



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

Facultad de Recursos Naturales y del
Ambiente

Trabajo de Graduación

**Evaluación de cuatro procedencias de
marango (*Moringa oleifera* Lam) en la fase
de vivero y de plantación, en la Universidad
Nacional Agraria, Nicaragua, 2016**

Autores:

Br. Luz Marina López Lúquez

Br. Luis Rodolfo Tercero Montenegro

Asesor:

Ing. Álvaro Noguera Talavera

Managua, Nicaragua

Septiembre del 2016



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente

Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible"

Trabajo de Graduación

**Evaluación de cuatro procedencias de marango
(*Moringa oleifera* Lam) en la fase de vivero y de
plantación, en la Universidad Nacional Agraria,
Nicaragua, 2016**

Ingeniería Forestal

Autores:

Br. Luz Marina López Lúquez

Br. Luis Rodolfo Tercero Montenegro

Asesor:

Ing. Álvaro Noguera Talavera

Managua, Nicaragua
Septiembre del 2016

ÍNDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINA
AGRADECIMIENTO	i
DEDICATORIA	ii
ÍNDICE DE TABLAS	iii
ÍNDICE DE FIGURAS	iv
INDICE DE ANEXOS	v
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
2.1. Objetivo general	3
2.2. Objetivos específicos	3
III. MATERIALES Y MÉTODOS	4
3.1. Ubicación y descripción de las áreas del estudio	4
3.1.1. Ubicación del vivero	4
3.1.3. Ubicación de la plantación	4
3.1.4. Clima	5
3.1.5. Suelo y topografía	5
3.2. Diseño metodológico	6
3.1.6. Origen y requerimientos ambientales de las procedencias	6
3.3. Fase de vivero	6
3.3.1. Determinación del porcentaje de germinación	7
3.3.2. Evaluación de sobrevivencia	8
3.3.3. Cuantificación del crecimiento	9
3.4. Fase de plantación	9
3.4.1. Delimitación del área experimental	10
3.4.2. Diseño de la plantación	11
3.4.3. Muestreo y Cuantificación de sobrevivencia	11
3.4.4. Evaluación del crecimiento	13
3.5. Variables evaluadas en cada una de las etapas del estudio	14
3.6. Análisis de datos	16
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	18
4.1. Fase de vivero	18
4.1.1. Evaluación del porcentaje de germinación y factores relacionados a la germinación	18
4.1.1.1. Germinación diaria por procedencia	20
4.1.2. Evaluación del porcentaje de sobrevivencia	21
4.1.3. Crecimiento de cuatro procedencias de <i>M. oleifera</i>	24
4.1.3.1. Crecimiento en altura	24
4.1.3.2. Crecimiento en diámetro	25
4.1.4. Numero de hojas por procedencia	27
4.2. Fase de plantación	28
4.2.1. Evaluación de sobrevivencia en plantación	28

4.2.2.	Evaluación del crecimiento en plantación	30
4.2.2.1.	Crecimiento en altura	30
4.2.2.2.	Crecimiento en diámetro	32
4.2.3.	Número de hojas por procedencia en plantación	33
4.3.	Índice de calidad de planta	34
V.	CONCLUSIONES	36
VI.	RECOMENDACIONES	37
VII.	LITERATURA CITADA	38
VII.	ANEXOS	41
Anexo 1.	Análisis de varianza en crecimiento de la Fase de vivero	42
Anexo 2.	Análisis de varianza en crecimiento de la fase de plantación	43
Anexo 3.	Tasas de crecimiento en altura y diámetro de <i>M. oleifera</i> en fase de vivero y plantación	45

AGRADECIMIENTO

Primeramente damos gracias a Dios por su inmenso amor de brindarnos la oportunidad de concluir nuestro trabajo de graduación con éxito, despertar cada día, lleno de fortalezas para seguir adelante y por las bendiciones que nos ha regalado.

A nuestros padres por su apoyo incondicional a lo largo de nuestra vida especialmente en la trayectoria tan importante para nuestro futuro en formarnos como profesional, por su amor y su fortaleza.

Agradecemos a aquellas personas que durante nuestro camino nos brindaron su enseñanza y su apoyo, al **Ing. Álvaro Noguera Talavera** por formarnos profesionalmente, por su confianza y por la oportunidad que nos brindó de trabajar con él en la elaboración de este estudio.

Br. Luz Marina López Lúquez

Téc. Luis Tercero Montenegro

DEDICATORIA

Este estudio lo dedico a tres seres queridos que siempre han estado al lado mío dándome todo su apoyo, ellos que han levantado la mirada cuando he flaqueado, a mi madre **Olga María Montenegro**, a mi tía **Pilar Montenegro** y mi tío **Félix Urtecho**.

Este estudio se lo dedico a mis padres Juana Lúquez y Jerónimo López por su apoyo, sus consejos que siempre me dieron la fuerza para seguir adelante y su amor incondicional.

Br. Luz Marina López Lúquez

Téc. Luis Tercero Montenegro

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
1. Características y requerimientos ambientales de las procedencias	6
2. Número de semillas utilizadas en el ensayo de cuatro procedencias de <i>M. oleifera</i> , Lam., UNA, 2016	8
3. Condiciones de las plantas en el vivero.	9
4. Clasificación de los valores de sobrevivencia de <i>M. oleifera</i> en condiciones de plantación (Noguera Talavera, <i>et al.</i> , np)	12
5. Condiciones de las plantas en Plantación.	13
6. Variables evaluadas en las 4 procedencias de <i>M. oleifera</i> , UNA, 2016	14
7. Evaluación de la germinación de cuatro procedencias de <i>M. oleifera</i> , UNA, 2016	18
8. Evaluación de la sobrevivencia de 4 procedencias de <i>M. oleifera</i> , UNA, 2016	21
9. Número de hojas por procedencias fase de vivero, UNA, 2016	27
10. Porcentajes de sobrevivencia de 4 procedencia de <i>M. oleifera</i> , UNA, 2016	28
11. Proporción de plantas (%) por condición de cuatro procedencias de <i>M. oleifera</i> en la fase de plantación, UNA, 2016	30
12. Numero de hojas por procedencias, UNA, 2016	33
13. Comparación de calidad de plantas de las procedencias de <i>M. oleifera</i> , UNA, 2016	34

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURAS	PÁGINA
1. Ubicación del Ensayo de cuatro procedencias de <i>M. oleifera</i> , UNA, 2016.	5
2. Diseño de la plantación de cuatro procedencias de <i>M. oleifera</i> en la Finca Santa Rosa, UNA, 2016.	11
3. Semillas de <i>Moringa oleifera</i> no germinadas, UNA, 2016.	19
4. Larvas de <i>Leptophobia sp.</i> , encontradas en las plantas del ensayo de 4 procedencias de <i>M. oleifera</i> , UNA, 2016.	22
5. Condiciones de las plantas de cuatro procedencias de <i>M. oleifera</i> en fase de vivero, UNA, 2016.	23
7. Valores de crecimiento en diámetro de 4 procedencias de <i>M. oleifera</i> , UNA, 2016.	26
8. Valores de crecimiento en altura de <i>M. oleifera</i> , UNA, 2016.	30
9. Valores de crecimiento en diámetro de <i>M. oleifera</i> , UNA, 2016.	32

INDICE DE ANEXOS

ANEXO	PÁGINA
1. Análisis de varianza (ANDEVA) para la variable crecimiento en altura de 4 procedencias de <i>M. oleifera</i> , UNA, 2016	42
2. Separación de medias de Tukey por procedencias de <i>M. oleifera</i> , UNA, 2016	42
3. Separación de medias de Tukey por mediciones de 4 Procedencias de <i>M. oleifera</i> , UNA, 2016	42
4. Análisis de varianza (ANDEVA) para la variable crecimiento en diámetro de 4 procedencias de <i>M. oleifera</i> , UNA, 2016	43
5. Separación de medias de Duncan por procedencias de <i>M. oleifera</i> , UNA, 2016	43
6. Separación de medias de Duncan por mediciones en 4 procedencias de <i>M. oleifera</i> , UNA, 2016	43
7. Análisis de varianza (ANDEVA) para la variable crecimiento en altura de 4 procedencias de <i>M. oleifera</i> , UNA, 2016	43
8. Separación de medias de Tukey por procedencias de <i>M. oleifera</i> , UNA, 2016	44
9. Separación de medias de Tukey por mediciones de 4 procedencias de <i>M. oleifera</i> , UNA, 2016	44
10. Análisis de varianza (ANDEVA) para la variable crecimiento en diámetro de 4 procedencias de <i>M. oleifera</i> , UNA, 2016	44
11. Separación de medias de Duncan por procedencias de <i>M. oleifera</i> , UNA, 2016	45
12. Separación de medias de Duncan por mediciones de 4 procedencias de <i>M. oleifera</i> , UNA, 2016	45

RESUMEN

Con la finalidad de evaluar cuatro procedencias (Panamá, Puerto Rico, Florida, Paraguay) de *M. oleifera*, se estableció en los meses de Octubre del 2015 a Enero de 2016 ensayos de vivero y plantación. En vivero se utilizó un diseño completamente aleatorio, con tamaño de muestra dependiente del número de semillas por procedencia. La plantación fue establecida en arreglo cuadrado (2m x 2m entre líneas y plantas). En vivero se evaluó la germinación, sobrevivencia y el crecimiento en diámetro y altura; mientras en la fase de plantación, adicionalmente se calcularon indicadores morfológicos como robustez y la relación tallo/longitud de la raíz. En la fase de vivero las procedencias Paraguay y Puerto rico registraron altos porcentajes de germinación, siendo de 100 %, en comparación a Florida y Panamá con 33.33 % y 25 % respectivamente, en relación a la sobrevivencia la procedencia Florida registró buena sobrevivencia (100 %) en ambas fases, así mismo, las procedencias Paraguay y Puerto 80 % en fase de plantación, siendo la procedencia Panamá que experimentó una baja sobrevivencia 50 %; en cuanto al crecimiento en diámetro y altura la procedencia Florida presentó los mejores resultados con incremento en diámetro 0.14 mm y en altura 1.26 cm por días en fase de vivero y en plantación en diámetro 0.18 mm y en altura 0.69 cm, siendo esta procedencia resistente al volcado por el viento y a sitios con déficit de humedad en relación a los indicadores morfológicos.

Palabras clave: *Moringa oleifera*, calidad de plantas, vivero, plantación forestal

ABSTRACT

With the aim to evaluate the performance of four provenances (Panamá, Puerto Rico, Florida, Paraguay) of *Moringa oleifera* Lam., were established from October 2015 to January 2016 field experiments (nursery and plantation). On nursery stage was carry out a Randomized Design with different samples number. Were evaluated germination and survival percentage, diameter and height growth; healthy conditions and plants quality through morphological indicators. The planting was established in squared arrange (2m x 2m among rows and plants), taken the same variables of nursery stage to evaluated the performance of the provenances. On nursery stage, the provenances Paraguay and Puerto Rico registered the greatest germination percentage (100 %), in comparison with Florida and Panama, 33.33 % and 25 % respectively. The survival percentage suggest optimal survival to Florida provenance (100 %) on nursery and planting stage; while Paraguay and Puerto Rico provenances registered 80% of survival on planting stage, being Panama the provenance with the lowest survival percentage (50%). In relation with root collar diameter and plant height growth, Florida provenance registered the greatest values (0.14 mm/day and 1.26 cm/day respectively) on nursery stage. Similar performance was registered on plantation stage with 0.18 mm/day in collar diameter, and 0.69 cm/day on plant height; suggesting through morphological indicators, resistance to wind influence, and low rainfall in dry season

Keyword: *Moringa oleifera*, plants quality, nursery, forest plantation

I. INTRODUCCIÓN

La *Moringa oleifera* conocido comúnmente como Marango, fue introducido en Nicaragua en los primeros 20 años del siglo XIX como planta ornamental y fue usado como cerca viva y como cortina rompe viento; es una de las plantas multipropósito más versátiles, ya que sus diferentes partes pueden ser utilizadas para: alimentación humana y animal, ornamental, biocombustible, control de erosión, purificación de agua, entre otros, y es también utilizado en la medicina tradicional (Morton, 1991; citado por Saavedra y Gutiérrez, 2014).

