



“ Por un Desarrollo Agrario  
Integral y Sostenible ”

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

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

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, Managua

**Autor:**

**Br. Carlos Andrés Duarte Aguilar**

**Asesores:**

**Ing. Álvaro Noguera Talavera  
Msc. Juan José Membreño**

**Managua, Nicaragua  
Octubre, 2015**



“ Por un Desarrollo Agrario  
Integral y Sostenible ”

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

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

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, Managua

**Autor:**

**Br. Carlos Andrés Duarte Aguilar**

**Asesores:**

**Ing. Álvaro Noguera Talavera  
Msc. Juan José Membreño**

**Managua, Nicaragua  
Octubre, 2015**

## INDICE DE CONTENIDO

	<b>SECCIÓN</b>	<b>PAGINA</b>
II	<b>DEDICATORIA:</b>	i
III	<b>AGRADECIMIENTO:</b>	ii
IV	<b>ÍNDICE DE CUADROS</b>	iii
V	<b>ÍNDICE DE GRÁFICOS</b>	iv
VI	<b>RESUMEN</b>	v
VII	<b>ASBTRACT</b>	vi
I	<b>INTRODUCCION</b>	1
II	<b>OBJETIVOS</b>	3
2.1.	Objetivos Generales	3
2.2.	Objetivos específicos	3
III.	<b>Materiales y métodos</b>	4
3.1	Ubicación del área experimental	4
3.2	Establecimiento del ensayo	5
3.3	Procedimiento experimenta	5
3.4	Establecimiento del vivero	6
3.5	Preparación del bancal	6
3.6	Preparación del sustrato	6
3.7	Llenado y acomodado de bolsas	6
3.8	Siembra de semillas y manejo del ensayo	7
3.9	Definición de variables a evaluar	7
3.9.1.	Germinación	7
3.9.2.	Altura	8
3.9.3	Diámetro basal	8
3.9.4.	Comportamiento de la raíz	8
3.9.5.	Índice de Lignificación	9
3.9.6.	Conteo de hojas	9
3.9.7.	Análisis de Datos	9
IV.	<b>RESULTADOS Y DISCUSION</b>	10
4.1	Germinación	10
4.2.	Altura	11
4.3.	Diámetro basal	13
	Comportamiento en el desarrollo a partir del número de hojas por	
4.4.	Medición	14
4.5	Numero de raíces secundarias por especie	15
4.6.	Diámetro de la raíz principal	17
4.7	Peso seco de la raíz	19
4.8.	Peso fresco de la raíz	19
4.9.	Peso fresco del tallo	20
<b>5.0.</b>	<b>Peso seco de la parte aérea</b>	<b>21</b>

<b>5.1</b>	Índice de Lignificación como indicador d la calidad de las plantas	22
<b>V.</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	24
<b>VI</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>	25
<b>VII</b>	<b>LITERATURA CITADA</b>	26

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo primera mente a Dios por haberme dado el derecho a la vida, a mi querida madre Norma Aguilar Bustamante, ya que ha sido padre y madre para mí, con su sacrificio, valentía y esmero logro encaminarme por el camino del bien y poner a mi alcance la educación que hoy tengo.

También dedico este trabajo a mi querida esposa Ada Yaneth Cáceres Calderón y a mí querida hija Nathaly Andrea Duarte Cáceres por ser junto a mi madre la razón de mi lucha diaria en la vida.

A todas las personas que siempre estuvieron a mi lado que de una u otra manera ayudaron a mi formación profesional.

Carlos Andrés Duarte Aguilar

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por darnos la oportunidad de vivir sanamente y terminar esta etapa de nuestras vidas que es tan importante para nuestro desarrollo profesional.

A la Universidad Nacional Agraria por haber sido nuestra segundo hogar en nuestra vida estudiantil.

A mi tutor Ing. Álvaro Noguera por haberme ayudado incondicionalmente.

A mis compañeros de clase, a los profesores que tanto nos enseñaron y siempre estuvieron dispuestos a darnos sus conocimientos sin condición alguna.

Carlos Andrés Duarte Aguilar

## INDICE DE FIGURAS

FIGURA		PAGINA
1	Numero de semillas germinadas por día y por especie respectivamente, en sus etapas iniciales de crecimiento en fase de vivero.	10
2	Altura de las dos especie forrajeras en estudio evaluadas en sus etapas iniciales de crecimiento, en fase de vivero.	12
3	Comportamiento en crecimiento dimétrico de dos especies forrajeras en su etapa inicial de crecimiento, en fase de vivero.	13
4	Números de hojas por especie evaluada en el vivero en su etapa inicial de crecimiento.	14
5	Números de raíces secundarias por especie evaluada en su etapa inicial de crecimiento a nivel de vivero	16
6	Diámetro de la raíz de plantas de dos especies forrajeras en su etapa inicial de crecimiento en vivero.	18
7	Peso seco de la raíz de plantas de <i>Moringa oleifera</i> y <i>Leucaena leucocephala</i> en su etapa inicial de crecimiento en vivero.	19
8	Peso fresco de la raíz de plantas de <i>Moringa oleifera</i> y <i>Leucaena leucocephala</i> , en su etapa inicial de crecimiento en vivero	20
9	Peso fresco del tallo de plantas de <i>Moringa oleífera</i> , y <i>Leucaena leucocephala</i> , en su etapa inicial de crecimiento en vivero.	21
10	Peso seco del tallo de plantas de <i>Moringa oleifera</i> , y <i>Leucaena leucocephala</i> , en su etapa inicial de crecimiento en vivero.	22
11	Valores porcentuales de lignificación de plantas de <i>M. oleifera</i> y <i>L. leucocephala</i> en fase de vivero.	22

