



Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible"

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

Facultad de los Recursos Naturales y del Ambiente

Trabajo de Graduación

Ensayo de cuatro procedencias de Marango (*Moringa oleífera* Lam.) en la Finca Santa Rosa Universidad Nacional Agraria, Nicaragua.

Tesis para optar al título de Ingeniera forestal

Autor:

Br. Kenia Patricia Pascua González

Asesores:

Ing. Álvaro Noguera Talavera

Lic. Rosa María Reyes

**Managua, Nicaragua
Diciembre, 2014**

INDICE DE CONTENIDO

SECCION	PÁGINA
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
INDICE DE CUADROS.....	v
INDICE DE FIGURAS.....	vi-vii
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT.....	ix
I. INTRODUCCION.....	1-2
II. OBJETIVOS.....	3
2.1. Objetivo General.....	3
2.2 Objetivo Específicos.....	3
III. MATERIALES Y METODOS.....	4
3.1. Ubicación y descripción del área de estudio.....	4
3.1.1. Uso actual del sitio	4-5
3.1.2. Clima.....	5
3.1.3. Temperatura.....	5
3.1.4. Suelo y topografía.....	5
3.2. Diseño metodológico.....	6
3.2.1. Ensayo de procedencias.....	6
3.2.1.1. Origen e información de las procedencias evaluadas en el ensayo.....	6-7
3.2.2. Fecha de establecimiento del ensayo	8
3.2.3. Diseño del ensayo.....	8-10

3.2.4. Manejo del ensayo	10
3.3. Descripción de variables en el sitio	10-16
3.4. Análisis de los datos en campo.....	17
3.4.1. Procesamiento y análisis de la información.....	17-18
IV. RESULTADOS Y DISCUSION.....	19
4.1. Germinación de las cuatro procedencias evaluadas.....	19-20
4.1.2. Porcentaje de sobrevivencia de las cuatro procedencias evaluadas.....	20-21
4.1.3. Crecimiento en diámetro basal de cuatro procedencias de <i>M. oleífera</i>	22
4.1.4. Crecimiento en altura de cuatro procedencias de <i>M. oleífera</i>	23
4.2. Descripción morfológica de las cuatro procedencias.....	24
4.2.1. Foliolos por hoja.....	24-25
4.2.2. Longitud del peciolo.....	25-26
4.2.3. Longitud de la hoja.....	26-27
4.2.4. Análisis de clúster o de grupos.....	28
V. CONCLUSIONES.....	29
VI. RECOMENDACIONES.....	30
VII. LITERATURA CITADA.....	31-33
VIII. ANEXOS.....	34

DEDICATORIA

A Dios por haberme permitido culminar unas de mis metas más importantes en mi vida, por darme la sabiduría necesaria y por guiarme en todo tiempo a terminar mi carrera aun con obstáculos que se presentaron durante esta larga trayectoria de estudio, todo se lo debo a él.

A mi adorada madre Concepción de los Ángeles González Pilarte por su apoyo incondicional, sus consejos, sus oraciones y sus motivaciones los cuales fueron una base importante en mi vida para continuar adelante, la cual me enseñó a valorar las cosas que tengo y a luchar siempre por lo que quiero no importando los tropiezos porque de ellos se aprenden cada uno tienen una lección de vida.

A mi padre Elías Antonio Pascua por su sacrificio y apoyo, por estar conmigo siempre, por su esfuerzo de luchar para que yo siempre siguiera estudiando.

A mi hermano Carlos Miguel Pascua González por siempre estar conmigo ayudándome, dándome ánimos para avanzar, por su comprensión y cariño.

A mis tíos y primos que siempre me ha brindado su apoyo y sus oraciones que han sido siempre constantes durante mi vida.

A mis amigos y compañeros de estudio que han sido un pilar fuerte, por estar conmigo en los momentos buenos y malos, por ser mis confidentes y apoyo.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco mucho al Dios soberano por brindarme sabiduría, paciencia y por haberme ayudado a culminar mi trabajo de graduación con éxito.

A mí asesor Ing. Álvaro Noguera Talavera por su tiempo, disposición, paciencia, por sus conocimientos y por haberme dado la oportunidad de realizar este trabajo investigativo.

Agradezco en especial a la Universidad Nacional Agraria (UNA) por darme la oportunidad de formarme como profesional, a sus docentes por ser nuestros guías.

A la Facultad de Ciencia Animal (FACA) por habernos brindado su apoyo incondicional el cual fue un aporte importante para la realización de este trabajo de graduación, así como a la Ing. Rosa Reyes por su aporte y sugerencias en el laboratorio.

A mis compañeros de clases: Sergio Daniel Suarez Montealegre, Alma Iris Sánchez Benavidez, Erika Emperatriz Pérez Roque, que de alguna u otra manera estuvieron presentes en los momentos difíciles durante el transcurso de mi carrera apoyándome y por su amistad que fue incondicional en todo momento.

INDICE DE CUADROS

CUADROS	PÁGINAS
1. Información geográfica y climática de las procedencias incluidas en el ensayo de <i>M. oleífera</i> , Finca Santa Rosa, UNA.....	6
2. Parámetros para evaluar sobrevivencia.....	13
3. Parámetros para evaluar la condición de las procedencias.....	14

INDICE DE FIGURAS

FIGURAS	PÁGINAS
1. Mapa de ubicación del área de estudio	4
2. Distribución de las parcelas en el campo	9
3. Muestra de toma de datos de la altura (m) de cuatro procedencias de <i>M. oleífera</i> , en la Finca Santa Rosa, UNA.	11
4. Muestra de toma de datos del diámetro basal (cm) de cuatro procedencias de <i>M.oleífera</i> , Finca Santa Rosa, UNA.	12
5. Gusano defoliador (<i>spodoptera spp</i>), Finca Santa Rosa, UNA.	14
6. Zompopo (<i>Atta. spp</i>)	14
7. Medición para determinar longitud de la hoja (cm), para cada procedencia	15
8. Conteo para determinar el número de folíolos por hoja, para cada procedencia	16
9. Medición para determinar la longitud del pecíolo (cm), por procedencia	16
10. Porcentaje de germinación de cuatros procedencias de <i>M. oleífera</i> , en un ensayo en la Finca Santa Rosa, UNA (2013-2014).	19
11. Comportamiento de la sobrevivencia de cuatro procedencias de <i>M. oleífera</i> en un ensayo en la finca Santa Rosa, UNA (2013-2014).	20
12. Valores en diametro basal de cuatro procendencias de <i>M. oleífera</i> , en un ensayo en la Finca Santa Rosa, UNA (2013-2014).	22

13. Valores en altura de cuatro de *M. oleífera*, en un ensayo en la Finca Santa Rosa, 23
UNA (2013-2014).
14. Folíolos por hoja de las cuatro procedencias de *M. oleífera*. Finca Santa Rosa, 24
UNA.
15. Longitud del pecíolo de las cuatro procedencias de *M. oleífera*. Finca Santa 25
Rosa, UNA.
16. Longitud de la hoja de cuatro procedencias de *M. oleífera* Finca Santa Rosa, 26
UNA.
17. Comparación de las cuatro procedencias de *M. oleífera*. Atraves del análisis de 28
clúster o de grupos

RESUMEN

Se llevó a cabo este ensayo en la Finca Santa Rosa con el objetivo de evaluar en un periodo de 7 meses el comportamiento de cuatro procedencias de *M. oleífera* (Paraguay, Isla Zapatera, Perú y PKM1), considerándose la posibilidad de establecimiento de las mismas y así contar con material reproductivo (semillas) para la implementación de programas y proyectos que trabajen con esta especie. Para la realización de este ensayo se estableció una parcela de 15x30m con una distancia entre planta e hilera de 3x3m en cada surco, utilizando el método de siembra directa se procedió a incorporar 2 semillas en cada orificio a una profundidad de 2 cm, se tomó en cuenta las variables (germinación, sobrevivencia, altura, diámetro y número de hojas) para conocer su comportamiento durante su periodo de crecimiento, se evaluaron también las características morfológicas (longitud de la hoja, número de folíolos por hoja, longitud del peciolo) a partir de estructuras vegetativas. Las procedencias PKM1 e Isla Zapatera obtuvieron un mayor porcentaje de germinación con un 100%, lo cual indica que presentaron una mayor energía de germinación en las semillas, en cuanto a la sobrevivencia y las otras variables el mayor porcentaje lo obtuvo la procedencia Perú lo cual se da a reflejar que esta procedencia se adaptó de manera significativa al sitio. Los valores más altos de incremento en diámetro basal y altura se concentraron en las procedencias Perú e Isla Zapatera. La procedencia PKM1 presentó una alta variabilidad en cuanto a las características morfológicas.