Las pruebas genéticas incluyen pruebas de procedencia y de progenie. Una procedencia es la zona geográfica y ambiental dentro de la cual crecieron los árboles progenitores y dentro de la cual se ha desarrollado su constitución genética por selección artificial y/o natural. El propósito de una prueba de procedencia es determinar a cuál fuente geográfica es más adaptable y crece mejor dicha especie vegetal. Desde el punto de vista de la productividad de los árboles, la prueba de procedencia es vital, en todos los programas de mejoramiento genético forestal (Hodge y Dvorak, 2001).

La importancia del estudio de procedencia es determinar la adaptabilidad de las especies en un ambiente determinado en el cual permite avanzar rápidamente en mejoramiento genético ya que no solo se determina los mejores orígenes; sino que simultáneamente permite seleccionar los mejores individuos dentro de las mejores procedencias (León, 2014).

En relación a estudios sobre pruebas de procedencia de *Moringa oleifera* a nivel de vivero, a partir de una revisión en base de datos nacionales e internacionales, se referencia que en Nicaragua solo se han realizado tres trabajos cuyos autores son Pascua, (2014) quien determinó el grado de establecimiento de cuatro procedencias, González, (2014); quien compara dos procedencias a nivel de vivero; y Martínez y Alemán, (en preparación) quienes evalúan el establecimiento de tres procedencias en hábitat de zona seca, mientras se reporta otro estudio en Cuba, siendo el autor Toral *et al.*, (2013) quienes evalúan ocho procedencias; y finalmente se registra un estudio realizado por Patricio *et al.*, (2012) en Filipinas donde se evaluaron dieciocho procedencias.

Con base en dicha revisión se identifica la necesidad de incrementar la información sobre el grado de adaptabilidad de moringa, en vista de su importancia actual como especie promisoría.

El propósito de este trabajo fue identificar el potencial de adaptación de procedencias de *Moringa oleifera* (Lam) a través de la relación en la calidad de plantas a nivel de vivero y el desempeño de las mismas en la plantación.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Determinar la mejor procedencia de *Moringa oleifera* en base a su comportamiento a nivel de vivero y de plantación.

2.2. Objetivos específicos

1. Cuantificar el porcentaje de germinación de las procedencias en vivero.
2. Evaluar el crecimiento y sobrevivencia de las procedencias a nivel de vivero.
3. Evaluar el establecimiento y crecimiento de las cuatro procedencias de *Moringa oleifera*, Lam, en la fase de plantación.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación y descripción de las áreas del estudio

3.1.1. Ubicación del vivero

La evaluación en la etapa de vivero se llevó a cabo en el vivero de la Facultad de Recursos Naturales de la Universidad Nacional Agraria (UNA) ubicada en el Km. 12 ½ carretera norte, municipio de Managua (Figura 1). Esta zona está localizada en el litoral central del pacífico entre las coordenadas geográficas de 12° 08´ latitud norte y 86° 10´ de longitud oeste, a una altura de 56 msnm González, (2014).

3.1.2. Características del área del vivero

El vivero de la facultad de los recursos naturales se caracteriza por ser de fácil acceso, además que presenta un terreno plano con acceso al agua y una buena infraestructura donde se pueden generar las mejores condiciones para el desarrollo de las semillas.

3.1.3. Ubicación de la plantación

La evaluación a nivel de plantación se realizó en la Finca Santa Rosa (Figura 1) ubicada a 4 km al sur de la Zona Franca Las Mercedes sobre el km 12 ½ carretera norte, tomando el desvío hacia Sabana Grande, 200 m al norte, 100 m al oeste Pascua, (2014).

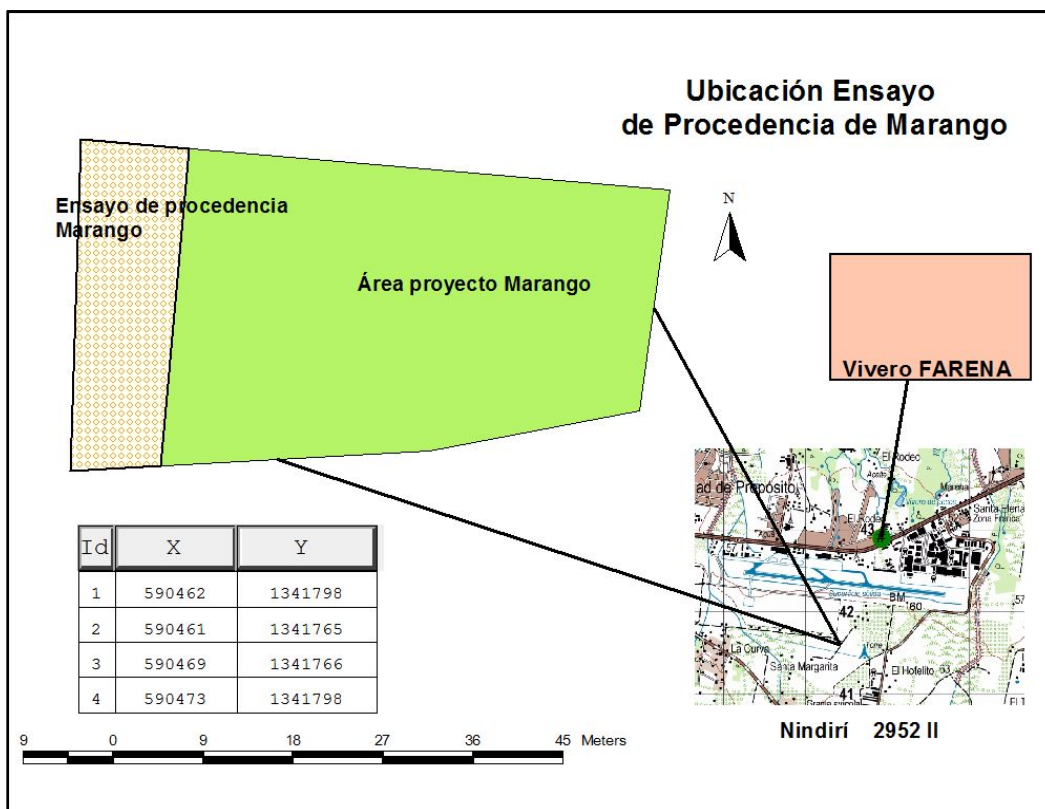


Figura 1. Ubicación del Ensayo de cuatro procedencias de *M. oleifera*, UNA, 2016.

3.1.4. Clima

Las condiciones climáticas del área de estudio corresponden a una zona de vida ecológica de bosque sub tropical seco, cuenta con una elevación de 56 msnm, una precipitación promedio anual de 1,132 a 1,200 mm. La temperatura que presenta media anual es de 28° C presentándose las mayores al final de la temporada seca, con una humedad relativa mayor al 68 % Urroz y Ramírez, (2006).

3.1.5. Suelo y topografía

Presenta un suelo con topografía plana de origen volcánico, un pH de 6.88 (neutro), 3.21-4.70 % de materia orgánica (Medio- Alto), 0.20 % de nitrógeno N (alto), 67.8 ppm de fósforo P (alto) y 4.23 meq/100gr de suelo en cuanto al potasio (K).

Son suelos con textura franco arcilloso, pardos grisáceos oscuros, moderadamente profundos, bien drenado, Urroz y Ramírez, (2006).

3.2. Diseño metodológico

3.1.6. Origen y requerimientos ambientales de las procedencias

Las cuatro procedencias de *Moringa oleifera*, Lam., evaluadas fueron Puerto rico, Paraguay, Panamá y Florida, estas se evaluaron en dos fases, la primera fase de vivero y la segunda fase de plantación. La tabla 1 presenta el origen y los requerimientos ambientales para las 4 procedencias que se utilizaron en el estudio.

Cuadro 1. Características y requerimientos ambientales de las procedencias

Procedencias	Ubicación geográfica		Altitud msnm	Temperatura °C	Precipitación mm/año	Zona de vida
Panamá	9°00´ N	79°30´ O	0 - 950	26° - 30°	1231	Tropical
Paraguay+			No disponible			Subtropical
Puerto Rico	18°15´ N	66°30´ O	150 – 1339	19.4° - 30°	1687	Subtropical
Florida	28°08´ N	81°37´ O	0 - 106	25° - 35°	1500	Subtropical

+ La semilla utilizada fue obtenida de un ensayo anterior realizado por Pascua, (2014); Panamá: www.zoover.com; Puerto rico: Servicio nacional de meteorología (NOOA); Florida: Servicio meteorológico: Miami, Fl.

3.3. Fase de vivero

La evaluación en la fase de vivero tuvo una duración de 45 días. Iniciando el día 02 de octubre del 2015 finalizando el día 17 de noviembre del 2015.

La fase de vivero inicio con la preparación del sustrato. Para el llenado de las bolsas de polietileno de 5 cm * 15 cm, el sustrato utilizado estuvo constituido por la combinación de tres componentes (tierra, compost y cascarilla de arroz) con proporciones de 50 % de tierra, 30 % de compost y 20 % cascarilla de arroz, para luego proceder a la siembra de la semilla.

Luego del llenado de las bolsas se procedió a la siembra de una semilla por bolsa para cada una de las procedencias. Durante el tiempo de la etapa de vivero se llevó un manejo óptimo el que consistió en el riego diario con regadera, así como el control manual de hierbas y plagas.

En la evaluación de cuatro procedencias de *M. oleifera* se aplicó un diseño completamente aleatorio (DCA), organizando el ensayo en cuatro parcelas con variable número de plantas; siendo 20 plantas de las procedencias Paraguay y Puerto Rico, 18 de Florida, y 16 de Panamá; en donde cada planta constituyó una repetición al momento del ANDEVA. Siendo el Modelo Aditivo Lineal el presentado a continuación:

$$Y_{ij} = \mu + P_i + e_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = es la variable dependiente o respuesta (ejemplo: porcentaje de germinación, altura de la planta, diámetro basal, número de hojas)

μ = es la media general

P_i = es el efecto de las procedencias ($i= 1, 2, 3, 4$)

e_{ij} = es el error de muestreo

3.3.1. Determinación del porcentaje de germinación

El número de semillas sembradas y utilizadas para el cálculo del porcentaje de germinación fue diferente entre procedencias; debiéndose principalmente a la disponibilidad de las mismas, valores que son presentados en la tabla 2; en la que se incluye además, la edad de las semillas después de recolectadas de cada procedencia. El cálculo del porcentaje de germinación se realizó a partir del conteo de plantas germinadas después de 21 días de realizada la siembra.

