



UNIVERSIDAD DE MATANZAS

ESTACION EXPERIMENTAL DE PASTOS Y FORRAJES

“INDIO HATUEY”

**Tesis en opción al título académico de Master en Pastos y
Forrajes**

**Evaluación de *Moringa oleifera* (L.) en banco de germoplasma
en la zona norte de Sancti Spiritus**

Autor:

Ing. Gilberto Afonso Almeda

Tutores:

Dra. C. Odalys Caridad Toral Pérez

Dr. C. Jesús Manuel Iglesias Gómez

Yaguajay, Sancti Espiritu

2018

“Y la agricultura es la que alimenta al hombre; es la que no solamente alimenta, sino que viste y calza al hombre. Y para un país subdesarrollado, para un país pobre, la necesidad fundamental, la primera necesidad a satisfacer perentoriamente, es la necesidad de alimentarse, la necesidad de vestirse y la necesidad de calzarse”.

Fidel A. Castro Ruz, 1966

“... En la tierra hacen falta personas que trabajen más y critiquen menos, que construyan más y destruyan menos, que prometan menos y resuelvan más, que esperen recibir menos y dar más, que digan mejor ahora que mañana....”

Ernesto Ché Guevara

Dedicatoria

A mis padres, por haberme dado el ser, el cariño y la enseñanza primordial.

A mi hija, por ser fuente de luz, inspiración y confianza.

A mis hermanos, por su apoyo incondicional.

A la Revolución, por hacerme hombre de bien y mostrarme el camino correcto.

Agradecimiento

A mi tutora Dra.C Odalys C. Toral Pérez, por su esfuerzo, rigor científico, dedicación y amistad incondicional.

Al Dr.C Jesús M. Iglesias Gómez, por su orientación y asesoramiento brindado.

A todos los profesores del curso, por su contribución y enseñanza. En especial a la Dra.C Mildrey Soca Pérez, por su apoyo y solidaridad.

A los trabajadores de la EEPF de Sancti Spíritus, en especial al equipo que colaboró con el montaje, evaluación y medición de los experimentos.

A la dirección de la Granja Pecuaria Venegas, en especial al Ing. Alfredo Álvarez Moya, por su cooperación y apoyo.

Al DPSF de Sancti Spíritus, en especial al Esp. Pedro Espineira, por la colaboración brindada.

A los compañeros de grupo, por su apoyo, amistad y preocupación.

A la dirección de la SEDE “Simón Bolívar” de Yaguajay y sus trabajadores, en especial al Dr.C Rafael Reyes y la Dra.C Sinaí Bofíl, por su perseverancia y dedicación en la realización del curso.

RESUMEN

Se realizaron ensayos experimentales en el banco de semilla de la Granja pecuaria “Venegas” de la Empresa Pecuaria “Venegas” del municipio de Yaguajay, con el objetivo de caracterizar ocho procedencias de *Moringa oleifera* en condiciones de banco de germoplasma en el entorno edafoclimático del norte de la provincia de Sancti Spiritus. Se evaluaron en la fase de vivero y durante el establecimiento. Las variables medidas fueron: emergencia, supervivencia, altura, número de hojas, grosor del tallo, fenología, observaciones fitosanitarias, la producción de biomasa comestible, leñosa y total. Los datos obtenidos se procesaron mediante un análisis de varianza factorial. Para el cálculo de la significación entre medias se aplicó la prueba de comparación rango múltiple de medias de Duncan. Se utilizó el paquete estadístico Statgraphics versión 5.1. Las procedencias Paraguay y Nicaragua mostraron excelentes emergencia, con un 100%, mientras que Plain se destacó con un 97%. Las menores tasas de emergencia correspondieron las accesiones Guatemala y PKM- 2, con 76 y 80% respectivamente. La supervivencia fue de un 100%, excepto la procedencia Plain con un 97%. El número de hojas fluctuó entre 5 y 7 por planta, con el mejor resultado en la procedencia Nicaragua ($p \leq 0.05$), seguida de Plain y Camerún. El diámetro de las plantas a los 40 días después de la siembra fluctuó entre los 0,33-0,39 cm, sin diferencias entre procedencias. Durante el establecimiento, todas las procedencias alcanzaron alturas superiores a los 2,00 m al cabo de los 120 días de establecidas en campo y la supervivencia osciló entre 80 y 100%. En este periodo todas las plantas se mantuvieron en fase vegetativa hasta los 150 días. La biomasa comestible osciló entre 0,16 y 0,40 kg/árbol, con los mejores valores en Supergenius y Plain y los más bajos ($p \leq 0.05$) en PKM-2, Guatemala y Camerún. En el caso de la biomasa leñosa y total no se encontraron diferencias significativas entre las procedencias. Se concluye que en la fase de vivero sobresale la procedencia Nicaragua, que mostró el mejor comportamiento en cuanto a emergencia, número de hojas, supervivencia, altura, diámetro del tallo y velocidad de crecimiento, mientras que la Supergenius y Plain mostraron los mejores resultados productivos en la fase de establecimiento. Todas las procedencias manifestaron resistencia al ataque de plagas y enfermedades, tanto en vivero, como en la fase de establecimiento.

Palabras claves: Accesiones, *Moringa oleifera*, germoplasma, emergencia, supervivencia.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág
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 y descripción botánica	5
I.1.3 Ecología	7
I.1.3.1 Temperatura	7
I.1.3.2. Precipitaciones	8
I.1.3.3 Suelos	8
I.2. El vivero como primera fase de desarrollo de las leñosas arbóreas	9
I.3 Utilización de la <i>Moringa oleifera</i>	12
I.4. Agrotecnia	15
I.4.1. Preparación del suelo	15
I.4.2. Marco de siembra	16
I.4.3. Riego	16
I.4.4. Fertilización	17
I.4.5. Propagación y establecimiento	17
1.5. Plagas y enfermedades	18
1.6. Valor nutritivo	19
1.7. Potencialidades productivas	23
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL	25
II.1 Ubicación geográfica del área experimental	25
II.2 Suelo	25

II.3 Clima	26
II.4 Secuencia experimental	26
II.5 Análisis de los datos	27
CAPÍTULO III. ETAPA EXPERIMENTAL	28
III.1. Caracterización de ocho accesiones de <i>Moringa oleifera</i> durante la primera etapa de desarrollo	28
III.1.1 Materiales y Métodos	28
III.1.1.1 Tratamientos	28
III.1.1.2 Procedimiento experimental	28
III.1.1.3 Variables medidas y estimadas	29
III.2. Caracterización de ocho accesiones de <i>Moringa oleifera</i> en la etapa de establecimiento	30
III.2.1 Materiales y Métodos	31
III.2.1.1 Tratamientos	31
III.2.1.2 Procedimiento experimental	31
III.2.1.3 Variables medidas y estimadas	32
CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN	34
CONCLUSIONES	47
RECOMENDACIONES	48
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	49

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Extracción de nutrientes por kg/ha/año, bajo diferentes productividades (biomasa seca/ha) en <i>Moringa oleifera</i> .	14
Tabla 2. Comparación del contenido nutritivo de hojas de <i>Moringa oleifera</i> con otros alimentos.	20
Tabla 3. Caracterización bromatológica de <i>Moringa oleifera</i>	21
Tabla 4. Productividad de biomasa fresca, materia seca y proteína promedio en ocho cortes por año bajo diferentes densidades de siembra.	22
Tabla 5. Comportamiento fenológico durante la etapa de establecimiento	41
Tabla. 6. Producción de biomasa en las procedencias estudiadas (Kg/árbol)	43

INDICE DE FIGURAS

Fig. 1. Flores, frutos, semillas y hojas de la planta.	7
Fig. 2. Uso potencial de las diferentes partes de la planta de Moringa en la industria y producción de alimentos.	12
Fig. 3. Ubicación geográfica del experimento	24
Fig. 4. Representación del área experimental	30
Fig. 5. Emergencia y supervivencia de <i>Moringa oleifera</i> en fase de vivero.	34
Fig. 6. Número de hojas de las plántulas de <i>Moringa oleifera</i> en el vivero.	35
Fig. 7. Diámetro del tallo de las plántulas de <i>Moringa oleifera</i> en el vivero.	36
Fig. 8. Altura de las plántulas en los diferentes muestreos.	37
Fig. 9. Dinámica de crecimiento de <i>Moringa oleifera</i> en fase de vivero.	38
Fig.10. Dinámica de crecimiento de las accesiones durante el establecimiento	40

ABREVIATURAS

MS	Materia seca
Ca	Calcio
P	Fósforo
K	Potasio
Mg	Magnesio
Na	Sodio
t	Tonelada
g	Gramo
kg	Kilogramo
Kcal	Kilocalorías
ha	Hectárea
mm	Milímetro
cm	Centímetro
m	Metro
Mj	Megajoules
cc	Centímetros cúbicos
%	Por ciento
BT	Biomasa total
BC	Biomasa comestible
BL	Biomasa leñosa

INTRODUCCIÓN

La humanidad se enfrenta a uno de sus más grandes desafíos: el incremento sin precedentes de la población mundial, junto a un crecimiento no proporcional de la producción de alimentos, que puede poner en peligro la existencia del hombre. La búsqueda incesante de nuevas fuentes de alimentación para los animales, que no compitan en lo fundamental con el hombre, es uno de los objetivos más grandes que enfrentan en la actualidad los especialistas y para lo cual se han explorado incesantes vías (Savón, 2002).

Uno de los problemas más relevantes que enfrenta el productor pecuario en la actualidad lo constituye la dificultad de proveer de una manera económica y eficiente la totalidad de la energía, proteína y minerales que aseguren la manifestación del potencial productivo de los animales en el trópico (Pinto-Ruiz *et al.*, (2010).

En la zona tropical, esto ha estimulado la necesidad de encontrar nuevos recursos alternativos de forrajes, donde se ha puesto énfasis en los árboles forrajeros (Pinto-Ruiz *et al.*, (2010), especialmente para cubrir los insuficientes niveles de proteína de los pastos tropicales, ya que se pueden considerar un suplemento para el período seco.

Moringa oleifera Lam., conocida en Cuba como tilo, tila, palo de jeringa y en otros países como resedá, árbol de rábano (horseradish tree), árbol de bequet (drumstick tree), ángela, árbol de los espárragos, árbol de las perlas, árbol “ben” y por varios otros nombres, es un árbol siempre verde o deciduo de tamaño pequeño y crecimiento acelerado que usualmente alcanza de 10 a 12 m de alto (Pérez *et al.*, 2010).

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, 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, así como su alto rendimiento de producción de biomasa fresca 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, entre otros, siempre y cuando haya un balance alimentario adecuado (Villarreal y Ortega, 2014).

En Cuba, *M. oleifera* se utiliza solamente como poste vivo para la conformación de cercados en los predios campesinos (Bosch, 2009), de modo que no se dispone de información del comportamiento de esta especie, cuando es sembrada utilizando semilla gámica. Por otra parte, se han introducido procedencias de diferentes países en los últimos años, como parte de un programa de desarrollo nacional de forrajeras proteicas, por lo que se plantea la siguiente problemática.

Problema

Falta de información acerca de las nuevas accesiones de diferentes procedencias de Moringa oleifera introducidas en el país con posible potencial productivo y nutricional para los sistemas ganaderos.

Hipótesis

La evaluación comparativa de accesiones de diferentes procedencias de Moringa permitirá seleccionar las más promisorias y recomendar su inclusión paulatina en los sistemas ganaderos actuales.

Objetivo general

Caracterizar accesiones de Moringa oleifera en condiciones de banco de germoplasma, en el entorno edafoclimático del norte de la provincia de Sancti Spiritus.

Objetivos específicos

- *Caracterizar el comportamiento de accesiones de Moringa oleifera en la fase de vivero.*
- *Caracterizar el comportamiento de accesiones de Moringa oleifera durante el período de establecimiento.*

Capítulo I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

I.1 Generalidades de la *Moringa oleifera*.

I.1.1. Origen y distribución.

Moringa oleifera (moringa), es un árbol originario del sur del Himalaya, Nordeste de la India, Bangladesh, Afganistán y Pakistán, (Anwar *et al*, 2006). 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 1800 metros.

La moringa es la especie más conocida de este género. Ha sido reconocida con diferentes nombres comunes, como: Behenbaum (alemán); West Indian ben (inglés); Benzolive (francés); Sándalo ceruleo (italiano); Moringuiera (Portugal); Cedra (Brasil); Árbol del ben, Morango, Moringa (español); Dandalonbin (Burma); Ángela (Colombia); Marango (Costa Rica); Palo Jeringa, árbol del tilo, Palo de Tambor, moringa (Cuba); Palo de abejas (República Dominicana); Tebebrinto (El Salvador); Sajina (Fiji); Perlas, Paraíso blanco (Guatemala); Saijhan (Guyana); Benzolive, Benzolivier, Ben oleifere (Haití); Maranga calalu (Honduras); Sahijna, Sarinjna (Hindú); Kalor, Kelor (Indonesia); Névrédé (Malí); Marengo (Nicaragua); Jacinto (Panamá); Malunkai (Filipinas); Resada, Ben, Jasmín francés (Puerto Rico); Nébéday, Sap-Sap (Senegal); Dangap (Somalia); Murunga (Sri Lanka); Ruwag, Alim (Sudán); Kelor (Surinam); La mu (Taiwán); Mlonge (Tanzania) y Mupulanga, Zakalanda (Zimbabwe) (Comisión Técnica de Fitomed, 2010).