ABSTRACT

A study was carried out at Santa Rosa farm to evaluate the vegetative behavior (establishment and growth) of four provenances of *Moringa oleifera* Lam. (Paraguay, Isla Zapatera, Perú and PKM1, this study considered the possibility of adapting them and likewise have plant material (seeds) for the implementation of programs and projects that work with this species. For the purpose of this test was established a plot of 15x30m with a distance between plant and row 3x3m in each row , using the method of direct seeding proceeded to sow 2 seeds in each hole at a depth of 2 cm , it took into account variables (germination , survival , height , diameter and number of leaves) for the performance during the growth period , were also evaluated morphological characteristics (leaf length , number of leaflets per leaf, petiole length) from vegetative structures . Backgrounds and Isla Las PKM1 Zapatera reach a higher percent of germination with 100%, indicating that energy had a higher germination in seeds; in terms of survival and other variables scored the highest percentage is the origin Perú which is given to suggest that this source was more adapted to the site than the other provenances. A high variability in morphological characteristics was registered between provenances, while the most adapted was Perú and PKM1.

I. INTRODUCCION

Los programas y proyectos de restauración para uso productivo del suelo con diferentes propósitos presentan limitantes en cuanto a la disponibilidad de semilla de calidad comprobada, así como cantidad; identificándose la necesidad de contar con estudios que aseguren a través de la identificación de buenas procedencias, material vegetativo óptimo para su uso como especies promisorias y con alto grado de adaptación.

Los ensayos de procedencia se definen como el área geográfica y ambiental donde crecen árboles progenitores dentro del cual se ha desarrollado una constitución genética. Se considera también una plantación de varias procedencias establecidas de tal manera que permite una comparación estadística válida entre ellas en cuanto a la productividad y otras características (Styles, 2000).

Su importancia radica en poder conocer las distintas variables que indique el grado de diferenciación de las procedencias; así mismo el comportamiento que se genera en cuanto al potencial genotípico y ambiental existiendo una interacción entre las mismas. También permite generar información de las características particulares de la semilla en función de su procedencia, y la necesidad de conocer la capacidad germinativa a través del tiempo (Santelices *et al.*, 2009).

El interés sobre el estudio del Marango (*M. oleífera* Lam.) se ha manifestado en diversas regiones del mundo donde existen problemas de nutrición de la población. En muchas de ellas, como en Asia y África (Alfaro y Martínez, 2008), y recientemente en países de América Latina, se promueve el consumo de hojas, semillas y otras estructuras de la planta como fuente de diversos nutrientes para solucionar problemas alimentarios-nutricionales; mientras otros usos están relacionados a alimentación animal y transformación industrial (Reyes-Sánchez *et al.*, 2006).

Dada la importancia de esta especie y la continua búsqueda de especies promisorias, Marango es promovido a través de su inclusión en diferentes sistemas productivos; teniendo como principal limitante en su aprovechamiento la carencia de información científica sobre sus requerimientos silviculturales para el establecimiento de plantaciones semilleras; así como su comportamiento productivo en diferentes ambientes.

El propósito de este trabajo es evaluar el comportamiento vegetativo (desarrollo y crecimiento) a través de un ensayo de cuatro procedencias de *Moringa oleífera*. Se considerándose por un lado crear una base de conocimientos sobre la adaptación de las procedencias, y por otro lado, contar con material vegetativo (semillas) para la provisión a proyectos que trabajan con esta especie.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General:

- Determinar diferencias morfológicas de cuatro procedencias de *M. oleífera.*, como alternativa para la caracterización con fines de producción de material reproductivo en programas agrícolas y pecuarios

2.2. Objetivos Específicos

- 1- Diferenciar el porcentaje de germinación de semilla de cuatro procedencias de *M. oleífera* al final del ensayo.
- 2- Diferenciar el potencial de establecimiento de las procedencias a partir del análisis del porcentaje de sobrevivencia.
- 3- Determinar el crecimiento en diámetro basal y altura de cuatro procedencias de *M. oleífera* en un periodo de siete meses.
- 4- Describir la morfología de las plantas según las procedencias de *M. oleífera* a partir de sus estructuras vegetativas.

HIPOTESIS

Ho: El comportamiento en germinación, sobrevivencia y características vegetativas son diferente entre las cuatro procedencias de *M. oleífera* evaluadas.

Ha: El comportamiento en germinación, sobrevivencia y características vegetativas de *M. oleífera*, son iguales entre las cuatro procedencias evaluadas.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Ubicación y descripción del área del ensayo

El ensayo fue establecido en la Finca Santa Rosa de la Universidad Nacional Agraria, ubicada 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, con las coordenadas geográficas 18°08'15" latitud norte y 86°09'36" longitud oeste (Urroz y Ramírez, 2006).

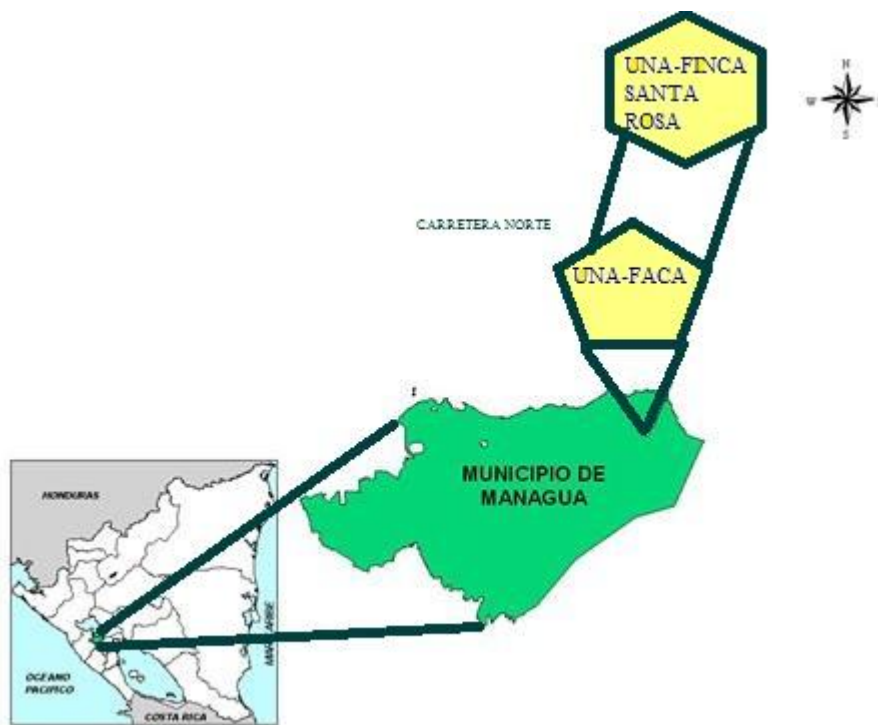


Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio

3.1.1. Uso Actual del sitio

Actualmente la Finca Santa Rosa presenta una extensión de 196 Mz (137.7 ha), con diversos sistemas productivos, pero la mayor parte de esta área se ha destinado para el cultivo de diferentes variedades de pasto en su mayoría brachiarias la cual es utilizada en el sector ganadero como pasto forrajero (Urroz y Ramírez, 2006).

Los sistemas productivos existentes en la finca son: área pecuaria destinada a la ganadería, producción de cerdos, producción de caprino y producción de ovinos, algunas áreas se están utilizando para trabajos de investigación, así mismo existen unidades académicas de Ingeniería en Zootecnia y Medicina Veterinaria (Méndez, 2007).

3.1.2. 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 56m.s.n.m, con una precipitación promedio anual de 1132 a 1200 mm (Urroz y Ramírez, 2006).

3.1.3. Temperatura

Con una temperatura media anual de 28°C presentándose las mayores al final de la temporada seca, con una humedad relativa mayor al 68% (Urroz y Ramírez, 2006).

3.1.4. 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 fosforo 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

3.2.1. Ensayo de procedencias

3.2.1.1 Origen e información de las procedencias evaluadas en el ensayo

Fueron evaluadas 4 procedencias, dos de las cuales son internacionales (Perú y Paraguay) y dos corresponden a procedencias obtenidas localmente (Isla Zapatera-Nicaragua y PKM-INTA, Nicaragua), cuadro 1.

Todas las procedencias utilizadas fueron obtenidas en el año 2013 a través de diferentes personas y organismos socios del Proyecto Marango (PROMARANGO) que desarrolla la Universidad Nacional Agraria. En ninguno de los casos la recolección de semillas obedeció a criterios asociados a fenotipos o características de los árboles.

La procedencia Isla Zapatera fue colectada por docentes del proyecto MARANGO en el mes de Marzo del 2013 de dos únicos árboles existentes en la Isla y ubicados en comunidades cercanas a la costa del lago de Nicaragua. En este sentido, no se aplicó ningún criterio de selección y solamente se tomo la decisión de coleccionar semillas por el interés de conocer el grado de adaptación de ese material reproductivo en otras zonas.

La procedencia PKM1 que es una variedad mejorada en el carácter tamaño de frutos, fue introducida en 1996 por el INTA obteniéndose así semilla en el Centro experimental CIAC a partir de colecta en Enero del 2013.

Cuadro 1. Información geográfica y climática de las procedencias incluidas en ensayo de *M. oleífera*, Finca Santa Rosa, UNA.