Cuadro 2. Número de semillas utilizadas en el ensayo de cuatro procedencias de *M. oleifera*, Lam., UNA, 2016

Procedencias	Numero de semillas	Edad de la semilla (meses)
Florida	18	Más 4
Panamá	16	Más 4
Paraguay	20	2
Puerto rico	20	Más 4

Como parte del desempeño en vivero, se evaluó el parámetro porcentaje de germinación. Este parámetro se determinó por medio del conteo de número de semillas germinadas en relación al total de semillas sembradas, el muestreo se llevó a cabo en un solo momento después de realizada la siembra.

Dentro del vivero cada bolsa se codificó con numeración continua para permitir la identificación de la procedencia al final del monitoreo de germinación, además para la colecta de las otras variables, asegurando así una medición sistemática en el periodo de evaluación.

El porcentaje de germinación se determinó con la siguiente formula:

$$\% \text{ germinacion} = \frac{N^{\circ} \text{ semillas germinadas}}{N^{\circ} \text{ total semillas}} * 100$$

3.3.2. Evaluación de sobrevivencia

Del total de semillas germinadas se realizó un conteo semanal de plantas por un periodo de 30 días, dando inicio 15 días después de la germinación de las semillas; y de esta manera se determinó de forma porcentual el grado de sobrevivencia de cada una de las procedencias; por tanto se evaluó con la siguiente formula:

$$\% \text{ sobrevivencia} = \frac{\text{Plantas vivas final}}{\text{Plantas vivas inicio}} \times 100$$

3.3.3. Cuantificación del crecimiento

La altura de cada planta se determinó haciendo uso de una cinta métrica procediendo a tomar los datos desde la base del cuello de la raíz hasta el meristemo apical de la planta, los datos fueron tomados semanalmente durante el periodo de evaluación, se utilizó la unidad de medida en centímetro (cm).

En cuanto al diámetro por cada planta se determinó haciendo uso del vernier estos datos fueron medidos en la base del tallo semanalmente durante el periodo de evaluación, en el que se utilizó la unidad de medida en milímetro (mm).

Durante el levantamiento de datos en el vivero se determinó también la condición de la planta mediante el método de observación, clasificando cada planta según las categorías presentadas en la tabla 3 (Elaboración propia).

Cuadro 3. Condiciones de las plantas en el vivero.

Categoría	Condición
1	Planta sana: no presenta evidencias de daño provocado por plagas o enfermedades, daños mecánicos.
2	Planta con defoliación parcial: plantas que algunas de sus hojas han sido dañadas.
3	Planta con defoliación severa y total: plantas que han perdido todo su follaje por efecto de defoliadores, enfermedades y daños mecánicos.
4	Daño mecánico: planta que durante el mantenimiento de la plantación fue cortada.
5	Planta muerta: plantas que por condición del sitio o afectaciones de plagas y enfermedades, daños mecánicos no sobrevivieron.

3.4. Fase de plantación

Para la evaluación en la fase de plantación las plantas fueron trasladadas del vivero de FARENA a la finca Santa Rosa. La evaluación de las procedencias tuvo una duración de 70 días, iniciando el día 18 de noviembre del 2015, finalizando el 28 de enero del 2016.

En esta fase del estudio de las procedencias, se estimó el establecimiento inicial al sitio definitivo de plantación mediante la evaluación de la sobrevivencia y crecimiento. Para el cual se plantaron 20 plantas para las procedencias Paraguay y Puerto rico, 6 plantas para Florida y 4 plantas para Panamá para un total de 50 plantas con una distancia de siembra de 2 x 2 cm. Estas se trasplantaron en el mes de noviembre con una altura promedio de 24.60 cm.

3.4.1. Delimitación del área experimental

Inicialmente se realizó una selección de sitio, en este caso el área experimental se estableció en la Finca Santa rosa de la Universidad Nacional Agraria, las dimensiones del área son de 34 m de largo por 8 m de ancho comprendiendo un área total de 272 m².

3.4.2. Diseño de la plantación

La plantación fue establecida a una distancia de siembra de 2 m x 2 m, así como la distancia entre la cerca de la parcela y la línea de siembra siendo de 2 m.

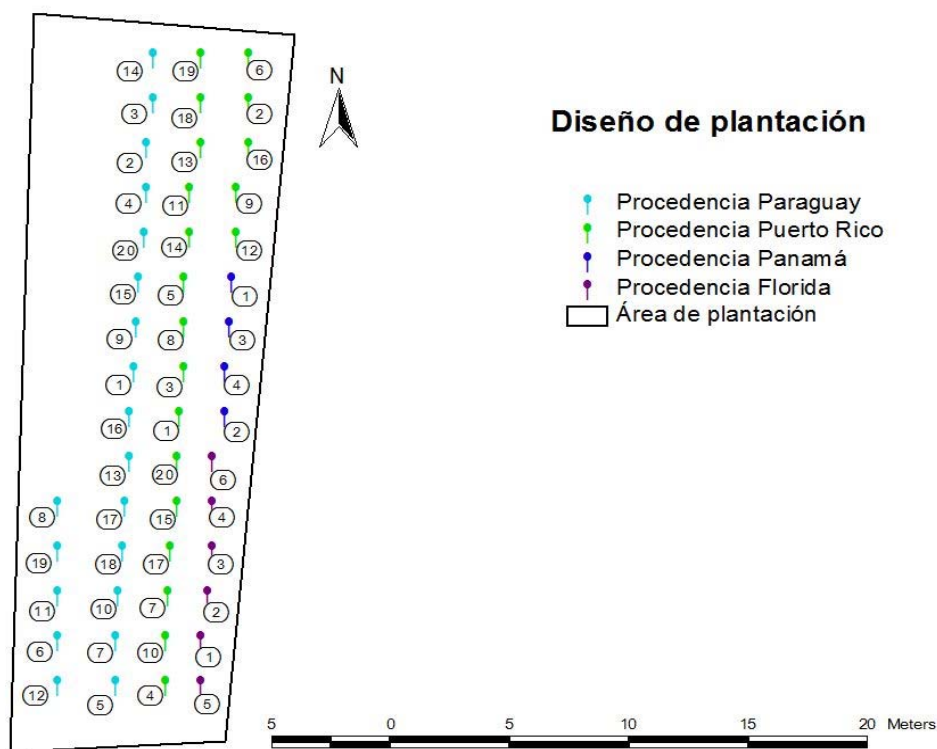


Figura 2. Diseño de la plantación de cuatro procedencias de *M. oleifera* en la Finca Santa Rosa, UNA, 2016.

3.4.3. Muestreo y Cuantificación de sobrevivencia

En campo se llevó a cabo un proceso de observación de las plantas procedentes de la fase de vivero, con un total de 50 plantas entre las cuatro procedencias por un periodo de 70 días, donde se realizó un conteo inicial del número de plantas trasplantadas del vivero, al finalizar el periodo se realizó el conteo final de plantas vivas para cuantificar el porcentaje de sobrevivencia.

Así mismo se realizó una comparación del porcentaje de sobrevivencia obtenido con la presente clasificación de valoración de los porcentajes de sobrevivencia de moringa la que se deriva de la revisión de información generada por los siguientes autores: Toral *et al.*, (2006), García *et al.*, (2009), Patricio *et al.*, (2012), Toral *et al.*, (2013), Pascua, (2014) y Narváez, (2014), considerando los valores de sobrevivencia en periodos que van desde 1.5 hasta 53 meses; registrándose en la mayoría de los reportes porcentajes de sobrevivencia entre 80 y 100 % y correspondiendo dichos valores a condiciones con baja y/o déficit de precipitación.

Así mismo, el rango considerado como Buena sobrevivencia (80 a 100 %) es coherente con los porcentajes establecidos por proyectos de inversión de plantaciones forestales como POSAF; que tradicionalmente proyectan como establecimiento exitoso un mínimo de 80 %, asumiendo entre los riesgos por clima y otros factores una pérdida del 20 % de las plantas.

Fórmula para el cálculo del porcentaje de sobrevivencia:

$$\% \text{ sobrevivencia} = \frac{\text{Plantas vivas final}}{\text{Plantas vivas inicio}} \times 100$$

Cuadro 4. Clasificación de los valores de sobrevivencia de *M. oleifera* en condiciones de plantación (Noguera Talavera, *et al.*, np)

Porcentaje de sobrevivencia	Clasificación cualitativa
80 a 100	Buena
60 a 79	Regular
< 60	Baja

3.4.4. Evaluación del crecimiento

En el área de plantación se determinó la altura de las plantas estas fueron medidas desde la base del tallo hasta la yema apical, haciendo uso de una cinta métrica, los datos se tomaron semanalmente durante el periodo de evaluación, la unidad de medida utilizada fue en centímetro (cm).

Así como la toma de altura en plantación se determinó también el diámetro de las plantas, este fue medido en el pie del tallo semanalmente haciendo uso del vernier durante el periodo de evaluación, la unidad de medida utilizada fue en milímetro (mm).

Las mediciones de altura y diámetro se realizaron durante los 70 días de evaluación en todas las procedencias, sin embargo para la procedencia Panamá en la variable altura se determinó hasta la quinta semana, esto se debe a daños mecánicos provocado durante el manejo de la plantación que afectaron los resultados de crecimiento de altura para esta procedencia en la última medición. Así como en la fase de vivero, en la fase de plantación se determinó mediante observación el estado o condición de la planta durante la evaluación, para esto se elaboró un cuadro según lo observado en el campo (tabla 5, Elaboración propia).

Cuadro 5. Condiciones de las plantas en Plantación.

Id	Condición
S	Sana: planta que se encuentra en buenas condiciones.
DP	Defoliación parcial: plantas que algunas de sus hojas han sido dañadas o cortadas.
DT	Defoliación total: plantas que han perdido su follaje por efectos de defoliadores, estrés y daños mecánicos.
RT	Rebrote de tallo: planta con ápice dañado o cortado que desarrolla yemas de rebrote en el tallo.
RR	Rebrote de raíz: planta con tallo cortado que rebrota desde la raíz.
CR	Corta de rebrote o marchitez: planta en la que sus rebrotes han sido cortados por insectos o se han marchitados por estrés hídrico.
CT	Corta o marchitez del tallo: planta que su tallo ha sido cortado o marchitado por algunas afectaciones de daño mecánico o estrés hídrico.
M	Muerta: plantas que por condiciones ambientales o mantenimiento no se establecieron.

3.5. Variables evaluadas en cada una de las etapas del estudio

En la determinación del crecimiento de las plantas de *M. oleifera* Lam., en vivero así mismo en plantación; se utilizaron las variables altura, diámetro basal y número de hojas por planta. Los datos en la fase de vivero se tomaron después de la siembra, posteriormente se trasladó al sitio de plantación donde se tomaron los datos durante 45 días partiendo de la segunda semana después del trasplante (Tabla 6).

Cuadro 6. Variables evaluadas en las 4 procedencias de *M. oleifera*, UNA, 2016

VARIABLES	ETAPA DE VIVERO	ETAPA DE PLANTACIÓN
Dasométricas		
Diámetro	X	X
Altura	X	X
Longitud de la raíz	X	
Fisiológicas		
Germinación	X	
Sobrevivencia	X	X
Numero de hojas	X	X
Índice de robustez	X	X
Relación tallo/raíz	X	

1) Altura

La altura en la planta es una característica fisiológica de gran importancia en el crecimiento y desarrollo de la planta, define la altura futura en el campo. Está determinada por la elongación del tallo al acumular en su interior los nutrientes producidos durante la fotosíntesis Blessing y Hernández, (2009).

