 1 x 0,50 m más 20 t/ha de estiércol vacuno, con mayor cantidad de vástagos totales y por hectáreas, las estacas de *M. oleifera* de diámetro entre 4-5 cm presentaron una alta capacidad de propagación vegetativa y un mayor porcentaje de supervivencia (87 %). Se recomienda utilizar estacas con diámetro entre 4 y 5 cm y emplear la distancia de 1 x 0,50 m más 20 t/ha de estiércol vacuno para el establecimiento y explotación de postes vivos de *M. oleifera* y realizar esta investigación en otros suelos.

## TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN .....	1
Capítulo I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....	4
I.1 Generalidades de la <i>Moringa oleifera</i> .....	4
I.1.1 Origen y distribución .....	4
I.1.2 Clasificación taxonómica .....	4
I.1.3 Descripción botánica .....	4
I.2 Utilización de <i>Moringa oleifera</i> .....	6
I.3 Influencia de los factores edafoclimáticos en la adaptación de esta especie .....	9
I.3.1 Temperatura .....	9
I.3.2 Precipitaciones .....	9
I.3.3 Suelos.....	9
I.3.4 Nutrición .....	10
I.4 Agrotecnia .....	10
I.4.1 Marco de siembra .....	10
I.4.2 Riego .....	11
I.4.3 Fertilización .....	11
I.4.4 Propagación.....	11
I.4.4.1 Propagación en vivero .....	12
I.4.4.2 Propagación por estacas para cerco vivo .....	13
I.5. Cercas vivas.....	13
I.5.1 Las cercas vivas. Sus usos y ventajas .....	15
I.5.2 Selección de las especies de árboles para cercas vivas .....	15
I.5.3 Cosecha y manejo de las estacas .....	17
I.5.4 Plantación y establecimiento .....	18
I.5.5.1 Poda.....	19
I.5.5.2 Floración y fructificación.....	20
I.5.5.3 Cosecha de la semilla botánica.....	20
I.5.5.4 Plagas y enfermedades .....	20
I.6 Valoración económica para el empleo de cercas vivas.....	21
I.7 Utilización de estiércoles en los sistemas productivos .....	22

Capítulo II. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL: GENERALIDADES .....	24
II.1 Ubicación geográfica del área experimental y duración del experimento.....	24
II.2 Suelo .....	24
II.3 Clima .....	24
II.4 Secuencia experimental .....	24
II.5 Análisis de los datos.....	25
Capítulo III. ETAPA EXPERIMENTAL .....	26
III.1 Caracterización de accesiones de <i>Moringa oleífera</i> en condiciones de vivero .....	26
III.1.1 Materiales y métodos.....	26
III.1.1.1 Tratamientos .....	26
III.1.1.2 Procedimiento experimental.....	26
III.1.1.3 Variables medidas o estimadas .....	27
III.2 Evaluación de <i>Moringa oleífera</i> durante la fase de establecimiento. ....	27
III.2.1 Materiales y métodos.....	28
III.2.1.1 Tratamientos .....	28
III.2.1.2 Procedimiento experimental.....	28
III.2.1.3 Variables medidas y estimadas.....	28
III.3 Evaluación de <i>Moringa oleífera</i> como poste vivo .....	29
III.3.1 Materiales y métodos.....	30
III.3.1.1 Tratamientos .....	30
III.3.1.2 Procedimiento experimental.....	30
III.3.1.3 Variables medidas y estimadas.....	30
Capítulo IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	31
CONCLUSIONES .....	41
RECOMENDACIONES.....	42
NOVEDAD CIENTÍFICA .....	43
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	44

## INTRODUCCIÓN

La siembra de árboles o arbustos, para dividir los potreros o cercar las fincas, es una práctica tradicional, en América Central. Esta práctica tiene diferentes nombres, según el lugar: cercas vivas, setos vivos, postes vivos, estacas vivas, etc. En los últimos años, se empezó a valorar las ventajas económicas y ecológicas de las cercas vivas (Giraldo, 2003).

De acuerdo a Zelada (2002) y Muñoz (1995), las cercas vivas comúnmente son plantaciones en línea de especies leñosas que interactúan con la ganadería, y constituyen una opción silvopastoril que delimitan los potreros y praderas. Además contribuyen a los siguientes beneficios: recurso accesible al campesino, diversifica la producción, favorece en áreas rurales la estabilidad de la familia, ayudan a controlar vientos, refugio de fauna silvestre, contribuyen a la conservación del suelo y agua, favorece un microclima más sano y la biodiversidad, fijan carbono mitigando el efecto de invernadero y disminuyen la presión sobre las selvas.

En términos ecológicos, las cercas vivas y los árboles pueden servir como corredores biológicos para la fauna y flora silvestre, incrementan la conectividad estructural de los paisajes, fomentan la cobertura arbórea en áreas de pasturas y permiten que estas áreas sean menos contrastantes con los fragmentos de bosque.

Entre las especies más usadas se encuentran: *Gliricidia sepium*, *Erythrina* sp., *Leucaena leucocephala*, *Brosimum alicastrum*, *Spondias purpurea*, *Anacardium occidentale*, *Yucca elephantipes*, *Bursera simaruba*, *Bombacopsis quinatum*, *Cupressus lusitanica*, *Cedrela mexicana*, *Tectona grandis*, *Swietenia macrophylla*, *Diphysa robinoides*, *Eucalyptus* spp y *Gmelina arborea*.

Una de las características del ambiente de América tropical, es la diversidad de especies vegetales que crecen en las selvas, las cuales tienen varios usos potenciales, algunas como forraje proteico, medicinales, maderables, combustible, alimento de la fauna nativa y humana y cercas vivas que dividen áreas pecuarias (Aranda *et al.*, 2004).

Budowski y Russo (1993) registraron 92 especies útiles como cercas vivas y reconocieron como actividad promisoría realizar investigación y difusión de la técnica, ya que el manejo y las prácticas de mantenimiento varían con las especies, condiciones ecológicas, mercado local y las tradiciones del lugar. Una de las principales ventajas del uso de cercas vivas, en relación al poste muerto, es la economía, ya que los precios disminuyen alrededor de 50%, son durables, y pueden vivir más de 50 años. Además, la biomasa proveniente de las cercas

vivas puede aportar importantes cantidades de follaje comestible con un alto valor nutricional, el que puede ser empleado en la alimentación del ganado vacuno; además se produce leña, nuevos postes y otros subproductos que, económicamente, podrían significar apreciables aportes en la economía de las fincas (Hernández *et al.*, 2001).

En la zona tropical la necesidad de contar con recursos alternativos de forrajes ha estimulado la investigación de los árboles forrajeros incluyendo *Moringa oleifera*, especialmente para cubrir los insuficientes niveles de proteína de los pastos tropicales, ya que se pueden considerar un suplemento para el período seco. Foidl (1999), informó que con un consumo de 15 kg de moringa por animal, se puede obtener hasta 10 L de leche/vaca/días y un aumento de peso vivo de 1,200 g/día.

Estamos en presencia de un arbusto que se puede utilizar en sistemas agroecológicos, pues responde eficientemente a la fertilización orgánica y a los biofertilizantes que no agreden al suelo. Su elevado valor nutritivo, por los altos niveles de digestibilidad de materia seca (MS), proteína bruta (PB) y nivel energético, hacen de esta especie un excelente poste vivo con la ventaja que se reproduce tanto por semillas botánicas, como por estacas. Los niveles de proteínas y vitaminas (Cova, 2007) ubican a *M. oleifera* como un suplemento de importancia en la dieta de ganadería de leche y de ceba, así como en la dieta de aves, peces, cerdos, *etc.*, siempre y cuando haya un balance alimentario adecuado.

Actualmente, los postes empiezan a escasear, o su adquisición se realiza en áreas más alejadas y con precios elevados. Por lo común los ganaderos utilizan postes de madera muerta para cercar las áreas de pastoreo, estos tienen la desventaja que se pudren y deben ser sustituidos aproximadamente cada cinco años. Para disminuir lo anterior, se hace uso de los cercos vivos, mediante estacas que tengan la facilidad de sobrevivir cuando son sembradas.

Centros de investigación de la provincia de Las Tunas se centran en estos momentos en la búsqueda de especies promisorias que garanticen no solo el establecimiento de cercas vivas sino además un suplemento de forrajes para el ganado y otros animales.

## **Problema**

La escasa disponibilidad de postes vivos multifuncionales en las fincas agropecuarias de la provincia de Las Tunas.



## **Hipótesis**

Si se obtiene una metodología de producción de postes vivos multifuncionales de *Moringa oleifera* se podrá garantizar su disponibilidad para el incremento de su uso en las fincas agropecuarias.

## **Objetivo general**

Evaluar diferentes distancias de plantación y la influencia del diámetro del poste y del estiércol vacuno en la producción intensiva de postes vivos de *Moringa oleifera* para garantizar su disponibilidad en las fincas agropecuarias de la provincia de Las Tunas.

## **Objetivos específicos**

1. Evaluar el efecto de la escarificación de semillas en la germinación y crecimiento en vivero de *Moringa oleifera*.
2. Determinar la influencia del marco de plantación en la producción de postes vivos de *Moringa oleifera*.
3. Determinar la influencia del estiércol vacuno en la producción de postes vivos multifuncionales de *Moringa oleifera*.
4. Evaluar la influencia del diámetro de las estacas en la supervivencia de los postes vivos de *Moringa oleifera*.

## Capítulo I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### I.1 Generalidades de *Moringa oleifera*

#### I.1.1 Origen y distribución

La moringa es un árbol originario del sur del Himalaya, Nordeste de la India, Bangladesh, Afganistán y Pakistán. Se encuentra diseminado en una gran parte del planeta. En América Central fue introducido en los años 1920 como planta ornamental y para cercas vivas, se encuentra en áreas desde el nivel del mar hasta los 1 800 m. Se puede reproducir por estacas o semillas (Foidl, 1999).

Croess y Villalobos (2008) señalaron que moringa es un género de plantas con numerosas especies distribuidas en zonas áridas y semiáridas, y en Venezuela (introducida como planta ornamental y cerca viva).

La Comisión Técnica de Fitomed (2010) informa que se conoce además con otros nombres comunes, como palo jeringa, ben, acacia, tilo americano y jasmín francés.

Según García Roa (2003), que la conoce con el nombre común de marango, pertenece a la familia *Moringaceae* y su nombre científico es *Moringa oleifera* Lam.; mientras que Reyes (2006) identifica a *M. oleifera* Lam. con los siguientes sinónimos (*M. pterygosperma* Gaert., *M. moringa* (L.). Millsp., *M. nux-ben* Perr., *Hyperanthera moringa* Willd. y *Guilandina moringa* Lam.).

#### I.1.2 Clasificación taxonómica

**REINO:** Plantae

**FILO:** Magnoliophyta

**CLASE:** Magnoliopsida

**ORDEN:** Capparidales

**FAMILIA:** Moringaceae

**GENERO:** Moringa

**ESPECIE:** oleifera

#### I.1.3 Descripción botánica

*Moringa oleifera* es un árbol de crecimiento muy rápido, en condiciones donde no existan factores limitantes. Es resistente a la sequía, aunque con tendencia a perder las hojas en periodos de estrés hídrico, se beneficia con algún riego esporádico y también con un pequeño aporte de fertilizante (Gopalan *et al.*, 1994). Alcanza de 7 a 12 m de altura y de 20 a 40 cm de diámetro, con una copa abierta, tipo paraguas, fuste generalmente recto.

Las hojas son compuestas y están dispuestas en grupos de folíolos con 5 pares de estos acomodados sobre el pecíolo principal y un folíolo en la parte terminal. En los folíolos existen láminas foliares ovaladas de 200 mm de área foliar organizadas frontalmente entre ellas en grupos de 5 a 6. Las hojas son alternas tripinnadas, con una longitud total de 30 a 70 cm.

Las flores son bisexuales con pétalos blancos, estambres amarillos, perfumadas. En el norte de India y por ende, en otras regiones atemperadas florece una sola vez al año (entre abril y junio); pero puede florecer dos veces al año, como en el sur de India, o durante todo el año en lugares donde no hay cambios de temperatura y precipitación a lo largo del año, como sucede en los países caribeños. Las flores son polinizadas por abejas, otros insectos y algunas aves (Falasca y Bernabé, 2008).

El fruto es una vaina parecida a una legumbre, de sección triangular y de 30-45 cm de longitud. Las semillas, en cápsulas dehiscentes, son de color pardo oscuro, redondeadas, con un tejido a modo de alas blanquecinas y con una consistencia papirácea y trilobuladas es decir de 3 lados. Los frutos presentan surcos longitudinales de 20 a 45 cm de largo, aunque a veces de 120 cm y de 2 a 2,5 cm de ancho (Ramachandran 1980). Contienen de 12 a 25 semillas por fruto. Cada árbol puede producir de 1 000 a 5 000 semillas/año.

Las vainas maduras permanecen en el árbol por varios meses antes de partirse y de liberar las semillas, las cuales son dispersadas por el viento, agua y probablemente animales (Parrota, 1993).

Cuando se almacenan las semillas por más de dos meses disminuyen su poder germinativo (Sharma and Rains, 1982). Se puede reproducir por estacas de 1 a 1,40 m de largo, como en el sur de la India (Ramachandran 1980); aunque para ser trasplantados en regiones áridas y semiáridas conviene obtener el árbol por semilla, porque producirá raíces más largas.

La raíz principal mide varios metros y es carnosa en forma de rábano. Es pivotante y globosa lo que le brinda a la planta cierta resistencia a la sequía en periodos prolongados. Cuando se le hacen cortes, producen una goma de color rojizo parduzco (Alfaro y Martínez, 2008).



Hojas



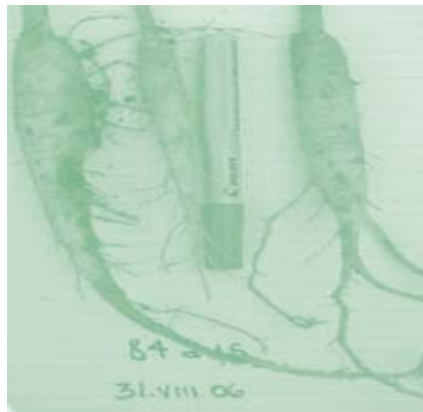
Flores



Vainas



Semillas



Raíces

## I.2 Utilización de *Moringa oleifera*

La figura 1 esboza los usos fundamentales de la planta en las diferentes industrias: farmacológica, cosmética, medicinal, sanitaria, alimentación animal, entre otras.