## RESUMEN

Con el objetivo de caracterizar el comportamiento inicial de *Moringa oleifera* y profundizar en las ventajas de esta especie, en comparación con otra forrajera de rápido crecimiento (*Leucaena leucocephala*); se llevo a cabo en el vivero de la Facultad de Recursos Naturales un ensayo con diseño completamente aleatorio con dos tratamientos, y 20 repeticiones. Se realizó un conteo diario de germinación por un periodo de tres semanas (21 días); mientras patrones de crecimiento fueron determinados a partir de evaluaciones semanales de diámetro basal y raíz, longitud de tallo y raíz, y numero de raíces secundarias; así como producción de biomasa expresada en peso seco y peso fresco de la parte aérea y radicular, de una muestra de 8 plantas destruidas semanalmente. Los resultados muestran ventajas de la especie *M. oleifera* para la mayoría de variables; solo superado en el número de raíces secundarias de *L. leucocephala*. Los valores relacionados a la calidad o potencial de establecimiento sugieren pocos problemas de establecimiento en campo para las especies *M. oleifera* y *L. leucocephala* como producto del rápido crecimiento, y aun con la desigual proporción en la relación tallo-raíz, y biomasa.

**Palabras Claves:** Producción Vegetal, Crecimiento moringa.

## ABSTRACT

With the objective to determinate the initial behavior of *Moringa oleifera*, and deep into advantage of this specie in comparison to others fodder with fast growth (*Leucaena leucocephala*); was carried out an experiment with random complete design with two treatments, and 20 samples. By a period of three weeks (21 days) was monitored the germination; while patterns of growth were determined through evaluation for ten weeks of variables of diameter and root, long stem and root, and secondary root numbers, also biomass production showed as dry and fresh matter of root and, foliage and branches parts of eight plants were destroyed weekly. The results suggest a best behavior of *M. oleifera* to almost all variables, having best performance of *L. leucocephala* in secondary root numbers. The quality indexes suggest few problems of establishment on field to the species *M. oleifera* and *L. leucocephala*, this due to the fast growth even with unequal proportion on stem-root growth relation and biomass production.

**Key words:** Vegetal production, moringa growth

## I.- INTRODUCCIÓN

Debido a la necesidad de reutilizar áreas degradadas y generar con ello alternativas productivas es importante establecer actividades de producción relacionadas con los sectores agrícola y forestal, lo cual contemplan dentro de la primera de sus fases, la planificación, establecimiento y manejo de un vivero para la propagación de material vegetal. Pero no se trata, de ninguna manera, simplemente de una más de las etapas de producción, es quizás, una de las más importantes, de la que depende en gran medida el éxito o el fracaso de las actividades posteriores.

La elección de materiales adecuados, según el objetivo de producción y la experiencia del viverista, también se constituye en un factor incidente en gran medida en el resultado final. No es posible esperar obtener plántulas de calidad cuando para la adquisición de materiales, la variable que más pesa es el ahorro de dinero (Rojas, 2006).

Como parte de las nuevas estrategias para recuperación de áreas degradadas desde el punto de vista productivo, se promueve el manejo de la ganadería, en los sistemas silvopastoriles se han utilizado muchas especies diferentes a lo largo de los años, muchas de ellas aún se usan con éxito en Nicaragua y en el resto del mundo; sin embargo, muchas especies presentan algunos inconvenientes como la presencia de factores limitantes de su germinación, crecimiento y específicamente manejo en vivero, por lo que es necesario saber escoger de manera adecuada la especie arbórea que se establecerá tanto a nivel de vivero, como en un sistema silvopastoril.

La planta forestal producida en vivero y destinada para la reforestación, deberá producirse en el menor tiempo posible con todas las condiciones requeridas para su desarrollo, para lograr y obtener el éxito en el establecimiento y desarrollo de plantaciones forestales. De esta forma se encuentra y conoce de manera precisa cuales son las condiciones que necesita una planta o especie para tener un desarrollo adecuado y disminuir el índice de mortalidad y altos costos económicos.

La selección de las especies para el presente estudio se basó en su importancia tanto económica como nutritiva por ser especies de uso múltiple y por poseer altos valores nutricionales que sirven de consumo tanto para animales y seres humanos por tal razón se hace imprescindible encontrar opciones viables para aumentar la producción de dichas especies por vías de vivero dándole un manejo adecuado y seguimiento al desarrollo de dichas especies.

## II.- OBJETIVOS

### 2.1.- Objetivo general.

Evaluar el comportamiento en crecimiento de dos especies forrajeras Marango (*Moringa oleifera* Lam.) Leucaena (*Leucaena leucocephala* De Witt) en su etapa de vivero.

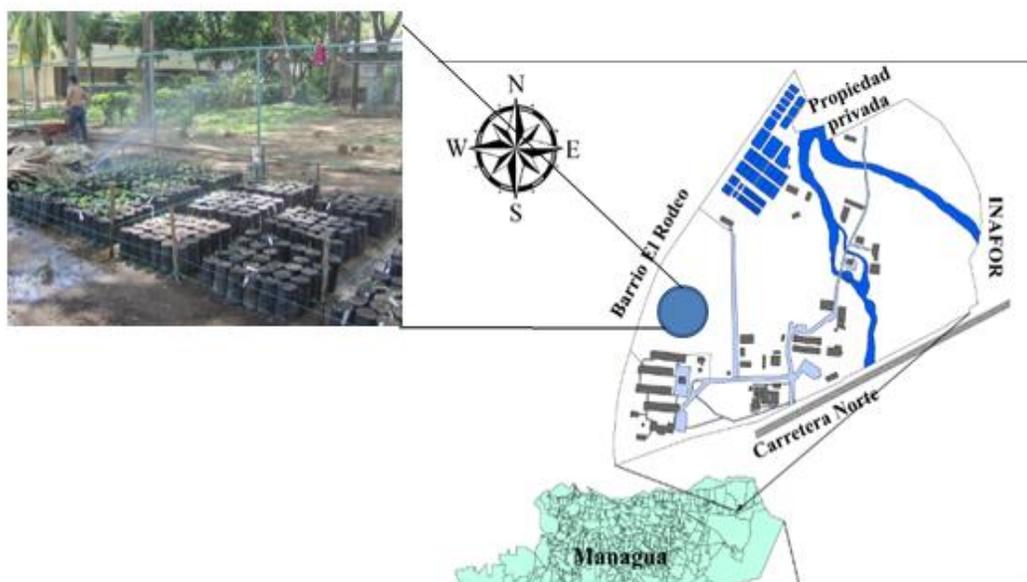
### 2.2.- Objetivos específicos.