2) Diámetro

El diámetro del tallo es un parámetro de gran importancia en las plantaciones, ya que influye sobre el doblamiento de los tallos cuando son afectados por fuertes vientos, el grosor del tallo depende de la especie y las condiciones ambientales y nutricionales del suelo Blessing y Hernández, (2009). El diámetro da una aproximación de la sección transversal del transporte de agua, de la resistencia mecánica y de la capacidad relativa para tolerar altas temperaturas en la superficie del suelo.

3) Porcentaje de germinación

Se refiere al número de semillas que germinaron en relación al total de semillas sembradas, determinándose así el porcentaje de germinación de cada una de las procedencias dentro del ensayo, a los veinte uno días después de la siembra de las semillas en las bolsas de polietileno en la fase de vivero.

4) Sobrevivencia

Se refiere al porcentaje de sobrevivencia que se presentó durante el ensayo, en relación al total de plantas establecidas al inicio y el número de plantas de la misma al final del periodo de evaluación para que de esta manera determinar el comportamiento de las procedencias de *M. oleifera* bajo las condiciones del sitio.

5) Indicadores morfológicos

El uso de los indicadores morfológicos pretende estimar el comportamiento de las plantas procedentes del vivero durante el establecimiento en la plantación, mediante el análisis de la relación tallo/ longitud raíz así como el índice de robustez; se analizaron en este ensayo para estimar el comportamiento de las procedencias en la fase de vivero y plantación.

La relación tallo y longitud de la raíz predice el éxito de la plantación, se evalúa a partir de la proporción o el equilibrio entre la parte aérea y el sistema radicular de la planta en la que se pretende un equilibrio de 1:1 que favorece la sobrevivencia en sitios con limitantes de humedad.

El índice de robustez es la relación entre la altura (cm) y el diámetro (mm) de la planta y es un indicador de la resistencia de la planta a la desecación por el viento, de la supervivencia y el crecimiento potencial en sitios secos, este debe ser menor a seis, así mismo, valores más bajos están asociados a una mejor calidad de la planta e indica que es más robusta y con tallo vigoroso; en cambio valores altos indican una desproporción entre el crecimiento en altura y el diámetro, como pueden ser tallos elongados con diámetros delgados Prieto *et al.*, (2003) y Prieto *et al.*, (2009); citados por Sáenz, *et al.*, (2010). También relaciona la resistencia de la planta con la capacidad fotosintética de la misma, esta se estimó con la formula siguiente:

$$IR = \frac{\text{Altura (cm)}}{\text{Diámetro cuello de la raíz (mm)}}$$

3.6. Análisis de datos

En el ensayo de procedencias se utilizó una hoja de campo diseñada de acuerdo a las variables a tomar y a los objetivos, dichos datos fueron recolectados a partir de los 15 días después de la siembra en el vivero de *M. oleifera* los que quedaron registrados en la hoja de campo.

Se utilizó el programa de Excel para registrar los datos de todas las variables evaluadas, para luego resumir la información basado en un análisis de estadística descriptiva siendo la media o promedio los valores para registrar los resultados, además se procedió a realizar análisis de varianza (ANDEVA) para la comparación entre procedencias utilizando el paquete InfoStat Statistical versión 12, y se realizó el procedimiento de separación de medias mediante la prueba de Tukey cuando las diferencia entre las procedencias fue estadísticamente significativas ($p < 0.05$).

Los datos de germinación y sobrevivencia fueron convertidos en porcentajes y no se les realizó ningún análisis estadístico.

Para la comparación del comportamiento registrado en la fase de vivero y fase de plantación se analizó mediante indicadores morfológicos de calidad de planta que son Relación tallo/longitud raíz y el Índice robustez.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Fase de vivero

4.1.1. Evaluación del porcentaje de germinación y factores relacionados a la germinación

Los resultados relativos a la germinación muestran que las procedencias Paraguay y Puerto Rico registraron los porcentajes más altos, y las procedencias Florida y Panamá experimentaron valores menores a un 50 % (Tabla 7).

Cuadro 7. Evaluación de la germinación de cuatro procedencias de *M. oleifera*, UNA, 2016

Procedencias	Semillas Sembradas	Semilla germinada	Semilla no germinada	% Germinación
Paraguay	20	20	0	100
Puerto rico	20	20	0	100
Florida	18	6	12	33.33
Panamá	16	4	12	25

Los valores en el porcentaje de germinación pueden ser analizados con base en diferentes aspectos; por un lado, edad de las semillas en vista que las semillas utilizadas; a excepción de la procedencia Paraguay, se sembraron cuatro meses después de ser recolectadas; en este sentido, diferentes autores han reportado en la especie marango reducción en la viabilidad asociado a la edad de la semilla entre ellos Bernal *et al.*, (2013), quienes registraron un 85 % de germinación producto que la viabilidad se reduce a partir de los dos meses de cosechada; pudiendo según (Sharma y Raina, 1982; citados por Toral *et al.*, 2013) disminuir hasta un 7.5 % el porcentaje de germinación.

Medina, *et al.*, (2007), reportan un porcentaje de germinación del 100 % igual a los resultados de las procedencias Paraguay y Puerto rico; contrario a Toral, *et al.*, (2013) quienes obtuvieron diferencias notables en el porcentaje de germinación de la procedencia Paraguay, al reportar (60 %) utilizando semillas con 3 meses de cosechada, es decir por debajo de los resultados presentados en el actual trabajo.

Así mismo López (2014) refleja que las semillas provenientes de árboles con condiciones ambientales similares en las que se establecen las procedencias de una especie favorece la germinación, al obtener altos porcentajes, sugiriendo así cierta relación entre el origen de la semilla y su potencial de germinación y por tanto establecimiento.

Por otra parte, el uso de sustratos enriquecidos en la germinación de semillas, favorece el porcentaje de germinación así como su vigor, es decir, disminuye el tiempo de germinación en comparación a la siembra directa (en el suelo); permitiendo un mayor desarrollo radicular de la planta, según lo observado por Bezerra *et al.*, (2004), al utilizar tres tipos de sustrato en germinación de *M. oleifera*; lo cual es aplicable a las procedencias que presentaron el mejor comportamiento en germinación.

En el proceso de germinación, debido a la humedad que predomina para promover la activación del embrión de la semilla, esta puede estar expuesta a condiciones ambientales adversas, así como al ataque de los agentes bióticos, afectando el porcentaje de germinación (Peske y Delouche, 1985; citados por Rabbani *et al.*, 2012). Al respecto, en la figura 3, se muestran las semillas no germinadas, observándose que estas presentaron condiciones asociadas al potencial de germinación, las cuales se clasificaron en: semilla inviable, embrión dañado y tamaño de la semilla.

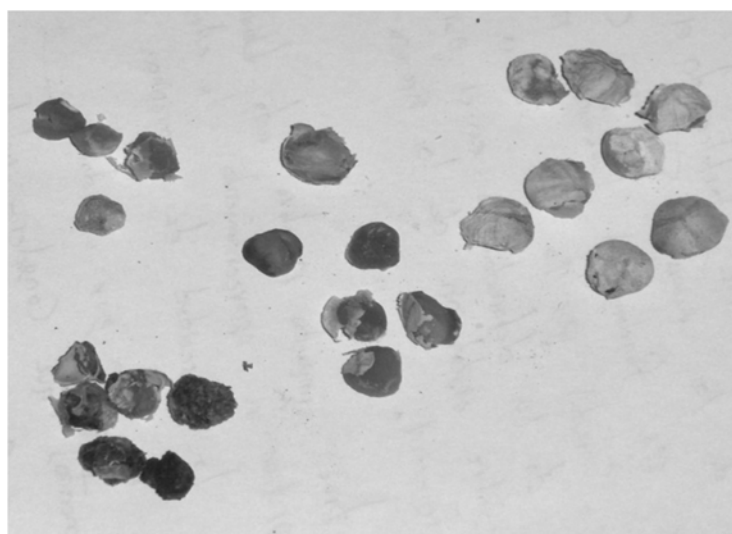


Figura 3. Semillas de *Moringa oleifera* no germinadas, UNA, 2016.

La inviabilidad de la semilla puede estar sujeta al tiempo de almacenado de la semillas y las condiciones ambientales o por el deterioro natural de la semilla debido a su envejecimiento. Así como las semillas con embrión dañado causado por ataque de insectos u hongos durante el almacenado o en el sustrato, es decir, si la semilla tarda en germinar está expuesta a dichos ataques.

En cambio las semillas no desarrolladas puede deberse a muchos factores como el periodo de madurez del fruto (Silicua en el caso de marango) también se entiende que las semillas de mayor tamaño y ubicadas en el centro del fruto son las que presentan las características adecuadas para ser utilizadas como material vegetativo.

Así mismo existen otros factores complementarios, pero que no fueron documentados en este trabajo; por ejemplo Cardoso *et al.*, (2006) confirman que la profundidad como la posición de la semilla influye en la germinación de marango expresado en el índice de velocidad de emergencia, al reportar que las siembra a 2 cm de profundidad y con el ápice hacia arriba más próximo a la superficie promueve los mejores resultados. Siendo así que permite que la semilla no se exponga a condiciones adversas, logrando así emerger más rápido.

4.1.1.1. Germinación diaria por procedencia

Durante la evaluación de germinación se observó que el proceso inicio en días diferentes entre grupos de procedencias, siendo que a partir del quinto día se dio la germinación en las procedencias Paraguay y Puerto Rico; mientras las procedencias Panamá y Florida dieron inicio entre el día octavo y séptimo, respectivamente después de la siembra. Los valores descritos sugieren diferencias en la energía de germinación entre procedencias (ISTA, 1995; citado por BIAGRO, 2007). Estos valores son semejantes a los reportados por López (2014), al observar que las semillas de Moringa germinaron entre los 7 y 9 días después de la siembra, mientras Medina, *et al.*, (2007), reportan un periodo de inicio de la germinación más rápido (entre los 3 y 6 días), en cambio Bernal *et al.*, (2013) reportan un inicio de germinación más lentos a los 15 días, pudiendo reforzar las conclusiones sobre la relación entre el potencial de germinación y la edad de la semilla.

Contrariamente otros autores como Bernal *et al.*, (2013) reportan periodos prolongados para el inicio de proceso de germinación 15 días después de la siembra asumiendo de igual manera que la edad de la semilla es el causante del retardo en la germinación.

La energía de germinación encontrada en el ensayo establecido en la UNA de cuatro procedencias de *M. oleifera*, fue inferior dado que se utilizó semillas mayores a cuatro meses de cosechadas, en comparación a la obtenida por Medina, *et al.*, (2007), en la cual utilizaron semillas recién cosechadas.

Así mismo la energía de germinación, que no se documentó en este trabajo, tiende a determinar la velocidad de germinación, por ende el vigor de la semilla, por ejemplo Salgado y Salgado, (En preparación) documentan que en *M. oleifera*, reportan valores de energía de germinación entre 38 % y 88 %, estando asociado el valor más bajo a la edad mayor a cuatro meses de la semilla; lo que sugieren que las semillas que germinan rápido y vigor en condiciones controladas (vivero) tiende a que haya la probabilidad de producir plantas vigorosas en condiciones de establecimiento.

4.1.2. Evaluación del porcentaje de sobrevivencia

El periodo de evaluación en el vivero indica que el marango es una de las especies que presentan un alto porcentaje de sobrevivencia como se muestra en el tabla 8. Esta evaluación nos muestra que los resultados son iguales a los reportados por Medina, *et al.*, (2007).