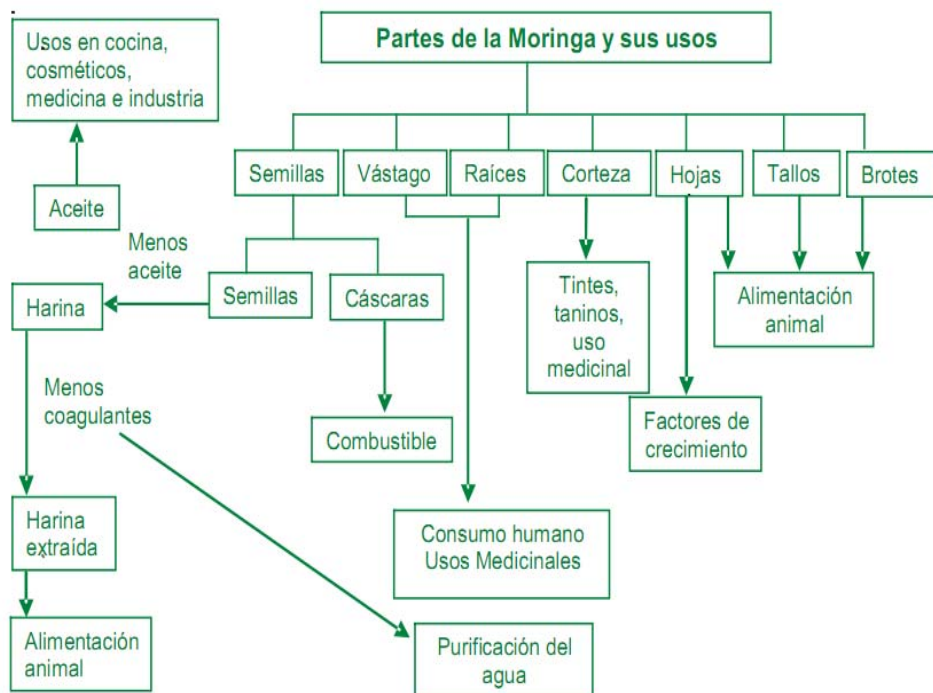


Fig. 1. Uso potencial de las diferentes partes de la planta de moringa en la industria y producción de alimentos.

Fuente: Traducido de: Foidl *et al.* (2001)

*Moringa oleifera* posee cualidades nutricionales sobresalientes y está considerada como uno de los mejores vegetales perennes. Las hojas contienen un alto contenido de nutrientes (Garavito, 2008).

El mencionado autor plantea que las hojas y tallos a los 30 días de la siembra ofrecen hasta un 30 % de proteína, 6 % de grasa y 15 % de fibra, además de vitaminas y minerales por encima de muchos otros productos de consumo humano: tiene la proteína del huevo, 2 veces la proteína de la leche, 3 veces el potasio del banano, 3,6 el calcio de la leche, 7 veces la vitamina C de la naranja; 3,6 la vitamina A de la zanahoria. Por otro lado, la producción de biomasa es alta a los 45 días, llegando, hasta 80 t/ha/corte, por 8 cortes al año, pero según nuestros propios cultivos y experiencia, solamente hasta 30 t, en buenas tierras con abono orgánico suficiente.

Price (2000) lo recomienda para la producción de aceites antibióticos, hormona del crecimiento, para contrarrestar la desnutrición de los niños y como alimento humano en general.

Según Foidl *et al.* (2001), la madera de moringa constituye una excelente pulpa, tan buena como la de álamo (*Populus* sp.). Las hojas son apropiadas para la producción de biogás. Por otra parte, García Roa (2003) considera que además de ser bueno para poste vivo, tiene una característica especial, que consiste en que es rico en néctar y polen, por lo que es una planta melífera por excelencia. También es un suplemento proteínico (la torta de semilla contiene 60 % de proteína y la semilla entre 32 y 40 % de grasa); para la alimentación en la época seca del ganado vacuno y ovino.

Fugliee (2000) señala que el jugo de las plantas de marango puede utilizarse para producir una hormona que es efectiva para el crecimiento de las plantas, y aumenta el rendimiento en un 25-30 % para casi todos los cultivos: cebolla, pimiento verde, soya, maíz, sorgo, café, té, chile y melón.

Por otra parte Clamens (1998), en estudios realizados en Maracaibo, Venezuela, emplearon *M. oleifera* con el objetivo de evaluar la capacidad productora de goma, ya que estos productos gomosos se emplean en importantes tipos de industrias, como la de alimentos, la farmacéutica, la cosmética y otras; en la elaboración de los más disímiles productos como: confites, derivados lácteos, alimentos enlatados, bebidas gaseosas, productos dietéticos, emulsiones, tabletas, grageas, jarabes y suspensiones, emulsiones y cremas, cintas pegantes, papel, tintas, pinturas, telas y metales (Pérez *et al.*, 2010).

En ensayos realizados en diversas partes del mundo con ganado vacuno, porcino, ovino, caprino u avícola se han constatado importantes incrementos en el rendimiento, tanto de ganancia de peso como de producción de leche. Estos resultados han sido, como es lógico, mucho más espectaculares en animales con una dieta deficiente que en otros con dieta equilibrada (Gopalan *et al.*, 1994).

Pérez *et al.* (2010) plantea que la moringa constituye una opción para la alimentación, sobre todo en los países tropicales ya que es capaz de adaptarse a las más diversas condiciones de suelo y clima y su valor nutricional y los elevados rendimientos de biomasa, la hacen un recurso fitogenético de importancia en los sistemas de producción.

Becker (2011) informó que sus hojas y tallos han probado tener un gran potencial como alimento para animales, pues contienen alrededor de 27 % de proteína en base seca, muy similar a la alfalfa y el costo en estos experimentos es de un 10 % menos con respecto al concentrado por lo que es una alternativa a tener en cuenta en la alimentación porcina, fundamentalmente en la no especializada, la cual debe suministrar el 30 % de los alimentos con fuentes alternativas.

### **I.3 Influencia de los factores edafoclimáticos en la adaptación de esta especie**

El clima de una región influye significativamente en el crecimiento, desarrollo y productividad de las plantas. Es por ello indispensable conocer la respuesta fisiológica de esta especie a las condiciones ambientales para poder formular un sistema racional de siembra y manejo.

#### **I.3.1 Temperatura**

García Roa (2003) informó que en Centroamérica se encuentra moringa en zonas con temperaturas de 6 a 38°C. Es resistente al frío por corto tiempo, pero no menos de 2 a 3°C. En las temperaturas menores de 14°C no florece y solamente se puede reproducir vegetativamente (por estacas).

Falasca y Bernabé (2008) plantearon que en su hábitat natural las temperaturas medias anuales presentan grandes fluctuaciones. Durante los meses más fríos soporta entre -1°C y 3°C; mientras que en los meses más cálidos de 38°C a 48°C (Troup, 1921).

#### **I.3.2 Precipitaciones**

Ramachandran (1980) planteó que es muy resistente a la sequía y se cultiva en regiones áridas y semiáridas de la India, Paquistán, Afganistán, Arabia Saudita y África del Este, donde las precipitaciones alcanzan sólo los 300 mm anuales.

Según Reyes (2006) la moringa es resistente a la sequía y tolera una precipitación anual de 500 a 1 500 mm.

La moringa es bastante resistente a la sequía, pero bajo condiciones de stress hídrico su productividad se resiente y es necesario un aporte hídrico suplementario (riego). Por regla general, con un índice de precipitaciones inferior a 300 mm por año los árboles requieren de algunos riegos periódicos para su estabilización. Lo ideal serían al menos 500 mm bien distribuidos durante todo el año para mantener árboles establecidos sin necesidad de riegos (Montesinos, 2010).

#### **I.3.3 Suelos**

La moringa puede crecer en todo tipo de suelos, desde suelos ácidos hasta alcalinos (pH 4,5-8), aunque la mejor respuesta en desarrollo y productividad se obtiene en suelos neutros, bien drenados o arenosos y donde el nivel freático permanece bastante alto todo el año (Reyes, 2006). Toleran suelos arcillosos, pero no encharcamientos prolongados (Duke, 1983).

En sentido general, se puede decir que es una especie de gran plasticidad ecológica, ya que se encuentra localizada en diferentes condiciones de suelo, precipitación y temperatura.

### I.3.4 Nutrición

Price (2000), plantea que la moringa puede sembrarse intensivamente. A este nivel de producción, los requisitos de nutrientes por hectárea por año son: 1,8 kg Ca; 0,5 kg Cu; 1,4 kg Mg; 380 kg P; 0,6 kg Br; 280 kg N y 0,3 kg Zn. Es posible que los suelos en otras localidades proporcionen una parte de estos requisitos y los fertilizantes puedan ser distintos. En la tabla 1 se muestran los datos de extracción de nutrientes en plantaciones de moringa. La alta productividad implica una mayor extracción de nutrientes del suelo, por lo que en su cultivo intensivo debe ser considerada la fertilización (Foidl 1999).

Tabla 1. Extracción de nutrientes con diferente productividad en *M. oleifera* (biomasa seca t/ha).

Productividad	Extracción de nutrientes (kg/ha/año)								
	Ca	P	Mg	K	Na	Cu	Zn	Mn	Fe
130	1 612	338	429	1 924	24,7	0,68	3,1	4,6	45,7
100	1 240	260	330	1 480	19,0	0,53	2,4	3,5	35,2
80	992	208	264	1 184	15,2	0,42	1,9	2,8	28,1
60	744	156	198	888	11,4	0,31	1,4	2,1	21,1
40	496	104	132	592	7,6	0,21	0,9	1,4	14,0
20	248	52	66	296	3,8	0,10	0,4	0,7	7,0

### I.4 Agrotecnia

#### I.4.1 Marco de siembra

En lugares con épocas secas y lluviosas bien definidas, los productores plantan los estacones en la época seca, especialmente en los meses de febrero, marzo o abril.

Por el contrario, en lugares donde llueve casi todo el año, la plantación se puede realizar en cualquier momento. Se recomienda plantar el estacón a una profundidad de 30 a 40 cm. Bosh (2009) recomienda que se debe sembrar a una densidad de siembra intermedia, pues ésta permitirá el desarrollo normal del follaje, sin interferencia entre los extremos de las ramas ni competencia por los nutrientes.

Alfaro y Martínez (2008) plantean que el espaciamiento de los árboles depende de los propósitos de la plantación. Para fines de producción de semillas se debe sembrar a una



distancia de 3 a 5 m, pues ésta permitirá el desarrollo normal del follaje, sin interferencia entre los extremos de las ramas.

Para la producción de follaje de manera intensiva puede sembrarse de 10 a 20 cm entre plantas de manera lineal. Esto permite el manejo de brotes y follaje.

Si se ha destinado el uso para cercos vivos debe sembrarse de 1,5 y 2,0 m entre plantas o estaca, esto permite que el cerco tenga firmeza, especialmente si se encuentra dentro del patio animales de bovinos.

Si el objetivo es tener sombra dentro del patio de la casa, se recomienda sembrarlo a una distancia de 5,0 m o más.

#### **I.4.2 Riego**

Alfaro y Martínez (2008) plantean que durante el trasplante es necesario mantener los riegos dos a tres veces por semana, dependiendo de las condiciones de lluvia en el lugar. La planta no demanda demasiado riego (1,5 L/riego). Cuando se presenta amarillamiento de hojas viejas en la planta son señales de estrés hídrico.

#### **I.4.3 Fertilización**

El árbol crece sin necesidad de fertilizantes. En India han demostrado que una aplicación de 7,5 kg de estiércol más 0,37 kg de sulfato de amonio por árbol permite triplicar el rendimiento de vainas (Alfaro y Martínez, 2008).

#### **I.4.4 Propagación**

Según García Roa (2003), esta especie puede propagarse mediante dos formas: sexual y asexual. La más utilizada para plantaciones es la sexual, especialmente cuando el objetivo es la producción de forraje. La siembra de las semillas se realiza manualmente, a una profundidad de 2 cm y germinan a los 10 días. Este mismo autor plantea que el número de semillas/kg varía de 4 000 a 4 800 y cada árbol puede producir entre 15 000 y 25 000 por año. El tiempo de germinación oscila entre cinco y siete días después de sembrada. La semilla no requiere tratamientos pregerminativos y presenta porcentajes altos de germinación, mayores que 90 %. Sin embargo, cuando se almacena por más de dos meses disminuye su poder germinativo (Sharma y Rains, 1982).

Se puede reproducir por estacas de 1 a 1,40 m de largo, como en el sur de la India (Ramachandran, 1980), aunque para ser trasplantado en regiones áridas y semiáridas

conviene obtener el árbol por semilla, porque produce raíces más profundas. En el caso de árboles obtenidos por estacas, los frutos aparecen a los seis meses después de plantados.

Los árboles cultivados para forraje se podan para restringir el desarrollo de la copa y promover el crecimiento de nuevas ramas (Ramachandran, 1980). Después de cortados rebrotan vigorosamente y dan de cuatro a ocho renuevos por tocón (Nautiyal y Venhataraman, 1987).

En el caso de los pequeños productores, se puede sembrar por estacas o en las cercas vivas para posteriormente cosechar los rebrotes, los que se deben cortar entre 35 y 45 días, en dependencia del régimen de precipitación y fertilización. La siembra se debe realizar en forma escalonada para disponer en todo momento de forraje fresco.

#### **I.4.4.1 Propagación en vivero**

Alfaro y Martínez (2008) recomiendan para la siembra en vivero un sustrato elaborado con 60 % de arena y 40 % de tierra negra, de manera tal que la textura del suelo sea franco arenoso. Esto puede lograrse con una mezcla elaborada con una parte de tierra, una de arena y una de materia orgánica, previamente cernida. Se utilizan bolsas de polietileno de 8 x 12 pulgadas, las cuales deben llenarse evitando espacios de aire o exceso de compactación de la tierra.

Estos autores sugieren construir los canteros colocando un bloque de tres hileras cada uno y un espacio de 0,50 m entre bloque. Para la desinfección de las bolsas llenas de tierras, se riega agua a 100°C. Después de dos días se debe sembrar la semilla directamente en bolsas utilizando cuatro semillas por bolsa a una profundidad aproximada del doble del diámetro de la semilla. Esto puede ser a de 1,0 a 2,0 cm de profundidad. Se puede utilizar también, dos semillas por bolsas.

Es funcional también realizar por lo menos tres riegos profundos antes de colocar las semillas, para evitar espacios de aire y para que germine las semillas de malezas en la bolsa y luego hacer un control manual (Alfaro y Martínez, 2008).

En el caso de que los viveros sean mantenidos a cielo abierto se recomienda, luego de haber depositado la semilla en bolsa, colocar una cubierta de paja para mantener la humedad y evitar desenterrar las semillas durante el riego. Se sugiere retirar la cubierta o paja seca una semana después de la emergencia de las plántulas, con lo cual se evita el alargamiento de las plantas (acción de fototropismo) y se favorece el crecimiento vigoroso (Alfaro y Martínez, 2008). Con el objetivo de mantener húmedo el sustrato, se debe regar durante los primeros

15 días un día sí, otro no, tomando en cuenta los días de precipitación pluvial, para no duplicar el riego.

Las bajas temperaturas, las constantes lluvias y la velocidad del aire, afectan considerablemente el desarrollo de la planta y provocan el amarillamiento de las hojas inferiores de la planta y en algunos casos defoliación. La deficiencia de agua y el clima frío son tan perjudiciales como el anegamiento (Alfaro y Martínez, 2008).

#### **I.4.4.2 Propagación por estacas para cerco vivo**

Alfaro y Martínez (2008) plantean que se utilizan rebrotes que tengan de 1,5 a 2 pulgadas de diámetro y altura de 1,6 a 2 m, que coincide con la altura del cerco ya establecido. La profundidad de siembra es de 15 a 20 cm, lo cual es una profundidad muy superficial. Sin embargo, para sostener los tallos-semillas, se entrelazan entre los hilos de alambre espigado o ramas de otros árboles mientras se produce el enraizamiento del tallo. La separación entre cada tallo-semilla, es aproximadamente de 125 a 140 cm, lo cual garantiza buen desarrollo del área foliar y protección en los cercos. La época de poda y siembra se realiza a comienzos de la época lluviosa. Si el objetivo es producir el árbol en estacas, pero en bolsa, la estaca debe tener de 2,5 de diámetro y 30 cm de longitud. El corte en las estacas debe ser justamente a la altura de una yema y la época recomendada es a principios de la época lluviosa. El riego debe ser tres veces a la semana y luego de dos meses puede reducirse a dos veces.