Procedencias Evaluadas	Ubicación Geográfica		Altitud m.s.n.m	Temperatura °C	Precipitación mm/año	Zona de vida
Perú	12° 57'S	76° 23'W	1-406	27	698	Desierto costero
Paraguay	No disponible					
Isla Zapatera-Nic	11° 44'N	85° 50'W	1 - 650	27	1200 a 1400	Transición a húmeda
PKM-INTA-Nic	12° 09'N	86° 10'W	54	27.5	1014.8	Bosque Tropical seco

En el caso de las procedencias internacionales como lo son; Perú y Paraguay, estas fueron provistas por miembros de la Red MARANGO; siendo el nombre del departamento ICA donde fue colectado por colaboradores la procedencia Perú, la que pertenece a la zona de desierto costero (cuadro 1); mientras la procedencia Paraguay solo se conoce que la zona de origen es una zona que constituye una transición a zona Subhúmeda (cuadro 1).

De acuerdo con Sánchez-Buitrago y Silva-Herrera, (2008) en este tipo de estudio hipotéticamente se asume que la distancia entre las localidades en que se originan las procedencias determina diferencias ambientales propias de cada lugar y que influyen en el establecimiento y adaptabilidad del material. Esta teoría es retomada en este estudio y reflejada en la hipótesis en el sentido, que se esperarían diferencias en la germinación, sobrevivencia, crecimiento y morfología de cada una de las procedencias evaluadas, como producto de tener diferentes orígenes.

Esto se refiere a que los diferentes orígenes geográficos y ambientales de las procedencias determinan la variación fenotípica entre procedencias de tal manera que involucra la variabilidad genética y la influencia del medio ambiente el cual trae consigo reacciones diferentes cuando esta se desplaza a un ambiente extraño al suyo.

3.2.2. Fecha de establecimiento del ensayo

El ensayo se estableció en el mes de junio del 2013, aprovechando así los meses de mayor precipitación para la obtención de un mayor porcentaje de germinación; esto debido a que en el área no se contaba con acceso a riego.

3.2.3. Diseño del ensayo

En el ensayo se utilizó el método de siembra directa por semilla de las diferentes procedencias de Marango (Paraguay, Perú, isla zapatera, PKM1), en el cual se pretendió conocer el comportamiento vegetativo (crecimiento).

El ensayo se realizó en una parcela de 15m x 30m con un distanciamiento entre planta e hileras de 3m x3m metros, en el momento de la siembra se procedió a incorporar en cada orificio 2 semillas a una profundidad de 2 cm esto se hizo para poder evaluar el grado de germinación y sobrevivencia y por ende seleccionar la más sobresaliente.

Para las procedencias Perú, Isla Zapatera, y PKM1 se contó con un total de 100 semillas por procedencias, de las cuales solo se utilizaron 60 semillas por procedencia que fueron distribuidas en 3 hileras, para en el caso de la procedencia Paraguay solo se contó con 17 semillas de igual manera distribuidas en 3 hileras, de esta forma se observó el comportamiento con respecto a las variables consideradas en este ensayo porcentaje de germinación, sobrevivencia, altura, diámetro basal; así como las características morfológicas folíolos por hoja, longitud de la hoja, y longitud del pecíolo de cada una de las procedencias durante el período de evaluación.

En la (figura 2) se muestra de qué manera están distribuidas las parcelas y cada una de las procedencias, dentro del cual se puede observar la utilización del efecto de borde que es ampliamente reconocido en la experimentación agrícola.

Según el CIAT (2000), los efectos de borde consisten en el cambio que se producen en el patrón de crecimiento y el rendimiento de las plantas situadas cerca del perímetro de la parcela, en relación con las plantas situadas en la parte central. De esta manera se trata de disminuir la competencia de nutrientes entre las plantas, así mismo permitir el crecimiento óptimo de las mismas.

Cada punto establecido en las hileras son cada una de las procedencias sembradas distribuidas uniformemente en cada parcela, teniendo como referencia según el CIAT (2000) el área donde se siembra o en el cual se evalúa la producción se denomina parcela útil; es decir la unidad experimental es el tamaño de la parcela útil; siendo las plantas dentro de la parcela útil, las tomadas para realizar el análisis del comportamiento basado en las variables consideradas, como lo son diámetro basal, altura, entre otras.

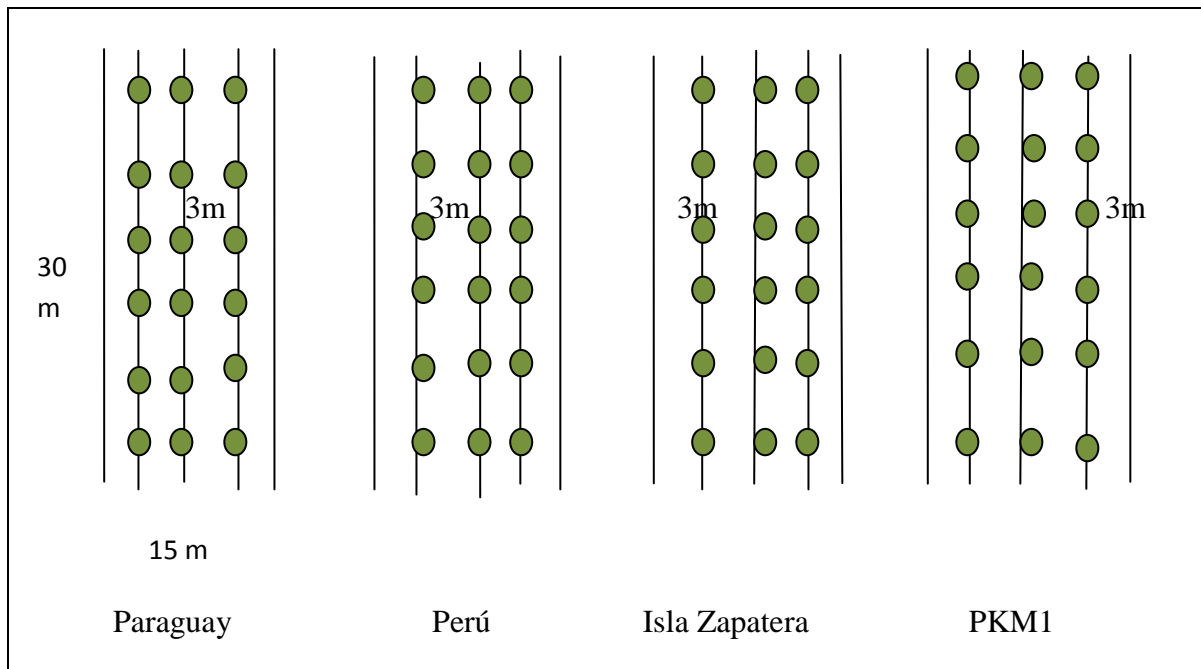


Figura 2. Distribución de las parcelas en el campo

A los siete días después de realizada la siembra, se inició el conteo de germinación y medición de altura en (m), así mismo el conteo del número de hojas, permitiendo así poder observar el comportamiento de las cuatro procedencias de *M. oleífera*.

3.2.4. Manejo del ensayo de campo

Dentro del manejo del ensayo se procedió a realizar actividades como:

- **Fertilización al momento de la siembra:** se utilizó compostaje mezclado con el suelo del sitio, esto con el fin de dar mejores condiciones a la semilla, esto en cuanto a disponibilidad de nutrientes una vez concluida la germinación e iniciado el desarrollo de las plántulas.
- **Control de malezas:** Únicamente se realizó caseo o desyerbe manual después de los 20 días de emergencia de plantas y a los 2 meses de iniciada la evaluación, esto con el fin de disminuir la competencia, y permitir un mejor crecimiento de las plantas. En cuanto a control de plagas y enfermedades, no se llevó a cabo ninguna actividad de aplicación de insumos.

3.3. Descripción de variables asociadas al sitio

- **Porcentaje de emergencia (germinación):** Se realizó por conteo semanal para evaluar el porcentaje de germinación obtenido de las cuatro variedades; será expresado en valor porcentual plantas que emergen por cada 100 que se siembran, a excepción de la procedencia Paraguay, de la cual solo se contó con 17 semillas.

Para calcular el poder germinativo de las semillas de cada una de las procedencias se utilizó la fórmula:

Poder de Germinación: $PG = (\text{semillas germinadas} / \text{cantidad de semillas sembradas}) \times 100$

El resultado sale en forma de porcentaje (%), la cual representa la porción de semillas capaces de germinar. <https://es.answers.yahoo.com/question/index?qid=20130622065715AAALs8p>

Variables dasométricas:

- a) Altura de la planta:** Corresponde a la longitud desde la base o inicio del tallo, hasta el ápice o ramas superiores, y se midió con una regla graduada expresada en centímetros (Pérez *et al.*, 2011).

Para la medición en altura de cada una de las procedencias de *M. oleífera* se utilizó al inicio una regla graduada en cm como se muestra en la (figura 3); cuando la planta alcanzó alturas mayores fue necesario el uso de una cintra métrica de 5m que se extendía desde la base hasta el ápice de la planta, las mediciones se realizaron con una frecuencia quincenal, iniciando en julio del 2013 y finalizando en enero del 2014.



Figura 3. Muestra de toma de datos de la altura (m) de cuatro procedencias de *M. oleífera*, en la Finca Santa Rosa, UNA.

b) Diámetro basal: El diámetro es uno de los parámetros que generalmente se mide de forma directa y es básico para describir el árbol, el diámetro está relacionado con la edad; aparte de indicar el crecimiento, también es una variante para calcular el área basal o biomasa como parámetro indicador del potencial productivo de madera, semilla u otro producto (Pérez *et al.*, 2011).