Según Véliz (2009) *Moringa* es el único género de la familia Moringaceae. Este género comprende 13 especies, todas las cuales son árboles de climas tropicales y subtropicales. Las especies son: *Moringa arborea*, *Moringa borziana*, *Moringa concanensis*, *Moringa drouhardii*, *Moringa hildebrandtii*, *Moringa longituba*, *Moringa oleifera*, *Moringa ovalifolia*, *Moringa peregrina*, *Moringa pygmaea*, *Moringa rivae*, *Moringa ruspoliana*, *Moringa stenopetala* (Contino y Funes-Monzote, 2012).

Según González (2010) y Cuadra *et al.* (2012) en Cuba se encuentra distribuida en todas las provincias y se conoce como tilo americano, limitando su uso solamente al de las flores

como tilo, aunque se conoce que también se usan las hojas como cocimiento y en los últimos años como fuente de forrajes para diferentes especies domésticas.

I.1.2. Clasificación taxonómica y descripción botánica.

La *Moringa oleifera*. Lam pertenece al género *Moringa*, del orden Brassicales, familia Moringaceae (González, 2011).

Desde el punto de vista botánico se trata de un árbol perenne; pero poco longevo, que a lo sumo puede vivir 20 años (Pérez, *et al.* 2010), aunque se han obtenido variedades en la India que son anuales y permiten el cultivo mecanizado. Es una especie de muy rápido crecimiento, alcanza una altura entre 7 a 12 m hasta la corona, aunque existen informes que son superiores a 15 m (Foidl *et al.*, 2003).

Véliz (2009) plantea que crecen muy rápido, ya que en tan solo un año pueden llegar a los cuatro metros de altura y producir frutos.

Esta planta aporta una elevada cantidad de nutrientes al suelo, además de protegerlo de factores externos como la erosión, la desecación y las altas temperaturas, a pesar de no ser una especie leguminosa (González-González y Crespo- López, 2016).

La copa es poco densa, de forma abierta, tirando a sombrilla (tipo acacia), el tronco puede ser único o múltiple (más común único), con un diámetro aproximado de 20 a 30 cm (Montesinos, 2010). El árbol presenta hojas compuestas alternas, tripinnadas con una longitud total de 30 a 70 cm (Reyes-Sánchez y Mendieta-Araica, 2017).

Alfaro y Martínez (2008), plantean que sus hojas son compuestas, de unos 20 cm de largo, con hojuelas delgadas, oblongas u ovaladas de 1 a 2 cm de largo y de color verde claro. También refieren que las flores son de color crema, muy numerosas y fragantes que miden de 1 a 1,5 cm de largo, estas se encuentran agrupadas y están compuestas por sépalos lineales a lineal-oblongo, de 9 a 13 mm de largo, los pétalos son un poco más grandes que los sépalos. Los estambres son amarillos y nacen en racimos.

Según (González, 2010) las flores son bisexuales con pétalos blancos. En algunas regiones florece una sola vez al año, pero puede florecer dos veces, tal es el caso de los

países del Caribe, como Cuba, donde las flores son polinizadas por abejas, otros insectos y algunas aves (Bonal-Ruiz *et al.*, 2012).

Con respecto al fruto, Alfaro y Martínez (2008) plantean que este mide de 20 a 45 cm de largo y tiene 1 a 2 cm de espesor o grosor, conteniendo de 12 a 25 semillas por frutos. Estas semillas son carnosas, cubiertas por una cáscara fina de color café. Poseen tres alas, o semillas aladas de 2,5 a 3 mm de largo. Al quitar la cáscara se obtiene el endospermo que es blanquecino y muy oleaginoso. La raíz principal mide varios metros y es carnosa en forma de rábano.

El árbol florece y produce semilla durante todo el año (Olson y Alvarado-Cárdenas, 2016), pudiendo producir, después de los dos primeros años de establecido, más de 2 500 semillas por año, con un rendimiento por hectárea entre 1,5 y 2,5 t/ha (Ledea-Rodríguez *et al.*, 2018), aunque se ha llegado a informar rendimientos de hasta 4,5 t/ha (Godino *et al.*, 2013). En la figura 1 se observan los diferentes órganos de esta especie.



Fig. 1. Flores, frutos, semillas y hojas de la planta (Pérez *et al.*, 2012).

I.1.3. Ecología

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.

Por ser una planta de origen tropical, se desarrolla en climas semihúmedos y húmedos, donde las temperaturas medias anuales presentan grandes fluctuaciones y crece en alturas que van desde el nivel del mar hasta los 1 200 m de altitud.

I.1.3.1. Temperatura

De acuerdo con Godino *et al.* (2013) la *M. oleifera* se caracteriza por la capacidad de tolerar temperaturas medias que oscilen entre los 12° y 40°C llegando a soportar temperaturas desde -1° hasta 3°C. 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.

I.1.3.2. Precipitaciones

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).

Según Paz *et al.* (2014) la precipitación anual óptima para moringa oscila entre los 700 mm a 1 500 mm; sin embargo, resiste precipitaciones anuales de hasta 300 mm con ayuda de riego artificial. Por su parte, Reyes (2006) plantea que es resistente a la sequía y tolera una precipitación anual de 500 a 1 500 mm.

I.1.3.3 Suelos

La moringa crece en todo tipo de suelos, duros o pesados, ácidos hasta alcalinos (pH 4,5-8), con poca capacidad de retención de humedad y hasta en aquellos que presentan poca

actividad biológica; no obstante, la mejor respuesta en desarrollo y productividad se obtiene en suelos neutros o ligeramente alcalinos, bien drenados o arenosos y donde el nivel freático permanece prolongado (Godino *et al.*, 2013).

Según Pérez *et al.* (2010) tolera suelos arcillosos, pero no encharcamientos prolongados, aunque informes del Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (2012) no recomiendan cultivar la moringa en suelos muy arcillosos o arcillosos que tengan mal drenaje interno a no ser que se hagan labores agrotécnicas de acondicionamiento del suelo como acanteramiento, cantero permanente, drenaje soterrado, drenaje topo, que garanticen la evacuación del agua en los primeros 60 cm del suelo.

En sentido general se puede decir que es una especie de gran plasticidad ecológica (Pérez, 2011), ya que se encuentra localizada en diferentes condiciones de suelo, precipitación y temperatura, con muy buenos resultados.

I.2. El vivero como primera fase de desarrollo de las leñosas arbóreas

El vivero es una instalación altamente especializada, imprescindible en todo proyecto de reforestación, ya que en el se produce el material a plantar. La calidad de este material y la economía de su producción están determinadas, en gran medida, por las condiciones del vivero: su ubicación, manejo, instalaciones, estabilidad en su operación y vinculación con las investigaciones (Piñuela *et al.*, 2013).

La calidad de la semilla es un aspecto indispensable para asegurar la producción de plántulas adecuadas y su calidad (Kameswararao *et al.*, 2007). Así, antes de iniciar la operación del vivero es necesario estar seguro de la fuente de procedencia de las semillas y la calidad de estas.

Gomaa y Picó (2011) consideran que la mayoría de las leñosas tropicales presentan deficiencias en su adaptación y falta de vigor de las plántulas, lo que pudiera ser atenuado si se selecciona semilla de buena calidad, que posibilite posteriormente lograr la dominancia de las plántulas sembradas sobre las invasoras; condición indispensable para obtener un buen establecimiento de las mismas. Se pueden considerar semillas de buena

calidad aquellas que provienen de plantas sanas, bien nutridas, con un alto grado de pureza y que tengan un tamaño y formación propia de la especie.

Innumerables estudios se han estado abordando sobre la propagación, desarrollo y producción de la moringa con el objeto de determinar pautas para el manejo agronómico de la especie. Medina *et al.* (2007) realizaron un estudio comparativo de *Moringa oleifera* y *Leucaena leucocephala* durante la germinación y la etapa inicial de crecimiento en el estado Trujillo, Venezuela, donde obtuvieron que la emergencia de las plántulas ocurrió a los 3 y 6 días para moringa y leucaena respectivamente. Hasta los 30 días posteriores a la siembra se obtuvo un porcentaje de germinación de 95 y 100 % para leucaena y moringa respectivamente. Así mismo, encontraron al final de la evaluación una sobrevivencia de 100 y 95 % para moringa y leucaena respectivamente.

Alfaro (2008) evaluó la moringa en diferentes localidades de Guatemala y obtuvo diferentes porcentajes de germinación, los que oscilaron entre 73,5 y 93,6, mientras que la emergencia fluctuó entre los 5-9 días.

La altura de la planta y el grosor del tallo también fue variable entre localidades, donde los mayores valores fueron 79,2 cm y 81 mm y los menores 9,2 cm y 34 mm para altura y grosor respectivamente.

En tanto, Artiga (2012), evaluó durante cuatro semanas semillas de moringa en condiciones de laboratorio y después en vivero, donde observó el porcentaje de germinación al utilizar semilla con y sin tegumento. El mayor porcentaje de germinación se obtuvo en las semillas sin tegumento (33 %) comparado con las semillas con tegumento (4 %). En vivero se presentaron diferencias significativas entre tratamientos. La semilla sin tegumento emergió en menos días (8,7) que la semilla con (9,6), el porcentaje de germinación fue de 63 y 50 respectivamente, mientras que en la altura, las plantas con semilla con tegumento alcanzaron 54,13 cm, mientras que sin tegumento 61,73.

Espinoza (2012) reporta porcentajes de germinación en tubetes o contenedores de 7,45, transcurridos los 15 días de establecida, lo cual fue bajo. En contraste con la germinación

en bolsas de polietileno, donde obtuvo mayor porcentaje, arrojando 74,0 % en los primeros 7 días de sembradas.

Castillo *et al.* (2013), desarrollaron una investigación donde determinaron que los sustratos empleados para las bolsas de los viveros (gallinaza, humus de lombriz y desechos orgánicos) presentaron buenas propiedades físicas, siendo de mejor comportamiento el sustrato compuesto por desecho orgánico 50% + humus de lombriz 50 %, el cual mostró los mejores parámetros e índices morfológicos en las diferentes plantas (altura 14 cm y diámetro 4 mm.). Por su parte, Saavedra-Miranda y Gutiérrez-González (2014) utilizaron tierra, estiércol + tierra y compost + tierra y los porcentajes de germinación en vivero estuvieron por encima del 97,0 %. La emergencia de las plántulas ocurrió del sexto al décimo segundo día para los sustratos con compost y estiércol, mientras que para suelo solo fue al séptimo y hasta el decimosegundo día posterior a la siembra.

Barrios-Soto (2016) comparó el desarrollo de diferentes leñosas (*Moringa oleifera*, *Prosopis Juliflora*, *Azadirachta indica*, *Jacaranda Caucana* y *Ceiba Pentandra*) en la fase de vivero y obtuvo los mejores porcentajes de germinación en moringa (96 %) mientras que en las otras leñosas estos oscilaron entre 25 y 91. El inicio de la emergencia fue de 5 días en moringa y ceiba, mientras que oscilaron entre 8 y 15 días para las restantes. Moringa fue la especie con mayor diámetro promedio (1.172 cm) seguido de Ceiba (1.192 cm), diferenciándose de las demás ($p < 0,001$), lo que evidenció la superioridad morfológica en esta variable.

Es evidente que la semilla es el punto de partida para cualquier sistema agropecuario que se desee implantar y los agroforestales no son una excepción. Por ello, es necesario conocer las características de sus simientes, con vistas a lograr plántulas de alta calidad que posibiliten el fomento de los sistemas silvopastoriles, los cuales garantizan *a posteriori* la biomasa comestible necesaria para incrementar la producción animal.

I.3. Utilización de la *Moringa oleifera*

La figura 2 esboza los usos fundamentales de la planta en las diferentes industrias: farmacológica, cosmética, medicinal, sanitaria, alimentación animal, entre otras.