Cuadro 8. Evaluación de la sobrevivencia de 4 procedencias de *M. oleifera*, UNA, 2016

Procedencia	PVI	PVF	% Sobrevivencia
Paraguay	20	20	100
Puerto rico	20	20	100
Florida	6	6	100
Panamá	4	4	100

PVI: Plantas vivas al inicio del ensayo **PVF:** Plantas vivas al final del ensayo

Durante la etapa de desarrollo de las plántulas en vivero se observaron larvas de *Leptophobia* sp. (*Lepidoptera: Pieridae*), en las hojas, la incidencia fue de 1 a 2 días cortando y doblando los folíolos de las hojas para formar el capullo o pupa, es decir, que este insecto no fue considerado como plaga debido al control temprano que se hizo.

Los altos valores obtenidos en la evaluación de sobrevivencia en esta etapa del vivero están relacionados básicamente al manejo que está orientado a brindarle a la planta las condiciones óptimas para asegurar material de calidad para la plantación. En este sentido, ha sido producto de que se llevó a cabo el control de larvas de *Leptophobia* sp., (Figura 4), que fueron encontradas en las plantas de *M. oleifera*, el que esta se realizó retirándola manualmente, disminuyendo así la probabilidad de pérdida de plantas por defoliación. Mientras Téllez y Jirón, (2014) encontraron presencia de *Leptophobia* sp., durante la época seca entre los meses de Diciembre a Febrero en plantaciones de *M. oleifera*, este no fue considerado como plaga ya que no causó daños.



Figura 4. Larvas de *Leptophobia* sp., encontradas en las plantas del ensayo de 4 procedencias de *M. oleifera*, UNA, 2016.

En cuanto a la relación entre sobrevivencia y presencia de plagas, Patricio *et al.*, (2012) obtuvieron un alto porcentaje de sobrevivencia (80 al 100 %) bajo las condiciones ambientales de Filipinas, este sugiere que las plántulas no presentaron presencia de plagas o enfermedades lo que aseguró el establecimiento.

Las larvas de *Leptophobia sp.*, afectan durante la etapa de establecimiento hasta el llenado de cabeza, estas se alimentan principalmente de las hojas exteriores, esqueletizandolas antes de destruir el corazón, Jiménez y Rodríguez, (2014) siendo una plaga exclusiva según estos autores en el cultivo de repollo.

Según la categoría en la que se clasificaron las plantas de acuerdo a su condición durante el periodo de evaluación expresado en porcentaje (figura 5), se muestra que la procedencia Florida presentó las mejores condiciones registrando el 91.67 % de las plantas sanas, sin embargo un aspecto que resalta es que las procedencias Paraguay y Puerto rico presentaron menos afectaciones por defoliación a diferencia de las procedencias Florida y Panamá quienes presentaron una defoliación severa en el 3.5 % de las plantas.

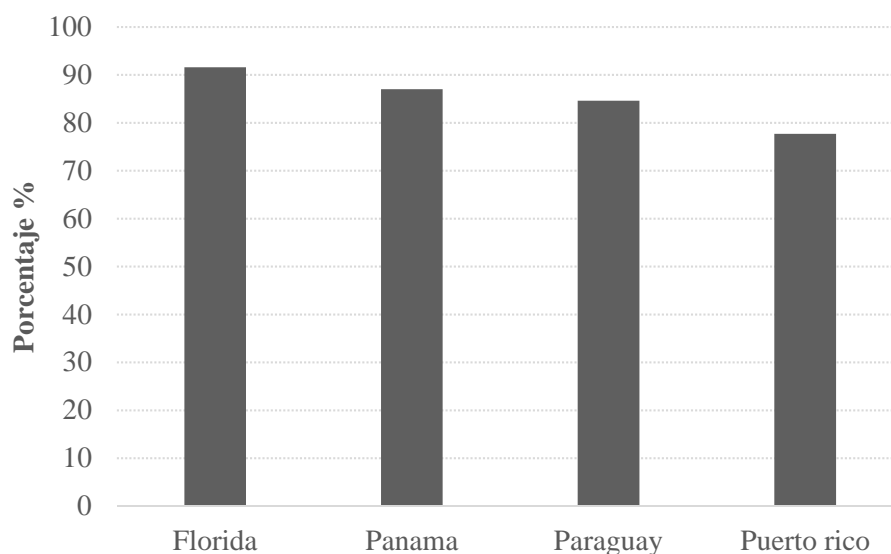


Figura 5. Condiciones de las plantas de cuatro procedencias de *M. oleifera* en fase de vivero, UNA, 2016.

4.1.3. Crecimiento de cuatro procedencias de *M. oleifera*

4.1.3.1. Crecimiento en altura

En general, las procedencias mostraron diferentes tendencias de crecimiento. La procedencia Florida obtuvo el mejor desempeño de crecimiento en altura, el que fue superior a las restantes procedencias durante todo el periodo en vista que presentó una alta resistencia (Sobrevivencia 100) y buen desarrollo radicular; en cambio Panamá presentó una variabilidad en el crecimiento figura 6.

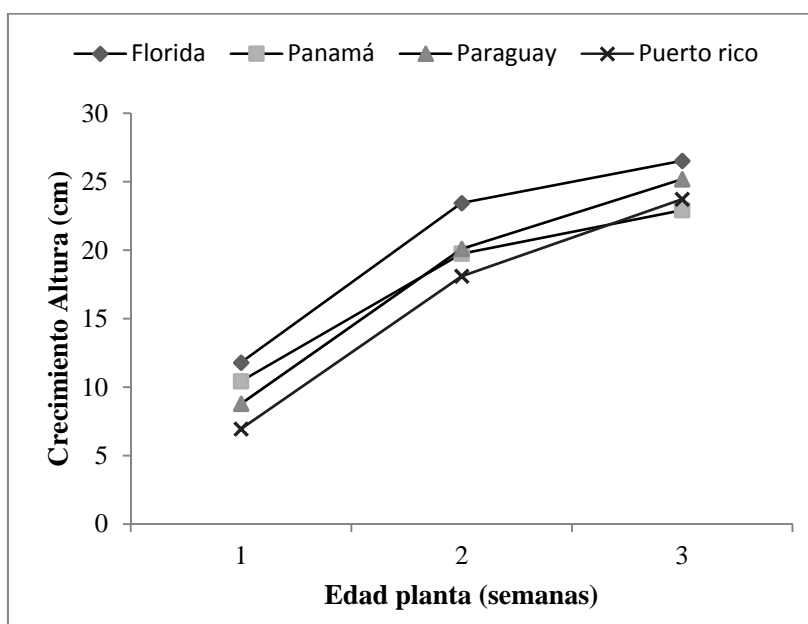


Figura 6. Valores de crecimiento en altura de 4 procedencias de *M. oleifera*, UNA, 2016.

El ANDEVA realizado al crecimiento en altura se encontró diferencia significativa entre las procedencias a partir de la primera semana de medición ($p = 0.001$), la separación de medias de Tukey agrupa a las procedencias en categoría A con las procedencias Paraguay, Puerto rico y Panamá, categoría B con la procedencia Florida, siendo la categoría B muestra variabilidad en crecimiento en altura como se indica en el Anexo 2.

El incremento reportado por días en la fase de vivero para las procedencias Florida fue de 1.26 cm, Paraguay de 1.20 cm, Puerto rico de 1.13 cm y Panamá de 1.09 cm respectivamente.

De manera particular, la procedencia Panamá presentó un crecimiento inicial rápido; sin embargo, a partir de la segunda semana el crecimiento registrado fue menor hasta el final de la evaluación; contrariamente, Paraguay inicio un crecimiento en altura por debajo de las procedencias Florida y Panamá, sin embargo a partir de la segunda semana mostró un aumento en crecimiento superando a la procedencia Puerto rico y Panamá al final del periodo.

Los valores obtenidos en la fase de vivero en este estudio para el crecimiento en altura son superiores a los reportado por Duarte, (2015) registrando a los 21 días, 20.5 cm de altura, así mismo Toral, *et al.*, (2013) reportan en su estudio que la procedencia Paraguay tuvo una altura de (9.2 cm) a los 21 días después de la siembra; obteniendo en este estudio un valor más alto al registrar (25.19 cm) en altura.

Mientras tanto Bezerra *et al.*, (2004), afirman que al utilizar sustratos enriquecidos aumentan la cantidad de nutrientes por ende las plántulas potencializan su crecimiento desarrollando plantas vigorosas para su establecimiento en campo; al indicar una tasa de crecimiento de 1.2 cm/día en *M. oleifera*.

4.1.3.2. Crecimiento en diámetro

Los resultados obtenidos de la evaluación de crecimiento en diámetro presentaron una tendencia en crecimiento de forma progresiva durante el periodo del ensayo (figura 7); un aspecto que resaltar en cuanto al crecimiento en diámetro es que este fue más similar entre procedencias (a excepción de la procedencia Florida), en comparación al crecimiento en altura.

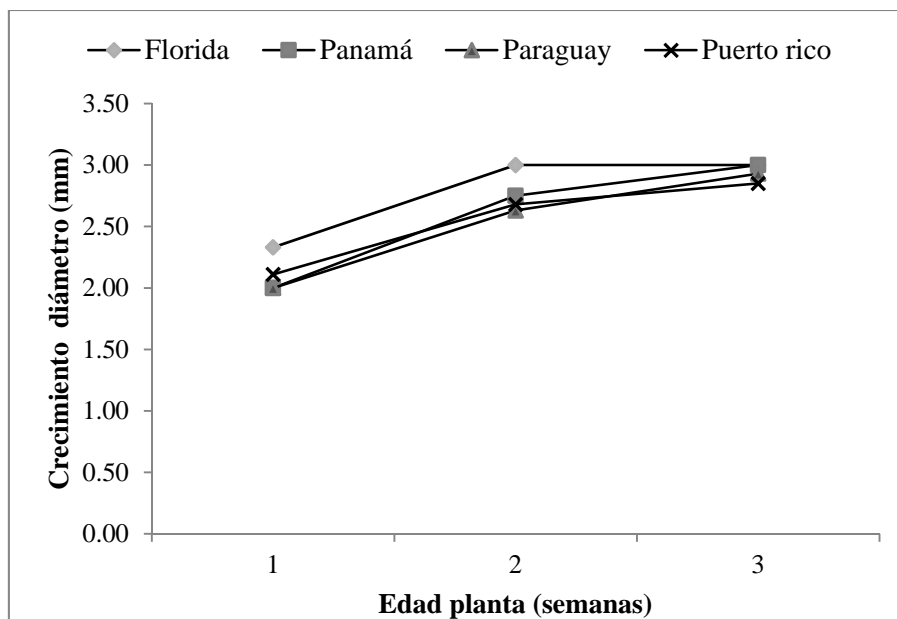


Figura 7. Valores de crecimiento en diámetro de 4 procedencias de *M. oleifera*, UNA, 2016.

El ANDEVA realizado en crecimiento de la variable diámetro se encontró diferencia significativa a partir de la segunda semana de medición ($p = 0.0002$), la separación de medias encontró variabilidad en el crecimiento en diámetro entre procedencias las que agrupa en la categoría A las procedencias Paraguay, Puerto rico y Panamá y en la categoría B la procedencia Florida como se indica en el Anexo 4.

El incremento en diámetro por días reportado en la fase de vivero este fue igual entre procedencias 0.14 mm respectivamente.

La procedencia Florida presento un mayor desempeño en crecimiento en diámetro debido a una buena vigorosidad como lo experimentado en el crecimiento en altura, en comparación a las otras procedencias particularmente en las dos primeras semanas.