- 1- Determinar el porcentaje de germinación de las especies como parámetro del potencial de viabilidad de la semilla.
- 2- Comparar la morfología asociadas al desarrollo vegetativo de las especies evaluadas; a partir de variables como diámetro, altura, producción de biomasa, y desarrollo radicular.
- 3- Inferir en la calidad de planta de cada una de las especies según los valores de crecimiento del diámetro basal, la raíz y el proceso de lignificación

### III.- MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Ubicación del área experimental

El estudio se llevó a cabo en la Universidad Nacional Agraria está ubicada en el Km. 12.5 de la carretera Norte, Esta zona se localiza en el litoral central del Pacífico entre las coordenadas geográficas 12°08' I 36" latitud Norte y 86°09' I 49" longitud oeste a una altura de 56 msnm.



**Figura 1.** Localización del sitio experimental dentro de la Universidad Nacional Agraria.

Las condiciones climáticas del área experimental corresponden a una zona de vida ecológica de bosque tropical seco, temperatura media anual de 27.3°C y humedad relativa media anual de 73.2 %. El régimen pluviométrico de la región se caracteriza por presentar dos épocas bien definidas, una época seca entre los meses de Noviembre a Abril y una época lluviosa entre los meses de Mayo a Octubre, la precipitación media es de 1264.2 mm (INETER, 2006).

### **3.2. Establecimiento del ensayo**

#### *Selección de las especies y origen de las semillas utilizadas en el ensayo*

Un primer aspecto asociado a la selección de estas dos especies es que en el caso de Nicaragua, existen pocos trabajos con enfoque de evaluación en la fase de vivero, por lo tanto, se carece de información que oriente la producción de plantas de estas dos especies en vivero.

Complementariamente, la selección se basó en su importancia tanto económica como nutritiva por ser especies de uso múltiple y por poseer alto valores nutricionales que sirven de consumo tanto para animales y seres humanos por tal razón se hace imprescindible encontrar opciones viables para aumentar la producción de dichas especies por vías de vivero dándole un manejo adecuado y seguimiento al desarrollo de dichas especies.

El origen de la semilla fue diferente para cada especie, en el caso de *Leucaena* esta fue obtenida en el banco de semillas del Instituto Nacional Forestal, correspondiendo a un lote con numeración I. 17263; la semilla de la especie *Marango* fue colectada sin considerar criterios de forma o edad de arboles; siendo el sitio un área de banco forrajero localizado en la finca Santa Rosa en la Universidad Nacional Agraria.

### **3.3. Procedimiento experimental**

En el ensayo se empleó un Diseño Completamente Aleatorio (D.C.A.), en cual las mediciones se le realizaron a 20 plántulas por especie; es decir 20 repeticiones para la evaluación de las variables altura diámetro, sobrevivencia, germinación, numero de hojas, calidad de la planta.

Complementariamente se destruyeron 8 réplicas o plantas por semana de cada especie en estudio, para poder calcular el peso seco y fresco del tallo y la raíz.

La evaluación se realizó por un periodo de 10 semanas, periodo en el cual se realizaron las mediciones correspondientes a cada variable. Se trabajó con un total de 360 plantas 180 de cada especie en estudio.

El pesaje semanal de las 8 plantas incluidas en el ensayo destructivo para determinar peso fresco de parte aérea y radicular se realizó en una balanza de alta precisión; mientras el secado de las muestras se llevó a cabo por un periodo de 24 horas en horno del laboratorio LIDER, siendo la temperatura de 55°C.

#### **3.4. Establecimiento del vivero.**

El área de establecimiento fue seleccionada después de realizar una inspección para evaluar las condiciones de vivero, tomando en cuenta algunos criterios como: agua disponible en verano y si estaba cercado para evitar daños por animales o seres humanos según guía (INTA, 2002).

#### **3.5. Preparación del bancal.**

Para la preparación del bancal se realizó una limpieza de las malezas existentes, remoción y nivelación del terreno, medición y diseño del bancal, cuyas dimensiones fueron: 1 metro de ancho x 2.5m de largo presentado de forma rectangular, se utilizó cabuyas y estacas para delimitar el área del bancal, cuya profundidad fue de 8cm bajo el suelo con el objetivo de acomodar mejor las bolsas.

#### **3.6. Preparación del sustrato.**

El sustrato fue 100 % tierra, por lo que la preparación consistió únicamente en el colado utilizando zaranda, palas, carretillas para este trabajo.

#### **3.7 Llenado y arreglo de bolsas.**

Se utilizaron bolsas negras de polietileno con dimensiones de 17 x 26 cm, el llenado se hizo manualmente dejándolas firmes para evitar que se dieran vuelta a la hora del riego, las bolsas fueron trasladadas hacia el bancal manualmente haciendo uso de carretilla. Las bolsas fueron acomodadas en un bancal por especie dejando un espaciamiento de 30 cm entre bancales para realizar el riego.

### **3.8. Siembra de semillas y manejo del ensayo.**

Primeramente se realizó riego para que al sembrar, el sustrato tuviera suficiente humedad, así mismo, se seleccionó las semillas en función de su apariencia externa como libre de hongos, orificios por daños de insectos, tamaño (se eliminaron las semillas pequeñas), ect.

Seguidamente se procedió a la siembra directa de las semillas las cuales se sembraron a una profundidad de una pulgada para la *M. oleifera*, y media pulgada para la *L. leucocephala*, esto según el tamaño de la semillas ya que la teoría indica que entre más grande sea la semilla, la profundidad de siembra será mayor, estableciéndose como regla que la profundidad de siembra debe ser el doble del tamaño de la semilla.