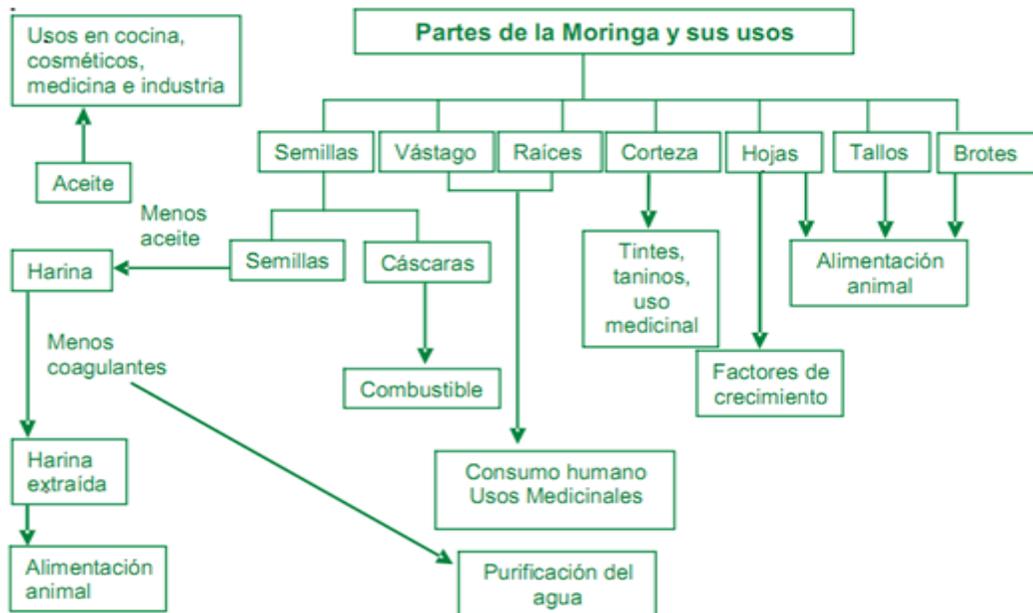


Fig. 2. Uso potencial de las diferentes partes de la planta de Moringa en la industria y producción de alimentos. Adaptado de Foidl *et al.* (2001)

La *Moringa oleifera* posee cualidades nutricionales sobresalientes y está considerada como uno de los mejores vegetales perennes. Según refieren Hernández *et al.* (2017) la moringa es utilizada desde la raíz hasta las hojas, siendo estas las más utilizadas, debido a su mayor valor nutricional y su aporte de una gran variedad de aminoácidos esenciales. Las hojas contienen un alto contenido de nutrientes (Garavito, 2008). Este 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.

Según Biomasa (2006) sus frutos y flores contienen vitaminas A, B y C y proteína. Las semillas tienen entre 30 y 42% de aceite y su torta contiene un 60% de proteína. Los niveles de factores antinutricionales, como taninos y saponinas, son mínimos, prácticamente despreciables y no se han encontrado inhibidores de tripsina ni de lecitina. En materia seca contiene un 10% de azúcares y la energía metabolizable en las hojas es de 9.5 Mj/Kg de MS. Las hojas y tallos jóvenes contienen zeatina, una hormona vegetal del grupo de las citoquininas.

Pérez *et al.* (2010) reconocen la capacidad productora de goma de esta planta, e indican 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.

Por su parte, Foidl *et al.* (2001) informaron que la madera de moringa constituye una excelente pulpa, tan buena como la del álamo (*Populus sp.*), mientras que las hojas son apropiadas para la producción de biogás.

Fugliee (2000) señala que el jugo de las plantas de moringa 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.

El árbol es útil para el sistema agroforestal en “cultivo en callejones”, debido a sus características de: crecimiento rápido, raíces verticales y profundas, pocas raíces laterales, escasa sombra y alta productividad de biomasa con alto contenido en nitrógeno que enriquece la tierra (Agrodesierto, 2006).

La leña tiene una densidad de 0.6 gr/cc y poder calorífico de 4,600 Kcal/Kg. La madera, frágil y blanda tiene uso en la elaboración de carbón vegetal o pulpa de papel. Sensible al viento como árbol solitario, puede ser utilizado como cerca viva empleando los tallos de

las plantas como postes vivos soportando los diversos elementos del cerqueo: alambres, grapas, vallas, etc.

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.

En la tabla 1 se muestran los datos de extracción de nutrientes en plantaciones de moringa.

Tabla 1. Extracción de nutrientes por kg/ha/año, bajo diferentes productividades (biomasa seca/ha) en *Moringa oleifera*. (Lok y Suárez, 2012).

	Extracción de nutrientes (kg/ha/año)								
Productividad	Ca	P	Mg	K	Na	Cu	Zn	Mn	Fe
130	1612	338	429	1924	24,7	0,68	3,1	4,6	45,7
100	1240	260	330	1480	19,0	0,53	2,4	3,5	35,2
80	992	208	264	1184	15,2	0,42	1,9	2,8	28,1
60	744	156	198	888	11,4	0,31	1,4	2,1	21,1
40	496	104	132	592	7,6	0,21	0,9	1,4	14,0
20	248	52	66	296	3,8	0,10	0,4	0,7	7,0

La alta productividad implica una mayor extracción de nutrientes del suelo, por lo que en su cultivo intensivo debe ser considerada la fertilización (Foidl, 2001).

I.4. Agrotecnia

I.4.1. Preparación del suelo

La preparación del terreno para la siembra incluye el control de la vegetación original y de sus reservas de semillas, así como la mejora física (descompactación) y química del suelo para favorecer el desarrollo de la planta. El grado de preparación de suelo para lograr un buen establecimiento está influenciado por muchos factores entre los que se cuentan: factores edáficos, condiciones climáticas, disponibilidad de maquinarias y consideraciones de carácter económico.

La preparación debe iniciarse preferentemente al final de la época seca y terminarse el comienzo de la época lluvia. Se recomienda dejar el terreno suelto y la superficie ligeramente rugosa, no muy polvosa, para evitar que la semilla quede demasiado profunda o que sea levantada por la lluvia (Reyes, 2004).

García-Roa (2003) plantea que las labores de preparación de suelo consisten en una limpia de obstáculos y barrido de los mismos, un pase de arado y subsoleo, en caso de plantas en bolsas, por lo que no hay necesidad de hacer hoyos. En el caso de no utilizar subsolador, el ahoyado se realiza manualmente con dimensiones de 40 cm. de profundidad y 20 cm. de ancho.

El control de malezas se puede hacer manualmente, con azadón, o mecanizado, empleando desbrozadoras en las calles y alrededor de las plantas.

I.4.2. 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.4.3. 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 litros/riego). Cuando se presenta amarillamiento de hojas viejas en la planta son señales de estrés hídrico.

I.4.4. 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.4.5. Propagación y establecimiento

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 por kilogramo 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).

Almeida (1999) estimó la producción anual de semillas de *Moringa oleifera*, clasificándolas en tres niveles:

* Bajo – 1 500 a 2 000 semillas/planta

* Medio - 6 000 a 8 000 semillas/planta

* Alto- 20 000 a 24 000 semillas/planta

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

Estas podas son necesarias para estimular y mantener la producción de hojas frescas. La moringa admite cualquier poda, por drástica que sea, aunque se elimine la copa por completo. Los árboles se mantendrán a una altura moderada para producir hojas, de manera que se facilite la recolección, pero siempre considerando la posible competencia por fitófagos, domésticos o salvajes, en las ramas o su alcance (Montesinos 2010).

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 (Pérez, *et al.* 2010).

1.5. Plagas y enfermedades

Según (García-Roa 2003) las plagas predominantes en la plantación de moringa 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.

En áreas del INIFAT se realizó un estudio por (Martínez *et al.*, 2012) donde determinaron que *Apatemonachus*, conocido también como negro libre, insecto del Orden Coleóptera: Familia *Bostrichidae* se alimenta del leño vivo de un árbol de *Moringa oleifera* L; también se observaron larvas, las cuales sólo se alimentaban del tejido muerto de las ramas secas en el mismo árbol.

La moringa no se ve afectada por ninguna enfermedad seria en sus áreas de distribución natural o donde ha sido introducido, sin embargo, en el sur de la India, varias enfermedades se reportan como causantes de daños menores en los árboles de esta planta, incluida una pudrición de sus raíces causada por *Diplodia* sp. y de su fruto causada por *Cochliobolus hawaiiensis* (Castellanos *et al.*, 2012).

Según estudios realizados por Cuadra *et al.* (2012) la moringa es resistente al ataque del nematodo formador de nódulos *Meloidogyne incognita*.

1.6. Valor nutritivo

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. 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 (Puentes, 2014)

Becker (2004) informa 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.

Por su parte, Valarezo y Ochoa (2014), informa contenidos de PB de 22,88 %, comparable con lo obtenido en otras forrajeras leñosas, como leucaena y gliricidia. para la planta completa. Estos valores son similares con lo informado por Pérez *et al.* (2010), los cuales obtuvieron valores de 24%, 11% y 21% de PC para hojas, tallos y planta completa respectivamente. Sin embargo, Pan-García (2016) informó solo 18 % para la planta completa, 26% para las hojas y 8% para los tallos.

La composición nutritiva de esta planta la exponen como una forrajera de amplio potencial para la alimentación de varias especies de animales e incluye al hombre. Sus hojas y tallos constituyen una fuente importante de proteínas, con valores de 25% y 10%, mientras que la digestibilidad puede ser superior al 70% y 50%, respectivamente (Oliveira y Silveira, 1999).

González-López (2002) (s/a), realizaron una caracterización fisicoquímica de la semilla en el estado Carabobo, Venezuela que indica que la humedad fue de 94,07%, las cenizas fueron 5,56%, la grasa fue 36,30%, la proteína cruda y desgrasada fue 32,05% y 42,16% respectivamente.

Estudios realizados en Brasil, cuando se extrajo el aceite de la semilla seca (39%) con hexano arrojó un índice de acidez de 7.95 mg KOH/g. Contiene un 7% de ácido palmítico, 2 % de palmitoleico, 4% de esteárico, 78% de oleico, 1% de linoleico, 4% de araquídico, y 4% de behénico (Serra *et al.*, 2007).

La siguiente tabla 2 muestra una comparación del contenido nutritivo de las hojas de *Moringa oleifera* comparado con otros alimentos. (por cada 100 gramos de parte comestible) realizada por Gopalan *et al.* (1994).

Tabla 2. Comparación del contenido nutritivo de hojas de *Moringa oleifera* con otros alimentos.

Contenido expresado en mg		
Vitamina A	1,130	Zanahorias: 315
Vitamina C	220	Naranjas: 30
Calcio	440	Leche de vaca: 120
Potasio	259	Plátanos: 88
Proteínas	6,700	Leche de vaca: 3,200

En todos los casos la moringa presentó un mayor contenido de vitamina A, vitamina C, calcio y potasio, con relación a la zanahoria, la naranja, la leche de vaca y el plátano, respectivamente.

Según Garavito (2008) la composición química varía en correspondencia con la fracción de la planta, este autor encontró los mayores valores de proteína y energía metabolizable en las hojas y el más bajo valor de fibra cruda, en relación a los tallos. La tabla 3 muestra los resultados del análisis bromatológico realizado por Garavito (2008) a esta especie en Colombia.

Tabla 3. Caracterización bromatológica de *Moringa oleifera*

Indicador	Hojas	Tallos	Hojas y Tallos
Materia seca (%)	89,60	88,87	89,66
Proteínas (%)	24,99	11,22	21,00
Extracto etéreo (%)	4,62	2,05	4,05
Fibra cruda (%)	23,60	41,90	33,52
Ceniza (%)	10,42	11,38	10,18
Extractos no nitrogenados (%)	36,37	33,45	31,25
Energía digestible (Mcal/kg de MS)	2,81	1,99	2,43
Energía metabolizable (Mcal/kg de MS)	2,30	1,63	1,99

Por otra parte, García *et al.* (2006) evaluaron la composición química de seis especies en el estado Trujillo de Venezuela, entre las que se encontraba *M. oleifera*. El contenido de proteína cruda en todas las plantas fue alto. Los niveles de P, Ca y Mg no presentaron variaciones importantes entre las arbóreas y las máximas concentraciones de K y Na se observaron en *M. oleifera* (2,65 y 0,24%, respectivamente).

Esta especie, de forma individual, presentó uno de los mayores contenidos de carbohidratos solubles (24,1%) y ceniza (25,8%).

1.7. Potencialidades productivas

La moringa tiene una tasa de crecimiento y capacidad para producir elevadas cantidades de materia fresca por metro cuadrado con altas densidades de siembra (Alfaro y Martínez, 2008). El rendimiento de biomasa fresca total comestible (hojas, peciolo, brotes, tallos

con diámetro inferior a los 5 mm) es de 68 t/ha/año, equivalentes a 15 toneladas de materia seca por hectárea por año (Jarquín, et al., 2003), aunque estos pueden variar desde 2,6 hasta 34,0 t/ha, en dependencia de las condiciones agroclimáticas del cultivo.

Foidl *et al.* (2003) al evaluar diferentes densidades de siembra, informaron que la densidad de 1 millón de plantas por ha es la óptima para la producción de biomasa fresca considerando los costos de siembra, el manejo del corte y el control de maleza (tabla 4).

Tabla 4. Productividad de biomasa fresca, materia seca y proteína promedio en ocho cortes por año bajo diferentes densidades de siembra.