Las procedencias Panamá y Paraguay presentaron diámetros iguales en la primera semana, así como patrones similares en crecimiento entre la segunda a la última semana de evaluación, debido al manejo óptimo orientado a brindar las condiciones necesarias para garantizar una planta de calidad, el consistió en riego diario y control manual de hierbas e insectos, siendo la procedencia Panamá que muestra diferencias en diámetro al final del periodo igualando a la procedencia Florida.

La procedencia Puerto rico mostró un buen desempeño en crecimiento similar al de la procedencia Paraguay, sin embargo de la segunda semana a la última mostró una variabilidad en su crecimiento, reportando un valor bajo en diámetro al finalizar el periodo.

4.1.4. Numero de hojas por procedencia

Los resultados del desarrollo foliar en un periodo de 21 días ha determinado que el número de hojas de las cuatro procedencias de *M. oleifera* (tabla 9) alcanzaron un mínimo y máximo de hojas por planta similar.

Cuadro 9. Número de hojas por procedencias fase de vivero, UNA, 2016

Procedencias	Número de hojas			Mínimo	Máximo
	Semana 1	Semana 2	Semana 3		
Paraguay	2	5	6	3	5
Puerto rico	2	5	7	4	6
Florida	3	5	6	4	6
Panamá	2	5	6	4	5

En el periodo de evaluación se pudo observar igual número de hojas entre las procedencias (primera semana) a diferencia de la procedencia Florida, mientras que la procedencia Puerto rico mostró diferencias en el número de hojas que las otras procedencias al finalizar el periodo.

En el actual estudio se encontró que las plántulas obtuvieron entre 6 y 7 hojas en el periodo de tres semana similares a los obtenidos por González, (2014) y Duarte, (2015). Esta variable del número de hojas es un factor común para la especie *M. oleifera* según lo observado en los estudios de los autores anteriores.

4.2. Fase de plantación

4.2.1. Evaluación de sobrevivencia en plantación

Los resultados en la evaluación de la sobrevivencia en la plantación (tabla 10), indica que *M. oleifera* obtuvo el valor más alto en la procedencia Florida (100 %), con un rango de entre 50 y 100 %. Las otras procedencias con buenos resultados en el indicador sobrevivencia fueron Paraguay y Puerto rico (80 %); mientras Panamá registró baja sobrevivencia.

Cuadro 10. Porcentajes de sobrevivencia de 4 procedencia de *M. oleifera*, UNA, 2016

Procedencias	PVI	PVF	Sobrevivencia (%)
Florida	6	6	100
Paraguay	20	16	80
Puerto rico	20	16	80
Panamá	4	2	50

PVI: Plantas vivas al inicio de la plantación. **PVF:** Plantas vivas al final de la plantación

Los valores en el porcentaje de sobrevivencia por procedencia sugieren diferencias en el potencial de establecimiento. En este caso para las procedencias con los porcentajes más altos; es decir mayor al 80 % se puede afirmar que se establecieron bien al sitio de plantación durante el periodo evaluado.

En relación al establecimiento mencionado en el párrafo anterior, factores ambientales como temperatura y humedad del sitio de plantación, relativo a la época seca en la que se estableció son los más incidentes en las fases iniciales de establecimiento como es demostrado por Toral *et al.*, (2006); Espinoza y Sevilla, (2010); Rivera y Centeno, (2014) y Narváez, (2014) quienes concluyen que la sobrevivencia de marango se ve afectada en su etapa de establecimiento (mes 1 al 3) por reducción en la humedad del suelo e incrementos en la temperatura.

Así mismo, Alba-Landa *et al.*, (2005); citados por Pascua (2014), argumentan que las diferencias en cuanto a los porcentajes de sobrevivencia se debe a la expresión de las características particulares y ambientales que se dan en el sitio donde se establece la plantación.

En cuanto a la procedencia Paraguay, se obtuvo un alto porcentaje de sobrevivencia (80 %), en comparación con el estudio realizado por Pascua, (2014) que reportó un 50 % para esta procedencia. La comparación del porcentaje de sobrevivencia en ambos ensayos demuestra una progresiva adaptación de esta procedencia a la zona seca; en vista que la semilla utilizada en este ensayo proviene de plantas del ensayo de Pascua (2014) lo que indica mayores ventajas de adaptación por el hecho que las plantas crecieron y se reprodujeron en un área distinta a su origen.

Complementariamente, durante la etapa de evaluación en la plantación se detectó la presencia de larvas de Lepidóptera en la primera semana después del trasplante sin provocar daños que incidieran en la disminución de la sobrevivencia en las plantas.

De acuerdo a su condición durante el periodo de evaluación expresado en porcentaje en la tabla 11 se muestra que la procedencia Paraguay presentó las mejores condiciones del 66.67 % de las plantas sanas, al igual que las procedencias Florida y Puerto rico del 51.67 % de las plantas respectivamente, sin embargo la procedencia Puerto rico presenta altos porcentajes de mortalidad del 33.33 % de las plantas en vista a las condiciones climáticas de la época seca.

Cuadro 11. Proporción de plantas (%) por condición de cuatro procedencias de *M. oleifera* en la fase de plantación, UNA, 2016

Procedencia	Sanas	Rebrote de raíz	Defoliación total	Rebrote de tallo	Muertas	Otros
Paraguay	66.6	20.0	3.3	3.3	0.0	6.6
Puerto rico	33.3	12.5	4.1	8.3	33.3	8.3
Florida	51.6	5.8	14.1	13.3	5.8	9.1
Panamá	51.6	17.5	3.3	3.3	14.1	10.0

4.2.2. Evaluación del crecimiento en plantación

4.2.2.1. Crecimiento en altura

Los resultados del crecimiento en altura en la figura 8 detallan el crecimiento observado en el periodo de evaluación de cuarenta y cinco días de las procedencias Florida, Panamá, Paraguay y Puerto rico.

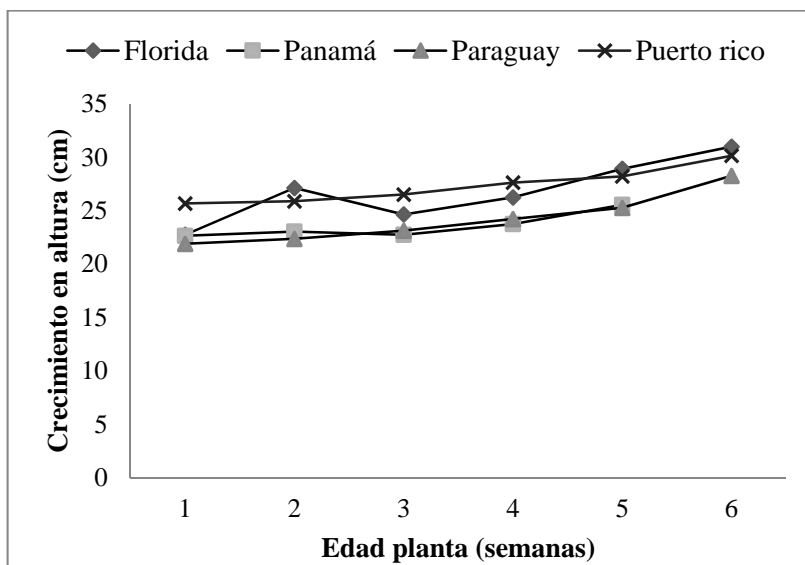


Figura 8. Valores de crecimiento en altura de *M. oleifera*, UNA, 2016.

El ANDEVA realizado al crecimiento en altura se encontró diferencia significativa entre las procedencias ($p = 0.0032$) la separación de media encontró similitud en el crecimiento en altura entre las procedencias como lo indica el Anexo 8.

El incremento por días reportado en la fase de plantación en la procedencia Florida fue de 0.69 cm, Puerto rico de 0.67 cm, Paraguay de 0.63 cm y Panamá de 0.51 cm respectivamente.

La procedencia Florida experimento un crecimiento en altura diferente a la otras procedencias al presentar una disminución en altura en el intervalo de medición entre la segunda y tercera semana, debido a la práctica de poda para favorecer el crecimiento, producto del estrés causado por el trasplante, así mismo las condiciones climáticas y déficit de agua pudieron haber influido, sin embargo, a partir de la cuarta semana recupera la tendencia de crecimiento similar a las otras procedencias.

Las procedencias Puerto rico al igual que Paraguay presentaron una tendencia de crecimiento similar en cuanto a poca variación y progresividad entre semanas; siendo la primera la de mayor crecimiento. En cuanto a la procedencia Panamá se observó un crecimiento similar al de Paraguay, sin embargo, entre la quinta y sexta semana el crecimiento de la procedencia Panamá registro una reducción en la tendencia mostrada anteriormente.

La diferencia del crecimiento en altura entre las procedencias puede estar sujeta a las condiciones climáticas de la época seca, limitando de esta manera el crecimiento de las plantas. Bajo estas condiciones Albrecht (1993); Al-Azharia *et al.*, (2000); y Reyes (2005); citados por Bernal *et al.*, (2013); y Bernal *et al.*, (2013) coinciden al plantear que *M. oleifera* se desarrolla bien a temperaturas entre 24°C y 32°C, y que requiere al menos 700 mm anuales de precipitación. Estos datos permiten considerar que los bajos resultados en la altura de la planta se deben, en parte, al comportamiento del régimen hídrico pero debe destacarse que aun en esas condiciones las plantas siempre estuvieron verdes.

Se sugiere el establecimiento se lleve a cabo en época de lluvia entre los meses de mayo a agosto, el cual favorece las necesidades de humedad de la planta, permitiendo el desarrollo rápido de la planta, para su establecimiento en plantación.

4.2.2.2. Crecimiento en diámetro

Los resultados de la figura 9. Muestra el crecimiento progresivo en diámetro de las procedencias de *M. oleifera* que se evaluaron en un periodo de cuarenta y cinco días en plantación.

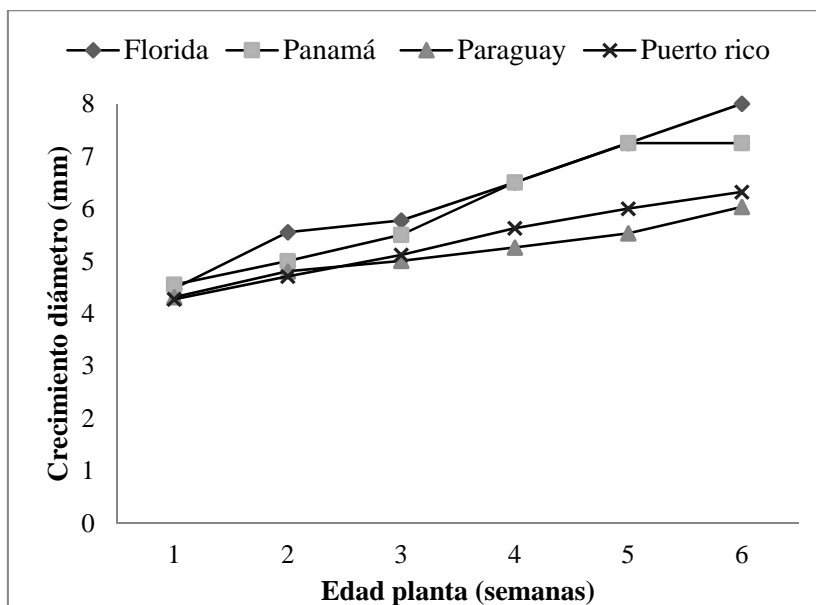


Figura 9. Valores de crecimiento en diámetro de *M. oleifera*, UNA, 2016.