#### **I.5. Cercas vivas**

Según Bosh (2009), la moringa es un aporte útil para aumentar el uso de postes vivos en la ganadería.

Las fronteras entre el concepto “cercas” y “setos vivos” son difíciles de precisar; Budowski (1987a) considera que la palabra “cerca” es usada para indicar un surco o línea de plantas empleadas para sostener alambres, mientras que los setos son líneas de plantas más densas, que en la mayoría de los casos incluyen árboles, arbustos y plantas pequeñas, a los cuales generalmente no se les coloca alambres. Según Hernández y Simón (1993) las cercas vivas son una modalidad de los sistemas agroforestales que se basan en la plantación de árboles y arbustos (en líneas), en los linderos externos e internos de las fincas, fundamentalmente postes o estacas de plantas con capacidad de rebrote.

La historia de su utilización en América es muy antigua; de acuerdo con Sauer (1979) su empleo se remonta al período de la preconquista del nuevo mundo americano. Los agricultores indígenas de América Central y México, por ejemplo, ya plantaban gliricidia para cercos de cacao, así como plantas espinosas para la protección alrededor de sus propiedades (Standley, 1922). Presumiblemente, esta última tradición de la preconquista se hizo más importante después de la introducción de la ganadería por parte de España y antes de la invención de los alambres de púa, cuando eran muy utilizadas en Cuba las especies espinosas como cardón (*Euphorbia lactea*) y piña de ratón (*Bromelia pinguin*) como setos vivos, en las fincas de la floreciente ganadería del siglo XVIII (Crane, 1945).

En varios países del mundo esta práctica desempeña un importante papel en la producción de productos forestales; tal es el caso de Inglaterra, donde la tercera parte del volumen bruto total de madera proviene de cercas vivas (Rackham, 1977). En Costa Rica (Budowski, *et al.*, 1985) se ha logrado el establecimiento de varios miles de kilómetros de cercas vivas, lo que se evidencia cuando se calcula el número de árboles plantados anualmente en las cercas, el cual no aparece en ninguna estadística. Budowski *et al.* (1985) encontraron que el perímetro de una hectárea encerrada por una cerca viva de *Erythrina berteroana* (400 m) de 3 años de plantada puede producir potencialmente más de 300 kg de hojas en 8 meses, cantidad que podría aumentar si se varía la frecuencia de corte; también se pueden obtener más de 4 000 estacas largas para implantar nuevas cercas.

Una cerca viva puede estar formada solamente de especies leñosas o de una combinación de especies leñosas con postes muertos.

Según la cantidad de especies y la altura de las copas, las cercas vivas pueden llamarse simples o multiestratos. Las simples son aquellas que tienen una o dos especies dominantes como el jiñocuabe (*Bursera simaruba*), jocote (*Spondias* spp), pochote (*Pachira quinata*) y madero negro (*Gliricidia sepium*). Generalmente, se podan cada 2 años y tienen una alta capacidad de rebrote. Las multiestratos tienen más de dos especies de diferentes alturas y usos (maderables, frutales, forrajeras, medicinales, ornamentales). Por lo general, algunas de estas especies no se podan y generan una mayor cobertura durante todo el año, lo cual es importante para los animales silvestres que viven o se refugian en estos árboles.

Las cercas vivas más recomendables son las multiestratos, ya que presentan diversidad de especies y usos de los árboles, lo que garantiza una variedad de productos para el autoconsumo y hasta para la venta. Además, son más adecuadas para los animales silvestres porque constituyen un puente o corredor para su desplazamiento de un lugar a otro

de la finca. También, ofrecen lugares seguros para sus nidos y proporcionan alimentos durante todo el año.

Sin embargo, en una finca, se puede combinar las cercas vivas simples con las multiestratos, para reducir la competencia con el pasto y generar ingresos adicionales. Además, para establecer cercas vivas multiestratos, es importante considerar la orientación con respecto al sol y el diseño dentro de la finca. La orientación más recomendable es de Este a Oeste para reducir el efecto de sombra de la copa de los árboles sobre el pasto.

### **I.5.1 Las cercas vivas. Sus usos y ventajas**

El análisis de la práctica “cercas vivas” ha estado muy vinculado, fundamentalmente, a la que se considera su principal utilidad, que es no permitir el acceso de los animales y las personas a un determinado terreno; no obstante, sus usos y ventajas son múltiples y ello se demuestra en una comparación realizada por Budowski (1987b) entre esta técnica y la de postes de madera o concreto (tabla 2), sobre la base de un grupo de factores de manejo, los servicios que prestan, algunos de sus aspectos económicos más importantes y los beneficios ecológicos que se obtienen con su uso.

### **I.5.2 Selección de las especies de árboles para cercas vivas**

Para decidir cuales especies de árboles son las más indicadas para una finca, es importante considerar lo siguiente:

- Utilizar especies nativas o adaptadas a la zona
- Seleccionar las especies de acuerdo a los productos de interés para la finca y el mercado.
- Que no sean especies tóxicas para los animales domésticos y silvestres
- Que sean preferiblemente de uso múltiple (madera, leña, forraje)
- Que no sean afectadas por las grapas utilizadas para pegar el alambre de púas
- Disponibilidad del material a utilizar para la propagación (semilla sexual, plántulas o estacas).
- Seleccionar especies que provean alimento y refugio a los animales silvestres.

Tabla 2. Comparación entre la factibilidad de utilizar cercas vivas o postes de madera o concreto (adaptado de Budowski, 1987b).

Factores	Cercas vivas	Poste de madera o concreto
Selección de la especie	Según condiciones ecológicas	Según disponibilidad
Costo de la cerca	Relativamente bajo o gratuito	Relativamente alto
Manejo del poste antes de colocarlo	Requiere cuidado en su preparación, transporte y almacenamiento	No requiere cuidado
Colocación en el suelo	Requiere cuidados y suelos aptos	Relativamente fácil
Mantenimiento inicial	Es necesaria la protección, especialmente contra animales	A veces, protección contra incendios
Sobrevivencia	Puede haber pérdidas	No hay problemas
Aumento de densidad a lo largo de la cerca	Relativamente fácil y económico	Fácil, pero caro
Durabilidad	Generalmente muy larga	Variable
Producción de materia orgánica	Posible, varía según especie	No hay
Producción de N por fijación microbiana	Posible, según especie	No hay
Efecto en el suelo	Beneficioso, especialmente al podar las ramas y por la presencia de sus raíces. Actúa como barrera contra la erosión	No hay
Aporte de sombra	Beneficioso para los animales	No hay
Competencia por agua, luz y nutrientes con cultivos vecinos	Existe, varía según el sistema	No hay
Protección del cultivo (y/o animales) contra el viento	Existe, según especie, altura, densidad y componentes vecinos	No
Fauna nociva	Puede existir	Sin efecto (quizás termitas)
Fauna beneficiosa	Ofrece abrigo y alimento (ej. abejas y aves silvestres)	Poco efecto
Productos adicionales	Frecuentes y diversos (alimentos para humanos, forrajes, productos medicinales, leña y más postes vivos) Difícil y costoso (laborioso)	No
Posibilidad de quitar Mano de obra	Necesario, en forma periódica, requiere habilidades especiales Buena, es práctica común	Relativamente fácil Habilidades sólo para enterrar y clavar alambre
Adaptación al pequeño productor	Existe, pero varía según su manejo	Depende del ingreso
Aspecto estético		Poca influencia

En las cercas vivas se utilizan numerosas especies, de acuerdo con las condiciones climáticas y las características culturales de la región (Montagnini, 1992). Otárola (1995) plantea que existe una gran variedad de plantas que pueden ser utilizadas para cercas, desde árboles maderables hasta ornamentales, considerando que la cerca viva, frecuentemente, se establece para un fin determinado y un ambiente específico. Ese mismo autor añade que se pueden utilizar especies leñosas o de los géneros *Agave*, *Yucca*, *Bromelia* y *Cactus*, o cualquier especie vegetal que se adapte al lugar y a las características del terreno.

Las especies más comúnmente empleadas como cercas vivas en Norte, Centro y Sur América y en varios países de la Cuenca del Caribe son: *Gliricidia sepium*, *Bursera simaruba*, *Spondias purpurea* y *E. berteroana* (Budowski, 1987a). Radulovich (1994) señala que las especies que se utilizan para cercas vivas deben ser de fácil manejo y brindar beneficios opcionales. Menciona que *G. sepium* produce leña de buena calidad y follaje verde, rico en proteína, en la estación de seca; también señala que *S. purpurea* es excelente para cercas vivas y produce frutas que se pueden comercializar frescas o procesadas.

Por otra parte, Somarriba (1995) asegura que las cercas vivas de *Psidium guajava* (guayaba) son una mejor opción que otras plantas recomendadas para este fin, como es el caso de *Erythrina fusca*, *G. sepium* y *Erythrina poeppigiana*.

En los primeros estudios sobre cercas vivas en Cuba se relacionaron más de 20 especies de plantas y se destacan, entre las leñosas perennes más difundidas, *G. sepium* (bienvestido), *E. berteroana* (piñón de pito), *Spondias monbin* (jobo) y *B. simaruba* (almácigo) (Crane, 1945).

En otros trabajos más recientes se plantea que en Cuba las plantas más utilizadas en los linderos de las fincas ganaderas son: *B. simaruba*, *G. sepium*, *Erythrina* sp. y *Phicus* sp. (Hernández, Pino, Hernández y Simón, 1994; Simón, Hernández y Hernández, 1995).

### **I.5.3 Cosecha y manejo de las estacas**

Alfaro y Martínez (2008) plantean que las estacas deben ser rectas y sanas, con una longitud entre 2,0 a 2,5 m y un grosor entre 5,0 y 10 cm. Es preferible cortar las estacas en la fase lunar cuarto menguante, para causar menos daño al árbol del cual se cortan y asegurar un mayor prendimiento de las estacas. También, existe la práctica de almacenar las estacas bajo sombra por 1 a 3 semanas antes de la siembra para estimular la acumulación de reservas en la base y facilitar un buen enraizamiento.

#### I.5.4 Plantación y establecimiento

En la implantación de las cercas vivas es importante conocer la procedencia y la calidad de las estacas, para garantizar así su supervivencia. Dentro de los aspectos más importantes que se deben considerar para el corte de las estacas se encuentran: el estado fisiológico de los árboles, la época del año, la fase de la luna, así como la edad y las dimensiones de las estacas (Baggio y Heuvelodop, 1982).

Antes de plantar, la parte inferior del estacón se corta en bisel o como un cono invertido (tipo “punta de lápiz”); mientras que la parte superior se corta en bisel, para permitir que escurra el agua de lluvia. Para la siembra los estacones se entierran a una profundidad de 20 a 40 cm. Cuando el drenaje del agua en el terreno se dificulta, se recomienda hacer una incisión en la corteza (pelar un anillo), en la porción que quedará por debajo del nivel del suelo para estimular el enraizamiento (Viquez *et al.*, 1993).

La distancia de siembra entre estacas varía, aunque generalmente se usa un espaciamiento de 1 a 2 m (Pezo e Ibrahim, 1999); en trabajos donde se compararon tres distancias entre estacas de *E. berteriana* (50, 100 y 150 cm), se encontró que en la distancia de 150 cm se obtuvieron los mejores resultados en cuanto al crecimiento (2,60 m), que difirió del resto de los tratamientos estudiados (Iglesias y Sánchez, 2000). En estudios realizados por Matías y Ruz (2000) para definir la influencia del marco de siembra en la producción de postes vivos en una asociación de *G. sepium* y *Panicum maximum*, se reportó que el espaciamiento 2 x 3 m fue el más adecuado, ya que se obtuvieron 22 700 postes/ha.

Un aspecto al cual en ocasiones no se le presta mucho interés en la plantación de postes vivos son las características edafoclimáticas del área. Al respecto, en un estudio desarrollado en cinco localidades de la provincia de La Habana (tabla 3), se obtuvo que estas influyeron significativamente ( $P < 0,05$ ) en el crecimiento y la productividad de los postes vivos de *G. sepium*; los mejores resultados se alcanzaron en la finca ubicada en Bejucal, sobre un suelo de elevada fertilidad natural y con un acumulado de precipitaciones superior al del resto de las localidades, lo cual se manifestó en un mayor crecimiento de los brotes y en mayores producciones de biomasa comestible, leña y nuevos postes vivos (González *et al.*, 1998).

Durante el establecimiento los postes vivos deben mantenerse libres de hierba para evitar la competencia con las malezas en el período de enraizamiento (Geilfus, 1994); la protección de las cercas contra los animales es vital en los primeros meses para que no se dañen los estacones al ramonear los brotes inferiores (Radulovich, 1994), así como para impedir que



se muevan los postes, ya que esto puede causar daños en el sistema radical e incluso la muerte de la estaca.

Tabla 3. Efecto de las localidades en el crecimiento y la productividad de los postes vivos.

Localidades	Altura de copa (m)	Diámetro de copa (m)	No. de brotes por planta	Biomasa comestible (t/km)	Leña (t/km)
Bejucal	5,4 <sup>a</sup>	5,2 <sup>a</sup>	10,2 <sup>a</sup>	1,80 <sup>a</sup>	15,8 <sup>a</sup>
Mariel	3,1 <sup>c</sup>	3,0 <sup>c</sup>	5,3 <sup>c</sup>	0,79 <sup>c</sup>	7,0 <sup>c</sup>
Bauta	4,0 <sup>b</sup>	3,9 <sup>b</sup>	7,5 <sup>b</sup>	0,98 <sup>b</sup>	8,8 <sup>b</sup>
Güines	4,3 <sup>b</sup>	4,1 <sup>b</sup>	8,6 <sup>b</sup>	1,13 <sup>b</sup>	10,1 <sup>b</sup>
Artemisa	3,0 <sup>c</sup>	2,9 <sup>c</sup>	5,5 <sup>c</sup>	0,69 <sup>c</sup>	6,2 <sup>c</sup>
ES ±	0,2*	0,2*	0,4*	0,05*	0,4*

a,b,c Valores con letras no comunes en la misma columna difieren significativamente a  $P < 0,05$

\*  $P < 0,05$

Los postes vivos de *G. sepium* comienzan a emitir yemas o rebrotes a las 3 semanas y raíces a las 6-7 semanas, aunque el desarrollo de estas es pobre comparado con el de los árboles sembrados por semilla (Funes, 1996); se ha observado que la mortalidad de las estacas puede ocurrir, incluso, a los 7 meses después de la plantación y su sobrevivencia debe ser determinada, al menos, un año después de haber realizado la siembra.

### 1.5.5 Manejo de las cercas vivas

Cuando la planta alcanza alturas de 8 a 10 m, los árboles se podan. Las ramas se cortan con una longitud aproximada de 1,50 m y diámetro de 2 a 3 pulgadas (Alfaro y Martínez, 2008).