Las semillas plantadas en el vivero fueron regadas diariamente en dos momentos, en la mañana y por la tarde para mantener el grado de humedad óptimo que estas necesitan para poder germinar. Una vez finalizado el periodo de germinación, el riego se le aplicó a las plántulas diariamente durante el periodo de 10 semanas de evaluación.

Como parte del manejo del ensayo, en la tercera semana de medición se realizó repique para dejar en cada bolsa la plántula que venía siendo evaluada desde el momento posterior a la germinación. Esta actividad se llevo a cabo mediante el uso de una navaja para no dañar la raíz o tallo de las plantas que quedaban en la bolsa.

### **3.9. Definición de variables evaluadas.**

Para conocer el comportamiento de las tres especies, se evaluaron las siguientes variables.

#### **3.9.1. Germinación.**

Se realizó mediante conteo diario para documentar la cuantificación del número de plántulas germinadas, en relación a la cantidad de semillas depositadas por bolsa, para cada especie (Espinoza y Gutiérrez, 2004). Esta variable se evaluó en un periodo de 30 días después de la siembra para las especies estudiadas según lo propuesto por (Neuman *et al.*, 2012). En vista que se sembraron dos semillas por bolsas en el conteo diario solo se consideró una germinación por bolsa para obtener el porcentaje de germinación.

### **3.9.2. Altura.**

Los datos de esta variable se recolectaron semanalmente. Para ello se usó una regla milimetrada, realizando la medición desde la superficie de la bolsa hasta el ápice terminal de la planta durante las 10 semanas de medición en el experimento (Espinoza y Gutiérrez, 2004).

### **3.9.3. Diámetro basal.**

Se realizó de manera semanal, para ello se utilizó un vernier metálico realizando la medición a ras de la base de la planta durante las 10 semanas de medición en el experimento (Espinoza y Gutiérrez, 2004).

Esta variable es usada en este estudio como un indicador de la calidad de plantas, ya que según Sáenz *et al.*, (2010) el diámetro permite predecir en gran medida la supervivencia de la planta en campo, debido a que según este autor muchos estudios demuestran que plántulas con diámetro mayor tienen tasas de sobrevivencia alta.

### **3.9.4. Comportamiento de la raíz.**

El crecimiento del sistema radicular de la plántula se midió semanalmente con una regla milimetrada. El comportamiento de acuerdo a la producción de biomasa se evaluó a través de un ensayo destructivo. Para ello, se destruyeron por semana ocho plantas de cada especie y se pesó la raíz tanto en fresco como en seco, donde se identificó cuál de las dos especies presentó la mayor producción de biomasa radicular como indicador de calidad de planta.

Este es el segundo indicador de calidad de planta que se utilizó en este estudio, esto debido a que según la teoría expuesta por Sáenz *et al.*, (2010), entre más grande sea el sistema radicular de la planta, tendrá más puntos de crecimiento y mayor posibilidad para explorar el suelo y obtener agua y nutrientes.

### 3.9.5 Índice de lignificación

Este parámetro se utilizara como indicador de la calidad de planta de cada especie. Este sentido, el índice para su cálculo hace una relación entre el peso seco total de la planta (gr) entre el peso húmedo total de la planta (gr), el cual determina el porcentaje de lignificación; siendo la fórmula propuesta por Sáenz *et al.*, (2010) la siguiente:

$$IL = \left[ \frac{\text{Peso seco total de la planta (g)}}{\text{Peso húmedo total (g)}} \right] 100$$

Donde:

Peso seco total de la planta (gr): Se obtuvo de la suma del peso seco (secado en horno a 55 grados por 24 horas) de la parte aérea (tallos y hojas), y el peso seco de la raíz; obtenido este valor al final del periodo de evaluación.

Peso húmedo total de la planta (gr): Se obtuvo de la suma del peso fresco de la parte aérea (tallos y hojas), y el peso fresco de la raíz; calculado este valor al final de la evaluación.

### 3.9.6 Conteo de hojas

Se realizó mediante un conteo visual para cada especie durante el experimento en donde el conteo se realizó semanalmente de acuerdo a las mediciones predefinidas.

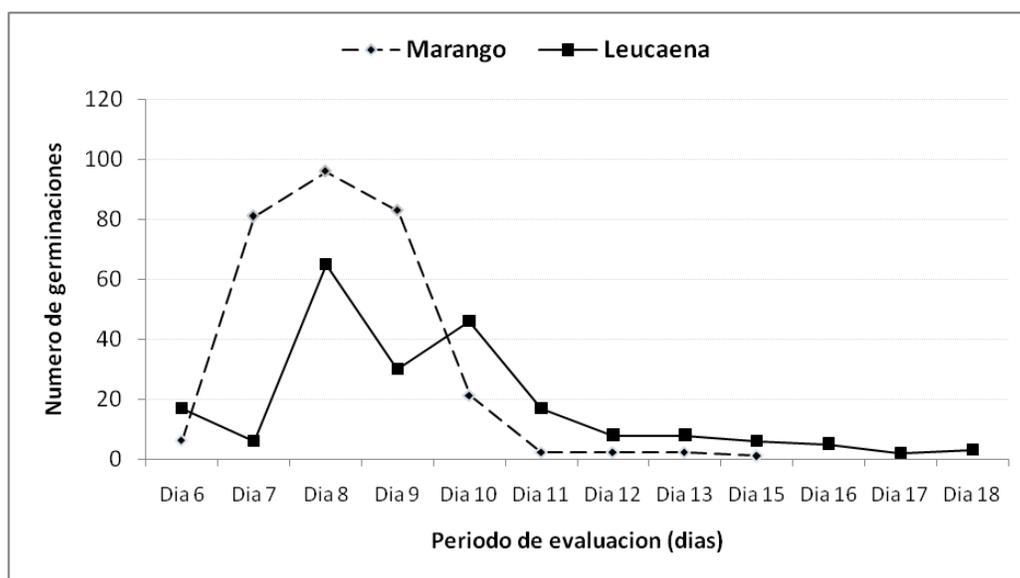
### 3.9.7 Análisis de Datos

Se utilizó el programa Excel para registrar los datos de las variables para las tres especies. Para resumir la información se realizó análisis basado en estadística descriptiva siendo la media o promedio los valores utilizados para presentar los resultados; siendo el programa estadístico Infostat, el que utilizo para el procesamiento.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSION

### 4.1 Valores de germinación registrados en el ensayo

La emergencia de las plantas como proceso que expresa la germinación de la semilla experimentó valores diferentes para cada especie como se muestra en la **figura (1)**, observándose que este proceso inicio después de 6 días de la siembra en ambas especies y se prolongó hasta los 18 días para leucaena y 14 días para marango. En el caso de la especie *M. oleifera* esta presente en los días 6, 7 y 8 los valores más altos de germinación con un total de 82, 96 y 84 semillas germinadas, mientras que la *L. leucocephala* mostró una germinación más lenta, dándose la mayor cantidad de germinaciones el día 8 con un total de 62.



**Figura 1.** Numero de semillas germinadas por día y por especie respectivamente, en sus etapas iniciales de crecimiento en fase de vivero.

Con respecto a los valores porcentuales de germinación que se obtuvieron durante este experimento se obtuvo un 89% para *M. oleifera*, 69% para *L. leucocephala* en donde *M. oleifera*.

En un estudio realizado por González, (2014) en donde se estudio el marango en dos variedades de semilla en su etapa inicial de crecimiento se obtuvieron resultados mayores (98.33 ) respectivamente en el porcentaje de germinación que los obtenidos en el presente estudio que fue de (89 %).

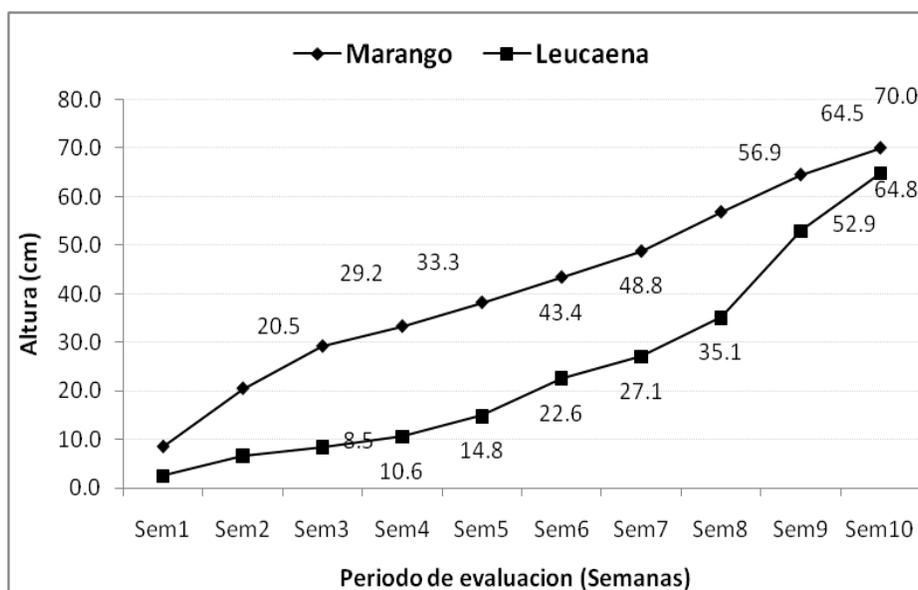
Los resultados obtenidos en este trabajo coinciden con los presentados por (Neuman *et al.*, 2012) quien afirma que la germinación de semilla recién cosechada de marango alcanza un porcentaje de 60 a 90 % mientras la semilla con más de tres meses de almacenamiento presenta baja viabilidad pudiendo bajar la germinación hasta el 7% esto debido al alto contenido de aceite que va del 30 al 40%

Así mismo en estudio comparativo entre marango y leucauna realizado por (Medina *et al.*, 2007) encontraron valores superiores (100% y 95% respectivamente) en ambas especies en comparación a este estudio.

#### **4.2. Altura**

De acuerdo al ANDEVA ( $p=0.027$ ) realizado a esta variable se encontró diferencias significativas entre las dos especies en estudio con respecto a la altura. La figura (2) muestra que estas especies crecieron de manera progresiva durante todo el lapso del experimento; con mayor altura para el marango la cual obtuvo una media de 70.0 cm mientras que para la leucaena obtuvo fue una media de 64.8 cm al final del experimento.

La información recopilada por García (2003) en estudios realizados en viveros con plantas arbóreas con propósitos forrajeros señala que la *M. oleifera* crece rápidamente en condiciones favorables tanto en su etapa de vivero; y que este comportamiento tiene relación con el nivel de adaptación y crecimiento una vez que son llevadas a campo.



**Figura 2.** Altura de las dos especie forrajeras en estudio evaluadas en sus etapas iniciales de crecimiento, en fase de vivero.

Los valores de altura de la planta obtenidos en este experimento son superiores a los obtenidos por Medina *et al.*, (2007) para la especie marango. En el ensayo revisado Medina *et al.*, (2007) reporta que a partir de la sexta semana en el vivero no se encontró diferencias significativas en la altura entre *M. oleifera* y *L. leucocephala*. Mientras en el presente trabajo, las diferencias son observadas a partir de la segunda semana (figura 3)

En un estudio realizado en marango por González, (2014) en fase de vivero se obtuvieron resultados menores con respecto a la altura, que en nuestro estudio Gonzales, (2014) señala que obtuvo una media de 47.28 cm lo que según la autora fue debido a la excesiva humedad casi 50% contenida por el sustrato estiércol, limitado así el crecimiento en altura de esta planta.