Para la obtención de los datos en diámetro basal se utilizó un vernier tomándolo lo más horizontal posible a la base de cada planta a medir como se muestra en la (figura 4). Las mediciones se realizaron con una frecuencia quincenal iniciando en julio del 2013 y finalizando en enero del 2014.



Figura 4. Muestra de toma de datos del diámetro basal (cm) de cuatro procedencias de *M. oleífera*, en la Finca Santa Rosa, UNA.

c) **Sobrevivencia:** Es la estimación del número de árboles vivos por hectárea expresado en porcentaje durante un tiempo determinado (Herrera y Lanuza, 2000).

Se estimó a partir de la relación entre el número de plantas vivas una vez finalizado el conteo de germinación (1 mes) y el número al final de la evaluación (7 meses) expresada en porcentaje (cuadro 2).

Para realizar el cálculo de la sobrevivencia se utilizó la siguiente fórmula:

Porcentaje de sobrevivencia= $PVF/PVI * 100$ (Tomado de Toral *et al.*, 2014).

Dónde:

PVI: Es el número de plantas vivas al inicio del ensayo

PVF: Numero de plantas vivas al final del ensayo

Según Centeno, 1994 utiliza los siguientes parámetros para evaluar sobrevivencia

Cuadro 2. Parámetros para evaluar sobrevivencia

Porcentaje de sobrevivencia	Calidad en cuanto a sobrevivencia
80 – 100	Muy buena
70 -80	Buena
40- 70	Regular
Menos 40	Mala

d) **Incidencias de plagas y enfermedades:** Se realizó observaciones en el campo haciendo toma de datos de la cantidad de plantas afectadas por defoliación o malezas, y una vez calculado el total de plantas afectadas se dividió entre el número de plantas de la muestra y se multiplicó por cien, obteniendo así una proporción o porcentaje de plantas afectadas.

Para la obtención de estos datos se utilizó un formato (cuadro 3) el cual indicó de qué manera las procedencias de *M.oleífera* estaban siendo afectadas por cierto insectos; según Herrera y Lanuza 2000, las plagas más predominantes en plantaciones de *M. oleífera* son el gusano defoliador (*Spodoptera spp*) y Zompopo (*Atta spp.*) los cuales se muestran en la (figura 5 y 6), que atacan los brotes y hojas tiernas de las plantas.



Figura 5. Gusano defoliador (*Spodoptera spp*)
Finca Santa Rosa, UNA



Figura 6. Zompopo (*Atta. spp.*)
(Herrera y Lanuza, 2000)

Cuadro 3. Parámetros para evaluar la condición de las procedencias

Condición	Categoría
Sin defoliación – Sana	1
Defoliación moderada	2
Defoliación y hongo en las hojas	3
Muerta	4

e) Caracterización Morfológica de las procedencias

- Para lograr la caracterización morfológica se escogieron diez plantas por procedencia, y 15 hojas por plantas, a las cuales se les tomaron datos sobre folíolos por hoja, longitud del pecíolo y longitud de la hoja.
- Para esto se llevaron muestras de hojas de cada procedencia al laboratorio de Ciencias Biológicas de la Facultad de Recursos Naturales y el Ambiente de la Universidad Nacional Agraria.

1) **Longitud de la hoja:** Se midió con una regla graduada en cm, desde la base hasta el ápice de la hoja como es muestra en la (figura 7), esto se realizó en cada una de las procedencias.

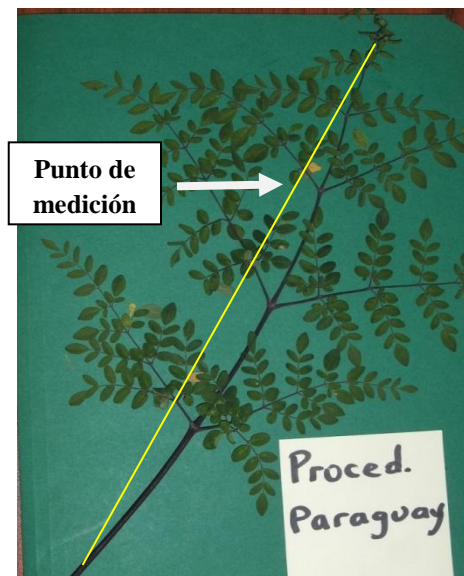


Figura 7. Medición para determinar longitud de la hoja (cm), para cada procedencia.

- 2) **Número de folíolos por hoja:** Se realizó a través de un conteo manual del número de folíolos por hoja (figura 8), de cada una de las procedencias en estudio.



Figura 8. Conteo para determinar el número de folíolos por hoja, por cada procedencia.

- 3) **Longitud del pecíolo:** Se midió con una regla graduada en cm para conocer la longitud del pecíolo de cada procedencia mostrándose en la (figura 9), y de esa manera poder conocer la variabilidad entre ellas.



Figura 9. Medición para determinar la longitud de pecíolo (cm), para cada procedencia.

3.4. Análisis de los datos de campo

Para el análisis de la información se evaluaron variables cuantitativas (sobrevivencia, germinación, altura, diámetro basal, longitud de la hoja, longitud del pecíolo y folíolos por hoja) como variable cualitativa (condición de cada procedencia; es decir afectaciones por insectos defoliadores).

3.4.1. Procesamiento y análisis de la información

El procesamiento de los datos de campo fue realizado a partir primeramente de la elaboración de una base de datos en el programa EXCEL. Posteriormente los datos fueron exportados al programa Infostat versión 2012 en donde se calculó a través de estadística descriptiva parámetros como valores medio; elaboración de gráficos de cajas y determinación de valores de variabilidad para los parámetros morfológicos y análisis de clúster como forma de determinar la similitud a partir de variables morfológicas entre cada una de las procedencias evaluadas.

Para la determinación de valores de variabilidad en cuanto a las características morfológicas se utilizó como parámetro estadístico la desviación estándar la cual es representada como un índice numérico de la dispersión de un conjunto de datos (o población), mientras mayor es la desviación estándar mayor es la dispersión o variabilidad de la población http://www.cca.org.mx/cca/cursos/estadistica/html/m11/desviacion_estandar.

Análisis de clúster

El análisis de clúster es una técnica multivariada que consiste en agrupar las procedencias a partir de características comunes (similares o iguales) entre estas, utilizando en este caso el número de folíolos por hojas, longitud de hojas y longitud del pecíolo.

Este programa utiliza la información de una serie de variables para cada sujeto u objeto, conforme a estas variables se mide la similitud entre ellos; una vez medida la similitud se agrupan en: grupos homogéneos internamente o diferentes entre sí.

Para el análisis de las variables morfológicas se utilizó el método jerárquico el cual realiza agrupaciones mediante procesos con fases de agrupación o desagrupación sucesivas. El resultado final es una jerarquía de unión completa en la que cada grupo se une o separa en determinada fase https://www.uam.es/personal_pdi/economicas/rmc/documentos/cluster.PDF

Al decir que el análisis de clúster se da mediante procesos de agrupación o desagrupación se refiere que existe métodos jerárquicos aglomerativo es decir que realiza unión de características o cualidades que existe entre sí en plantas; por otro lado existe el método jerárquicos divisivos el cual realiza desagrupaciones haciendo un análisis individual de determinada planta, según las características que presente.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Germinación de las cuatro procedencias evaluadas

Los valores porcentuales de germinación fueron iguales para dos de las cuatro procedencias evaluadas, así las procedencias Isla Zapatera y PKM1 registraron 100% de germinación; mientras que la procedencia Perú registro un 68%, finalmente la procedencia con el menor porcentaje de germinación fue Paraguay con solamente un 27%.

En la figura 10, se presentan los valores de germinación para cada una de las procedencias evaluadas; observándose que la procedencia que tuvo un período de germinación más rápido fue PKM1, la cual necesitó solamente dos semanas para alcanzar el total de germinaciones; mientras las otras tres procedencias necesitaron de tres semanas para germinar, según Joshua, (2009), esta procedencia presenta un porcentaje de germinación mayor del 90%, es decir que para esta procedencia las condiciones del sitio no fueron limitantes para que la germinación se diera efectiva durante su período establecido en el ensayo.