Densidad plantas/ha	Biomasa fresca t/ha/corte	Materia Seca t/ha/corte	Proteína total	Pérdidas de plantas (%)
95	196	2,634	368	
350	297	4,158	582	
900	526	5,067	9,642	
1 millón	78	8,315	1,585	1
4 millones	974	12,662	2,405	20
16 millones	259	34,031	6,465	30

En estudios realizados por Pérez (2011) sobre el cultivo intensivo de *M. oleifera*, en las condiciones climáticas del centro de Sinaloa, México, con una densidad de siembra de un millón de plantas por hectárea en suelo pobre, informa 180 toneladas de forraje fresco por hectárea bajo sistema de riego, y 80 toneladas de forraje fresco por hectárea en época de temporal, con un manejo eficiente del nivel de fertilización en dependencia del tipo de suelo.

Según Carrillo *et al.* (2013) la producción de biomasa de plantas de moringa trasplantadas de vivero (833 g/planta) es mayor en comparación con las de siembra directa. Estos autores obtuvieron 21,0 t de forraje fresco/corte, equivalente a 5,8 t de MS, con una relación hoja-tallo de 17-83. Esto difiere de lo informado por Flores y Duarte (2004), donde la producción de biomasa a los 45 días alcanzó solo 4,4 t de MS/ha, aunque a 75 días esta aumentó hasta 7,3 t.

Por su parte, Jarquín y Jarquín (2003) informaron 5,16 t de MS/ha/año, con 8 cortes y fertilización orgánica. También con ocho cortes por año, Foidl *et al.* (2001) informaron que con una densidad de un millón de plantas/ha se obtienen hasta 78 t de materia fresca anuales. Ahora bien Valarezo, *et al.* (2014), registraron rendimientos de producción de forraje verde de 9,33 t/ha/año y producción de materia seca de 2,0 t/ha/año con tres cortes, con una densidad de siembra de 4,444 plantas por ha.

Capítulo II. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

II.1. Ubicación geográfica del área experimental

Los estudios se efectuaron en coordinación con la Estación Experimental de Pastos y Forrajes de Sancti Spiritus, perteneciente a la red de Estaciones del Instituto de Pastos y Forrajes, en el banco de semilla de la Granja pecuaria “Venegas” de la Empresa Pecuaria “Venegas” del municipio de Yaguajay, zona norte de la provincia de Sancti Spíritus (Figura 3)



Fig. 3. Ubicación geográfica del experimento

II.2. Suelo

El suelo donde se llevó a cabo la fase experimental está clasificado como Pardo, Sialítico, Mullido sin Carbonato pertenece al agrupamiento de suelos Pardos Sialíticos (Hernández *et al.*, 1999). Entre sus principales características se pueden citar que es de textura Loam arcilloso, estructura ligera, medianamente profundo con una profundidad efectiva -46 cm y ligeramente ondulado con buen drenaje interno y externo.

II.3. Clima

La zona experimental se caracteriza por contar con una temperatura media anual de 23.8°C, con una media de 19.5°C y 28.5°C en invierno y verano respectivamente. Las

precipitaciones medias anual son de 1 600 mm, con un promedio de 1 000 – 1 300 mm en el período lluvioso y de 300– 400 mm en el período poco lluvioso (información brindada por el Instituto Provincial de Meteorología de Sancti Spiritus, estudio de la última década).

II.4. Secuencia experimental

En el trabajo de tesis se desarrollaron dos 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 ocho accesiones de *Moringa oleifera* durante la primera etapa de desarrollo (fase de vivero).

Experimento 2. Caracterización de ocho accesiones de *Moringa oleifera* durante el establecimiento (fase de campo o establecimiento).

En el caso de los dos experimentos, las accesiones evaluadas fueron las siguientes:

1. PKM-2
2. Supergenius
3. Plain
4. Guatemala
5. Camerun
6. Paraguay
7. Nicaragua
8. Sancti Spiritus

II.5. Análisis de los datos

Los datos obtenidos de las variables medidas para el caso de la fase de vivero y la producción de biomasa, se procesaron mediante un análisis de varianza factorial, para el cálculo de la significación entre medias se aplicó, la prueba de comparación rango múltiple de medias de Duncan (1955), utilizándose el paquete estadístico Statgraphics versión 5.1. En el caso de la fase de campo o establecimiento se utilizó un análisis descriptivo.

Capítulo III. Metodología Experimental

III.1. Caracterización de ocho accesiones de *Moringa oleifera* durante la primera etapa de desarrollo.

Se realizó un experimento en condiciones de vivero con ocho accesiones de *Moringa oleifera* pertenecientes a colectas realizadas en diferentes lugares del país e introducidas desde el exterior.

III.1.1 Materiales y Métodos

III.1.1.1 Tratamientos

Los tratamientos lo constituyeron las ocho accesiones de *Moringa oleifera* introducidas del extranjero o colectadas en el país. Se empleó un diseño experimental totalmente aleatorizado, con 30 repeticiones.

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 75% de suelo Ferralítico Rojo y 25% de estiércol vacuno descompuesto (como fuente 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 (una por bolsa) se depositaron en el centro del envase, sin habersele realizado ningún tipo de tratamiento.

Para cada procedencia se sembraron 30 bolsas, con el objetivo de evaluar solo las 20 bolsas del centro; mientras que los 10 restantes se utilizaron para evitar el efecto de borde de las especies colindantes.

Todo el material sembrado en el vivero (30 bolsas por procedencia) recibió un riego diario (en el horario de 8:30-10:00 am), manteniendo el suelo a su capacidad de campo, con el objetivo de conservar la humedad necesaria para la germinación y el desarrollo de las plántulas.

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 a los 40 días.

III.1.1.3 Variables medidas y 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 21 días.

Supervivencia: A partir de los 10 días de la siembra y con una frecuencia de siete días, se realizaron conteos de supervivencia en las plántulas emergidas.

Altura: Se midió con una frecuencia de diez días a partir de la siembra. 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.

Número de hojas: A partir del décimo día de la siembra y con una frecuencia de diez días, se contó el número de hojas.

Grosor del tallo: Se utilizó un pie de rey. Este se colocó a la altura del borde de la bolsa. Esta medición se realizó cada diez días, a partir de los 20 días de sembradas.

Observaciones fitosanitarias: A partir de la aparición de las dos primeras hojas 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. Caracterización de ocho accesiones de *Moringa oleifera* en la etapa de establecimiento.

Una fase de suma importancia en el fomento y/o desarrollo de los sistemas con árboles lo constituye la fase de establecimiento de la plantación; sin embargo, este a su vez es uno de los períodos más difíciles y complejos por los que atraviesan las plantas, ya que en esa etapa se combinan, de forma favorable o negativamente, las condiciones inherentes al clima y al suelo, los factores de carácter fitotécnico y las características particulares de cada especie y/o variedad.

El estudio de las accesiones de una especie durante la etapa de establecimiento y su caracterización representan, de hecho, una vía muy eficaz para conocer la posible diferenciación o similitud existente entre ellas, y resultan un complemento importante entre los atributos a tomar en consideración en el proceso de evaluación y selección.

Por estas razones, las acciones de este experimento se encaminaron a seleccionar las accesiones de *Moringa oleifera* de mejor comportamiento durante el período de establecimiento bajo las condiciones edafoclimáticas de la Provincia de Sancti Spiritus.

III.2.1 Materiales y métodos

III.2.1.1 Tratamientos

Los tratamientos lo constituyeron las ocho accesiones de *Moringa oleifera* introducidas del extranjero y colectadas en el país. Se utilizó un diseño de parcelas sencillas con 10 repeticiones por procedencia.

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 surco a una profundidad aproximada de 30,0 cm, donde se plantaron los 10 mejores individuos de cada accesión seleccionada en la fase de vivero. La distancia entre surcos fue de 3,0 m, mientras que los árboles se sembraron con una separación de 2,0 m entre cada individuo. La distribución de las plantas se efectuó en un solo bloque, con calles orientadas de este a oeste, en el sentido del movimiento del sol, con el objetivo de facilitar la penetración de la luz solar entre surcos (Figura 4).

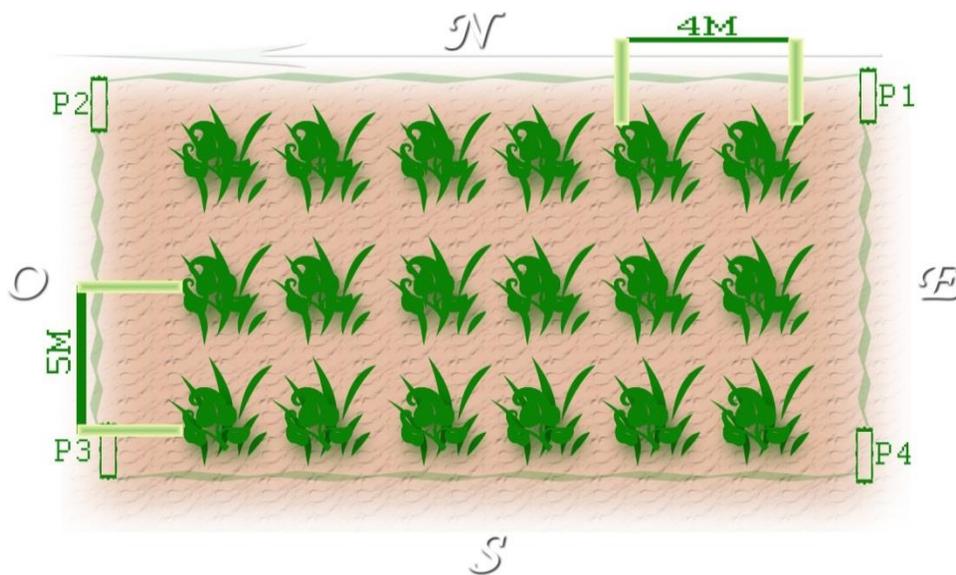


Fig. 4. Representación del área experimental.

El control del enyerbamiento se efectuó a través de chapeas manuales con el objetivo de facilitar el establecimiento de los tratamientos. En el perímetro del área se plantó una cerca viva de *Moringa oleifera* a una distancia de 5 m entre postes.

En la etapa de establecimiento fisiológico y para el análisis de los resultados se estableció, como criterio de selección, que las plantas se considerarían establecidas cuando alcanzaran una altura entre 150 y 200 cm, en un tiempo no mayor de 14 meses.

III.2.1.3 Variables medidas o 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 cada quince días se registró la altura, en diez plantas de cada especie, 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.

Fenología: Se realizó cada 15 días en dos plantas por especies, 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 + Inicio de fructificación * Fin de fructificación

Observaciones fitosanitarias: A partir de la siembra en el campo y mensualmente se determinó el grado de afectación a 10 plantas por tratamiento, 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)

Producción de biomasa: La poda se realizó a una altura de 50-60 cm cuando más del 70% de las plantas tenían una altura de más 150 cm.

En cada corte se pesó y cuantificó la biomasa total para lo cual se separaron en biomasa comestible (hojas y tallos tiernos <6mm) y biomasa leñosa o no comestible (tallos >6mm). Con posterioridad se tomaron muestras de 300 g de biomasa comestible de cada accesión y se secaron en la estufa a 80°C hasta peso constante, para la determinación de la composición bromatológica.

A partir de los datos tomados en el campo se calcularon las variables para los análisis estadísticos, utilizando para ello las siguientes fórmulas:

• Producción de biomasa total (BT)

$BT = \sum \text{peso de las hojas y tallos tiernos} + \sum \text{peso de los tallos leñosos}$

• Producción de biomasa comestible (BC)

$BC = BT - \sum \text{peso de los tallos leñosos}$

• Producción de biomasa leñosa (BL) $BL = \sum \text{de tallos leñosos}$

Capítulo IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

La figura 5 muestra los valores de emergencia y supervivencia de la *Moringa oleifera* en condiciones de vivero. Las accesiones Paraguay y Nicaragua mostraron excelentes porcentajes de emergencia con un 100%, mientras que la accesión Plain también fue destacada con un 97%. Estos valores son similares a los informados por Medina *et al.* (2007), quienes evaluaron el comportamiento de *Moringa oleifera* y *Leucaena leucocephala* en fase de vivero hasta los 30 días posteriores a la siembra y obtuvieron un porcentaje de germinación de 95 y 100%.

Las menores tasas de emergencia registradas pertenecieron a las accesiones Guatemala y PKM- 2 con un 76 y 80% respectivamente. Esto puede ser debido a que las semillas utilizadas fueron cosechadas 3-4 meses antes de la siembra, lo que reafirma lo planteado por Croess y Villalobos (2008) acerca de que cuando las semillas de *Moringa oleifera* se almacenan por más de dos meses disminuye su poder germinativo.