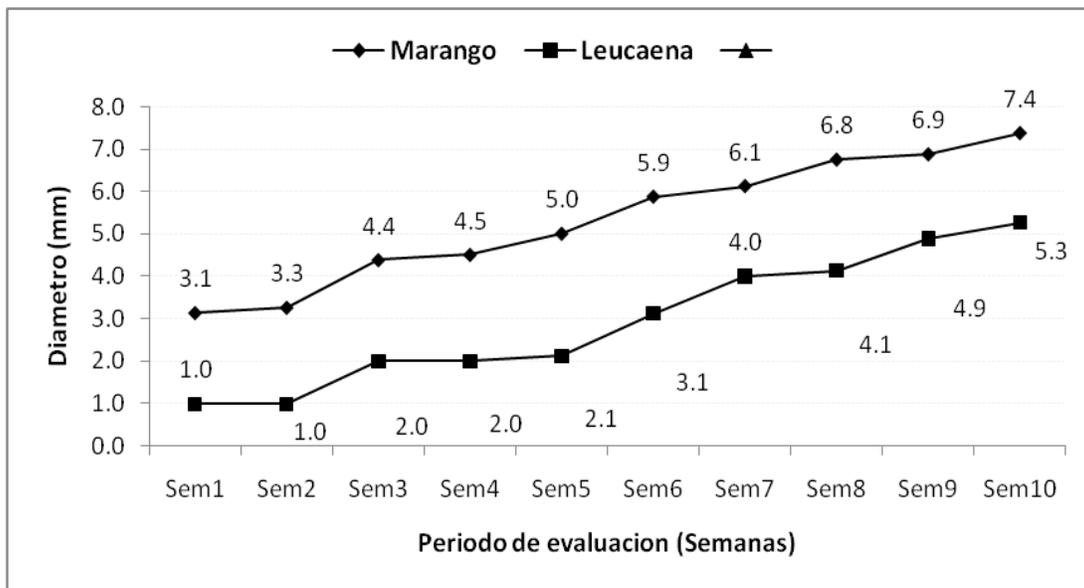
Para el caso de la leucaena Medina *et al.*, 2007 reporta una altura de 16.78 cm a las 6 semanas de evaluación valor que es menor en comparación al obtenido en este trabajo en el que obtuvieron una altura de 22.6 cm mientras en otro estudio realizada por (Ramos et, al. 2011) la especie leucaena muestra una altura de 39.07 cm siendo así este valor mayor al obtenido en el estudio del vivero de la UNA y lo que indica una alta variabilidad en crecimiento inicial

### 4.3. Diámetro basal

La grafica (3) muestra que *M. oleifera* obtuvo el mayor diámetro durante todo el periodo de evaluación el cual fue de 7.3 mm, siendo desde el inicio del estudio notablemente diferente al que mostró *L. leucocephala*, alcanzando un valor de 5.1 mm al final de la evaluación.

Medina *et al.*, (2007), en su estudio señala que encontró diferencia significativa en el crecimiento del diámetro a partir de la sexta semana de estudio entre *M. oleifera* y *L. leucocephala* durante todo el estudio.

En un estudio realizado en marango por González, (2014) en dos variedades de semilla se obtuvieron valores menores a los registrados en nuestro experimento, (González, 2014) señala que obtuvo 4.41 mm y 5.51.



**Figura 3:** Comportamiento en crecimiento dimétrico de dos especies forrajeras en su etapa inicial de crecimiento, en fase de vivero.

El crecimiento en diámetro obtenido en este trabajo es menor (7.4 mm) al registrado por Medina *et al.*, (2007) que fue de 8.2 mm, en el caso de la especie marango; sin embargo, en cuanto a leucaena el resultado es bastante similar que fue de 5.3 mm.

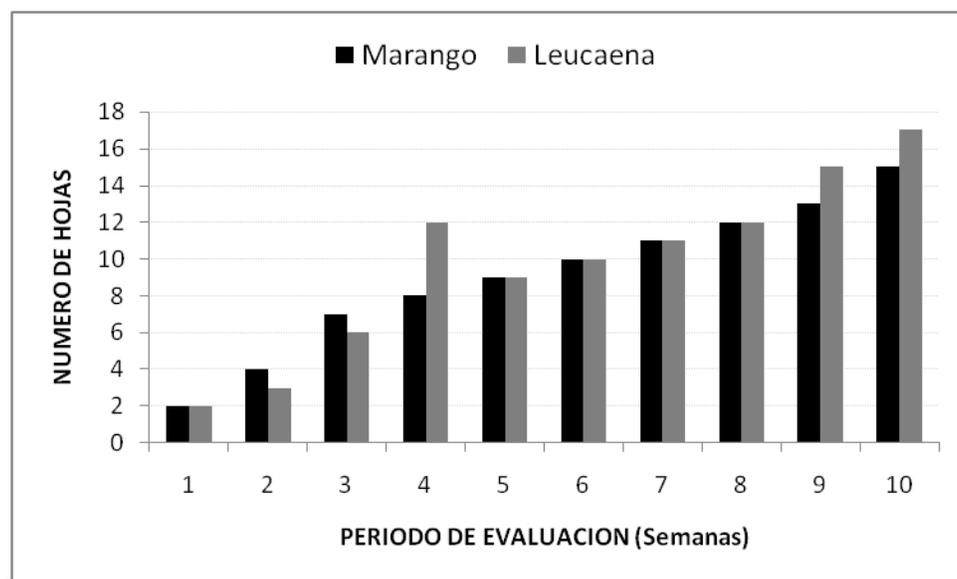
En relación a esta variables Medina *et al.*, (2010) reportan un valor similar 3.0 mm para la especie leucaena en un periodo de 6 semanas que en este estudio fue de 3.1 mm lo que indica similar comportamiento en diámetro.