#### 1.5.5.1 Poda

Consiste en la eliminación de las ramas de las copas de los árboles. La primera poda puede realizarse a los 2 años después de la siembra del estacón. La poda puede ser parcial o total: parcial cuando se eliminan algunas ramas (enfermas y/o como estacones) y total cuando se elimina toda la copa del árbol. Se recomienda la poda parcial porque la poda total de las cercas vivas disminuye la sombra para el ganado y el movimiento de los animales silvestres. Existen experiencias en las cuales las cercas vivas sin podar presentan una mayor diversidad y abundancia de pájaros que las cercas vivas con manejo de poda.

Otárola (1995), al estudiar el manejo de cercas vivas de *G. sepium* según los tipos de poda, señala que la poda de formación tiene como finalidad fortalecer el árbol y eventualmente aumentar la producción de biomasa, y recomienda efectuarla al inicio de la estación de seca;

mientras que la poda de producción se practica con el propósito de obtener estacones, leña o forraje, según el orden de prioridad que fije el agricultor, y se realiza cuando los brotes alcanzan los 2 años de edad.

#### **I.5.5.2 Floración y fructificación**

Según lo planteado por Alfaro y Martínez (2008) la moringa normalmente florece y fructifica una vez al año, pero en algunas regiones lo hace dos veces. El periodo de floración se inicia en agosto y se prolonga a enero. La mejor época se observa en los meses de septiembre a noviembre. Durante el primer año un árbol crece hasta cuatro metros logrando florecer y fructificar. Si no se poda, puede crecer hasta diez metros, con un tronco fuerte de hasta 20 a 30 cm. de diámetro. Las nuevas plantas comenzarán a florecer y dar frutos un año después de sembradas, variando la producción entre 1,000 y 5,500 semillas por planta por año.

#### **I.5.5.3 Cosecha de la semilla botánica**

La moringa florece y fructifica siempre que tenga humedad disponible. Si las lluvias son continuas a lo largo del invierno, el rendimiento será constante y la floración puede marcarse dos veces. En condiciones de aridez puede inducirse la floración por medio de riegos. En ocasiones, es necesario podar algunas ramas para evitar el desgaje, por exceso de producción de vainas. Cuando se produce semilla para la reproducción, las vainas deben dejarse secar en el árbol hasta que se pongan color café. La cosecha debe realizarse antes de que las vainas se abran y caigan las semillas. Los costales con la semilla deben guardarse en lugares ventilados y secos bajo sombra. Durante el proceso de cosecha debe evitarse el jaloneo de las vainas, pues esto desgaja las ramas. Debe tenerse presente que la madera es frágil, poco densa, por lo que es quebradiza (Alfaro y Martínez, 2008).

#### **I.5.5.4 Plagas y enfermedades**

De acuerdo con lo planteado por García Roa (2003) las plagas predominantes en la plantación de marango son las siguientes: gusano desfoliador (*Spodoptera* spp.), picudo abultado (*Phantomorus femoratus*) y zompopo (*Atta* spp.); este último es el de mayor importancia económica.

Para el control de desfoliadores y picudos se utilizan métodos manuales de eliminación, ya que las poblaciones son bajas.

## I.6 Valoración económica para el empleo de cercas vivas

En las fincas ganaderas el uso de las cercas vivas puede significar considerables ahorros para el agricultor, ya que cada día se hace más difícil adquirir postes de madera perdurables y los postes artificiales o de concreto han adquirido precios prohibitivos (Hernández y Simón, 1993).

Según los estimados de Camacho (1992), el costo de establecimiento de un kilómetro de cerca viva en Costa Rica plantada a 1,6 m entre estacas fue de 384.26 USD (tabla 4); en estudios desarrollados en Loja, Ecuador, se encontró que el costo de establecimiento de 1 ha con cercas vivas fue de 308 USD, mientras que en las cercas donde se utilizaron postes de madera se gastaron 356 USD (Mendieta, 2000).

A pesar de las inversiones en que se incurre en el establecimiento y el mantenimiento de las cercas vivas, es aceptado que los productos que en estas se obtienen pueden devengar buenos dividendos económicos; al respecto Budowski (1987a) plantea que en una encuesta efectuada en Honduras en 1985, una estaca de gliricidia se pagaba a \$0.50, cortada, preparada y ubicada en la propiedad del agricultor; mientras que en Costa Rica en 1985, en el Valle de Turrialba, la estaca de *E. berteriana* era vendida entre \$0.16 y \$0.32, en dependencia del tamaño y la condición. A su vez las flores de *Yucca elephantipes* para el consumo humano se comercializaban a precios que variaban entre \$0.50 y \$1.00.

En estudios realizados para determinar el potencial de producción de biomasa forrajera de cercas vivas de *G. sepium* se obtuvo que 1 km de estas plantas, sembradas a una distancia de 1,5 m entre árboles, puede aportar nutrientes durante todo el año para que 20 vacas (240 días de lactancia) que consumen un pasto de regular calidad y son suplementadas con minerales, produzcan alrededor de 1 L más de leche por día que las del sistema tradicional sin suplemento de follaje arbóreo (Pedraza *et al.*, 1999).

Otros productos que se obtienen son la leña y el forraje; en este sentido se determinó la productividad y los ingresos de un kilómetro de cerca viva de *G. sepium* (tabla 5) y se alcanzaron producciones de leña de alrededor de 55 t/km y de forraje de 25 t de MV/km para 4 años; las ganancias obtenidas fueron de 143 724 colones (Camacho, 1992).

Tabla 4. Costo de establecimiento y mantenimiento (en dólares USD) de 1 km de cerca viva plantada a 1,6 m entre estacas.

Establecimiento			
Materiales	Cantidad	Costo/unidad	Costo total
Postes	60	0,08	3,22
Estacones	687	0,13	89,60
Alambre de púa	4 000 m	15,30/400 m	153,04
Grapas	5 kg	1,2/kg	6,00
Mano de obra	20 jornales	6,52/jornal	130,40
	Total		384,26

Tabla 5. Productividad e ingresos de un kilómetro de cerca viva de *G. sepium* plantada a 1,6 m entre estacas (peso verde).

Edad		Producción		Ingresos	
Cerca (años)	Rebrotes (meses)	Leña	Follaje	Leña <sup>1</sup>	Forraje <sup>2</sup>
1	12	7,2	2,7	10 080	7 182
2	12	7,2	2,7	10 080	7 182
3	12	20,0	10,0	28 000	26 600
4	12	20,0	10,0	28 000	26 600
Total		55	25	\$143 724.00 colones	

<sup>1</sup> 1 t métrica cuesta 1 400 colones costarricenses

<sup>2</sup> 1 kg cuesta 2,66 colones costarricenses

## I.7 Utilización de estiércoles en los sistemas productivos

El estiércol generado en los sistemas ganaderos puede provocar impactos ambientales negativos si no existe un control en el almacenamiento, el transporte o la aplicación, debido a la emisión de gases contaminantes hacia la atmósfera, y la acumulación de micro y macro nutrientes en el suelo y en los cuerpos hídricos superficiales (Pinos *et al.*, 2012).

La aplicación de estiércol en tierras de cultivo proporciona un beneficio ecológico al depositar nutrientes como nitrógeno y fósforo en el suelo; el nitrógeno del estiércol se encuentra principalmente en forma de amoníaco y las plantas lo usan como nutriente (Miner *et al.*, 2000). A pesar de ello, la valoración del estiércol como fertilizante orgánico, comparada con la de fertilizantes químicos, es mínima. Por sus características orgánicas, el estiércol

aumenta la capacidad de retención de agua, el intercambio catiónico, la filtración de agua al subsuelo, y reduce la erosión.

Además, la fracción líquida del estiércol ayuda a disminuir las pérdidas de nitrógeno, carbono y azufre en sus formas gaseosas, en el suelo (Capulin *et al.*, 2001), así puede reducir el uso de fertilizantes químicos y, por tanto, el impacto ambiental (Bouwman y Booi, 1998).

El suelo puede ser seriamente afectado por el estiércol si contiene concentraciones altas de nutrientes (nitrógeno, fósforo), microorganismos patógenos (*E. coli*), antibióticos, y compuestos que interactúen con el sistema endócrino (hormonas esteroidales, fitoestrógenos, plaguicidas y herbicidas) (Powers, 2009). En países donde las regulaciones ambientales son laxas o no existen, el estiércol se aplica al suelo continuamente, excediendo la capacidad de captación de nutrientes por los cultivos (Dietz y Hooger-vorst, 1991). Esta sobrecarga de nutrientes en el suelo ocasiona su infiltración por escurrimiento y lixiviación en aguas superficiales y subterráneas (Miner *et al.*, 2000). Por ejemplo, las excretas bovinas frescas esparcidas en áreas de cultivo contienen nitrógeno en forma de nitratos y nitritos; la forma de acumulación de estos compuestos oxidados en el cultivo puede causar intoxicación en el ganado que los consuma (Nicholson, 2007).

En Cuba, los sustratos orgánicos tienen un alto potencial de uso en los sistemas de producción (GNAU, 2007); debido a las condiciones climáticas que imperan en el país, bajo las cuales se acelera la degradación de la materia orgánica del suelo. La materia orgánica fresca en condiciones adecuadas se descompone dando como productos finales elementos minerales y ácidos húmicos y fúlvicos. Por eso es importante conocer el contenido de materia orgánica y su estado para realizar un correcto manejo de los materiales orgánicos. (Burés, 2004).

## **Capítulo II. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL: GENERALIDADES**

### **II.1 Ubicación geográfica del área experimental y duración del experimento**

Los estudios se efectuaron en la Estación Experimental de Pastos y Forrajes de Las Tunas, perteneciente a la red de Estaciones del Instituto de Pastos y Forrajes ubicada, provincia Las Tunas.

El período experimental fue de tres años y se enmarcó desde abril de 2008 hasta diciembre del 2011.

### **II.2 Suelo**

El suelo donde se llevó a cabo el estudio está clasificado como Pardo Grisáceos y pertenece al agrupamiento de suelos Pardos Sialíticos y al grupo Pardo Grisáceo (Hernández *et al.*, 1999). Entre sus principales características químicas pueden mencionarse que, entre los cationes, existe predominio del calcio, con porcentajes en el complejo de cambio entre 71-79 %, mientras que el magnesio se encuentra entre 21-27 %; los contenidos de potasio son bajos y oscilan entre 0,06-0,09 cmol(±)/kg, no obstante, la relación  $Ca^{2+}/Mg^{2+}$  y  $Ca^{+2}/Mg^{+2}+K^{+2}$ , se considera ideal para la mayoría de los cultivos agrícolas, está entre 2:1 y 6:1. Los contenidos de materia orgánica son altos en la capa superficial, y disminuye bruscamente en profundidad. Los niveles de fósforo asimilable son bajos, lo que indica la necesidad de su incorporación al suelo. El pH es ligeramente ácido, ideal para el desarrollo de la mayoría de los cultivos.

### **II.3 Clima**

La zona experimental se caracteriza por contar con una temperatura media anual de 27°C, con una media de 24 y 30°C en invierno y verano respectivamente. La precipitación media anual es de 1 150 mm, con un promedio de 900-1 000 mm en el período lluvioso y de 150-200 mm en el período poco lluvioso.

### **II.4 Secuencia experimental**

En el trabajo de tesis se desarrollaron tres experimentos; para una mejor comprensión de su estructura y resultados se tratarán por separado en este documento y se identificarán como:

*Experimento 1.* Caracterización de *Moringa oleifera* ecotipo Las Tunas en condiciones de vivero. La evaluación se inició en enero de 2008, con una duración de tres meses y finalizó cuando las plantas fueron trasladadas al campo.

*Experimento 2.* Evaluación de *Moringa oleifera* ecotipo Las Tunas durante la fase de establecimiento. Este experimento se desarrolló entre 2008 y 2010 (dos años de duración).

*Experimento 3.* Evaluación de *Moringa oleifera* ecotipo Las Tunas como poste vivo. Este experimento tuvo una duración de un año.

## **II.5 Análisis de los datos**

Para el procesamiento estadístico de la información se realizaron análisis de varianza, para probar la hipótesis de la influencia de la aplicación de estiércol vacuno, el diámetro de la estaca y diferentes marcos de plantación sobre el crecimiento de la moringa. Cuando los análisis de varianza revelaron diferencias estadísticas significativas, se realizaron comparaciones de medias a través de la prueba de Duncan, con una probabilidad de error del 5 %.

Los datos obtenidos se procesaron a través del paquete estadístico SPSS Statistic versión 20.0. Se utilizó la prueba de Kolmogorov- Smirnov para probar la normalidad de los datos y el estadístico de Levene para probar el requisito de homogeneidad de varianza (Lerch, 1977).

## Capítulo III. ETAPA EXPERIMENTAL

### III.1 Caracterización de accesiones de *Moringa oleífera* en condiciones de vivero

En las cercas vivas se utilizan numerosas especies, de acuerdo con las condiciones climáticas y las características culturales de la región (Montagnini, 1992). Otárola (1995) plantea que existe una gran variedad de plantas que pueden ser utilizadas para cercas, desde árboles maderables hasta ornamentales, considerando que la cerca viva, frecuentemente, se establece para un fin determinado y un ambiente específico.

Sin embargo, existe poca información sobre el comportamiento de *Moringa oleífera* en sus primeras etapas de desarrollo, por lo que el objetivo de este experimento fue **evaluar el crecimiento en vivero de *Moringa oleífera* ecotipo Las Tunas, así como, el efecto de la escarificación en la germinación de la semilla.**

#### III.1.1 Materiales y métodos

##### III.1.1.1 Tratamientos

Los tratamientos lo constituyeron las semillas de *Moringa oleífera* escarificadas y sin escarificar. Se empleó un diseño de bloques al azar con tres réplicas.

##### III.1.1.2 Procedimiento experimental

Para el aviveramiento de las plántulas se emplearon bolsas horadadas de 28 x 13 cm, donde se depositó un sustrato compuesto por 70 % de suelo (obtenido del área donde se evaluó el material posteriormente) y 30 % de materia orgánica.

Antes de efectuar la siembra se eliminaron las malezas y la costra superficial, escardando la superficie o apretando la parte superior de la bolsa hasta aflojar el suelo. Las semillas (dos por bolsa) se depositaron en el centro del envase y se sembraron después de cuatro meses de cosechada. La escarificación consistió en sumergir las semillas por espacio de dos minutos en agua caliente a 80°C.

Se sembraron 100 bolsas, con el objetivo de evaluar solo las 80 bolsas del centro. Todo el material sembrado en el vivero recibió un riego diario (en el horario de 8:30-10:00 a.m. y de 3:00-4:30 p.m.), manteniendo el suelo a su capacidad de campo, con el objetivo de mantener la humedad necesaria para la germinación y el desarrollo de las plántulas.

Con el objetivo de dejar una sola plántula por bolsa (la más vigorosa), se realizó una selección cuando las posturas alcanzaron una altura promedio de 7 cm.



Se consideró como período de aviveramiento el tiempo que transcurrió entre la siembra y el traslado de las plántulas a condiciones de campo o fase de evaluación, el cual culminó cuando estas alcanzaron una altura entre los 20-30 cm.