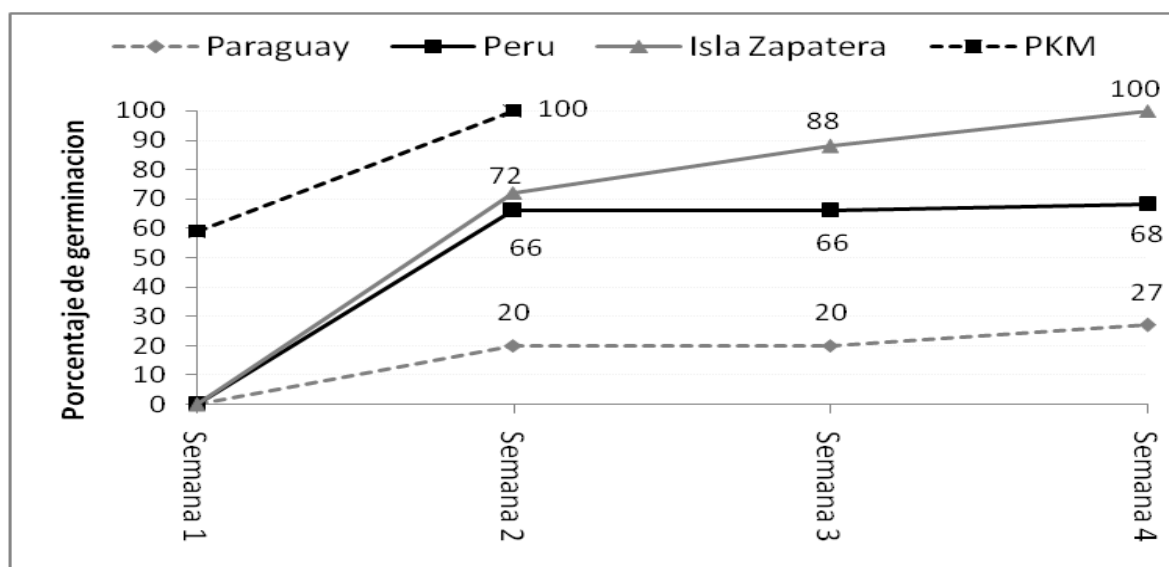


Figura 10. Porcentaje de germinación de cuatros procedencias de *M. oleífera*, en un ensayo en la Finca Santa Rosa, UNA (2013-2014).

Este comportamiento obedece a que posiblemente la semilla de la procedencia PKM1 presentaba una mayor energía de germinación, necesitando así menos tiempo para realizar los procesos que se dan durante la germinación.

En el caso de la procedencia Paraguay, esta mostró valores muy por debajo de las otras procedencias, mostrando así una menor energía de germinación y tolerancia a las condiciones en las que se estableció el ensayo. La baja tolerancia de la semilla de esta procedencia se debe posiblemente al origen de la misma; ya que proviene de una zona de Paraguay que está ubicada en una región subhúmeda.

El período de germinación que registraron estas procedencias, corresponde con el tiempo que necesita marango para poder germinar; el que según (Nouman *et al.*, 2012) es de 3 semanas como máximo, es decir o entre los 7 y 30 días después de la siembra.

4.1.2. Porcentaje de sobrevivencia de las cuatro procedencias evaluadas

En base a la variable sobrevivencia se evaluó cada una de las procedencias en estudio para conocer el porcentaje de plantas vivas de cada procedencia al final del período de evaluación el cual indicó que tan efectivo fue el establecimiento en el sitio de estudio.

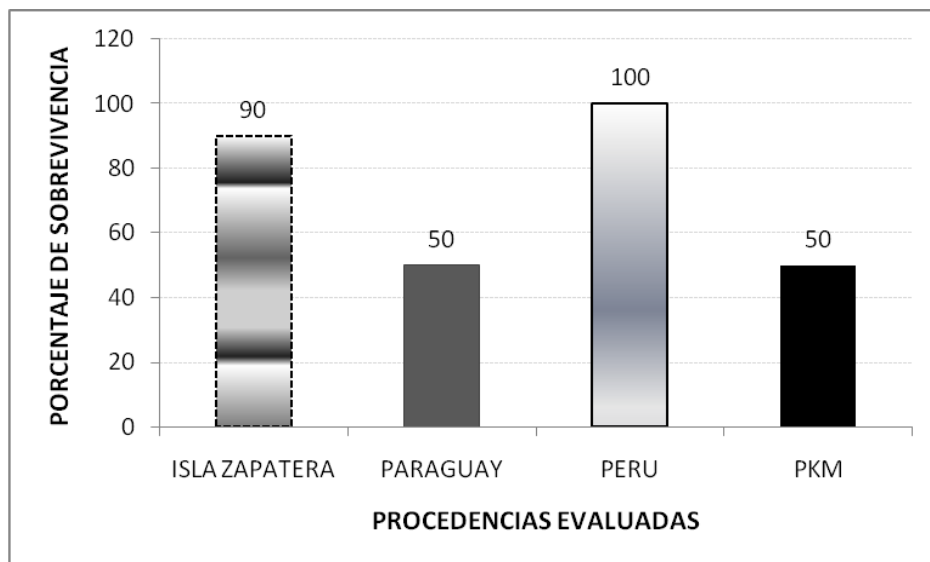


Figura 11. Comportamiento de la sobrevivencia de cuatro procedencias de *M. oleifera* en un ensayo en la finca Santa Rosa, UNA (2013-2014).

En la figura 11 se muestra que las procedencias Perú e Isla Zapatera presentan un alto porcentaje de sobrevivencia con un 100% y 90% respectivamente, lo cual refleja que las condiciones del sitio son favorables para que estas procedencias se establecieran de manera efectiva; contrario a esto la procedencia Paraguay y la procedencia PKM1 presentan porcentajes bajos de sobrevivencia igual al 50% el cual indica que estas procedencias mostraron menor efectividad en el establecimiento y posiblemente menor potencial de adaptación a las condiciones del sitio.

Las diferencias en cuanto a los porcentajes de sobrevivencia son según Alba-Landa *et al.*, (2005) una expresión de las características particulares y ambientales que se dan en el sitio donde se establece la plantación. En este sentido, el porcentaje de sobrevivencia experimentado por la procedencia PKM1 estuvo asociada a una baja resistencia a la competencia con arvenses lo que relacionado al hábito de crecimiento arbustivo de esta variedad generó que un 67% plantas fueran atacadas por defoliadores; limitando así su establecimiento.

De manera contraria, la sobrevivencia de la procedencia Paraguay estuvo posiblemente influenciada a las condiciones ambientales (precipitación y temperaturas) del sitio, y con menor importancia (20% de las plantas) por ataque de defoliadores; al igual que la procedencia Isla Zapatera cuya muestra fue afectada en un 33% por defoliadores.

4.1.3. Crecimiento en diámetro de cuatro procedencias de *M. oleífera*.

Al evaluar el diámetro de las cuatro procedencias de *M. oleífera*. se muestra en la figura 12, que existe una diferenciación en los valores de diámetro en base a su crecimiento experimentado durante el período de evaluación.

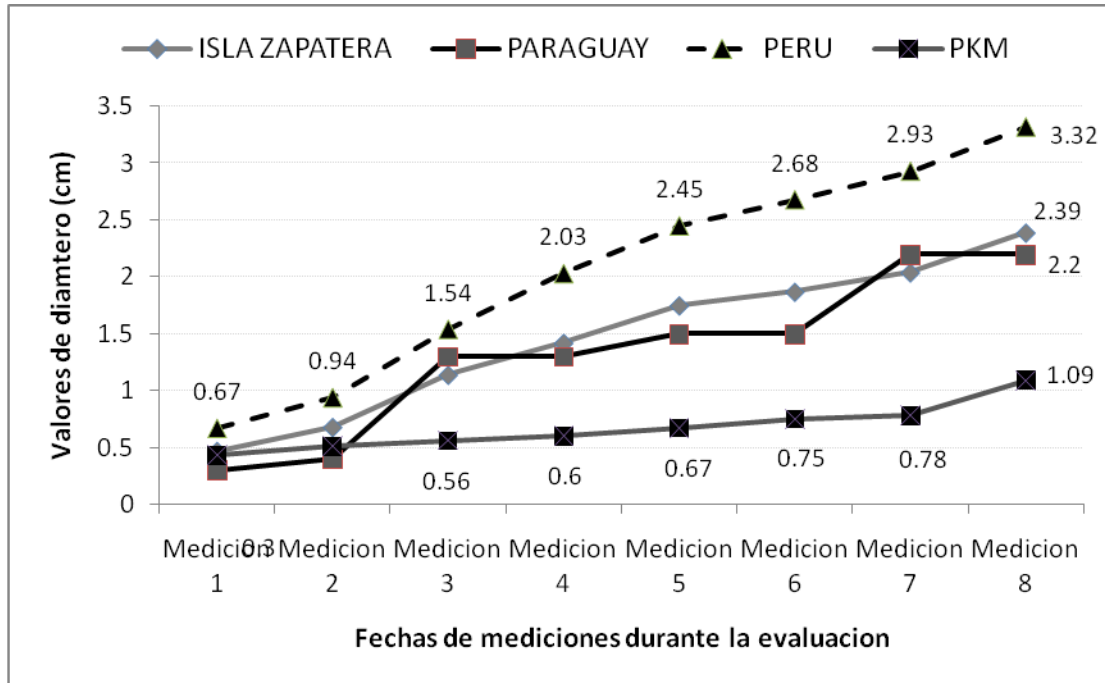


Figura 12. Valores en diámetro basal de cuatro procedencias de *M. oleífera*, en un ensayo en la Finca Santa Rosa, UNA (2013-2014).

La procedencia Perú presentó el valor más alto en diámetro (3.32 cm) al final del período de evaluación seguido de las procedencias Isla Zapatera y Paraguay.

En los resultados obtenidos se da a conocer que existe un comportamiento significativo entre las tres primeras procedencias, considerándose la posibilidad que la zona de vida o el origen de las procedencias se relaciona al lugar donde se estableció el ensayo, en cuanto a la procedencia PKM 1 fue lo contrario su crecimiento en diámetro fue menor (1.09 cm).