El ANDEVA realizado al crecimiento en diámetro se encontró que existe diferencia significativa entre las procedencias ($p = 0.0001$) la separación de medias encontró variabilidad en el crecimiento en diámetro entre las procedencias agrupando en la categoría A las procedencias Paraguay, Puerto Rico y Panamá y en la categoría B la procedencia Florida como se indica en el Anexo 11.

El incremento por días en la fase de plantación en la procedencia Florida fue de 0.18 mm, Panamá de 0.16 mm, Paraguay de 0.13mm y Puerto Rico de 0.14 mm respectivamente.

La procedencia Florida mostró el mayor crecimiento en diámetro durante toda la evaluación en plantación; siendo igualado en cierto momento al experimentado por la procedencia Panamá; que mantuvo un crecimiento progresivo pero lento en las primeras cuatro semanas, luego mostró un crecimiento rápido a partir de la cuarta semana, sin embargo, entre el intervalo de la quinta a la sexta semana registro bajo crecimiento en comparación a las semanas anteriores para diferenciarse del valor de Florida al final del periodo.

Las procedencias Paraguay y Puerto rico muestran crecimientos similares durante todo el periodo de evaluación, con un leve aumento en crecimiento en el intervalo de la tercera a la quinta semana por parte de la procedencia Puerto rico, dado el crecimiento que mostraron las procedencias registraron diámetros similares al final del periodo.

Así como en el crecimiento en altura durante la etapa de plantación, la diferencia entre las procedencias en diámetro puede estar sujeta a las condiciones climáticas de la época seca. Por otra parte la práctica de fertilización que no se realizó en el presente estudio; al momento del establecimiento como medida de manejo en la plantación, tiende a favorecer el crecimiento de las plantas, así lo reporta Narváez, (2014) quien registra un crecimiento rápido de *M. oleifera* en un periodo de 6 meses de evaluación.

4.2.3. Número de hojas por procedencia en plantación

Al evaluar el número de hojas durante la fase de plantación se encontró diferencias entre las procedencias Tabla 12.

Cuadro 12. Numero de hojas por procedencias, UNA, 2016

Procedencias	Periodo de evaluación (semanas)						Mínimo	Máximo
	1	2	3	4	5	6		
Florida	6	7	8	9	7	6	4	10
Panamá	9	11	11	8	6	7	8	9
Paraguay	7	5	6	6	4	5	2	14
Puerto rico	8	9	6	6	5	7	3	14

En lo relativo al desarrollo foliar la procedencia Panamá difiere de la otras procedencias al presentar un rango de 8 hasta 9 hojas por planta, mientras que las procedencias Florida, Paraguay y Puerto rico con un rango mínimo de 2 a 4 hojas por planta y un rango máximo de 10 a 14 hojas por planta.

4.3. Índice de calidad de planta

Según la tabla 13 de comparación en relación al comportamiento de *M. oleifera* en vivero y plantación indica que los mejores resultados se encontraron en plantación tomando en cuenta los indicadores morfológicos de calidad de planta.

Cuadro 13. Comparación de calidad de plantas de las procedencias de *M. oleifera*, UNA, 2016

Procedencias	Fase de vivero						Fase de plantación				
	Parámetros de calidad						Parámetros de calidad				
	% S	IDD (mm)	ILT (cm)	IR	T/R	%G	% S	IDD (mm)	ILT (cm)	IR	NH
Paraguay	100	0.14	1.26	6.51	1.43	100	80	0.18	0.69	3.77	6
Puerto rico	100	0.14	1.09	6.19	1.53	100	80	0.16	0.51	1.53	7
Florida	100	0.14	1.20	5.61	1.19	33.33	100	0.13	0.63	2.56	5
Panamá	100	0.14	1.13	4.91	1.04	25	50	0.14	0.67	4.1	7

% S: Porcentaje de sobrevivencia, IDD: Incremento Diámetro Diario, ILT: Incremento Longitud de tallo diario, IR: Índice de robustez, T/R: Relación tallo-raíz, NH: Numero de hojas, % G: Porcentaje de Germinación.

El comportamiento de las plantas en el vivero de acuerdo a los indicadores de calidad de planta cuantitativos pretende definir el potencial de sobrevivencia y un rápido crecimiento en relación a la altura y diámetro para establecerse en la plantación.

En relación a la calidad de plantas por procedencias para cada fase se puede observar que existe diferencia entre fase, uno de los elementos de interés es la robustez de las plántulas, que se origina de la relación entre longitud tallo/diámetro basal de la planta el que resulta en una baja relación o bajo potencial en la fase de vivero para las procedencias Paraguay y Puerto rico, en vista que para este indicador una robusta debe tener un valor menor a 6.

En cuanto a la procedencia Panamá, la robustez fue similar tanto en vivero como en plantación, sin embargo el estrés causado por el trasplante expresado en marchitez progresiva de las plantas y baja capacidad de recuperación a través de rebrote; lo que afectó la sobrevivencia obteniendo un 50 %. De la misma forma, la procedencia Florida registró un índice de robustez similar entre fases mostrando una alta resistencia al establecerse en la plantación (100 % de sobrevivencia).

El análisis de la relación entre el índice de robustez y la sobrevivencia muestra alta utilidad en vista que a excepción de la procedencia Panamá, el indicador fue coherente con los porcentajes de sobrevivencia registrados por las restantes procedencias.

Por otra parte la tasa de crecimiento es la relación del diámetro y altura entre el número de días que fue diferente entre la fase de vivero (21 días) y la fase de plantación (45 días), en la que se registraron una tasa de crecimiento en diámetro similar para todas las procedencias en la fase de vivero, sin embargo, en la fase de plantación se registró una variación en el crecimiento en diámetro para la procedencias Paraguay y Puerto rico, a diferencia de las procedencias Florida y Panamá.

En cuanto a la variable altura la tasa de crecimiento se vio afectada debido a la práctica de poda, por tanto no es posible la comparación en la fase de plantación. La poda fue de utilidad en vista que fue coherente con los porcentajes de sobrevivencia registrada por las procedencias Paraguay y Puerto rico, esto también mejoró la tasa de crecimiento en cuanto la variable diámetro.

En relación al número de hojas, esta variable no fue significativa para considerar como un indicador de calidad de planta, puesto que este no estuvo relacionado al porcentaje de sobrevivencia así como al crecimiento de la planta.

V. CONCLUSIONES

Las procedencias Paraguay y Puerto rico presentaron los mejores potenciales de germinación (100 %) estando las diferencias entre procedencias asociadas a la edad de la semilla.

La sobrevivencia en vivero 100 % garantizó el establecimiento en plantación las que se presentaron en las procedencias Florida, Paraguay y Puerto rico siendo del 80 % al 100 % (Buena), no así para Panamá que fue 50 % (Baja). Estando asociado al mantenimiento adecuado y a las condiciones climáticas.

El crecimiento en diámetro y altura muestran a la procedencia Florida con el mejor comportamiento tanto en vivero como en plantación.

La procedencia Florida fue más robusta entre fase, así como las procedencias Paraguay y Puerto rico que presentaron una buena robustez en plantación, estando asociado este indicador a los potenciales de sobrevivencia.

VI. RECOMENDACIONES

Dar continuidad a este tipo de estudio en cuanto a la evaluación entre calidad de plantas en vivero y su desempeño en campo para tener mejores elementos de validez en cuanto a adaptabilidad y crecimiento de las procedencias de *M. oleifera*.

Realizar antes del trasplante una poda apical, esto en vista que aumentó el diámetro en las procedencias estudiadas, que favoreció la resistencia al volcado por el viento en plantación.

Se recomienda la procedencia Florida en base que mostró los mejores resultados en la mayoría de las variables y la procedencia Paraguay por sus características de adaptación para establecerla en áreas con sequía prolongada.

VII. LITERATURA CITADA

- Bernal Medina, M. A., Oquendo Lobaina, G., Suarez Ramírez, M., Rodríguez, E. A., Vela Romero, O. E. 2013.** Evaluación del marco de siembra de *Moringa oleifera* Lam. Instituto de investigaciones de pastos y forrajes. Delegación municipal de la agricultura. Empresa agropecuaria del MININT. CU. 23 – 26 Pág.
- Bezerra, A. M. E., Momente V. G., Medeiros Filho, S. 2004.** Germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas de moringa (*Moringa oleifera* Lam.) em função do peso da semente e do tipo de substrato. BR. Revista científica fortaleza v. 22 n. 2. 295 – 299 Pág.
- BIAGRO (Laboratorios Biagro S, A. AR). 2007.** Comprendiendo que es el vigor de la semilla. Revista análisis de la semilla 1ª ed. 120 Pág.
- Bobby Moncada, F B; Valdivia Espinoza, M A. 2005.** Evaluación del comportamiento de tres especies forestales a nivel de vivero en el Municipio de Telica, León. Tesis Ing. Managua, NI. Universidad Nacional Agraria. 79Pág.
- Burley, J. 1969.** Metodología de los ensayos de procedencia de especies forestales (en línea), consultado el 02 de Oct 2015. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/93269s/93269s05.htm>
- Cardoso Ribeiro, M. C., Medeiros da Costa, D., Carvalho Mendes, V. H., Sousa, A. H. 2006.** Profundidad y posición de la semilla en la emergencia y desarrollo de plántulas de Moringa (*Moringa oleifera* Lam.). Departamento de Ciências Vegetais, Universidade Federal de Rural do Semi-Árido, UFRSA. BR. Revista centro agrícola, n. 1. 5 – 8 Pág.
- Duarte Aguilar, C. A. 2015.** Evaluación del comportamiento de dos especies forrajeras marango (*Moringa oleifera*, Lam) y leucaena (*Leucaena leucocephala*, De Witt) en la fase de vivero en la Universidad Nacional Agraria. Tesis ing. Universidad Nacional Agraria. Managua, NI. 36 Pág.
- Espinoza Martínez, J. R. & Sevilla Moran, S. L. 2010.** Efecto de la densidad de siembra y nivel de fertilización nitrogenada sobre el rendimiento de *Moringa oleifera* en suelo franco arcillo. Tesis Ing. Universidad Nacional Agraria, UNA. Managua, NI. 56 Pág.
- González Rivas, V. A. 2014.** Comportamiento de dos poblaciones de *Moringa oleifera* (material acriollado y mejorado PKM1) en sus primeras etapas de crecimiento en condiciones de vivero. Tesis ing. Universidad Nacional Agraria. Managua, NI. 40 Pág.
- o
- Hodge, G. R. & Dvorak, W.S. 2001.** Genetic parameters and provenance variation of *Pinus caribaea* var. *Hondurensis* in 48 international trials. CAMCORE, North Carolina State University. Pág. 496 – 511.