### **III.1.1.3 Variables medidas o estimadas**

*Emergencia.* Se determinó mediante el conteo de las plántulas emergidas, con base al total de semillas sembradas. El conteo se realizó cada tres días a partir de la siembra y hasta los 30 días.

*Altura.* Después de concluida la prueba de germinación y cada siete días, se midió la altura. Para ello se empleó una regla graduada colocada en posición vertical sobre la superficie del suelo, anotándose el valor que coincidía con la yema apical del tallo central.

*Observaciones fitosanitarias.* A partir de los 30 días de la siembra y cada siete días, se determinó el nivel de afectación según escala de valores del 1-5 donde:

- I- grado de afectación muy alto (100 % de área foliar afectada)
- II- grado de afectación alto (50 % de área foliar afectada)
- III- grado de afectación moderado (25 % de área foliar afectada)
- IV- grado de afectación ligero (10 % de área foliar afectada)
- V- grado de afectación incipiente (1 % de área foliar afectada)

### **III.2 Evaluación de *Moringa oleífera* durante la fase de establecimiento.**

Yepes (1974), Verhoeven (citado por Teitzel y Burt, 1976) y Dudar (1982) señalaron que las arbóreas, en general, manifiestan serias dificultades para establecerse, debido a factores de la más diversa índole, como son las condiciones edafoclimáticas y características de las semillas, calidad de la preparación del suelo, entre otros, y las arbóreas no constituyen una excepción.

La aplicación de estiércol en tierras de cultivo proporciona un beneficio ecológico al depositar nutrientes como nitrógeno y fósforo en el suelo; el nitrógeno del estiércol se encuentra principalmente en forma de amoníaco y las plantas lo usan como nutriente (Miner *et al.*, 2000).

Por estas razones, las acciones de este experimento se encaminaron a **determinar la influencia del marco de plantación y el estiércol vacuno en el establecimiento de *Moringa oleífera* para la producción de postes vivos.**

### **III.2.1 Materiales y métodos**

#### **III.2.1.1 Tratamientos**

El experimento se montó con un diseño de bloque al azar con seis tratamientos y tres réplicas.

##### Tratamientos

1-Distancias de 1 x 0,25 m

2-Distancias de 1 x 0,25 m + 20 t/ha<sup>-1</sup> de estiércol vacuno.

3-Distancias de 1 x 0,50 m

4-Distancias de 1 x 0,50 m + 20 t/ha<sup>-1</sup> de estiércol vacuno

5- Distancias de 1 x 1 m

6-Distancias de 1 x 1 m + 20 t/ha<sup>-1</sup> de estiércol vacuno

#### **III.2.1.2 Procedimiento experimental**

La preparación del suelo en el área de campo se efectuó por el método tradicional (aradura, grada, cruce y grada), teniendo en cuenta el tipo de suelo, el cultivo precedente y el grado de infestación de malezas. Luego se surcó a una profundidad aproximada de 30,0 cm, donde se plantaron los mejores individuos de la fase de vivero. Las parcelas tenían un área de 24 m<sup>2</sup> (4,0 m de largo y 6,0 m de ancho). A los seis días de la siembra se realizó la aplicación de materia orgánica (estiércol vacuno) a razón de 20,0 t.ha<sup>-1</sup>.

La distribución de las plantas se efectuó en un solo bloque, donde las calles tuvieron una orientación de este a oeste, en el sentido del movimiento del sol, con el objetivo de facilitar la penetración de la luz solar en los entre surcos.

El control del enyerbamiento se efectuó a través de chapeas manuales con el objetivo de facilitar el establecimiento de los tratamientos.

En la etapa de establecimiento fisiológico y para la selección de las estacas, cuando el 70 % de la plantación tenía 2,0 m de altura, se realizó un corte de establecimiento u homogenización del experimento.

#### **III.2.1.3 Variables medidas y estimadas**

**Supervivencia.** Cada quince días, a partir de las siembras en el campo, se procedió al conteo del número de plantas vivas. Este conteo sólo se realizó en los primeros cuarenta días posteriores a la plantación.

**Altura.** Desde el momento de la siembra y con una frecuencia mensual se registró la altura, en diez plantas por parcelas, mediante una regla graduada que se colocó en posición vertical sobre la superficie del suelo, anotando el valor que coincidía con la yema apical del tallo central.

*Diámetro de los rebrotes.* Se utilizó un pie de rey, realizando la medición a 15cm del suelo y con una frecuencia trimestral en 10 plantas por parcelas.

*Número de rebrotes.* El conteo de los rebrotes se realizó en 10 plantas por parcelas seleccionadas al azar y cada tres meses.

*Fenología.* Se realizó mensualmente en dos plantas por parcelas, hasta cumplirse todas las posibles floraciones. Para ello se utilizó la simbología establecida para este fin:

- ~ Fase vegetativa
- ^ Abotonamiento
- ⊂ Inicio de floración
- ⊃ Fin de floración

*Observaciones fitosanitarias.* A partir de la siembra en el campo y mensualmente se determinó el grado de afectación a 10 plantas por parcelas, para lo cual se utilizó la siguiente escala de valores:

- I- grado de afectación muy alto (100 % de área foliar afectada)
- II- grado de afectación alto (50 % de área foliar afectada)
- III- grado de afectación moderado (25 % de área foliar afectada)
- IV- grado de afectación ligero (10 % de área foliar afectada)
- V- grado de afectación incipiente (1 % de área foliar afectada)

### **III.3 Evaluación de *Moringa oleífera* como poste vivo**

Una particular importancia se le concede actualmente a las cercas vivas, ya que proporcionan una gran variedad de productos; entre estos sobresalen la producción de postes para nuevos cercados, forraje para los animales, leña, frutas y mieles para la avicultura, lo que las convierte en un indicador de sostenibilidad en los sistemas (Hernández, Pérez y Sánchez, 2001; Monzote y Funes-Monzote, 2003). Sin embargo, existen muy pocas experiencias sobre la producción intensiva de postes con la finalidad de lograr una reproducción acelerada en las principales arbóreas que pudieran formar parte de los cercados ganaderos.

El objetivo del presente trabajo consistió en **evaluar la influencia de la calidad de las estacas en la supervivencia de los postes vivos de *Moringa oleífera*.**

### **III.3.1 Materiales y métodos**

#### **III.3.1.1 Tratamientos**

Los tratamientos lo constituyeron las tres categorías de diámetros de la estaca seleccionados:

Categoría I. Diámetros menor de 2 cm

Categoría II. Diámetros entre 2 y 3 cm

Categoría III. Diámetros entre 4 a 5 cm

#### **III.3.1.2 Procedimiento experimental**

A los dos años de evaluada *Moringa oleífera* ecotipo Las Tunas en campo se seleccionaron las estacas de distintas categorías, las mismas contaban con 1,5 m de largo. Posteriormente, se sembraron 20 vástagos, en 5 réplicas para un total de 100 postes por categoría. Los mismos fueron sembrados a 1 m de separación uno de otro y a una profundidad de 30 cm.

#### **III.3.1.3 Variables medidas y estimadas**

*Supervivencia.* Cada quince días, a partir de las siembras en el campo, se procedió al conteo del número de plantas vivas.

*Observaciones fitosanitarias.* A partir de la siembra en el campo y cada quince días se determinó el grado de afectación, para lo cual se utilizó la siguiente escala de valores:

- I- grado de afectación muy alto (100 % de área foliar afectada)
- II- grado de afectación alto (50 % de área foliar afectada)
- III- grado de afectación moderado (25 % de área foliar afectada)
- IV- grado de afectación ligero (10 % de área foliar afectada)
- V- grado de afectación incipiente (1 % de área foliar afectada)

## Capítulo IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La escarificación de las semillas mostró incremento significativo en la emergencia de las plántulas, de modo que, a los siete días postsiembra, emergió el 44 % de las semillas fértiles mientras que, las semillas fértiles no escarificadas completaron su emergencia a los 20 días después de la siembra (tabla 6), lo que demuestra la efectividad del tratamiento de la semilla en la germinación.

Tabla 6. Efecto de la escarificación en la emergencia de la semilla (%).

Día	Semillas escarificadas	Semillas no escarificadas	EE±
7	44,6	24,6	4,7**
14	46,4	42,4	1,2**
21	46,4	42,4	1,2**

\*\*Significativo a  $P < 0,01$  (Duncan, 1955)

En este sentido, se puede plantear que existen algunas semillas de arbóreas que no necesitan ser tratadas para que germine su embrión; como *G. sepium* (Navarro y González, 1999) y *B. purpurea* (González, 2003); no obstante, hay otras semillas que poseen dormancia, aun recién cosechadas, y por tanto la escarificación es imprescindible para lograr una buena germinación. Un ejemplo de ello lo constituyen las pruebas realizadas en condiciones de vivero por González *et al.* (2005), quienes informan resultados en la estimulación de la germinación en semillas de 10 especies arbóreas tratadas con agua a 80°C durante dos minutos. Algunos autores como Duguma *et al.* (1988), plantean que las altas temperaturas favorecen la eliminación de la impermeabilidad de las cubiertas seminales y originan mayores germinaciones.

En Venezuela, Medina *et al.* (2007) estudiaron la germinación y crecimiento en vivero de moringa y encontraron que presentó una germinación y sobrevivencia de 100 %. Estos autores concluyeron que esta especie tiene un satisfactorio crecimiento en la fase de vivero de modo que las plantas pueden ser trasplantadas al campo a partir de la séptima y la décima semana (49-70 días).

La menor tasa de emergencia registrada en este trabajo comparado con el resultado citado puede ser debida a que las semillas utilizadas llevaban cuatro meses de cosechadas.

Las tasas de germinación reportadas varían entre 60 y 90 por ciento para semillas frescas (Sharma y Raina 1982, Jahn, et al. 1986, Nautiya y Venhataraman 1987). También está reconocido que el tiempo de almacenaje influye en la tasa de germinación. Así en la India se

reportaron tasas de 60, 48 y 7,5 % de germinación para semillas sembradas 1, 2 y 3 meses después de cosechadas (Sharma y Raina 1982), aunque también se informan menores germinaciones (10-60 %) en semillas de 1 mes de cosechadas (Morton 1991).

En este período se pudo observar plántulas trozadas a ras de suelo por grillos, en los diferentes tratamientos; sin embargo, la presencia de estos no ocasionó daños significativos en la plantación.

Medina *et al.* (2007) en trabajos realizados con la finalidad de evaluar el comportamiento ante el ataque de plagas e incidencia de enfermedades encontraron una respuesta similar a los resultados anteriormente expuestos.

Sin embargo, en trabajos experimentales realizados por García (2003) y Reyes (2004), se observa que las plantas de *M. oleifera* en condiciones de vivero son afectadas por un variado número de insectos entre los que se destacan *Atta* sp., *Mocis latipes*, *Coccus* sp., y en menor grado por *Acerias beldoni*.

De igual forma, Alfaro y Martínez (2008) observaron también ataques considerables de zompopo (*Atta* spp.), en condiciones de vivero especialmente en hojas y los brotes tiernos de las plántulas.

En la tabla 7 se puede apreciar como el tratamiento de escarificación mostró mayor velocidad de crecimiento (5,56 mm/día) de las plántulas que en el tratamiento sin escarificación (4,4 mm/día). Las causas de estas diferencias se deben a que las posturas de semillas escarificadas fueron 54 mm más altas que las posturas nacidas de semillas no escarificadas. Resultados similares fueron reportados por Pérez *et al.* (2010).

Tabla 7. Efecto de la escarificación de la semilla en la altura de la plántula (mm).

Día	Semillas escarificadas	Semillas no escarificadas	EE±
17	85	71	12,5**
21	109	89	16,3**
30	198	144	16,6**

\*\*Significativo a  $P < 0,01$  (Duncan, 1955)

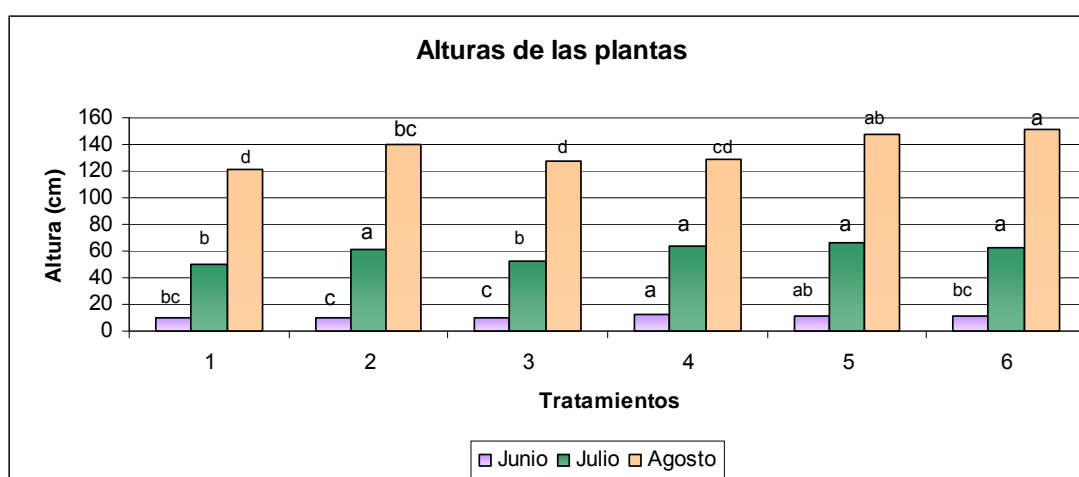
De acuerdo con estos resultados, la escarificación de las semillas propició disponer de posturas más vigorosas las cuales estuvieron listas para el trasplante antes que las logradas cuando no fueron escarificadas las semillas.

La mayoría de las arbóreas tienen un crecimiento lento durante la etapa de plántulas, lo que las hace vulnerables a la competencia con las malezas y los predadores, y a las defoliaciones durante el establecimiento (Maasdorp, 1992).

Todo parece indicar que la preparación de suelo (método convencional de aradura, grada, recruce y grada) empleado en este estudio, permitió un lecho de siembra apropiado para las plantas y de hecho favoreció su crecimiento y desarrollo, lo que permitió alcanzar un buen establecimiento del material empleado en esta fase.

La dinámica del crecimiento durante los tres primeros meses del establecimiento de las posturas (fig. 2) fue significativa entre los diferentes tratamientos. Las mayores alturas a los tres meses de plantado el cultivo se encontraron en los tratamientos 4 y 5, sin diferir entre ellos, aspecto que pudo deberse a la relación entre los marcos de plantación y los meses que demoran las plantas para el establecimiento, cuyo contraste indica que no todas las plantas fueron más altas con el aumento de la edad, por lo que el desarrollo no solo se manifiesta en el aumento de la altura, sino también en el engrosamiento del fuste y las ramas, así como en el aumento de estas en número, junto con el de las hojas.

En el mes de julio, se favorecieron todos los tratamientos con la aplicación del abono orgánico, sin influencia del marco de plantación, sin embargo no difirieron entre sí los tratamientos 2, 4, 5, 6 que a su vez difieren de los tratamientos 1 y 3. Este resultado es lógico, pues en estos primeros meses aún el cultivo no demanda una extracción de agua y nutrientes que sea limitado por su área vital. La influencia del abono orgánico radica en la acción que tiene sobre indicadores físicos, químicos y biológicos de la calidad del suelo (Galantini y Suñer, 2008) que permiten un mejor desarrollo y crecimiento del cultivo.