4.1.4. Crecimiento en altura de cuatro procedencias de *M. oleífera*.

De acuerdo a los resultados obtenidos en altura de cada una de las procedencias estudiadas, se obtuvieron valores diferentes, lo cual se muestra en la figura 13 que la procedencia Perú presento las mayores alturas (1.82 m) al final de periodo.

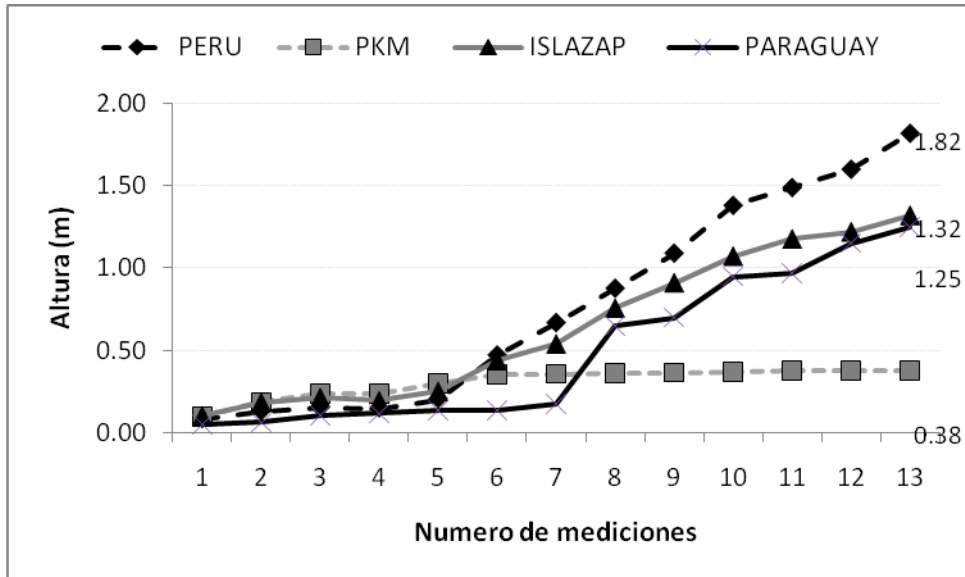


Figura 13. Valores en altura de cuatro procedencias de *M. oleífera*, en un ensayo en la Finca Santa Rosa, UNA (2013-2014).

Las procedencias Isla Zapatera y Paraguay obtuvieron valores similares (1.32 y 1.25 m respectivamente), lo que sugiere una buena adecuación a las condiciones del sitio, para el caso de la procedencia PKM1 su valor obtenido al final de su período de establecimiento fue (0.38 m) los cuales son mínimos de esta manera se puede deducir que las condiciones ambientales de la Finca Santa Rosa no fueron lo mejor para esta procedencia, concretando así que su crecimiento en altura no fue óptimo. El mismo comportamiento se observó para el incremento mensual (anexo 1).

Sin embargo, las procedencias que presentaron un buen comportamiento durante su crecimiento en diámetro basal y altura se caracterizan por tener una alta efectividad relevante en la manera de adaptarse al sitio.

4.2. Descripción morfológica de las cuatro procedencias

4.2.1. Folíolos por hoja

Con base a la variable número de folíolos por hoja para las cuatro procedencias de *M. oleífera* estudiadas, es posible observar en esta figura 14, que existe una gran diferenciación en cuanto al valor medio del número de folíolos por hoja; encontrándose diferencias estadísticas entre procedencias, presentándose como carácter morfológico diferenciante en las procedencias

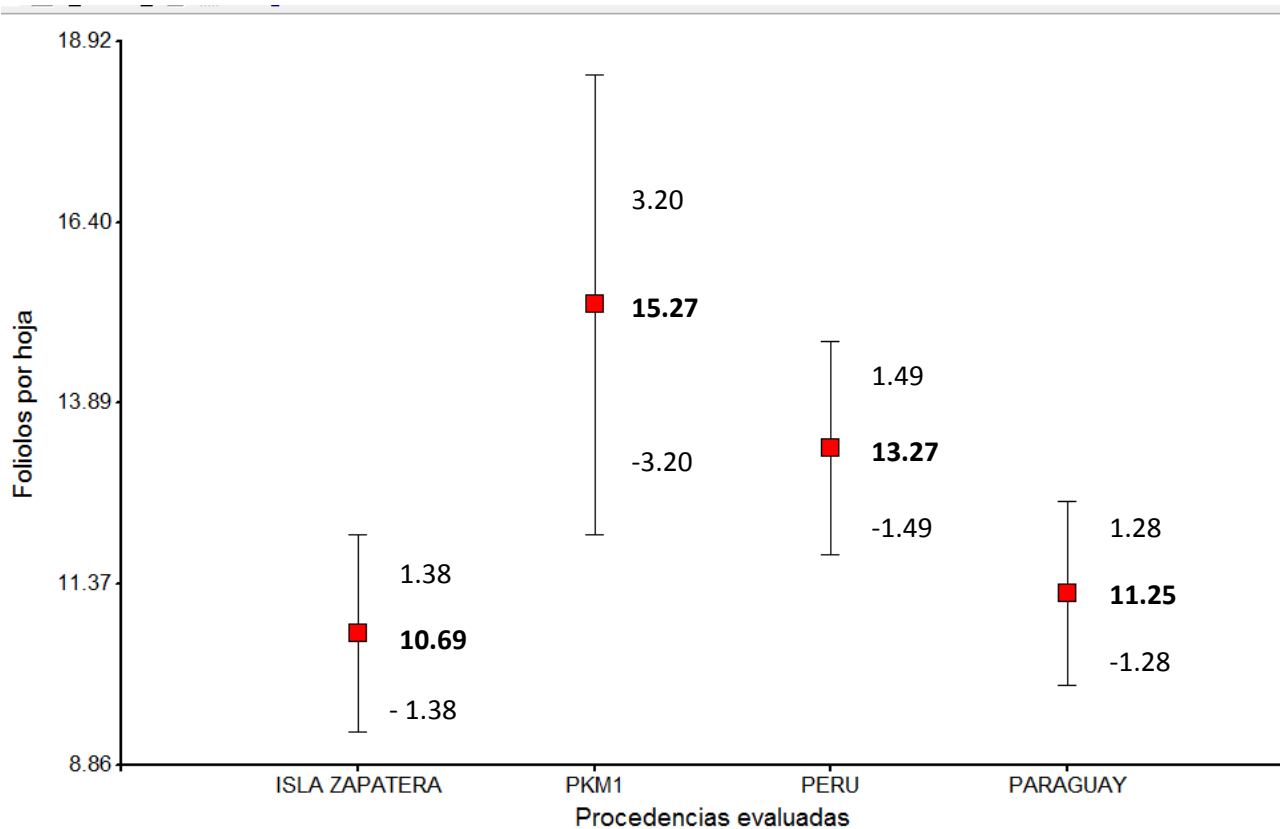


Figura 14. Folíolos por hoja de las cuatro procedencias de *M. oleífera*. Finca Santa Rosa, UNA.

En lo relativo a la variable número de folíolos por hoja para las cuatro procedencias de *M. oleífera* estudiadas, es posible observar que hay una gran diferenciación en cuanto al valor medio del número de folíolos por hojas, siendo la variedad PKM1 la que cuenta con el valor más alto de folíolos en sus hojas con una media de 15 y por otro lado, presenta la mayor variabilidad en cuanto al número de folíolos por hoja dentro de una misma planta, seguida de la procedencia Perú con 13; con valores similares en cuanto a la media y variabilidad de esta variable las procedencias Paraguay e Isla Zapatera.

4.2.2. Longitud del pecíolo

En cuanto a la variable longitud del pecíolo de las cuatro procedencias de *M. oleífera* se muestra en la figura 15 que existe diferenciación en cuanto a los valores medios obtenidos, para esta característica morfológica la variabilidad presentó de igual manera diferencias al final del estudio.