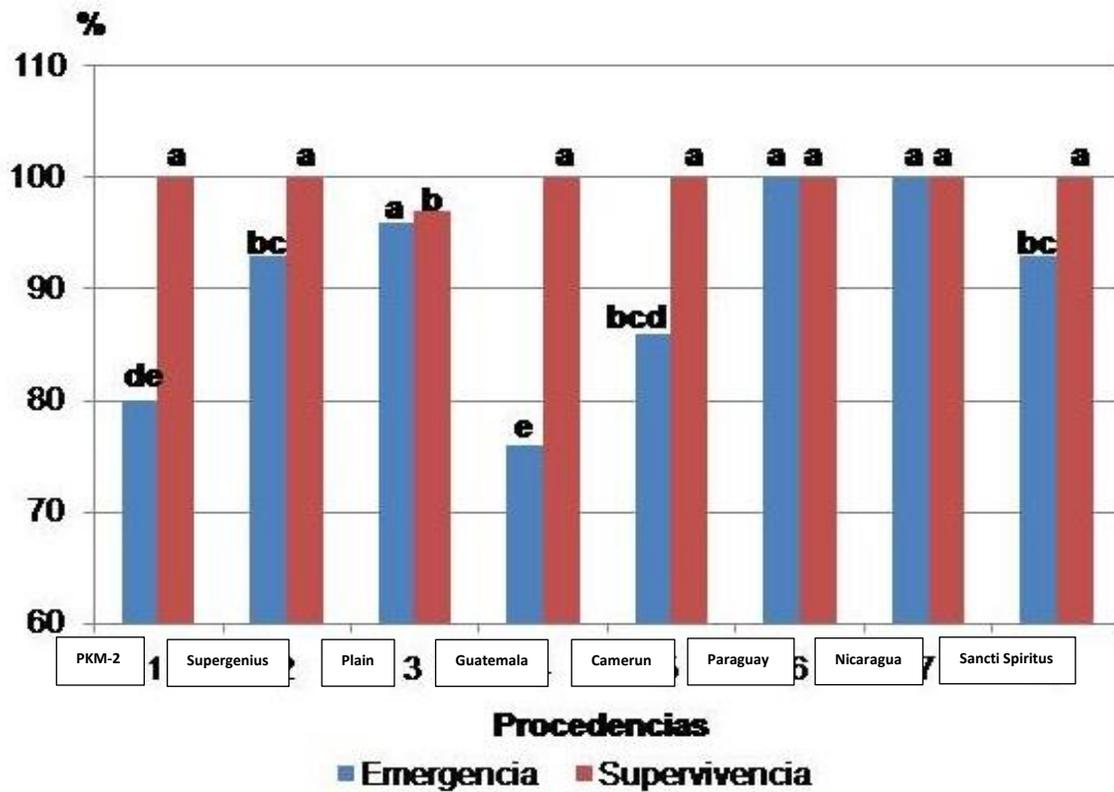
Nonagaki (2006), señalaron que todas las semillas poseen sensores que detectan los cambios ambientales y así aseguran la germinación en condiciones favorables y, por consecuencia, el éxito de la emergencia de plántulas y su posterior establecimiento.

La emergencia de las plántulas ocurrió a partir de los seis días después de sembradas las semillas. El índice de velocidad de germinación fue inferior a los resultados encontrados por Bezerra *et al.* (2004) al evaluar el efecto y el tipo de sustrato en la germinación y desarrollo de esta especie en fase de vivero. Estos autores observaron que las primeras germinaciones ocurrieron entre los 3 y 4 días posteriores a la siembra.

Sin embargo, Oliveira (2000) observó un tiempo medio de germinación de ocho días, tanto en semillas intactas como sin tegumentos, similar al de este estudio.

Wencomo (2004) al evaluar otras especies de árboles, en condiciones similares de experimentación encontró un marcado efecto de latencia provocada por la dureza de las semillas y la presencia de cubiertas impermeables al agua que restringen la germinación, aspecto que parece no influyó en nuestras condiciones experimentales, ya que las cubiertas de las semillas de las diferentes procedencias de moringa no presentaron una

dureza representativa, lo que coincide con lo informado por González (2003), el cual refiere que existen algunas semillas de arbóreas que no necesitan ser tratadas para que germine su embrión, como *G. sepium* y *B. purpurea*



a, b, c, d, e Valores con superíndices diferentes, difieren a $P < 0,05$ (Duncan, 1955)
 $P < 0,05$.

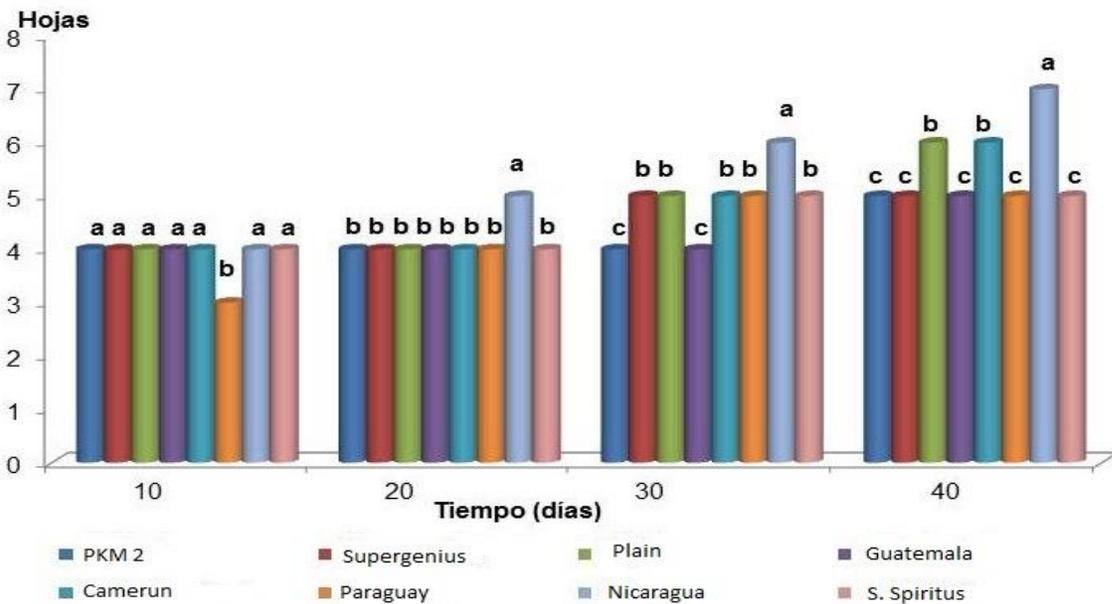
Fig. 5. Emergencia y supervivencia de *Moringa oleifera* en fase de vivero.

La supervivencia de las plántulas de Moringa en el vivero fue de un 100%, excepto la accesión Plain con un 97%, valor que también es destacado.

Estos porcentajes de supervivencia registrados por las accesiones PKM- 2, Supergenius, Guatemala, Camerun, Paraguay, Nicaragua y S. Spiritus son similares a los informados

por Medina *et al.* (2007), quienes reportan una supervivencia de 100% en condiciones similares. 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.

La figura 6 muestra como la accesión Nicaragua alcanzó un aumento progresivo del número de hojas durante todo el experimento (de 4 a 7). Las demás accesiones no mostraron un aumento en hojas durante los primeros 20 días, aspecto que comenzó a progresar a partir de los 30 días, donde las accesiones Plain y Camerun mostraron los mejores valores, después de Nicaragua, existiendo diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$) con el resto de las demás accesiones a los 40 días de sembradas.



a, b, c, Valores con superíndices diferentes, difieren a $P < 0,05$ (Duncan, 1955) * $P < 0,05$.

Fig. 6. Número de hojas de las plántulas de *Moringa oleifera* en el vivero.

Estos resultados son similares a lo obtenido por Moroto *et al.* (2000). Estos autores refieren que *Moringa oleifera*, a pesar de sus diferencias en la ubicación taxonómica con respecto de las arbóreas que son leguminosas, presentan una arquitectura similar en cuanto al patrón de formación y disposición de las ramas en su etapa inicial de desarrollo, las cuales se caracterizan por ser esparcidas, de mayor constitución y con numerosas hojas.

La figura 7 muestra el comportamiento del diámetro de las plantas a los 40 días después de la siembra. En este sentido se obtuvieron valores similares en todas las accesiones, los que fluctuaron entre los 0,33-0,39 cm.

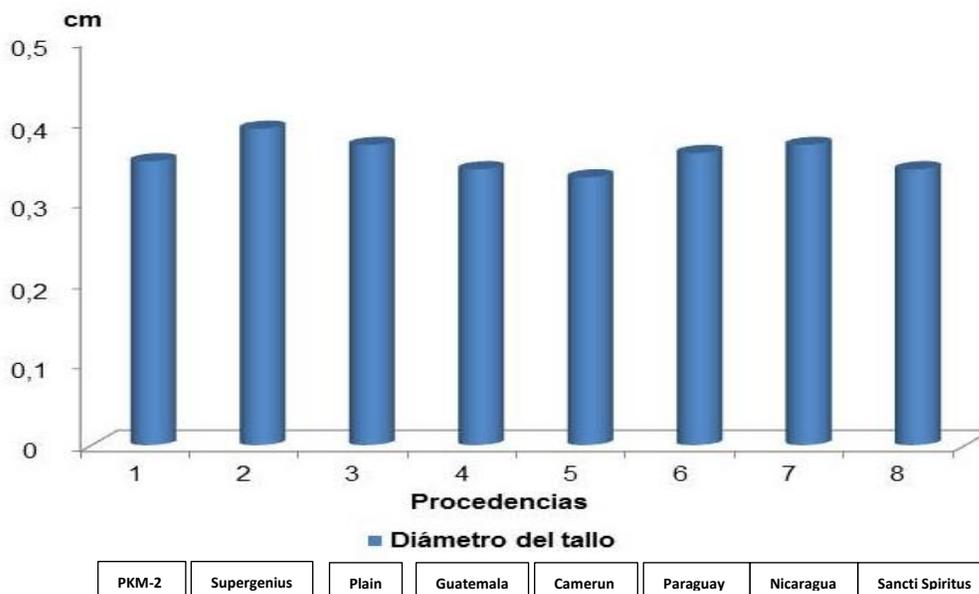


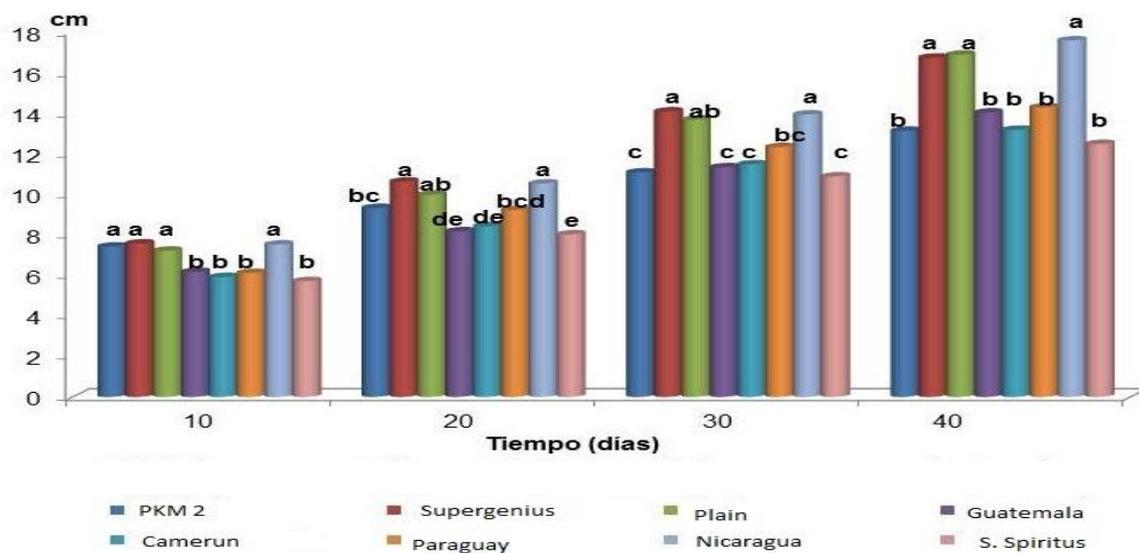
Fig. 7. Diámetro del tallo de las plántulas de *Moringa oleifera* en el vivero.

Valores superiores obtuvo Pérez (2011a) cuando evaluó la *M. oleifera* en similares condiciones de vivero, pero empleando diferentes sustratos. Con la combinación de suelo rojo + humus de lombriz, las plántulas de moringa mostraron un diámetro de 0,58 cm a los 42 días posteriores a la siembra.

También Medina *et al.* (2007) y Medina *et al.* (2011), cuando evaluaron el comportamiento de *M. oleifera* y otras especies arbóreas en condiciones de vivero, pero con sustratos alcalinos, informaron que la moringa superó al resto de las especies en cuanto al diámetro del tallo, demostrando un engrosamiento de este más rápido y progresivo.

En la figura 8 se informa lo relacionado con la altura de las plantas en los diferentes muestreos. Respecto a este indicador, se mostró un crecimiento de forma progresiva durante toda la investigación; los valores alcanzados mostraron diferencias significativas entre sí en cada momento de muestreo y coinciden con los obtenidos por Pérez *et al.* (2010), los cuales oscilaron entre 198 y 144 mm. Las accesiones expresaron su mayor desarrollo a partir de los 20 días, donde se destacaron Nicaragua, Plain y Supergenius con más de 160 mm al final del experimento. Las demás accesiones estudiadas no difirieron entre sí a los 40 días de sembradas y su altura no rebasó los 150 mm. El menor crecimiento en los primeros 20 días pudo estar dado a que al principio del crecimiento las plántulas tienden a desarrollar primero el sistema radical para garantizar la absorción de agua y nutrientes para un posterior desarrollo.