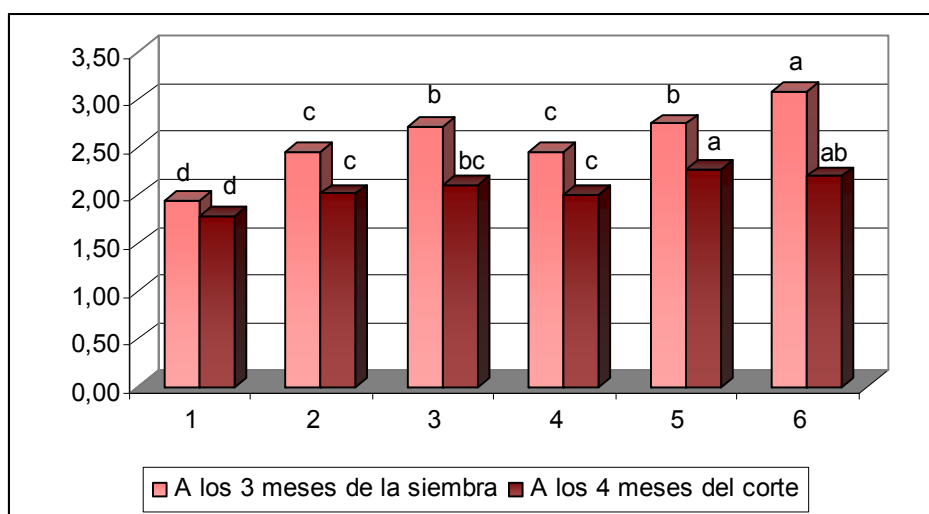
Valores con superíndices no comunes difieren a  $P < 0,05$  (Duncan, 1955)

Fig. 2. Dinámica de crecimiento de *Moringa oleífera* durante el establecimiento.

En la figura 3 se muestra el diámetro de los rebrotes a los 90 días de la siembra y después de los cuatro meses de haberse efectuado el corte de homogenización. Como se puede apreciar se encontraron diferencias significativas, con el mayor valor en el tratamiento 6. No difirieron entre sí los tratamientos 2 y 4 y el 3 y 5. Los resultados favorecieron de un modo más acentuado el mayor marco de siembra; ello pudiera estar relacionado con una menor competencia entre las plantas y se corrobora con lo encontrado por Ortiz *et al.* (2003), quienes informaron que el mayor espaciamiento condujo a un mayor diámetro y área basal de los rebrotes. Esta tendencia fue reportada también por Maravilla y Vázquez (1995) en trabajos realizados con *Gliricidia sepium*.

La aplicación de materia orgánica permitió obtener resultados similares en los tratamientos 2 y 4 pero diferentes con respecto al tratamiento 6. El valor más bajo lo alcanzó el tratamiento 1, lo cual coincide con investigaciones realizadas por Matías (2001) en asociación de *Gliricidia sepium* y *Panicum maximum*.

Esto indica que en los primeros estadios del establecimiento no hay una influencia marcada del efecto de la fertilización en las plántulas de moringa.



Valores con superíndices no comunes difieren a  $P < 0,05$  (Duncan, 1955)

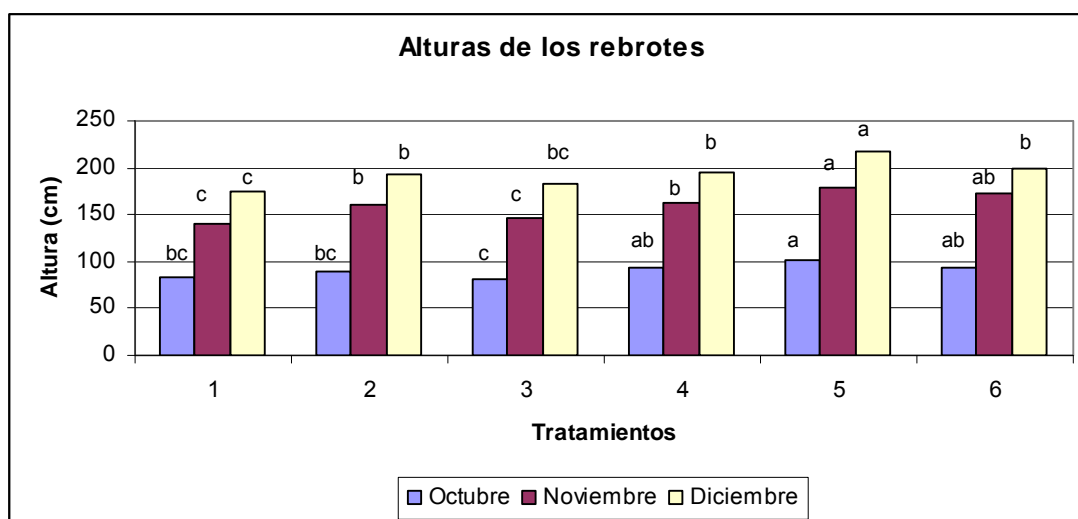
Fig. 3. Diámetro de los rebrotes (cm).

Similar comportamiento se obtuvo con el diámetro de los rebrotes después del corte de homogenización (a los cuatro meses). La aplicación de estiércol favoreció este indicador solo en el tratamiento 6 que alcanzó los mayores valores en lo que al diámetro de los rebrotes respecta, no encontrándose diferencias significativas entre los tratamientos 2, 3 y 4 ni entre 3



y 6 y 5 y 6 los cuales si difieren del tratamiento 1, el cual alcanzó los valores más bajos con relación al indicador evaluado. Este comportamiento pudo estar dado por un mejor desarrollo de los árboles y por un mayor número de ramas, resultados similares fueron obtenidos por Matías (2001).

Como se observa en la figura 4, al mes del corte (octubre) los rebrotes mostraban alturas superiores a los 50 cm, no mostrándose diferencias significativas entre los tratamientos 1, 2, y 3, ni entre 4, 5 y 6, tampoco mostro diferencias entre sí los tratamientos 1, 2, 4 y 6, aunque los tres últimos si difieren del tratamiento 3. Estos resultados permiten inferir que la aplicación o no de estiércol vacuno, así como el marco de plantación, no fue significativo en el crecimiento de los rebrotes en su estadio inicial, los cuales al parecer solo tomaron en cuenta para la realización de este proceso las reservas de la planta.



Valores con superíndices no comunes difieren a  $P < 0,05$  (Duncan, 1955)

Fig. 4. Alturas de los rebrotes después del corte de homogenización.

En la misma figura antes mencionada se puede apreciar un comportamiento diferente a los dos meses del corte (noviembre), en el cual los tratamientos 2, 4 y 6 no mostraron diferencias significativas, similar comportamiento alcanzaron los tratamientos 1 y 3. Se destacan en estos resultados los tratamientos donde se aplicó el estiércol vacuno el cual tuvo un efecto significativo en el desarrollo de los rebrotes, al poder brindar una mayor cantidad de nutrientes.

Un comportamiento similar se puede observar una vez transcurrido los tres meses (diciembre), en el que no existieron diferencias significativas entre los tratamientos 2, 4 y 6.

Resultados similares fueron los obtenidos por Mejías y Palencia (2005), al no encontrar diferencia significativa entre los diferentes marcos de plantación para la altura de los rebrotes en los distintos meses, ni en el diámetro al momento del corte.

Según Miner *et al.* (2000) la aplicación de estiércol en tierras de cultivo proporciona beneficio al depositar nutrientes como nitrógeno y fósforo en el suelo; el nitrógeno del estiércol se encuentra principalmente en forma de amoníaco fácilmente asimilable por las plantas. Además aumenta la capacidad de retención de agua, el intercambio catiónico, la filtración de agua al subsuelo y reduce la erosión.

En la tabla 8 se muestra que a partir de los tres meses posteriores del corte de homogenización, la influencia de la aplicación de la materia orgánica fue más acentuada, con mayores valores de altura en los tratamientos abonados con estiércol y con menor densidad de siembra. Sin embargo, el marco de plantación no difirió en la mayoría de los casos, excepto en el mes de marzo y abril donde el tratamiento E obtuvo el mayor valor y difirió de los demás, resultados estos que coinciden con los obtenidos por Mejías y Palencia, (2005). De manera general, existió la tendencia a obtener mayores alturas de las plantas en los tratamientos abonados con estiércol vacuno (4 y 6), sin embargo para los tratamientos no abonados el de mejor resultados resultó ser el 5.

Tabla 8. Altura de las plantas a los cuatro meses posteriores al corte de homogenización.

Tratamiento	Enero/2009	Febrero/2009	Marzo/2009	Abril/2009
1	206,00 <sup>b</sup>	219,30 <sup>b</sup>	236,33 <sup>c</sup>	246,33 <sup>c</sup>
2	210,33 <sup>b</sup>	221,00 <sup>b</sup>	235,00 <sup>c</sup>	248,00 <sup>c</sup>
3	212,33 <sup>b</sup>	224,67 <sup>b</sup>	245,67 <sup>c</sup>	262,67 <sup>bc</sup>
4	233,00 <sup>a</sup>	247,00 <sup>a</sup>	264,33 <sup>b</sup>	279,33 <sup>ab</sup>
5	249,00 <sup>a</sup>	265,67 <sup>a</sup>	288,33 <sup>a</sup>	298,67 <sup>a</sup>
6	235,33 <sup>a</sup>	247,70 <sup>a</sup>	266,33 <sup>b</sup>	281,00 <sup>ab</sup>
EE	4,27	4,62	4,87	5,21
CV %	8,0	8,25	8,07	8,21

Valores con superíndices no comunes difieren a  $P < 0,05$  (Duncan, 1955)

Se plantea que en los suelos pardos grisáceos, la incorporación de materia orgánica incrementa su productividad y la de los cultivos. Cairo (2003) señala que las características de textura ligera en estos suelos y su pobre retención hídrica y catiónica requieren de la aplicación continua de residuos y materiales orgánicos. Por otra parte, Rosell *et al.* (2001) plantea que las cantidades de residuos orgánicos disponibles en los países tropicales no son suficientes para incrementar los contenidos de MO significativamente por lo que se deben

combinar técnicas diversas como son: fertilizar, compostear y la utilización de sistemas de agroforestería. León (2003), Mejía y Palencia (2005), Colás (2007) y Gattorno (2008), coinciden en que la aplicación de materia orgánica, es una alternativa de manejo que permite recuperar las condiciones de fertilidad y aún mejorarlas.

En cuanto al número de rebotes totales (al año de homogenización de la plantación), en la tabla 9 se puede observar que existieron diferencias significativas entre los tratamientos, con influencia del marco de plantación, el mayor número de rebotes totales fue encontrado en el tratamiento 4 y el menor en el 3. Nótese en la mencionada tabla que los menores valores del total de rebotes, se alcanzaron en los tratamientos 3 y 2 este último para el caso del diámetro entre 4-5 cm, difiriendo significativamente del resto de los tratamientos.

La calidad de los rebotes, se considera un indicador importante pues define la supervivencia y calidad de la plantación. Se evidenció que los tratamientos abonados con estiércol (4 y 6) obtuvieron el mayor número de rebotes con diámetros entre 4-5 cm, sin diferir entre los diferentes marcos de plantación.

Tabla 9. Rebotes totales y su clasificación según diámetro.

Tratamientos	Total de rebotes	< 2 cm	2-3 cm	4-5 cm
1	129,33 <sup>ab</sup>	63,67 <sup>a</sup>	43,33 <sup>ab</sup>	22,33 <sup>b</sup>
2	108,33 <sup>b</sup>	42,33 <sup>b</sup>	45,67 <sup>ab</sup>	20,33 <sup>b</sup>
3	71,33 <sup>c</sup>	16,00 <sup>c</sup>	32,33 <sup>c</sup>	23,00 <sup>b</sup>
4	147,00 <sup>a</sup>	56,33 <sup>a</sup>	59,30 <sup>a</sup>	31,67 <sup>a</sup>
5	116,33 <sup>b</sup>	37,67 <sup>b</sup>	51,00 <sup>a</sup>	27,67 <sup>ab</sup>
6	85,67 <sup>c</sup>	19,00 <sup>c</sup>	33,00 <sup>c</sup>	33,66 <sup>a</sup>
EE	0,31	0,35	0,21	0,13
CV %	12,9	24,0	14,0	11,0

Los datos fueron transformados según  $\sqrt{x}$ . Valores con superíndices no comunes difieren a  $P < 0,05$  (Duncan, 1955)

Como se muestra en la tabla 10 el número total de rebotes por plantón fue superior en el tratamiento 6, el cual no difiere con el tratamiento 3 pero sí con el resto de los tratamientos. Este resultado pudo estar relacionado con el área vital por árbol pues en la medida que esta sea más amplia permite una emisión más elevada de rebotes, que alcanzaron los parámetros requeridos para ser considerados como postes. Resultados similares fueron obtenidos por Matías (2001) en la producción de semillas y postes vivos en una asociación de *Gliricidia sepium* y *Panicum maximum*.

Con relación a la calidad de los rebrotes a los dos años del corte de rehabilitación, sobre la base del diámetro (> 4 cm) se puede observar, que el tratamiento 5 fue superior difiriendo significativamente de los demás tratamientos.

Tabla 10. Calidad y cantidad de rebrotes a los dos años del corte de rehabilitación.

Tratamiento	Rebrotes por plantones	Rebrotes >4 cm
1	2,30 <sup>c</sup>	19,00 <sup>d</sup>
2	2,85 <sup>b</sup>	35,30 <sup>b</sup>
3	3,55 <sup>ab</sup>	29,66 <sup>c</sup>
4	2,38 <sup>c</sup>	29,00 <sup>c</sup>
5	3,06 <sup>b</sup>	44,00 <sup>a</sup>
6	3,99 <sup>a</sup>	31,30 <sup>c</sup>
EE	0,15	1,87
CV %	21	20

\* Los datos fueron transformados según  $\sqrt{X}$ . Valores con superíndices no comunes difieren a  $P < 0,05$  (Duncan, 1955)

Durante este período de evaluación, el grado de afectación por plagas y enfermedades fue entre incipiente y ligero, por lo que no hubo una incidencia fuerte en el área foliar. Este aspecto es muy interesante, ya que los efectos ocasionados por este tipo de estrés, muy común en las fases de establecimiento, pueden ocasionar cuantiosas pérdidas en términos cuantitativos y cualitativos de la biomasa, lo que se ha discutido en innumerables trabajos desarrollados con recursos fitogenéticos y arbóreos.

Otro elemento interesante observado fue el relacionado con la fenología. En este sentido, se comprobó que durante el período evaluado la especie en estudio mostró todas las fases fenológicas, aspecto muy positivo y que muestra la lucha de la especie con el ambiente por la supervivencia. Además, se evidenció que *M. oleifera* es una planta caducifolia que en el mes de febrero pierde sus hojas.

En lo que a supervivencia respecta, en la figura 5 se puede apreciar que no hubo diferencias entre los tratamientos y los valores estuvieron entre 70 y 94 %, lo que demuestra que la distancia de siembra no afectó el establecimiento de *M. oleifera*, aunque debe destacarse que los tratamientos 5 y 6 fueron los que alcanzaron los mayores valores.