Esta variable como indicador de calidad de las plantas de las especies evaluadas muestra según Sáenz *et al.*, (2010), una mayor robustez en el tallo de marango, por tanto mayor vigor y alta posibilidad de sobrevivencia una vez que la planta sea trasladada a campo.

Otro aspecto de esta variable es que plántulas con diámetro mayor a 5 mm tienen alta capacidad de resistencia mecánica y la posibilidad de tolerar altas temperaturas en la superficie del suelo.

#### 4.4. Comportamiento en el desarrollo a partir del número de hojas por medición.

En cuanto al desarrollo del área foliar determinado por el número de hojas, las especies *M. oleifera* y *L. leucocephala*, es posible mencionar que en este ensayo ambas especies tuvieron un comportamiento similar; siendo la diferencia que en algunos momentos del ensayo el aumento del número de hojas fue mayor en leucaena que el que obtuvo el marango (figura 4).



**Figura 4.** Números de hojas por especie evaluada en el vivero en su etapa inicial de crecimiento.

La grafica (5) nos muestra que en la semana 1, 2 y 3 hubo un comportamiento similar en el número de hojas para ambas especies las cuales presentaron cada plántula 2 y 4 y 7 hojas respectivamente, es en la semana 4 en donde la *L. leucocephala* aumentó considerado 12 hojas por plántula superando a la *M. oleifera* notablemente y siendo en esta semana la mayor diferencia registrada en el estudio.

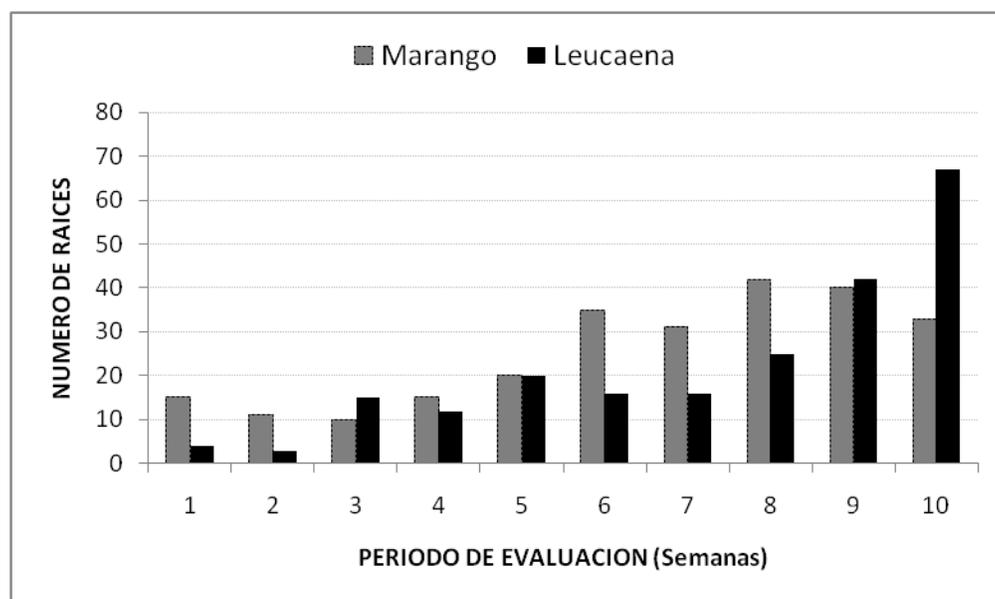
Seguidamente la *leucaena* experimento una reducción producto de ataque por de foliadores en la semana 5 y posteriormente a partir de la semana 6, hasta la semana 8 un aumento progresivo nuevamente pero también similar al que presentó la *M. oleifera* en esta variable; hasta el punto de superar a la *M. oleifera* en el número de hojas en las semanas 9 prolongándose hasta el final del estudio.

En este caso, la disminución en el número de hojas observadas para la *L. leucocephala* estuvieron relacionadas por la incidencia de hormigas de foliadoras del genero *Atta sp.* Siendo *M. oleifera* el menos afectado por este tipo de de foliadores.

En otros estudios sobre leucana los muestran diferentes valores para el numero hojas por un lado Ramos *et al.*, (2011), obtuvieron un promedio de 12 hojas que es similar a las 10 que se registraron en ese trabajo por otro lado Medina *et al.*, (2010) reportan 21 hojas siendo superior y por tanto una característica variable en la etapa inicial de crecimiento.

#### **4.5. Numero de raíces secundarias por especie**

En la figura (5) se puede observar el comportamiento de la formación de raíces secundarias en el estudio en las dos especies evaluadas; en este sentido, los resultados muestran comportamiento variable durante todo el periodo en ambas especies durante las dos primeras semanas el marango presento una mayor producción de raíces secundarias mientras en la tercera semana predomino la leucaena.



**Figura 5.** Números de raíces secundarias por especie evaluada en su etapa inicial de crecimiento a nivel de vivero.

A partir de la semana 6 *M oleífera* presentó un aumento significativo en el número de hojas raíces secundarias en comparación con la leucaena superando en esta semana en más del 50% en el número de raíces en la cual la *M oleífera* presentó 35 raíces secundarias y la leucaena presentó un promedio de 15 raíces secundarias por plántulas prolongándose hasta la semana 9 que es donde la *L. leucocephala* supera a la *M. oleífera* considerablemente y es en la semana 10 en donde se hace más notable ese aumento siendo para la *L. leucocephala* en esta semana 77 raíces secundarias y para la *M. oleífera* 33 raíces secundarias un valor aun más bajo al que presentó en las semanas anteriores.

Estudios realizados por González, (2014) se obtuvieron valores mayores con respecto al marango a los obtenidos en el presente experimento a nivel de vivero, González, (2014) expresa que obtuvo 42.8 al final de 10 semanas de evaluación, mientras que en el presente trabajo se obtuvo una media de 33 raíces en la especie de marango y 66 raíces en la leucaena, siendo la leucaena la de mayor productividad en cuanto a esta variables se refiere.