Este comportamiento concuerda con lo expuesto por Medina *et al.* (2007), que plantearon que la *M. oleifera* desde el inicio de su crecimiento experimenta una tendencia acelerada, debido al rápido desarrollo de su sistema radical, lo que propicia un mayor aprovechamiento de los nutrimentos del suelo y el agua disponible.



a, b, c, d, e Valores con superíndices diferentes, difieren a $P < 0,05$ (Duncan, 1955) * $P < 0,05$.

Fig. 8. Altura de las plántulas en los diferentes muestreos.

La figura 9 muestra la velocidad de crecimiento de forma lineal de las accesiones en cada uno de los muestreos; donde las accesiones Nicaragua, Supergenius y Plain mostraron el mayor incremento, con 0,43; 0,42 y 0,41 cm/día respectivamente. La procedencia que manifestó menor velocidad de crecimiento fue Sancti Spiritus con 0,31 cm/día.

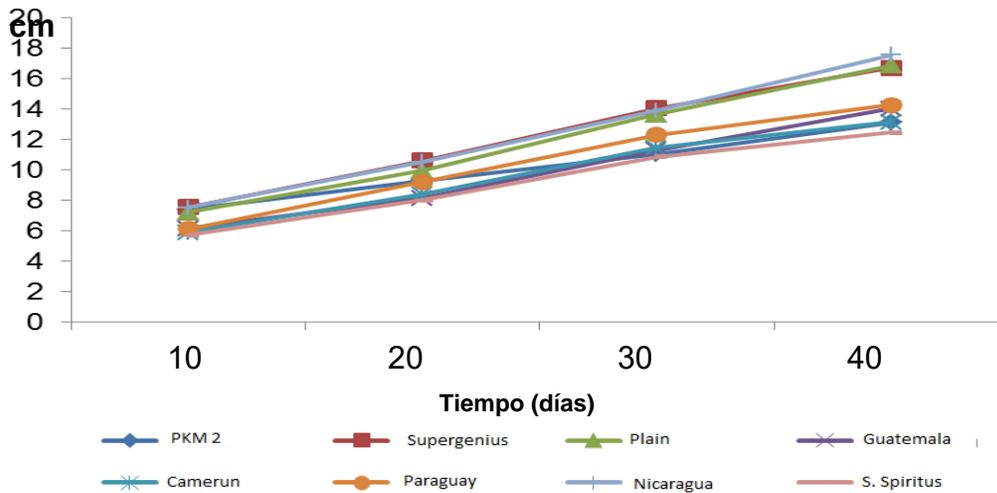


Fig. 9. Dinámica de crecimiento de *Moringa oleifera* en fase de vivero.

Similares valores de velocidad de crecimiento fueron encontrados por Pérez *et al.* (2010) en un experimento donde estudiaron el efecto de la escarificación de las semillas de moringa previo a la siembra de los viveros. El tratamiento sin escarificación mostró una velocidad de 0,44 cm/día, mientras que las semillas que fueron escarificadas propiciaron una mayor velocidad de crecimiento de las plántulas, con valores de 0,57cm/día. Estos autores justificaron este resultado al hecho que con el proceso de escarificación de las semillas se crean condiciones mucho más favorables, que benefician el incremento de la emergencia de las plántulas de forma significativa.

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.

Según la escala utilizada para determinar el grado de lesiones por plagas y síntomas causados por enfermedades, no se observó ninguna afectación en las procedencias

estudiadas, por lo cual, en las condiciones experimentales descritas, se consideró inmune a plagas y enfermedades. En este sentido, Medina *et al.* (2007) encontraron una respuesta similar a los resultados anteriormente expuestos.

Sin embargo, en trabajos experimentales realizados por García- Roa (2003) y Reyes (2004), se observó 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 figura 10 se muestra la dinámica de crecimiento de las accesiones de *M. oleifera* durante la fase del establecimiento. En este sentido, se observó que, a los 90 días de trasplantadas, todas las plantas, con excepción de la accesión Sancti Spiritus, alcanzaron una altura superior a 150 cm, mientras que a los 120 días todas superaban los 200 cm de altura.

Sin embargo, de acuerdo con las observaciones de campo, durante los dos primeros meses posteriores a la plantación se presentó un crecimiento lento de las plantas, que pudo deberse al estrés causado por la acción del traslado de estas al campo y su posterior trasplante. Este lento crecimiento de las plantas durante los primeros dos meses posteriores a la siembra en campo coincide con lo reportado por Francisco (2002) en la leguminosa arbórea *G. sepium* y lo relacionó con el estrés que sufrieron las plantas al ser trasladadas al campo.

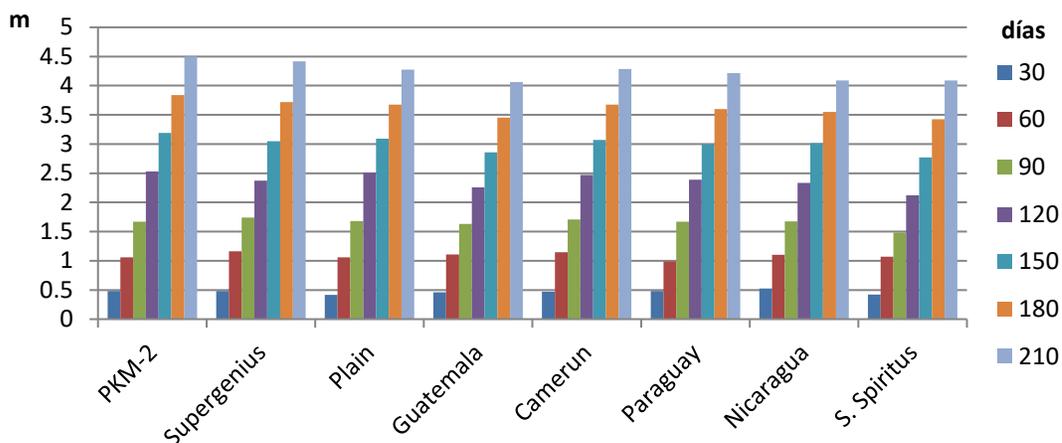


Fig.10.

Dinámica de crecimiento de las accesiones durante el establecimiento

En sentido general, todas las accesiones de moringa tuvieron un aceptable comportamiento durante todo el período de evaluación, lo que se refrenda con la altura alcanzada a los cuatro meses de trasplantada. Se ha informado en diferentes estudios que el principal aspecto que se debe tener en cuenta a la hora de establecer plantaciones de moringa es la característica del suelo, ya que este género no soporta los suelos de mal drenaje ni el encharcamiento prolongado (Pérez *et al.*, 2010; Olson y Fahey, 2011; Foidl *et al.*, 2014).

En el caso del experimento que nos ocupa, esto no fue un factor limitante ya que los suelos del área experimental son de buen drenaje y las condiciones del mismo fueron propicias para el desarrollo del cultivo.

Con respecto a la supervivencia, esta osciló entre 80 y 100%, existiendo diferenciación numérica entre las accesiones, aunque no fue tan pronunciada. Esta variable se comportó de forma independiente, lo que indicó que esta nada tuvo que ver con los meses al establecimiento, ni con la altura alcanzada por los tratamientos, muriendo algunas de las plantas con mayor o menor altura o edad.

Un resultado interesante observado en la etapa de establecimiento lo constituyó la fenología (tabla 5). En este sentido, se comprobó que todas las accesiones se mantuvieron en fase vegetativa hasta los 150 días, momento que se decidió dar por finalizada la etapa de establecimiento, ya que todas las accesiones superaban para ese momento los 250 cm. Este comportamiento pudo estar motivado por las condiciones climáticas, así como también por el corto período de evaluación para este indicador, donde no tuvieron tiempo para expresar su fenología completa. En observaciones realizadas posteriormente, en plantas que no se utilizaron para las mediciones de producción de biomasa, se comprobó que a partir de los meses de septiembre-octubre comenzaron los cambios fenológicos en las mismas, produciendo flores, legumbres y semillas, aspecto muy positivo y que muestra la lucha de las especies con el ambiente por la supervivencia. Este proceso se extendió hasta la fase de fin de fructificación en los meses de enero-febrero.

Tabla 5. Comportamiento fenológico durante la etapa de establecimiento

Accesión	M	A	Mayo	Jun	Jul	A	S	O	N	D	E	F
PKM-2	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Green	Green	Yellow	Yellow	Brown	White
Super genius	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Green	Blue	Yellow	Yellow	Brown	Brown
Plain	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Green	Blue	Yellow	Brown	Brown
Guatemala	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Green	Blue	Yellow	Yellow	Brown	Brown
Camerún	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Green	Blue	Yellow	Yellow	Brown	Brown
Paraguay	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Green	Blue	Yellow	Brown	Brown
Nicaragua	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Green	Blue	Yellow	Yellow	Brown	Brown
S. Spiritus	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Green	Yellow	Yellow	Brown	Brown

■ Fase vegetativa;
 ■ Abotonamiento;
 ■ Inicio floración;
 ■ Fin de floración
■ Inicio fructificación,
 ■ Fin fructificación

En las zonas tropicales los estudios fenológicos resultan complejos, dado por los fenómenos atmosféricos que ocurren cada año, que provocan desfases en la fenología en un gran número de árboles, o lo que es lo mismo, la aparición del fenómeno de erratismo (Sans y Massalles, 1988), es decir la aparición anárquica de brotes, independientes de los factores climáticos.

Los resultados del presente estudio son similares a los presentados por autores como Zamorano *et al.* (2008), donde se observó la existencia de fluctuaciones anuales y tendencias supranuales en la fenología de diferentes especies forestales en condiciones edafoclimáticas de Chile.

La poda constituye un manejo para proporcionar mayor rendimiento. Cuando se cultivan árboles de moringa para forraje o para la obtención de frutos éstos se deben podar con el objetivo de restringir el desarrollo de la copa y de este modo promover el crecimiento de nuevas ramas laterales (Ramachandran *et al.*, 1980).

En la tabla 6 se muestra la producción de biomasa de las ocho accesiones estudiadas..

Tabla. 6. Producción de biomasa en las procedencias estudiadas (Kg/árbol)

Procedencias	BC	BL	BT
PKM-2	0,18 ^{bc}	1,38 ^b	1,56 ^b
Supergenius	0,40 ^a	3,10 ^{ab}	3,50 ^{ab}
Plain	0,39 ^a	3,18 ^{ab}	3,58 ^{ab}
Guatemala	0,16 ^c	1,58 ^b	1,74 ^b
Camerun	0,18 ^{bc}	1,66 ^b	1,84 ^b
Paraguay	0,26 ^{abc}	2,26 ^{ab}	2,52 ^{ab}
Nicaragua	0,26 ^{abc}	2,26 ^{ab}	2,53 ^{ab}
S.Spiritus	0,33 ^{abc}	2,36 ^{ab}	2,69 ^{ab}

Letras desiguales difieren a $p \leq 0,05$ (Duncan, 1955)

BC: Biomasa Comestible, BL: Biomasa Leñosa, BT: Biomasa Total

En lo que a biomasa comestible se refiere no se mostraron diferencias significativas entre las accesiones, con excepción de Supergenius y Plain, que mostraron diferencias significativas con la PKM-2, Guatemala y Camerun.

En el caso de la biomasa leñosa y total no se muestran diferencias significativas entre las accesiones, aunque sobresalen con los menores valores de kg de biomasa por árbol las accesiones PKM-2, Guatemala y Camerun.

En este sentido, cabe destacar que uno de los indicadores más relacionados con el comportamiento agroproductivo de las plantas es el rendimiento de biomasa comestible (Boschini *et al.*, 2002), el cual está vinculado con las condiciones ambientales, incluido el manejo, como la poda o el corte.

En lo que a plagas y enfermedades se refiere, no se observó ninguna afectación ni síntomas de enfermedades durante el establecimiento, sin embargo, son disímiles los antecedentes que se tienen acerca de la incidencia de insectos-plagas y enfermedades en *M. oleifera*. Reyes (2005) alega que son las hormigas cortadoras o zompopos (*Atta* spp.) y el gusano medidor (*Mocis latipes*), las plagas que más afectan las plantas, inmediatamente después de la germinación, las cuales normalmente realizan un ataque y no regresan más al cultivo, aunque éstos aseveran que se requiere implementar medidas de control para disminuir los daños que ocasionan.

Desde la década de los 80 los estudios realizados por Duke (1983) y ratificados por Ferrer *et al.* (2014) informaron varios organismos causantes de plagas, entre ellos: la mosca frutera (*Gitona* spp.) que infecta los frutos y provoca su putrefacción. También diferentes especies de gorgojos (*Myllocerus discolor* var. *variegatus*, *M. 11-pustulatus*, *M. tenuiclavis*, *M. viridanus* y *Ptochus ovulum*), los que atacan a las hojas de las plantas jóvenes y tocones recién plantados.