Estos resultados son similares a los reportados por Sánchez *et al.* (2004) cuando evaluaron el establecimiento de *Erythrina berteroana* como cerca viva. De igual forma coinciden con los obtenidos por Alonso *et al.* (2000) cuando evaluaron el efecto de la fecha de plantación en el establecimiento de *Erythrina* sp., quienes obtuvieron 92 %; también son similares a los valores de supervivencia informados para diferentes especies arbóreas sembradas en confluencias de potreros por Ruiz *et al.* (2003) y superiores a los obtenidos por Reinoso *et al.*

(2002) cuando evaluaron *B. simaruba* y *Spondias monbin* en cercas vivas en áreas de pastoreo.

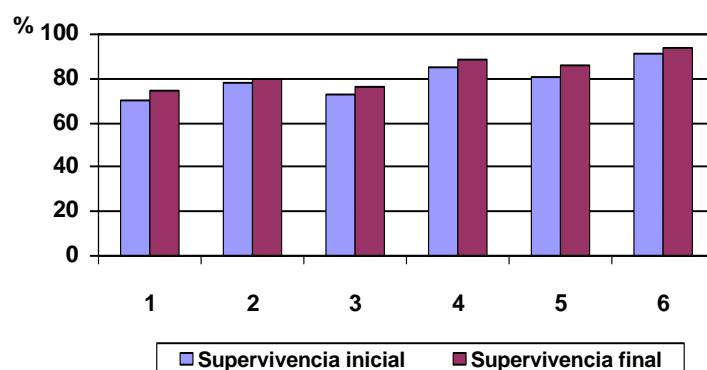
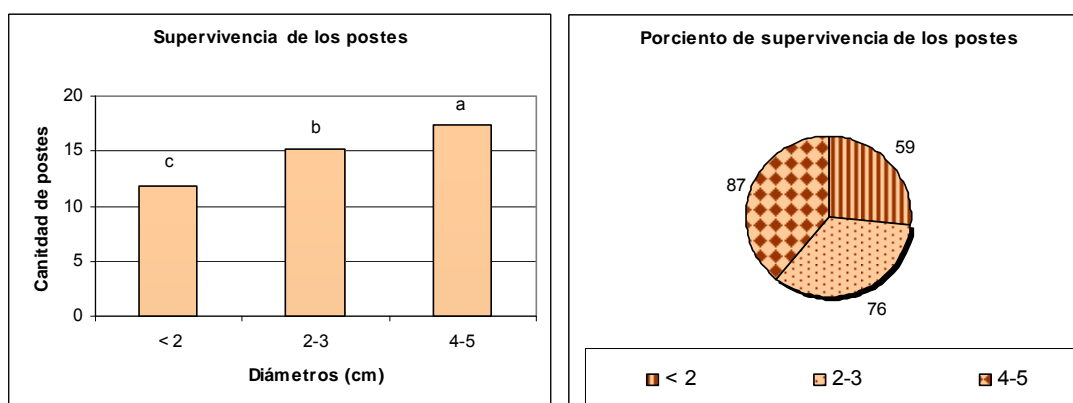


Fig. 5. Supervivencia de la especie durante el establecimiento.

Los resultados obtenidos en la supervivencia de las plantas tienen gran valor desde el punto de vista práctico y sugieren que se puede utilizar cualquier distancia de siembra sin afectar la viabilidad de las plantas durante la fase de establecimiento.

Otro indicador importante en la evaluación de moringa como poste vivo lo constituye la calidad de los postes, la cual se evaluó atendiendo a la supervivencia según el diámetro del poste (fig. 6). En este sentido, el mayor por ciento de supervivencia (87 %) se obtuvo en los postes de diámetro de 4-5cm, lo que difirió significativamente de los demás tratamientos. Estos resultados difieren de los obtenidos por Clavo y De la Torre (1997) en los que el diámetro de las estacas (3-5 y 6-8 cm) no influyó en la supervivencia de *Jatropha* sp.

Los resultados obtenidos contribuyen al manejo de *Moringa oleifera* para su utilización en cercas vivas y sistemas silvopastoriles, además, tienen un gran valor desde el punto de vista práctico pues sugiere la utilización de estacas con diámetro mayor que dos para lograr una adecuada viabilidad de las plantas durante la fase de establecimiento.



Valores con superíndices no comunes difieren a  $P < 0,05$  (Duncan, 1955)

Fig. 6. Evaluación de la supervivencia de los postes según diámetros (cm).

## CONCLUSIONES

1. La escarificación de la semilla de moringa influyó en la velocidad de germinación, así como, en la posterior velocidad de crecimiento de las plántulas lo que se revierte en menor tiempo de permanencia de las posturas en vivero.
2. El crecimiento de los postes fue lento y las distancias de 1 x 0,25 m, 1 x 0,50 m y 1 x 1 m más 20 t/ha de estiércol vacuno mostraron un mejor desarrollo de los postes, que se caracterizaron por una mayor altura.
3. La supervivencia de *Moringa oleífera* durante el establecimiento fue alta, con valores superiores al 70 %, se destaca el tratamiento con distancias de 1 x 1 m más 20 t/ha de estiércol vacuno, que alcanzó un 94 %.
4. El mejor marco de siembra para la obtención de postes vivos fue 1 x 0,50 m más 20 t/ha de estiércol vacuno, con mayor cantidad de vástagos totales y por hectáreas.
5. Las estacas de *Moringa oleífera* de diámetro entre 4-5 cm presentaron una alta capacidad de propagación vegetativa y un mayor porcentaje de supervivencia (87 %).

## RECOMENDACIONES

1. Utilizar estacas con diámetro entre 4 y 5 cm y emplear la distancia de 1 x 0,50 m más 20 t/ha de estiércol vacuno para el establecimiento y explotación de postes vivos de *Moringa oleífera*.
2. Realizar esta investigación en otros suelos.

## NOVEDAD CIENTÍFICA

- Por primera vez en Cuba se realizan estudios sobre la producción de postes vivos de *Moringa oleifera* en suelos Pardos Grisáceos.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALFARO, NORMA C. & MARTÍNEZ, W. 2008. Uso potencial de la moringa (*Moringa oleifera*, Lam) para la producción de alimentos nutricionalmente mejorados. Cartilla: Caracterización agronómica y nutricional de la *Moringa oleifera* Lam (en el contexto guatemalteco) INCAP-Guatemala. 30p.
- ALONSO, J.; FEBLES, G.; RUIZ, T.E. & GUTIÉRREZ, J.C. 2000. Efecto de la fecha de plantación en el establecimiento de árboles como cercas vivas en áreas de pastoreo. Memorias. IV Taller "Los árboles y arbustos en la ganadería tropical". EEPF "Indio Hatuey", Matanzas, Cuba. p. 170
- ARANDA, I.E.; PÉREZ, P.J. & GRANADOS, Z.L. 2004. El cocoite: como alternativa forrajera para la alimentación de rumiantes. Instituto para el desarrollo de sistemas de producción de trópico húmedo en Tabasco. Folleto técnico. Tabasco, México. 28 p.
- BAGGIO, A.J. & HEUVELDOP, J. 1982. Implantacao, manejo e utilizacao do sistema agroflorestal cercas vivas de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud na Costa Rica. *Boletim de Pesquisa Florestal*. 5:19
- BOSH, H. 2009. Útil aporte para elevar uso de postes vivos en la ganadería. Periódico Granma. La Habana, miércoles 24 de junio de 2009. Año 13, No. 175
- BOUWMAN, A.F. & BOOIJ, H. 1998. Global use and trade of feedstuffs and consequences for the nitrogen cycle. *Nutr. Cycl. Agroecosyst.* 52:261
- BUCKLES, D. 1993. La revolución de los abonos verdes. *Revista Pasos*. (5):30
- BUDOWSKI, G. 1987A. Living fences: a widespread agroforestry practice in Central America. In: Agroforestry: realities, possibilities and potentials. (Ed. H.L. Gholz). Nijhoff. Dordrecht, The Netherlands. p. 169
- BUDOWSKI, G. 1987B. The development of agroforestry in Central America. In: Agroforestry, a decade of development. (Eds. H.A. Steppeler and P.K. Nair). ICRAF. Nairobi, Kenya. p. 69
- BUDOWSKI, G.; RUSSO, O. & MORA, H. 1985. Productividad de una cerca viva de *Erythrina berteroana* Urban en Turrialba, Costa Rica. Turrialba. 35 (1):83
- BUDOWSKI, G. & RUSSO, R. 1993. Live fence post in Costa Rica: a compilation of the farmer's Beliefs and Technologies. *J. Sustainable Agric.* 3 (2):65-87
- BURÉS, SILVIA. 2004. El sostén de los cultivos tierras y sustratos. *Serie Horticultura*. 176:40-43. <http://www.horticom.com/bookshop>

- CAIRO, P. 2003. Fertilidad física del suelo y la agricultura orgánica del trópico. CD Biblioteca UCLV. 34 p.
- CAMACHO, Y. 1992. Mediciones del componente arbóreo en cercas vivas y cortinas rompevientos. Conferencia. Curso Internacional "Desarrollo de Sistemas Agroforestales". CATIE. Turrialba, Costa Rica. 56 p.
- CAPULIN, G.J.; NUÑEZ, E.R.; ETCHEVERS, B.J. & BACA, C.G. 2001. Evaluación del extracto líquido de estiércol bovino como insumo de nutrición vegetal en hidroponía. *Agrociencia*. 35:287
- CLAMENS, C. 1998. Exudados gomosos de plantas localizadas en Maracaibo, Venezuela. *Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata*. 103 (2):119
- CLAVO, MIRELLA & DE LA TORRE, M. 1997. Capacidad de propagación vegetativa de cinco especies arbóreas para cercos ganaderos con postes vivos en la zona de Pucallpa *Revista de Investigaciones Pecuarias*. 8 (1):69
- COLÁS, ARIANY. 2007. Obtención de indicadores de calidad de un suelo Ferralítico Rojo compactado. Tesis Maestría. UCLV. Cuba
- Comisión Técnica de Fitomed. 2010. Paraíso francés. [http://www.sld.cu/fitomed/paraiso\\_frances.htm](http://www.sld.cu/fitomed/paraiso_frances.htm). [02/02/2010]
- COVA, L. 2007. Efecto perjudicial de *Moringa oleifera* (Lam.) combinada con otros desechos agrícolas como sustratos para la lombriz roja (*Eisenia* spp.). *Interciencia*. 32 (11):769
- CRANE, J.C. 1945. Living fence posts in Cuba. *Agriculture in Americas*. 5 (2):34
- CROESS, RUBELIS & VILLALOBOS, NURIS. 2008. Caracterización en cuanto a edad y altura de corte del moringo (*Moringa oleifera*) como uso potencial en la alimentación animal. Instituto Universitario de Tecnología de Maracaibo. Trabajo especial de grado para optar al título de Técnico Superior Universitario en Ciencias Agropecuarias. Mención Agropecuaria. Maracaibo. [http://www.moringa.es/pageID\\_7271377.html](http://www.moringa.es/pageID_7271377.html). [02/02/2010]
- DUDAR, Y.A. 1982. Nota técnica acerca de la dinámica de germinación en semillas de leguminosas. *Pastos y Forrajes*. 5:39
- DUGUMA, B.; KANG, B.T. & OKALI, D.U.U. 1988. Factors affecting germination of leucaena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit) seed. *Seed Science and Technology*. 16:489
- DUNCAN, D.B. 1955 Múltiple range and múltiple F test. *Biometrics*. 11:1.
- FALASCA, SILVIA & BERNABÉ, MARÍA A. 2008. Potenciales usos y delimitación del área de cultivo de *Moringa oleifera* en Argentina. *Revista Virtual de REDESMA*. p. 1. <http://revistavirtual.redesma.org/vol3/pdf/investigacion/Moringa.pdf>. [02/02/2010]

- FOIDL, N. 1999. Utilización del marango (*Moringa oleífera*) como forraje fresco para ganado. En: Agroforestería para la alimentación animal en Latinoamérica. (Eds. M.D. Sánchez y M. Rosales). Estudio FAO: Producción y Sanidad Animal No. 143. p. 341
- FOIDL, N.; MAKKAR, H.P.S. & BECKER, K. 2001. The potential of *Moringa oleífera* for agricultural and industrial uses. In: Fugí, L. (ed). "The Miracle Tree: The multiple attributes of moringa. CTA Wageningen/CWS Dakar. 19 p.
- FUGLIEE, L. 2000. Se estudian nuevos usos del marango en Nicaragua. *EDN 68* (Spanish). <http://www.echotech.org/network>. [25/01/2010]
- FUNES, F. 1996. Piñón amoroso, florido o bienvestido. Su empleo como poste vivo. *Agricultura Orgánica*. 2 (2):14
- GALANTINI, J.A.; ROSELL, R.A. & IGLESIAS, J.O. 1994. Determinación de materia orgánica en fracciones granulométricas de suelos de la región semiárida bonaerense. *Ciencia del Suelo*. 12 (2):81
- GALANTINI, J.A. & SUÑER, L. 2008. Soil organic matter fractions: analysis of Argentine soils. *Agriscientia*. XXV (1):41
- GARAVITO, U. 2008. *Moringa oleífera*, alimento ecológico para ganado vacuno, porcino, equino, aves y peces, para alimentación humana, también para producción de etanol y biodiesel. [http://www.engormix.com/moringa\\_oleifera\\_alimento\\_ecologico\\_s\\_articulos\\_1891\\_AGR.htm](http://www.engormix.com/moringa_oleifera_alimento_ecologico_s_articulos_1891_AGR.htm). [02/02/2010]
- GARCÍA ROA, M. 2003. Producción de semillas forestales de especies forrajeras enfatizados en sistemas silvopastoriles. INAFOR. 37 p. <http://www.inafor.gob.ni/index.php/publicaciones>. [02/02/2010]
- GATTORNO, M.S. 2008. Evaluación de la fertilidad actual del suelo Ferralítico Rojo bajo condiciones de explotación intensiva en Empresas de Cultivos Varios de Villa Clara. Tesis de Diploma. UCLV. Cuba
- GEILFUS, F. 1994. El árbol al servicio del agricultor. Manual de agroforestería para el desarrollo rural. Guía de especies. CATIE-ENDA CARIBE. Turrialba, Costa Rica. 778 p.
- GIRALDO, A.G. 2003. Cercas vivas como fuente de alimento para el ganado y leña. Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT. Proyecto Comunidades y Cuencas. Colombia
- GNAU. 2007. Manual técnico para organopónicos, huertos intensivos y organoponía semiprotegida.