- Jiménez Martínez, E. & Rodríguez Flores, O. 2014.** Insectos plagas cultivos en Nicaragua. Universidad Nacional Agraria, UNA. 1ª ed. Managua, NI. 226 Pág.
- Juárez, M. 2002.** El vivero Forestal. Ministerio De Agricultura Y Ganadería. Dirección General De Recursos Naturales Renovables. Programa Ambiental De El Salvador Mag-Dgrnr - Paes 1997 – 2003. Proyecto PAES / IICA-CATIE-CRS-UCA. SAN MARTÍN, SV. 10 Pág.
- León Fallas, N. 2014.** Análisis de ensayos de procedencias – progenie de (*Dipteryx panamensis* (Pittier) Record & Mell), en la zona norte y sur de Costa Rica. Tesis Lic. Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC). Cartago, CR. 78 Pág.
- López Hernández, U. J. 2014.** Evaluación de tres densidades del cultivo de *Moringa oleifera*, en el sur occidente de Guatemala. Tesis Lic. Universidad Rafael Landívar. Coatepeque, GT. 68 Pág.
- MARENA (Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales); POSAF (Programa Socio ambiental y Desarrollo forestal). 2005.** Establecimiento y manejo de plantaciones forestales. MARENA. 1ª ed. Managua, NI. 76Pág.
- Medina, M.G., García, D.E., Clavero, T., Iglesias, J.M. 2007.** Estudio comparativo de *Moringa oleifera* y *Leucaena leucocephala* durante la germinación y la etapa inicial de crecimiento. *Zootecnia tropical*.25 (2). 83 Pág.
- Mostacedo B. y Fredericksen T. S. 2000.** Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal. Proyecto de manejo forestal sostenible (BOLFOR). Santa Cruz de la Sierra, BO. Editora El País. 92Pág.
- Napier, I. 1985.** Técnicas de viveros forestales con referencias a especies especiales a Centro América. Ed Oscar Ferreira. Sihuatepeque, HO (Corregir). 115 Pág.
- Narváez Urbina, O. J. 2014.** Establecimiento y manejo inicial en plantaciones de Marango (*Moringa oleifera*, Lam.) en dos unidades productivas de la Universidad Nacional Agraria. Tesis Ing. Universidad Nacional Agraria, UNA. Managua, NI. 48 Pág.
- Pascua González, K P. 2014.** Ensayo de cuatro procedencias de Marango (*Moringa oleifera*, Lam) en la Finca Santa rosa, Universidad Nacional Agraria. Tesis Ing. Universidad Nacional Agraria. Managua, NI. 42 Pág.
- Patricio, H. G., Palada, M. C., Ebert, A. W. 2012.** Adaptability and horticultural characterization of *Moringa* accessions under Central Philippines conditions. College of Agriculture, Resources and Environmental Sciences Central Philippine University. Iliolo City, PH. Seavege regional symposium. 61 – 70 Pág.

- Rabbani, A. R. Silva Mann, R., Ferreira, R. A., Pessoa, A. M., Barros, E. S., Mesquita, J. B. 2012.** Restrição hídrica em sementes de moringa (*Moringa oleifera*L.). Universidade Federal de Sergipe, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde. Nota técnica, Revista científica UDO agrícola 12. Sergipe, BR. 563 – 569 Pág.
- Rivera Solórzano, D. D. & Centeno Arostegui, A. J. 2014.** Evaluación del establecimiento de *Moringa oleifera*, Lam (Marango) en un sistema de cerca viva en la Finca Santa Rosa – UNA. Tesis ing. Universidad Nacional Agraria, UNA. Managua, NI. 38 Pág.
- Román de la Vega, C. F., H. Ramírez M., J. L. Treviño G. 1994.** Dendrometría. Universidad Autónoma de Chapingo. México. 353 pág.
- Sáenz Reyes J.T., Villaseñor Ramírez, F. J., Muñoz Flores, H. J., Rueda Sánchez, A., Prieto Ruíz, J. A. 2010.** Calidad de plantas en viveros forestales de clima templado en Michoacán. Instituto nacional de investigaciones forestales, agrícolas y pecuarias, INIFAP. Folleto técnico número 17. Michoacán, Mx. 52 Pág.
- Téllez Manzanarez, M. S., Jirón Cortez, V. M. 2014.** Identificación y variación poblacional de insectos asociados al cultivo de marango (*Moringa oleifera* Lam.) en Managua, Nicaragua durante los meses de Noviembre 2012 a abril 2013. Tesis Ing. Universidad Nacional Agraria, UNA. Managua, NI. 111 Pág.
- Toral, O., Cerezo, Y., Reino, J., Santana, H. 2013.** Caracterización morfológica de ocho procedencias de *Moringa oleifera* (Lam) en condiciones de vivero. Universidad de Matanzas Camilo Cienfuegos. Estación experimental de pastos y forrajes Indio Hatuey. Cuba.
- Toral, O., Iglesias, J. M., Reino, J. 2006.** Comportamiento de germoplasma arbóreo forrajero en condiciones de Cuba. Estación experimental de pastos y forrajes “Indio Hatuey”. Revistas de pastos y forrajes, vol. 29. Matanzas, CU. 337-346 Pág.
- Urroz, R.; Ramírez, E. 2006.** Composición e identificación de especies forrajeras y no forrajeras en las fincas Santa Rosa y las mercedes. Tesis de Grado. Lic. Universidad Nacional Agraria, Facultad de ciencia animal, Managua, NI. 98 p.
- Vidal R. 2009.** Semillas: Importancia, Planificación y Producción. AR. Facultad de Agronomía, Universidad de la Republica. Pág. 32. (En línea) Consultado el 13 de Oct. 2015. Disponible en: [http://www.fagro.edu.uy/~fitotecnia/docencia/materiales%20teoricos/Unidad II Teorico 4.pdf](http://www.fagro.edu.uy/~fitotecnia/docencia/materiales%20teoricos/Unidad%20II%20Teorico%204.pdf)
- Williams J. y León H. 2001.** Crecimiento del Árbol. Tejidos del Tallo Adulto. Universidad de los Andes. Facultad de ciencias forestales y ambientales. Escuela de ingeniería forestal departamento de botánica. Cátedra de anatomía de maderas. Mérida, Venezuela.

ANEXOS

8.1. Análisis de varianza en crecimiento de la Fase de vivero

Anexo 1. Análisis de varianza (ANDEVA) para la variable crecimiento en altura de 4 procedencias de *M. oleifera*, UNA, 2016

F.V	gl	F	p-valor
Procedencia	3	12.46	<0,0001
Mediciones	3	330.45	<0,0001
Error	192		

Anexo 2. Separación de medias de Tukey por procedencias de *M. oleifera*, UNA, 2016

Procedencias	Medias	n	E.E	Categoría
Puerto rico	18.62	79	0.36	A
Panamá	19.22	16	0.79	A
Paraguay	20.53	80	0.35	A
Florida	22.83	24	0.64	B

Anexo 3. Separación de medias de Tukey por mediciones de 4 Procedencias de *M. oleifera*, UNA, 2016

Mediciones	Medias	n	E.E	Categoría
1	8.91	49	0.48	A
2	20.03	50	0.48	B
3	24.95	50	0.48	C

Anexo 4. Análisis de varianza (ANDEVA) para la variable crecimiento en diámetro de 4 procedencias de *M. oleifera*, UNA, 2016

F.V	gl	F	p-valor
Procedencia	3	7.05	<0,0002
Mediciones	3	157.33	<0,0001
Error	192		

Anexo 5. Separación de medias de Duncan por procedencias de *M. oleifera*, UNA, 2016

Procedencias	Medias	n	E.E	Categoría
Puerto rico	2.71	79	0.03	A
Panamá	2.74	80	0.03	A
Paraguay	2.75	16	0.07	A
Florida	3.02	24	0.06	B

Anexo 6. Separación de medias de Duncan por mediciones en 4 procedencias de *M. oleifera*, UNA, 2016

Mediciones	Medias	n	E.E	Categoría
1	2.12	49	0.05	A
2	2.74	50	0.05	B
3	2.95	50	0.05	C

8.2. Análisis de varianza en crecimiento de la fase de plantación

Anexo 7. Análisis de varianza (ANDEVA) para la variable crecimiento en altura de 4 procedencias de *M. oleifera*, UNA, 2016

F.V	gl	F	p-valor
Procedencia	3	4.77	0.0032
Mediciones	5	3.55	0.0044
Error	172		

Anexo 8. Separación de medias de Tukey por procedencias de *M. oleifera*, UNA, 2016

Procedencias	Medias	n	E.E	Categoría
Panamá	23.81	11	1.66	A
Paraguay	24.15	84	0.61	A
Florida	26.71	23	1.15	A
Puerto rico	27.37	63	0.69	A

Anexo 9. Separación de medias de Tukey por mediciones de 4 procedencias de *M. oleifera*, UNA, 2016

Mediciones	Medias	n	E.E	Categoría
1	23.31	33	1.03	A
2	24.13	29	1.09	A
3	24.42	35	1.01	A
4	25.58	33	1.03	A B
5	26.72	29	1.08	A B
6	28.89	22	1.23	B

Anexo 10. Análisis de varianza (ANDEVA) para la variable crecimiento en diámetro de 4 procedencias de *M. oleifera*, UNA, 2016

F.V	gl	F	p-valor
Procedencia	3	8.11	<0.0001
Mediciones	5	16.91	<0.0001
Error	196		

Anexo 11. Separación de medias de Duncan por procedencias de *M. oleifera*, UNA, 2016

Procedencias	Medias	n	E.E	Categoría
Paraguay	5.16	103	0.11	A
Puerto rico	5.34	66	0.13	A
Panamá	6.01	12	0.31	B
Florida	6.26	24	0.22	B

Anexo 12. Separación de medias de Duncan por mediciones de 4 procedencias de *M. oleifera*, UNA, 2016

Mediciones	Medias	n	E.E	Categoría
1	4.63	34	0.2	A
2	5.17	35	0.2	B
3	5.46	36	0.19	B C
4	5.89	34	0.2	C D
5	6.28	34	0.2	D E
6	6.73	32	0.2	E

8.3. Tasas de crecimiento en altura y diámetro de *M. oleifera* en fase de vivero y plantación

Anexo 13. Tasa de crecimiento o incremento en altura de *M. oleifera* en fase de vivero, UNA, 2016

Procedencia	Crecimiento altura semanal			Incremento/día	Incremento/Periódico
	1	2	3		
Florida	11,80	23,45	26,53	1,26	14,73
Panamá	10,43	19,75	22,93	1,09	12,50
Paraguay	8,79	20,10	25,19	1,20	16,40
Puerto rico	6,95	18,10	23,73	1,13	16,78

Anexo 14. Tasa de crecimiento o incremento en diámetro de *M. oleifera* en fase de vivero, UNA, 2016

Procedencia	Crecimiento Diámetro semanal			Incremento/día	Incremento/ Periódico
	1	2	3		
Florida	2,33	3,00	3,00	0,14	0,67
Panamá	2,00	2,75	3,00	0,14	1,00
Paraguay	2,00	2,63	2,93	0,14	0,93
Puerto rico	2,11	2,68	2,85	0,14	0,74

Anexo 15. Tasas de crecimiento o incremento en altura de *M. oleifera* en fase de plantación, UNA, 2016

Procedencias	Crecimiento en altura semanal						Incremento/día	Incremento/ Periódico
	1	2	3	4	5	6		
Florida	22,8	27,1	24,7	26,3	28,9	31,0	0,69	8,25
Panamá	22,7	23,1	22,8	23,8	25,6	23,0	0,51	0,35
Paraguay	21,9	22,4	23,1	24,2	25,3	28,3	0,63	6,38
Puerto rico	25,7	25,9	26,5	27,6	28,2	30,2	0,67	4,47

Anexo 16. Tasa de crecimiento o incremento en diámetro de *M. oleifera* en fase de plantación, UNA, 2016

Procedencia	Crecimiento en diámetro semanal						Incremento/día	Incremento/ Periódico
	1	2	3	4	5	6		
Florida	4,5	5,6	5,8	6,5	7,3	8,0	0,18	3,53
Panamá	4,6	5,0	5,5	6,5	7,3	7,3	0,16	2,70
Paraguay	4,3	4,8	5,0	5,3	5,5	6,0	0,13	1,72
Puerto rico	4,3	4,7	5,1	5,6	6,0	6,3	0,14	2,05