También se informa que moringa es atacada por plantas parásitas como *Dendrophthoe flacata* y en cuanto a microorganismos fitopatógenos, los hongos que atacan la planta incluye: *Cercospora moringicola* (Mancha foliar), *Sphaceloma morindae* (Antracnosis), *Puccinia moringae* (roya), *Oidium* sp. y *Polyporus gilvus*.

El cultivo de *M. oleifera* en México presentó daños causados por el gusano gallina ciega (*Phyllophagas* pp.), observándose el daño en el rebrote de cada cosecha. La mortalidad registró además diferencia ($P < 0.05$) entre las densidades de población en la mayoría de los periodos durante ambos años del experimento, obteniendo una relación positiva, es decir que a mayor densidad de población se registró mayor mortalidad (Meza *et al.* 2016).

Sin embargo, hay quienes aseguran que moringa es resistente o inmune a plagas y enfermedades (Medina *et al.*, 2011), incluyendo nemátodos fitoparásitos. Esto puede estar dado por algunas aseveraciones emitidas al respecto, donde se plantea la presencia en sus hojas y semillas de sustancias que ejercen un efecto bactericida (Tharshika *et al.*, 2017) y fungicida contra plagas y hongos (Anon, 2010, Goss *et al.*, 2017). En correspondencia con ello, hay evidencias que las hojas de moringa, incorporadas directamente al suelo previenen del ataque del hongo de las plántulas, *Pythium* spp.

CONCLUSIONES

1. En la fase de vivero, sobresale la accesión Nicaragua, que mostro el mejor comportamiento en cuanto a emergencia, número de hojas, supervivencia, altura, diámetro del tallo y velocidad de crecimiento.
2. Luego del trasplante a campo, todas las accesiones mostraron valores superiores a los 2,00 m de altura al cabo de los 120 días, con una supervivencia que osciló entre 80 y 100%.
3. En los ensayos de producción de biomasa, todas las accesiones difirieron significativamente, con mejores resultados para Supergenius y Plain.
4. Todas las accesiones manifestaron resistencia al ataque de plagas y enfermedades, tanto en vivero, como en la fase de establecimiento.

RECOMENDACIONES

1. Completar los estudios de las accesiones evaluadas en lo referente a su composición bromatológica, valor nutritivo, formas de conservación y producción de semillas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Agrodesierto. Moringa (*Moringa oleifera*). Programas Agroforestales. (En línea). 2006. Consultado: 16/10/2016. Disponible en <http://www.agrodesierto.com/>
2. Alfaro, Norma C. & Martínez, W. 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. 2008.
3. Alfaro, Norma C. Rendimiento y uso potencial de Paraíso Blanco, Moringa oleifera Lam en la Producción de alimentos de alto valor nutritivo para su utilización en comunidades de alta vulnerabilidad alimentario-nutricional de Guatemala. Informe final. Proyecto FODECYT No. 26 – 2006. Guatemala. 150 pp. 2008.
4. Almeida, A. Uso da Semente do Género Moringa. Brasil. Anónimo. (material impreso), 6 h. 1999.
5. Anon. Moringa oleifera: El árbol de la vida. Sociedad Colombiana de Moringa "Fullmoringa" (En línea). 2010. Disponible en: <http://fullmoringa.com.co/index.html>. Consultado: [8/12/2017].
6. Anwar, F.; Nahid Z, Seyda & Rashid, U. Characterization of Moringa oleifera seed oil from drought and irrigated regions of Punjab, Pakistan. Grasas y Aceites (CU) 57(2): 160-168, abril- junio. 2006.
7. Artiga-Suarez, María Elizabeth. Efecto del BAP y 2,4-D en la inducción in vitro de tejido callogénico a partir de láminas foliares, segmentos nodales y vitroexplantes hipocotiledonares y radiculares de Moringa oleífera. Proyecto especial de graduación del programa de Ingeniería Agronómica, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. 25 pp. 2012.

8. Barrios-Soto, N. Caracterización fenológica en etapa de vivero de moringa (*Moringa oleífera* Lam), trupillo (*Prosopis Juliflora*), neem (*Azadirachta indica*), gualanday (*Jacaranda caucana*) y ceiba bonga (*Ceiba Pentandra*), especies forestales adaptadas al trópico como estrategia de mitigación al cambio climático. Proyecto de Investigación para optar el título de ingeniero agroforestal. Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD. Escuela de Ciencias Agrícolas Pecuarias y Medio Ambiente. Santa Marta, Colombia. 83 pp. 2016.
9. Becker, B. & Nair, P.K. Cultivation of medicinal plants in an alley cropping system with *Moringa oleífera* in the United States Virgin Islands. 1st World Congress of Agroforestry. Orlando, Florida, USA. 2004.
10. Bezerra, A. M. E.; Momenté, V. G. & Medeiros Filho, S. Germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas de moringa (*Moringa oleífera* Lam.) em função do peso de sementes e do tipo de substrato. *Horticultura Brasileira*. 22 (2):295. 2004.
11. Biomasa. Proyecto Biomasa. Tecnologías impulsadas por FUNICA 1.1. Proyecto Marango–Universidad de Ingeniería (UNI). Managua. Nicaragua. (En línea). 2006. Disponible en: <http://www.fao.org/ag/aga/AGAP/frg/AGROFOR1/Agrofor1.htm>. Consultado: [8/12/2017].
12. Bonal-Ruiz, R., Rivera-Odio, Regina Mercedes, & Bolívar-Carrión, María Emilia. *Moringa oleífera*: una opción saludable para el bienestar. MEDISAN, 16(10), 1596-1599. 2012.
13. Bosch, H. 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. 2009.
14. Boschini, C. Establishment and management of mulberry for intensive forage production. In: Mulberry for animal production. Animal Production and Health Paper No .147. FAO, Rome. p 115. 2002.
15. Carrillo, C., Baldizán, A., Vivas, Isis & Ríos, Leyla. Producción de biomasa de *Moringa oleífera* bajo diferentes métodos de siembra. Ciencia y Tecnología Ganadera Vol. 7 No. 2-3. p. 202. 2013

16. Castellanos, J.; Castañeda, R. & Meléndez, Odalis. Presencia de hongos sobre el cultivo de la Moringa (*Moringa oleifera*). Boyeros. Cuba. 2012.
17. Castillo-Martínez, I., Valdés-Sáenz, M., Pérez-Meléndez, J. & Mederos-Apaulaza, A. Influencia de tres sustratos orgánicos en algunos parámetros morfológicos de la planta Moringa oleífera (acacia branca) obtenida en viveros de contenedores. Revista Cubana de Ciencias Forestales, 1(1), 23-32. 2013.
18. Comisión Técnica de Fitomed. Paraíso francés. [En línea]. http://www.sld.cu/fitomed/paraiso_frances.htm. [Consultado en febrero de 2016]. 2010.
19. Contino, Y. & Funes, Monzote, R. Usos de la Moringa oleífera con fines veterinarios en fincas campesinas de Cuba. EEPFIH. Matanzas. 2012.
20. Croess, Rubelis & Villalobos, Nuris. Caracterización en cuanto a edad y altura de corte del Moringo (*Moringa oleifera*) como uso potencial en la alimentación animal. [En línea]. Disponible en: http://www.moringa.es/pagelD_7271377.html. [18/09/17]. 2008.
21. Cuadra, R.; Liñeiro, D. Álvarez, Sonia & Cea, María, E. Comportamiento de la planta de moringa (*Moringa oleifera* L.) frente al ataque de Nemátodos de las Agallas. La Habana. Cuba. 2012.
22. Duke, J. A. Handbook of crops (*Moringa oleifera*). Purdue University, Center for New Crop and Plant Products. 1983.
23. Duncan, D. B. Múltiple range and múltiple F test. Biometric 11:1, 1955.
24. Espinoza, L. Producción de plantas de la especie Moringa oleífera Lam. bajo las condiciones del vivero coloradito de la empresa Maderas del Orinoco C.A.-Edo Anzoátegui. (En línea). 2012. Consultado: 20/Enero/2016. Disponible en: http://www.cidar.uneg.edu.ve/DB/bcuneg/EDOCS/TESIS/TESIS_PREGRADO/INFORMES%20DE%20PASANTIAS/IP106742012CDEspinozaLiammys.pdf.
25. Falasca, Silvia & Bernabé, María, A. Potenciales usos y delimitación del área de cultivo de Moringa oleífera en Argentina. Revista Virtual de REDESMA. p.1. [En línea]. 2008. <http://revistavirtual.al.redesma.org/vol3/pdf/investigacion/Moringa.pdf>. [Consultado en febrero de 2016].
26. Flores-Leiva, B. A. & Duarte, F. J. *Producción de biomasa de Moringa oleifera sometida a diferentes densidades de siembra y frecuencias de corte, en el trópico seco*

de Managua, Nicaragua. Tesis para optar al cargo de Ingeniero agrónomo zootecnista. Universidad Nacional Agraria, UNA. 51 pp. 2004.

27. Foidl, N., Makkar, H.P.S. & Becker, K. The potential of *Moringa oleifera* for agricultural and industrial uses. In: Fugii, L. (ed) 2001 "The Miracle Tree: The multiple attributes of moringa. CTA Wageningen/CWS Dakar. 19pp. (p3). 2001.
28. Foidl, N; Mayorga, L. & Vásquez, W. Utilización del Marango (*Moringa oleifera*) como forraje fresco para ganado. [En línea] anónimo. Disponible en: biomasa@ibw.com.ni. [Consultado: diciembre, 23 2016]. 2003.
29. Foidl, N., L. Mayorga, y W. Vásquez. Utilización del marango (*Moringa oleifera*) como forraje fresco para ganado. Conferencia electrónica de la FAO sobre "Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica", FAO ITA. <http://www.fao.org/livestock/agap/frg/agrofor1/foidl16.htm> (consultado 12 jul. 2017). 2014.
30. Ferrer, Cándida, Llerena, P. y Mazorra, Martha *Moringa un árbol de múltiples usos..* Edición de Fundación Bolívar y Martí. ISBN: 978-980-7694-00-1. Pp. 79-86. 2014.
31. Francisco, Ana Geraldine. Nota técnica: Evaluación de una plantación de *Gliricidia sepium* durante el período de establecimiento. *Pastos y Forrajes* 25:155 2002.
32. Fugliee, L. Se estudian nuevos usos del marango en Nicaragua. *EDN 68 (Spanish)* Septiembre. [En línea]. <http://www.echotech.org/network>. [Consultado en enero de 2016]. 2000.
33. Garavito, U. *Moringa oleifera*, alimento ecológico para ganado vacuno, porcino, equino, aves y peces, para alimentación humana, también para producción de etanol y biodiesel. [En línea]. Disponible en: http://www.engormix.com/moringa_oleifera_alimento_ecologico_s_articulos_1891_AGR.htm. [Consulta: septiembre 15. 2012]. 2008.
34. García-Roa, M. Producción de semillas forestales de especies forrajeras enfatizados en sistemas silvopastoriles. *INAFOR*. 37 p. [En línea]. <http://www.inafor.gob.ni/index.php/publicaciones>. [Consultado en febrero de 2016]. 2003.

35. García, D. E.; Medina, María Gabriela; Domínguez, C.; Baldizán, A.; Humbría, J. & Cova, L. Evaluación química de especies no leguminosas con potencial forrajero en el estado Trujillo, Venezuela. *Zootecnia Trop.* 24 (4):401. 2006.
36. Godino, M., Arias, C. & Izquierdo, M. I. Interés forestal de la Moringa oleifera y posibles zonas de implantación en España. En: Sociedad Española de Ciencias Forestales, editor, 6º Congreso Forestal Español "Montes: Servicios y desarrollo rural". Sociedad Española de Ciencias Forestales, ESP. p. 2-13. 2013.
37. Godino, M., Vázquez, T., Izquierdo, M. I. y Pérez, C. Estudio de la incidencia de los factores ecológicos abióticos en la germinación y desarrollo de la Moringa oleifera Lam. En: Sociedad Española de Ciencia Forestal, Editor: Sexto Congreso Forestal Español. Sociedad Española de Ciencia Forestal, ESP. 2013.
38. Gomaa, H. N. & Picó, X. F. Seed germination, seedling traits, and seed bank of the tree Moringa peregrine (Moringaceae) in a hyper – arid environment. *Am. J. Bot.* 98:1024-1030. doi:103732/ajb.1000051. 2011.
39. González, Yolanda. Comportamiento germinativo y deterioro de las semillas de Bauhinia purpurea almacenadas al ambiente. *Pastos y Forrajes.* 26:115-118. 2003.
40. González-Gotera, N. Datos generales sobre Moringa oleifera. Informaciones preliminares para el diseño de una planta destinada a la producción a escala piloto de preparados nutricionales y medicinales a partir de elementos de este árbol multipropósito. Dirección General Instituto Finlay. La Habana. Cuba. 2011.
41. González, O. Moringa oleifera, una alternativa para la alimentación animal intensiva sostenible. Matanzas. 2010.
42. González-López, E. O. Caracterización físico-química y sensorial del aceite de semillas de Moringa oleifera Lam. Tesis en opción al Título en Licenciatura en Ciencias Alimentarias. Universidad de La Habana. Instituto de Farmacia y Alimentos. Departamento de Alimentos. 50 pp. 2012.
43. González-González, C. E. & Crespo-López, G. J. Respuesta de Moringa oleifera Lam a estrategias de fertilización en suelo Ferralítico rojo lixiviado. *Pastos y Forrajes*, 39 (3), 106-110. 2016.