- GONZÁLEZ, P.J.; VIEITO, E.L.; RAMÍREZ, J. & CRUZ, MADELÍN. 2001. Contribución de los recursos locales a la producción sostenible de semillas de plantas forrajeras. Memorias I Simposio Internacional sobre Ganadería Agroecológica (SIGA). La Habana. 69 p.
- Graffin, P.H. 1971. Etude intégrée de la décomposition d'apport organiques dans le sol. *Ann. Agron.* 2 (2):213
- GONZÁLEZ, YOLANDA. 2003. Comportamiento germinativo y deterioro de las semillas de *Bauhinia purpurea* almacenadas al ambiente. *Pastos y Forrajes*. 26:115
- GONZÁLEZ, YOLANDA; MATÍAS, C.; PÉREZ, A. & NAVARRO, MARLEN. 2005. Producción, beneficio y conservación de semillas de plantas arbóreas. En: El silvopastoreo: Un nuevo concepto de pastizal. (Ed. L. Simón). Editorial Universitaria. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. p. 49
- GONZÁLEZ, P.J.; VIEITO, E.L.; SUÁREZ, J.J.; RAMÍREZ, J. & CAMINA, F. 1998. Comportamiento de *Gliricidia sepium* utilizada como postes vivos en cinco localidades de la provincia de La Habana. Memorias. III Taller Internacional Silvopastoril "Los árboles y arbustos en la ganadería". EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 138
- GOPALAN, C.; RAMA, SASTRI, B. & BALASUBRAMANIAN. V. 1994. Nutritive value of Indian foods. Hyderabad, India (National Institute of Nutrition). Revised and updated by B.S. Narasinga Rao; Y.G. Deosthale and K.C. Pant)
- HARVEY, C.A.; VILLA NUEVA, C.; CHACÓN, M.; VILLACÍS, J.; PÉREZ, A.; MUÑOZ, D.; MARTÍNEZ, J.; NAVAS, A.; IBRAHIM, M.; GÓMEZ, R.; LÓPEZ, M. & SINCLAIR, F.L. 2004. Economic and ecological roles of live fences in cattle production systems of Costa Rica and Nicaragua. In: The importance of silvopastoral system in rural livelihoods to provide ecosystem services. 2<sup>nd</sup> International Symposium on Silvopastoral Systems. (Eds. L't Mannelje; L. Ramírez, M. Ibrahim, C. Sandoval, N. Ojeda y J. Ku). Universidad Autónoma de Yucatán. Yucatán, México. p. 201
- HERNÁNDEZ, A.; PEREZ, J.M.; BOSCH, D.; RIVERO, L.; CAMACHO, E.; RUIZ, J.; JAIME, E.; MARSON, R.; OBREGON, A.; TORRES, J.M.; GONZALEZ, J.E.; ORELLANA, R.; PANEQUE, J.; MESA, A.; FUENTES, ENMA; DURAN, J.E.; PENA, J.; CID, G.; PONCE, D.; HERNANDEZ, MAYDA; FROMETA, E.; FERNANDEZ, LIBIA; GARCES, N.; MORALES, MARISOL; SUAREZ, ALBIA; HERNÁNDEZ, I.; PINO, ESTHER; HERNÁNDEZ, R. & SIMÓN, L. 1994. Estudio preliminar sobre el uso de cercas vivas en las fincas campesinas. Resúmenes. Taller Internacional "Sistemas silvopastoriles en la producción ganadera". EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 47

- HERNÁNDEZ, I. & SIMÓN, L. 1993. Los sistemas silvopastoriles: Empleo de la agroforestería en las explotaciones ganaderas. *Pastos y Forrajes*. 16:99
- HERNANDEZ, I.; PEREZ, E. & SANCHEZ, TANIA. 2001. Las cercas y los setos vivos como una alternativa agroforestal en los sistemas ganaderos. *Pastos y Forrajes*. 24:93
- HERNÁNDEZ, I.; PÉREZ, E. & SÁNCHEZ, TANIA. 2001. Las cercas y los setos vivos como una alternativa agroforestal en los sistemas ganaderos. *Pastos y Forrajes*. 24:93
- IGLESIAS, J. & SÁNCHEZ, TANIA. 2000. Evaluación del establecimiento de *Erythrina berteroana* como cerca viva en áreas de pastoreo. Memorias. IV Taller Internacional Silvopastoril "Los árboles y arbustos en la ganadería tropical". EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 197
- JAHN, SAMIA AL ASARÍA, MUSNAD, HASSAN, A., BURGSTALLER, HEINZ. 1986. The tree that purifies water: cultivating multipurpose Moringaceae in the Sudan. *Unasylva*. 38(2):23
- LEÓN, G.J. 2003. Manejo ecológico de un suelo Pardo Grisáceo (Inceptisol) degradado. Tesis presentada en opción al título de Master en Agricultura Sostenible. Facultad de Ciencias Agropecuarias. UCLV.
- MAASDORP, B.V. 1992. Adaptation of genus *Leucaena* to high altitude, subhumid conditions in Zimbabwe. Agroforestry Research in Southern Africa. Summary Proceedings International Workshop. ICRAF. Nairobi, Kenya. p. 127
- MARAVILLA, E. & VÁZQUEZ, W. 1995. Crecimiento y rendimiento de *Gliricidia sepium* bajo 4 densidades iniciales de plantación en Tipitapa, Nicaragua. En: Boletín Silvoenergía. CATIE. Turrialba, Costa Rica. No. 60. p. 26
- MATÍAS, C. 2001. Efecto del marco de siembra en la producción de semillas y postes vivos en una asociación de *Gliricidia sepium* y *Panicum maximum*. *Pastos y Forrajes*. 24:133
- MATÍAS, C. & RUZ, VIVIAN. 2000. Influencia del marco de siembra en la producción de postes vivos en una asociación de *Gliricidia sepium* y *Panicum maximum* cv. Likoni. Memorias. IV Taller Internacional Silvopastoril "Los árboles y arbustos en la ganadería tropical". EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 205
- MEDINA, MARÍA G.; CLAVERO, T.E. & IGLESIAS, J.M. 2007. Estudio comparativo de *Moringa oleifera* y *Leucaena leucocephala* durante la germinación y la etapa inicial de crecimiento. *Zootecnia Tropical*. 25:83
- MENDIETA, L. 2000. La cerca viva en la zona baja (alternativa para el manejo de la cubierta vegetal y actividades silvopastoriles en Loja, Ecuador). Memorias. IV Taller Internacional

- Silvopastoril "Los árboles y arbustos en la ganadería tropical". EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 208
- MEJÍA, L. A.; PALENCIA, G. E. 2005. Abono orgánico. Manejo y uso en el cultivo de Cacao. <http://www.turipana.org.co>. [17/03/2005]
- MELÉNDEZ, L. & RUSSO, R. 2000. Maestro de la agroforestería latinoamericana. *Agroforestería en las Américas*. 7 (28). <http://web.catie.ac.cr/INFORMACION/RAFA/rev28/tc28.htm>. [02/02/2010]
- MINER, J.R.; HUMENIK, F.J. & OVERCHASH, M.R. 2000. Managing livestock wastes to preserve environmental quality. Environmental Quality. Iowa State University Press. Ames, IA, USA. p. 318
- MONTAGNINI, FLORENCIA. 1992. Sistemas agroforestales. Principios y aplicaciones en los trópicos. 2da ed. IICA. San José, Costa Rica. 657 p.
- MONTESINOS, S. 2010. *Moringa oleifera* un árbol promisorio para la ganadería. *ACPA*. (2):50
- MONZOTE, MARTHA & FUNES-MONZOTE, F. 2003. Metodología y experiencias metodológicas para evaluar la conversión de la producción bovina hacia una ganadería integrada agroecológica. En: Curso Internacional IIPF. Ciudad de La Habana, Cuba. 40 p.
- MORTON, JULIA F. 1991. The Horseradish tree, *Moringapterygosperra* (Moringaceae) A
- MUÑOZ, G. 1995. Gerardo Budowski: promotor de la agroforestería. *Agroforestería en las Américas*. 2 (7):7
- NARVÁEZ, C.G.; PAREDES, H.E.; GUEVARA; H.F.; CONSEJO; J.J.; CID, M. & VARGAS, N.A. 2002 Validación de estrategias para la conservación de suelos en los Chimalapas, Oaxaca. Informe final,. Red de Grupos de Agricultura de Cobertura. UACH. Centro Regional Universitario Sur. 38 p.
- NAUTIYAL, B.P. & VENHATARAMAN, K.G. 1987. Moringa an ideal tree for social forestry. 1. Growing conditions and uses. *Myforest*. 23 (1):53
- NAUTIYAL, B.P. & VENHATARAMAN, K.G. 1987. Moringa (drumstick) an ideal tree for social forestry. 1: Growing conditions and uses. *Myforest*. 23:53
- NAVARRO, MARLEN & GONZALEZ, YOLANDA. 1999. Identificación del período de latencia en tres especies de árboles leguminosos. *Pastos y Forrajes*. 22:239
- NICHOLSON, S.S. 2007. Nitrate and nitrite accumulating plants. In: Gupta, R.C. (ed). Veterinary toxicology, basic and clinical principles. Elsevier Ltd, Netherlands. p. 876

- ORTÍZ, OSIRIS; MERCADET, ALICIA; HERRERA, ODAYAMI; RAMOS, LOURDES & RAMOS, R. 2003. Influencia del espaciamiento en el comportamiento de *Gliricidia sepium*. *Pastos y Forrajes*. 26:197
- OTÁROLA, A. 1995. Cercas vivas de madero negro: práctica agroforestal para sitios con estación seca marcada. *Agroforestería en las Américas*. 2 (5):24
- PEDRAZA, R.; GÁLVEZ, M.; GUEVARA, R.; GUEVARA, G. & CURBELO, L. 1999. Nota técnica: Simulación de los beneficios productivos y económicos del uso del follaje de las cercas vivas de *Gliricidia sepium* como suplemento para la producción de leche. *Rev. Prod. Anim.* 11:103
- PÉREZ, YAIMARA, VALDÉS, L.R & GARCÍA-SOLDEVILLA, L.A.F. 2010. *Moringa oleífera*: germinación y crecimiento en vivero. *Ciencia y Tecnología Ganadera*. 4 (1):43
- PEZO, D. & IBRAHIM, M. 1999. Sistemas silvopastoriles. Módulo de enseñanza agroforestal No. 2. CATIE-GTZ. Turrialba, Costa Rica. 275 p.
- PINOS, J.M.; JUAN, C.; GARCÍA, J.C.; PEÑA, L.Y.; RENDÓN, J.A.; GONZÁLEZ CECILIA & FLOR TRISTÁN, F. 2012. Impactos y regulaciones ambientales del estiércol generado por los sistemas ganaderos de algunos países de América. *Agrociencia* 46:359
- POWERS, W. 2009. Environmental challenges ahead for the U.S. dairy industry. In: Proc. 46th Florida Dairy Production Conference. Gainesville, FL, USA. p. 13
- PRICE, M.L. 2000. The Moringa tree. Educational Concerns for Hunger Organization (ECHO). Technical Note. 1985 (revised 2000). <http://www.echotech.org/technical/technotes/moringabiomasa.pdf>. [15/01/2010].
- Radulovich, R. 1994. Tecnologías productivas para sistemas agrosilvopecuarios de ladera con sequía estacional. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 190 p.
- RACKHAM, O. 1977. Hedgerow trees: their history, conservation on renewal. *Arboricultural Journal*. 3:169
- RAMACHANDRAN, C. 1980. Drumstick (*Moringa oleífera*) a multipurpose Indian vegetable. *Economic Botany*. 34 (3):276
- REEVES, D.W. 1997. The role of soil organic matter in maintaining soil quality in continuous cropping systems. *Soil & Tillage Research*. 43:131
- REINOSO, M.; TANDRÓN, I. & NOVAL, E. 2002. Evaluación de algunos indicadores agronómicos durante el establecimiento de un sistema silvopastoril. I. Cercas vivas. En: Memorias V Taller Internacional Silvopastoril. Memorias. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba

- REYES, N. 2004. Marango: Cultivo y utilización en la alimentación animal. Universidad Agraria Nacional. 24 p.
- REYES, N. 2006. *Moringa oleifera* and *Cratylia argentea*: potential fodder species for ruminants in Nicaragua. Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science, Department of Animal Nutrition and Management Uppsala. Doctoral thesis Swedish University of Agricultural Sciences Uppsala. [http://diss.epsilon.slu.se/archive/00001027/01/NRS\\_General\\_Discussion\\_Final\\_Version\\_Nov\\_05.pdf](http://diss.epsilon.slu.se/archive/00001027/01/NRS_General_Discussion_Final_Version_Nov_05.pdf). [16/02/2010]
- ROSELL, R.A.; GASPARONI, J.C. & GALANTINI, J.A. 2001. Soil organic matter evaluation. In: Assessment methods for soil carbon (Ed. R. Lal, J.M. Kimble, R.F. Follett y B.A Stewart). Serie Advances in Soil Science. Chapter 21. p. 311
- RUIZ, T.; FEBLES, G.; JORDÁN, H.; CASTILLO, E.; GALINDO, JUANA; CHONGO, BERTHA & DELGADO, DENIA. 2003. Aspectos conceptuales a considerar en el empleo de sistemas silvopastoriles en el áreas tropicales En: Curso Internacional "Ganadería, desarrollo sostenible y medio ambiente". Módulo II. Marco conceptual. [CD-ROM]
- SÁNCHEZ, TANIA, IGLESIAS, J. & MILERA, MILAGROS. 2004. Nota técnica: Evaluación del establecimiento de *Erythrina berteroana* como cerca viva en áreas de pastoreo. *Pastos y Forrajes*. 22:239
- SAUER, J.D. 1979. Living fences in Costa Rican agriculture. *Turrialba*. 29:255
- SHARMA, G.K. & RAINS, V. 1982. Propagation techniques of *Moringa oleifera* Lam. In: Improvement of forest biomass. (Khosia, P.K., ed.). Proceedings of a Symposium. Indian Society of Tree Scientist. Solan, India. p. 175
- SHARMA, G.K. & RAINA, V. 1982. Propagation techniques of *Moringa oleífera* Lam. In: Khosla, P.K., ed. Improvement of forest biomass: Proceedings of a Symposium. Indian Society of Tree Scientists. Solan, India. p. 175
- SIMÓN, L.; HERNÁNDEZ, I. & HERNÁNDEZ, D. 1995. Los sistemas silvopastoriles como opción para el desarrollo ganadero. Conferencias y mesas redondas. III Encuentro Nacional de Agricultura Orgánica. La Habana. p. 67
- SOMARRIBA, E. 1995. Guayaba en potreros: establecimiento de cercas vivas y recuperación de pasturas degradadas. *Agroforestería de las Américas*. 2 (6):27
- STANDLEY, P.C. 1922. Trees and shrubs of Mexico. Contributions. U.S. National Herbarium. 23 (2):482



- TAN, Z.; LAL, R.; OWENS, L. & IZAURRALDE, R.C. 2007. Distribution of light and heavy fractions of soil organic carbon as related to land use and tillage practice. *Soil Till. Res.* 92:53-59.
- TEITZEL, J.K. & BURT, R.L. 1976. *Centrosema pubescens* in Australia. *Tropical Grassland.* 10:5
- TROUP, R.S. 1921. The silviculture of Indian trees. 3 vol. Clarendon Press. Oxford. 1195 p.
- VÍQUEZ, E.; ROMERO, F. & BUDOWSKI, G. 1993. Live fenceposts. In: *Erythrina production and use: a field manual.* (Eds. M.H. Powell and S.B. Westley). NFTA. Paia, USA. p. 19
- YEPES, S. 1974. La introducción y la destrucción de pastos. Resúmenes. 1er. Seminario Interno Científico Técnico. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. Series Técnico-Científicas A.S. p. 73 (Mimeo)
- ZELADA, E. 2002 Cercas vivas. Primer Curso Internacional sobre sistemas agroforestales en Campeche, México. Agosto de 2002. Memoria. CATIE. Costa Rica. [CD-ROM]. 24 p.