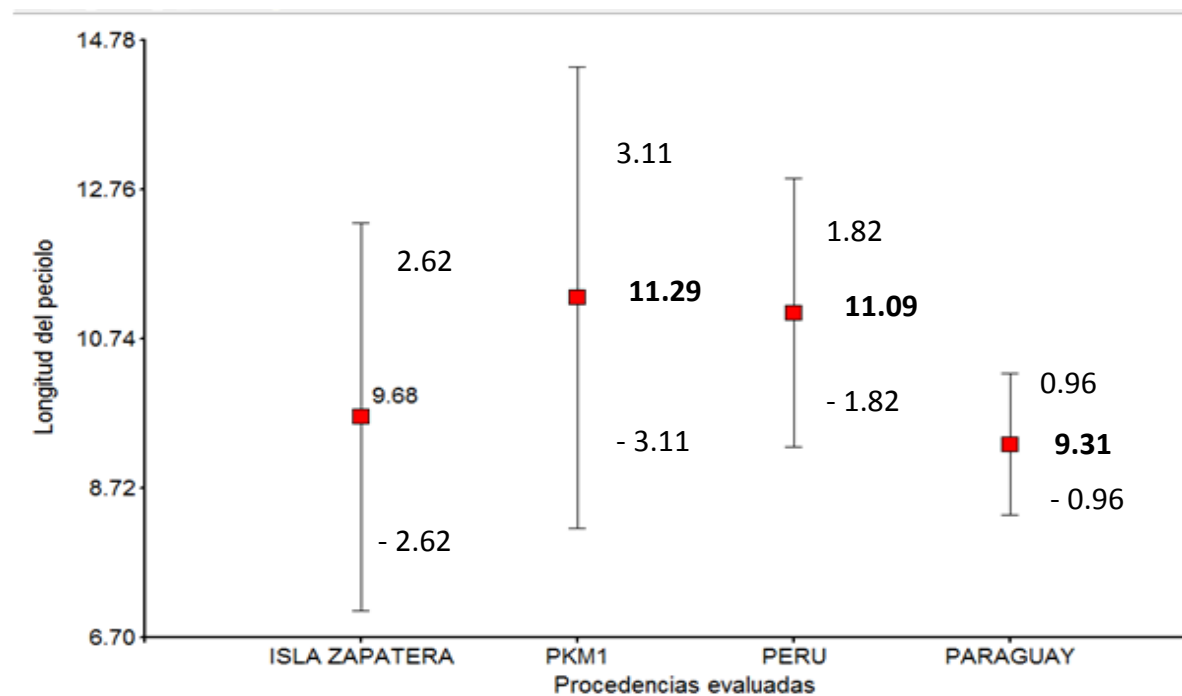


Figura 15. Longitud del pecíolo de las cuatro procedencias de *M. oleífera*. Finca Santa Rosa, UNA.

La variable longitud del pecíolo sugiere que existen características comunes entre dos procedencias como son: PKM1 y Perú con valores similares (11.29 cm y 11.09 cm respectivamente); expresándose una vez más el hecho de que la procedencia PKM1 presenta una alta variabilidad entre los individuos de la muestra para esta variable; de la misma manera que la procedencia Isla Zapatera, que junto a la procedencia Paraguay presentaron los valores más bajos (aunque similares entre sí) para la variable longitud del pecíolo.

4.2.3. Longitud de hoja

Para la variable longitud de hoja de las cuatro procedencias de *M. oleífera* en estudio se muestra en la figura 16, diferenciación en cuanto al valor medio y variabilidad en base a descripciones estadísticas utilizadas en este ensayo.

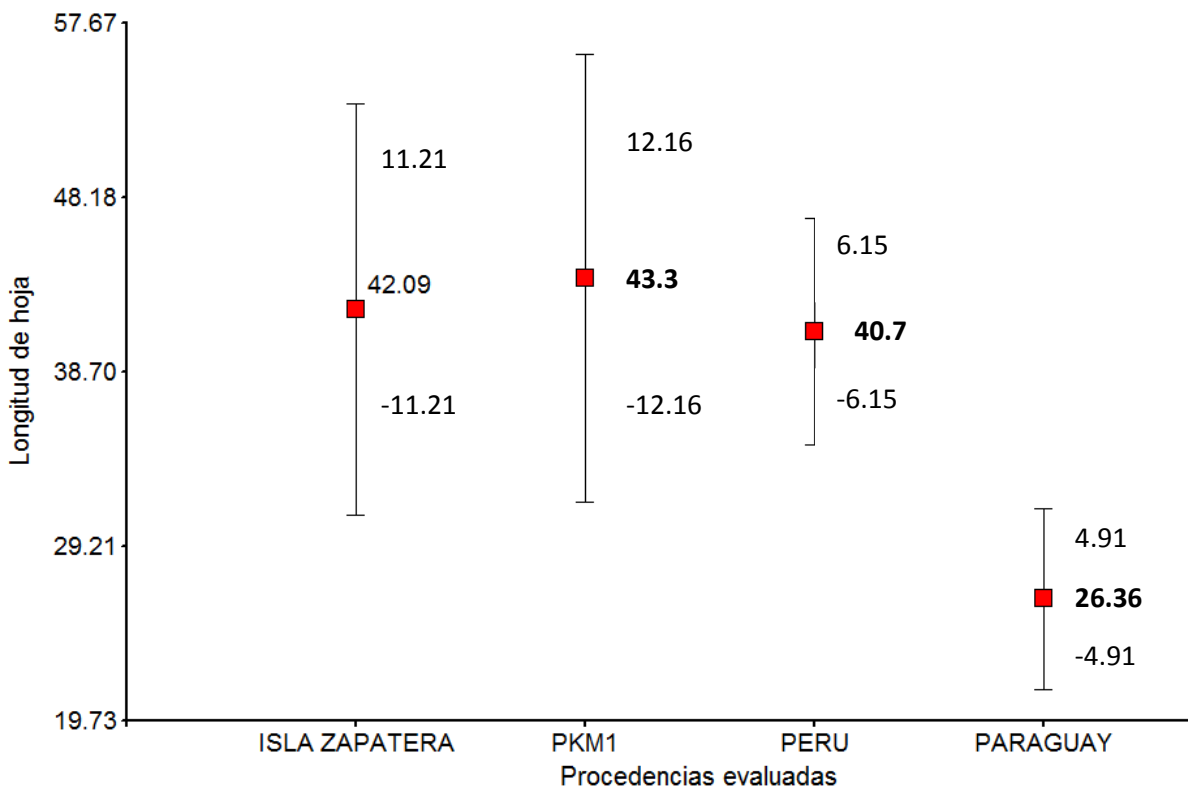


Figura 16. Longitud de la hoja de las cuatro procedencias de *M. oleífera*. Finca Santa Rosa, UNA.

En cuanto a la variable longitud de hoja, la procedencia PKM1 es la que presenta hojas más largas, mostrando un valor medio de 43.78 cm, y de manera consecutiva se encuentran las procedencias Isla Zapatera y Perú, con valores de 42.09 cm y 40.87 cm respectivamente se considera que demuestran hojas intermedias, en contraste con la procedencia Paraguay la cual presenta las longitudes más cortas entre las cuatro procedencias evaluadas.

Con base en el valor de la desviación estándar se puede sugerir que la mayor variabilidad en cuanto a esta variable la presentan las procedencias PKM1 e Isla Zapatera; mientras las procedencias Paraguay y Perú tendieron a presentar plantas con poca variabilidad dentro de la muestra analizada; significando menos efecto del medio ambiente sobre la longitud de la hoja de estas procedencias.

4.2.4. Anàlisis de clouster o de grupos

En la figura 17, se muestra el Análisis de clúster o de grupos que se basa en el conjunto de las tres variables morfológicas consideradas, en cuanto a características morfológicas similares existen dos grupos, el primero conformado por la procedencia PKM1 y la procedencia Perú; y un segundo grupo constituido por las procedencias Paraguay e Isla Zapatera.

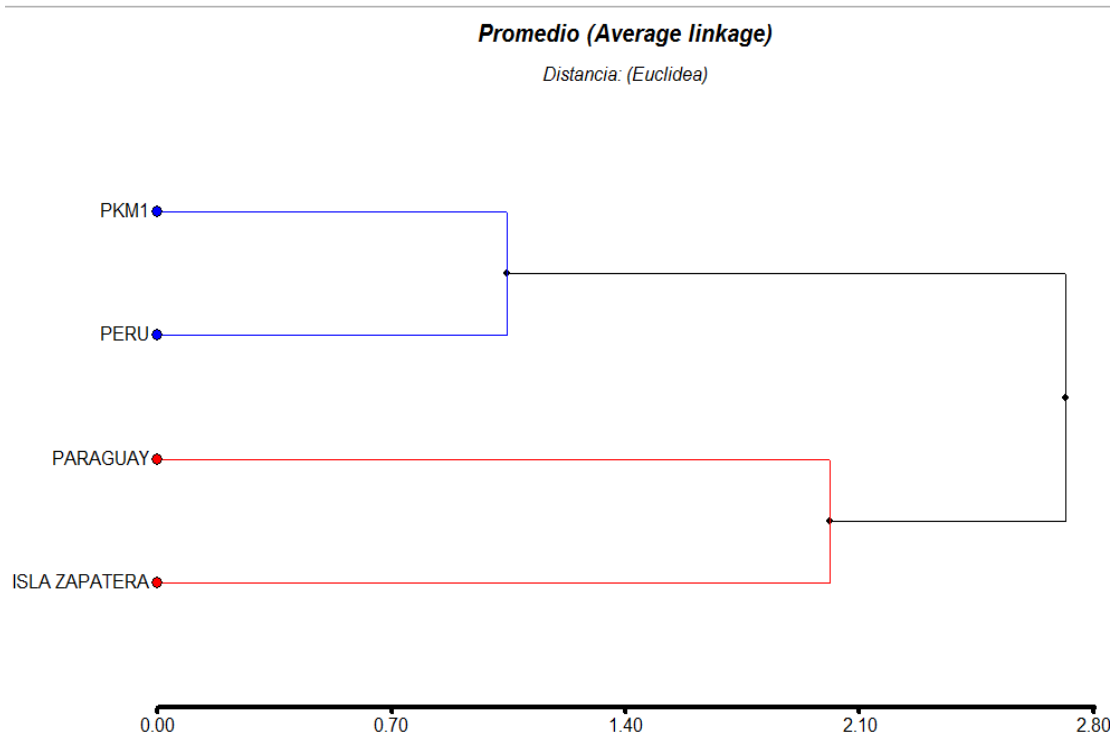


Figura 17. Comparación de las cuatro procedencias de *M. oleífera*. Atraves del análisis de clúster o de grupos.