44. Gopalan, C.; Rama, Sastri, B. & Balasubramanian. V. Nutritive value of Indian foods. Hyderabad, India (Nacional Institute of Nutrition). Revised and updated by B.S. Narasinga Rao; Y.G. Deosthale and K.C. Pant). 1994.
45. Goss, M., Mafongoya, P. & Gubba, A. Moringa oleifera. Extracts Effect on Fusarium solani and Rhizoctonia solani growth. Asian Research Journal of Agriculture 6(1): 1-10. 2017.
46. Hernández, A. *et al.* Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba. Instituto de Suelos. Ministerio de la Agricultura. La Habana. Cuba. 64 p. 1999.
47. Hernández, G. N. G.; Hernández, D. C. & Ruiz, G. V. Elaboración de tamal a base de sorgo blanco (*Sorghum bicolor* L. Moench) y moringa (*M. oleifera*) como alimento funcional. Jóvenes en la Ciencia 3: 81-84. 2017.
48. Instituto de investigaciones de ingeniería agrícola. Propuesta de Normas de Riego para Proyectos de Riego en el cultivo intensivo de la Moringa (*Moringa Oleifera*) para alimentación animal. La Habana. Cuba. 2012.
49. Jarquín, S. J.; Jarquín, C. M. & Reyes, N. Producción de biomasa de Moringa oleifera bajo diferentes densidades de siembra y frecuencia de corte en el trópico seco de Nicaragua. Tesis Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencia Animal. Universidad Nacional Agraria. 59 p. 2003.
50. Jarquín-Sevilla, J. M y Jarquín-Castillo, M. H. Producción de biomasa de *Moringa oleifera* bajo diferentes densidades de siembra y frecuencias de corte en el trópico seco de Nicaragua. Tesis en opción al grado de ingeniero agrónomo zootecnista. Universidad Nacional Agraria, Facultad de Ciencia Animal. 59 pp. 2003.
51. Kameswararao, N; Hanson, M, J; Dulloo, E; Ghosh, K; Nowell, D; Larinde, M.. Manual para el manejo de semillas en bancos de germoplasma. Manuales para Bancos de Germoplasma No. 8. Bioersivity International, Roma, Italia. 182 p. 2007
52. Ledea-Rodríguez, J. L., Rosell-Alonso, Giselle, Benítez-Jiménez, D. G., Arias-Pérez, R. C., Ray-Ramírez, J. V. y Reyes-Pérez, J. J. Producción de semillas de variedades de Moringa oleifera Lam en el Valle del Cauto. Agron. Mesoam. ISSN 2215-3608. 29 (2):415-423. 2018.

53. Lok, Sandra y Suárez, Y. Evaluación del comportamiento en la producción de biomasa de *Moringa oleifera* con la aplicación de diferentes abonos y bioestimulantes en un suelo Ferralítico Rojo. Cuba. 2012.
54. Martínez, Yolanda; Sánchez, Carmen y Avilés, R.. Reporte del insecto *Apatemonachus* (F.) (Coleóptero: Bostrichyidae) atacando *Moringa oleifera* L. La Habana. Cuba. 2012
55. Medina, María Gabriela., García, D. F, Clavero, T. J. & iglesias, J. M. Estudio comparativo de *Moringa oleifera* y *Leucaena leucocephala* durante la germinación y la etapa inicial de crecimiento. *Zootecnia Tropical*. 25 (2): 83-93. 2007.
56. Medina, María G.; García, D. E.; Moratinos, P. & Cova, L. J. Comparación de tres leguminosas arbóreas sembradas en un sustrato alcalino durante el período de aviveramiento. I. Variables morfoestructurales. *Pastos y Forrajes*. 34 (1):37. 2011.
57. Meza Z, E Olivares, E, Gutiérrez, H Bernal, J Aranda, R Vázquez y R Carranza. Crecimiento y producción de biomasa de moringa (*Moringa oleifera* Lam.) bajo las condiciones climáticas del Noreste de México. *TECNOCENCIA Chihuahua* 10(3):143-153. 2016.
58. Montesinos, S. *Moringa oleifera* un árbol promisorio para la ganadería. Artículos técnicos. *Revista asociación Cubana de Producción Animal (ACPA)*. No.2. p 50-53. 2010.
59. Moroto L.O.; Cruz, E.; Francaise, E.; Driesche, V.; Beckmans, S.; Manso, M.J.; Lazo, L.; Ríos, C. & Machado, J.M. *Moringa oleifera* Lam. (Pterigosperma): consideraciones sobre la presencia de lectinas. *Memorias IV Taller Internacional Silvopastoril «Los árboles y arbustos en la ganadería tropical»*. Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey, Matanzas, Cuba. Tomo I, p. 215. 2000.
60. Nautiyal, B.P. & Venhataraman, K.G. *Moringa* an ideal tree for social forestry. 1. Growing conditions and uses. *Myforest*. 23 (1):53. 1987.
61. Nonagaki, H. Seed germination - The biochemical and molecular mechanisms. *Breeding Science*. 56:93. 2006.

62. Oliveira, J.T. A. y Silveira, S.B. Compositional and nutritional attributes of seeds from multiple purposes tree *Moringa oleifera* Lamarck. *J. Sci. Food Agric.* 79 (6), 815820. 1999.
63. Oliveira, V. C. Germinação de sementes de moringa (*Moringa oleifera* Lam.). Monografía Graduacao. UFC, Fortaleza, Brsil. 29 p. 2000.
64. Olson, M. E. & Fahey, J. W. *Moringa oleifera* un árbol multiusos para las zonas tropicales secas. *Revista Mexicana de Biodiversidad.* 82: 1071-1082. 2011.
65. Olson, M. E. y Alvarado-Cárdenas, L. O. ¿Dónde cultivar el árbol milagro, *Moringa oleifera*, en México? Un análisis de su distribución potencial. *Revista Mexicana de Biodiversidad.* Volume 87, Issue 3: 1089-1102. 2016
66. Pan-Garcia, Mileidy Zurely. Evaluación de especies arbustivas forrajeras con potencial para el diseño de estrategias de adaptación de los sistemas de producción ganadera al cambio climático en ecosistemas de bosque húmedo tropical. Informe de investigación. Universidad de la Salle. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Programa de Zootecnia. Bogotá. 13 pp. 2016.
67. Paz, N. E., López, A. & Martínez, J. Áreas con alto potencial agroecológico para el cultivo de moringa oleifera para la producción de biocombustible en el estado de Chiapas, México. *Convibra.* Disponible en: http://www.convibra.org/upload/paper/2014/83/2014_83_8841.pdf. 2014. Consultado: 4/12/2018.
68. Pérez, A, Sánchez, Tania, Armengol, Nayda, & Reyes, F. Características y potencialidades de *Moringa oleifera*, Lamark: Una alternativa para la alimentación animal. *Pastos y Forrajes*, 33 (4): 1. 2010.
69. Pérez-Martín, E. Caracterización agronómica y nutricional de *Moringa oleifera* para la alimentación de bovinos en desarrollo. 62 h. Trabajo de Diploma (en opción al Título de Ingeniero Agrónomo) -- Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey". 2011.
70. Pérez, R. Avanza validación de moringa como alternativa forrajera para ovinos. *Fundación Produce.* Sinaloa, México. [En línea]

<http://www.w3.org/TR/xhtml1/DTD/xhtml1-transitional.dtd>. [Consultado en mayo de 2010]. 2011.

71. Pérez, R.; Fresneda, J.; y Martínez, A. Aspectos a tener en cuenta para la conservación de la semilla de *Moringa oleifera*. L. Cuba. 2012.
72. Pinto-Ruiz, R, Hernández, D, Gómez, H, Cobos, M. A, Quiroga, R, & Pezo, D. Árboles forrajeros de tres regiones ganaderas de Chiapas, México: Usos y características nutricionales. *Universidad y ciencia* vol.26, n.1 pp.19-31. 2010.
73. Piñuela, A.; Guerra, A. y Pérez-Sánchez, E. Guía para el establecimiento y manejo de viveros agroforestales. San Javier-Yaracuy, Venezuela. Fundación Danac. 38 p. 2013.
74. Puentes, J. P. La moringa, un nuevo recurso vegetal para la alimentación, la salud humana y la generación de energía renovable. *Revista Mito Cultural*. No 34. Disponible en: <http://revistamito.com/la-moringa-un-nuevo-recurso-vegetal-para-la-alimentacion-la-salud-humana-y-la-generacion-de-energia-renovable>.(2014). Consultado: 4/12/2017
75. Ramachandran, C., Peter, K. V. y Gopalakrishnan, P. K. Drumstick (*Moringa oleifera*): A multipurpose Indian Vegetable. *Economic Botany*, 34 (3) pp. 276-283. 1980.
76. Reyes N Marango: Cultivo y utilización en la alimentación animal. Guía técnica No. 5. Universidad Nacional Agraria. La Molina, Lima, Perú. p 8. 2005
77. Reyes, N. *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. [En línea]. http://diss.epsilon.slu.se/archive/00001027/01/NRS_General_Discussion_Final_Version_Nov_05.pdf. [Consultado en febrero de 2010]. 2006.
78. Reyes, Sánchez, N. Marango: Cultivo y utilización en la alimentación animal. Universidad Agraria Nacional. 24 pág. 2004.
79. Reyes-Sánchez , N. y Mendieta-Araica, B. Guía para el establecimiento y cultivo del marango (*Moringa oleifera*). Guía técnica No. 20. Universidad Nacional Agraria. Proyecto Marango, Managua, Nicaragua. 38 pp. 2017

80. Saavedra-Miranda, A. F. y Gutiérrez-Gonzales, S. L. Evaluación del efecto de tres sustratos en el desarrollo de plantas de *Moringa oleifera* en vivero. Trabajo de Graduación. Departamento Sistemas Integrales de producción Animal. Universidad Nacional Agraria. Facultad de Ciencia Animal. Managua, Nicaragua. 34 pp. 2014.
81. Sans, F. X & Masalles, R. M. Fenología de las primeras etapas de la sucesión secundaria, tras el abandono de los cultivos en la comarca de Les Garrigues, Cataluña Interior. *Lazaroa*, 10: 169-179. 1988.
82. Savón, Lourdes. Alimentos altos en fibra para especies monogástricas. Caracterización de la matriz fibrosa y sus efectos en la fisiología digestiva. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, vol. 36, núm. 2, pp. 91-102. 2002
83. Serra, T. M; da Silva, J. P; dos Santos, I. C.; Meneghetti, M.; Meneghetti, S.M.; Wolf, C.; y Gossmann, M. Obtenção do Biodiesel metílico a partir de óleo de *Moringa oleifera* presença de catalizador básico e ácido. *Anais. 30^o Reuniao Anual da Sociedade Brasileira de Química*. 2007.
84. Sharma, G.K. & Rains, V. 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. 175-181. 1982.
85. Tharshika S, Vidhya, M. P, Shivatharsiny R, Thavaranjit A C and Thayalini T Preliminary Phytochemical Screening and Anti-Bacterial Activity of Leaves of *Moringa oleifera*. *Lamk. Asian Journal of Medicine and Health* 6 (1): 1-5. 2017.
86. Valarezo, J. & Ochoa, Diana. Rendimiento y valoración nutritiva de especies forrajeras arbustivas establecidas en bancos de proteína, en el sur de la Amazonía ecuatoriana. *Revista CEDAMAZ*, 4 (113-124). 2014.
87. Véliz, Laura. Consideraciones sobre la potencialidad de la *Moringa Oleifera* para su utilización con fines alimentarios en Cuba. Trabajo de Diploma en opción al Título de Licenciatura en Ciencias Alimentarias. Universidad de la Habana. 2009.
88. Wencomo, Hilda. Evaluación de 50 accesiones de *Leucaena* spp. en la fase de vivero. *Pastos y Forrajes*. 27 (4): 321. 2004.
89. Villarreal, A. y Ortega, K. Revisión de las características y usos de la planta *Moringa oleifera*. *Investigación & Desarrollo*. 22 (2): 309-330. 2014.

90. Zamorano, C., M. Cortés, C. Echeverría, P. Hechenleitner y A. Lara. Experiencias de restauración con especies forestales amenazadas en Chile. En M. González-Espinosa, J. M. Rey-Benayas y N. Ramírez-Marcial, editores. Restauración de bosques en América Latina. Fundación Internacional para la Restauración de Ecosistemas (FIRE) y Editorial Mundi-Prensa México, México. P: 17-37. 2008.