La figura 17, se interpreta afirmando que existe poca variabilidad morfológica entre las procedencias PKM1 y Perú para las variables número de folíolos por hoja, longitud del pecíolo y longitud de la hoja; pero que estas dos procedencias son diferentes a Paraguay e Isla Zapatera en cuanto estas variables.

V.CONCLUSIONES

Existe un alto potencial efectivo en las procedencias Perù e Isla Zapatera en cuanto a las variables germinaciòn, sobrevivencia, crecimiento en diametro basal y altura, por lo cual estas procedencias se pudieròn adaptar a las condiciones del sitio durante el perìodo del ensayo.

La procedencia Paraguay presentò valores bajos en cuanto a las variables consideradas en este trabajo, este resultado se debe probablemente a que esta procedencia no pudo adaptarse a las condiciones ambientales del sitio de origen cuyo ambiente es zona subhùmeda tropical.

La procedencia PKM1 presento valores bajos en cuanto al crecimiento en diametro basal y altura, en comparacion a las otras procedencias; sin embargo, registro un alto potencial en el poder de germinaciòn y un notable desarrollo manifestado en la fase reproductiva que alcanzò durante el perìodo de estudio, lo que permite concluir que es una procedencia con alto potencial de establecimiento y adaptaciòn, si se eliminan factores limitantes como eliminaciòn de malezas en el manejo y mejorar asi el crecimiento pos disminuciòn de la competencia.

En cuanto a las características morfològicas existe diferencias entre dos grupos de procedencias, dandòse como ejemplo las similitudes entre las procedencias Perù y PKM1, y las diferencias que existen entre estas y las procedencias Paraguay e Isla Zapatera tomando en cuenta los resultados obtenidos para las variables Foliolos por hoja, longitud del pecìolo y la longitud de la hoja, las procedencias Perù y PKM1 presentaron valores similares en el punto medio, y al presentar alta variabilidad morfològica se deducen ventajas de adaptaciòn y producciòn, de ser utilizadas en sistemas de producciòn de forraje.

VI. RECOMENDACIONES

El proyecto MARANGO debe dar continuidad a este tipo de ensayos (a través de ensayos de progenie) para tener una mayor certeza de las variantes entre procedencias en cuanto al establecimiento y crecimiento.

Repetir estos ensayos en ambientes similares y diferentes para conocer el potencial de establecimiento de estas procedencias en relación al ambiente.

Con base en los resultados de todas las variables estudiadas se recomienda la procedencia peruana, por un lado establecerla en áreas con sequía prolongada, y por otro lado, continuar con estudios posteriores sobre su nivel de adaptación a diferentes condiciones ambientales y su crecimiento.

La procedencia PKM1 puede ser utilizada en sistemas de producción de forraje, en vista de su ventaja de mayor número de folíolos por hoja, y longitud de hoja, esto siempre y cuando se dé un eficiente control de malezas para que limite su crecimiento.

VII. LITERATURA CITADA

- Alfaro, V.N; Martínez, W.W. 2008. Uso potencial de Marango (*Moringa oleífera Lam*) para la producción de alimentos nutricionalmente mejorados. Informe de proyecto. Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá, Ciudad de Guatemala, Guatemala. 31p.
- Alba, Landa. J; Aparicio, Rentería. A; Zitácuaro, Contreras, F.H; Ramírez, García. E.O. 2005. Establecimiento de un ensayo de progenies de *Pinus oaxacana* MIROV en los molinos, municipio de Perote, Veracruz. Foresta Veracruzana. 7(2). Pág. 33- 36.
- Bustos, M. 2004. Crecimiento y sobrevivencia en tres ensayos de especies y procedencias de *Eucalyptus* a los 21 meses de edad en Nicaragua. Centro de Mejoramiento Genético y Semillas Forestales, MARENA-DANIDA, Managua, NI. 7p.
- Borrajo, C. 2006. Importancia de la calidad de semillas. Reconquista, AR. 8p.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical, CL) 2009. Elementos estructurales de un experimento agrícola. Guía de estudio para ser usado como complemento de la unidad auditorial sobre el mismo tema. Cali, CL. Serie 045b-0301. 28p.
- Centeno, M. 1994. Inventario Nacional de plantaciones forestales de Nicaragua. Managua, NI. 79p.
- Ezan, K.; Rodolfo, S. 2010. Condiciones óptimas para la germinación de *Alnus acuminata ssp. Arguta* (Schlechtendal) Furlow y *Pithecellobium saman* (Jacq). Turrialba, CR. 5p.
- Falasca, S.; Bernabé, M. Potenciales usos y delimitación del área de cultivo de *Moringa oleífera* en Argentina. Buenos Aires, AR. 16p.
- Fondo Social Europeo. 2000. Información aplicada al análisis económico. (En línea). Consultado 09 de Oct. 2014. Disponible en https://www.uam.es/personal_pdi/economicas/rmc/documentos/cluster.PDF
- García, Y.; Álvarez, A.; Pérez, M.; García, Y. 2000. Combinación de estudios de procedencias/progenies. Estudios de caso con la especie *Pinus caribaea* var. *caribaea*. Cuba, CU, Universidad de Pinar "Hnos Saiz Montes de Oca", 9p.
- Herrera, Z.; Lanuza, B. 2000. Especies para reforestación en Nicaragua. ED. H. Managua, NI. 185p.
- INETER (Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales, NI) 2009. Informe meteorológico. Managua, NI.
- Indiana; 2010. Poder germinativo y energía germinativa. (En línea). Consultado 12 Jul. 2014. Disponible en <https://es.answers.yahoo.com/question/index?qid=20130622065715AAALs8p>

Joshua.; 2009. Comunidad foro. (En línea). Consultado 22 Nov. 2013. Disponible en <http://www.agrodesierto.com/moringa.html>

Landa, J.; Mendizábal, L.; trujeque, O. 2006. Variación en plantas de *Pseudotsuga macrolepis flous* de tres procedencias, Veracruz, MX. 7p.

Mathur, B. 2005. Árboles para la vida. (En línea). Consultado 22 Nov. 2013. Disponible en www.treesforlife.org/moringa/book

Méndez Varela, HA. 2007. Comportamiento productivo del pasto gamba (*Andropogon gayanus* kunth CIAT 621), en condiciones con y sin quemas, Finca Santa Rosa. Tesis. Ing. Zootecnista. Universidad Nacional Agraria, Facultad de Ciencia Animal. Managua, NI 44p.

Nouman, W; Siddiqui, M.T; Basra, S.M.A; Afzal, I; Rehman, H. 2012. Enhancement of emergence potential and stand establishment of *Moringa oleifera* Lam. By seed priming. Turkey Journal Agricultural and Forest. No. 36. Pág. 227-235.

Pérez, E.; Bonilla, G.; Ruiz, C.; Núñez, A.; Martínez, L. 2011. Caracterización de 16 genotipos de leguminosas herbáceas asociado con maíz en Niquinohomo y Managua. Vol. 11(Nº16): p 43-49.

Reyes, N. 2004. Marango: Cultivo y utilización en la alimentación animal. Managua, NI, Universidad Nacional Agraria, 24p. (Guía Técnica 5).

Reyes-Sanchez N, Ledin S, Ledin I. 2006. Biomass production and chemical composition of *Moringa oleifera* under different management regimes in Nicaragua. Agroforestry Systems. No. 66. Pág. 231-242.

Santelices, R.; Navarro, R.; Drake, F. 2009. Caracterización del material forestal de reproducción de cinco procedencias de *nothofagusalessandri* espinosa, una especie en peligro de extinción. I.N.C.I. Caracas, VE. 13 p.

Styles, B.T. (2000). Manual sobre investigaciones de especies y procedencias con referencia especial a los trópicos. 1 ed. Turrialba, CR. 233p.

Sánchez, Buitrago. J.A; Silva Herrera. L.J. 2008. Estudio silvicultural de la especie *sapindus saponaria* L. (Jaboncillo) como base para su aprovechamiento Silvoindustrial. Revista colombiana forestal Vol. 11. P.71-81.

Toral O, Cerezo Y, Reino J, Santana H. 2013. Caracterización morfológicas de ocho procedencias *Moringa oleifera* (Lam.) bajo condiciones de vivero. Pastos y Forrajes, Vol. 36, No. 4, p. 409-416.

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.

Untitled document. 2011. Desviación estándar. (En línea). Consultado 15 sept. 2014. Disponible en http://www.cca.org.mx/cca/cursos/estadistica/html/m11/desviacion_estandar.htm

VIII. ANEXOS

Anexo 1: Valores de Incremento Medio Mensual en diametro y altura de cuatro procedencias de marango evaluadas en la Finca Santa Rosa.

PARAMETROS EVALUADOS	PROCEDENCIAS EVALUADAS			
	Peru	Isla Zapatera	Paraguay	PKM1
Diametro (mm)	0.47	0.34	0.31	0.15
Altura (m)	0.26	0.18	0.17	0.05