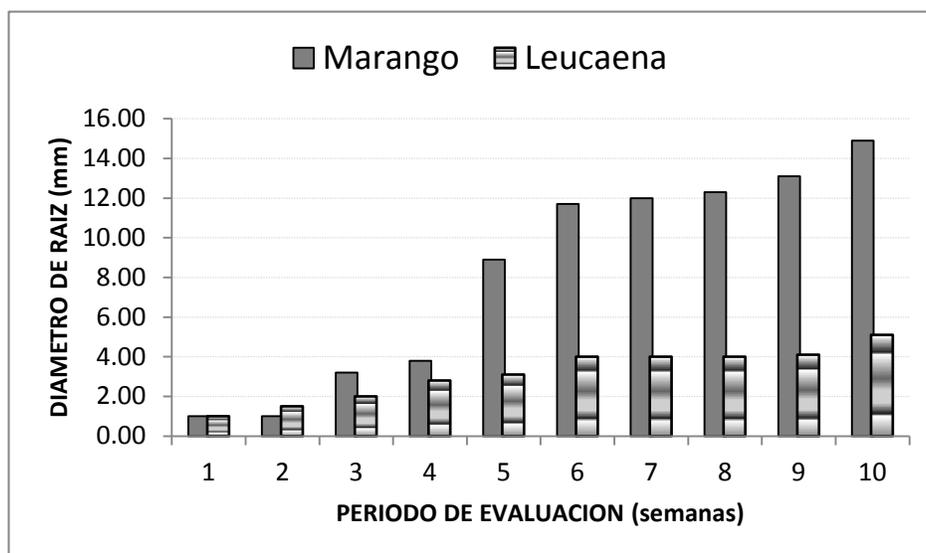
En estudio realizado por Medina *et al.*, (2010) estos registraron un total de 33 raíces secundarias valor que es superior a las 15 raíces que se contabilizaron en el presente estudio lo que indica una menor posibilidad de resistencia a ciertas condiciones de campo como baja humedad del suelo.

Otro resultado importante muestra que a partir de la semana 7 la *M. oleifera* también presentó un incremento en esta variable y luego fue superada a partir de la semana 9 por *L. leucocephala*, demostrándose así que la *L. leucocephala* presenta un mayor potencial de absorción expresado en el número de raíces secundarias en comparación a *M. oleifera*.

#### **4.6. Diámetro de la raíz principal**

El diámetro y tamaño de la raíz es un elemento esencial en cuanto a la cantidad de nutriente que la planta necesita para su desarrollo óptimo. En este sentido, *M. oleifera* posee una raíz semejante a un tubérculo lo que le permite almacenar gran cantidad de agua y nutrientes proporcionando un desarrollo más rápido a la planta.

En estudio realizado por González, (2014) en marango señala que obtuvo un diámetro de 8.66 y 8.38 siendo estos resultados menores a los obtenidos en nuestro estudio con respecto al marango que fue de 14.00 y menor con respecto a la leucaena que fue de 5.



**Figura 6.** Diámetro de la raíz de plantas de dos especies forrajeras en su etapa inicial de crecimiento en vivero.

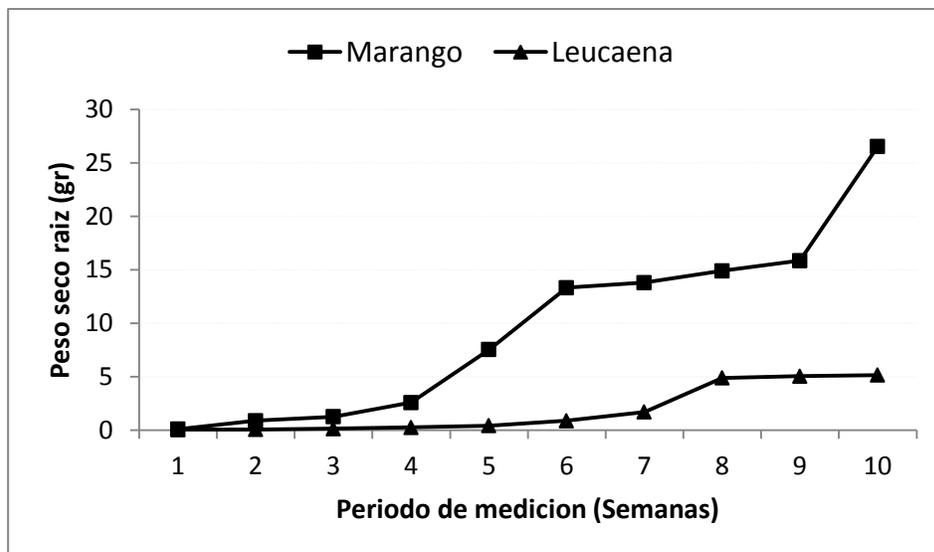
Los valores obtenidos de las mediciones semanales sugieren pocas diferencias entre las dos especies evaluadas en las primeras dos semanas (en donde presentan un diámetro similar de 1 mm por especie) es en la semana 4 en donde la *M. oleifera* presenta una diferencia de 1mm con respecto a la *L. leucocephala* (figura 6).

En la semana 5 es en donde se observa una notable diferencia entre la *M. oleifera* que presento en esta semana 9 mm en diámetro siendo notablemente superior a la *L. leucocephala* que presento 3 mm de diámetro. Es en este periodo la *M. oleifera* tiene la raíz muy bien formada o totalmente en forma de un tubérculo.

Esto refleja que la *M. oleifera* adquiere mayores proporciones en diámetros que la *L. leucocephala* en las mismas condiciones y el mismo ambiente natural.

#### 4.7. Peso seco de la raíz

El grafico (7) muestra que el peso seco en las especies registra valores similares desde la semana 1 hasta la semana 4 de evaluación, observándose que a partir de la semana 5 en adelante donde *M. oleifera* incrementa más notablemente en comparación a las otra especie experimentando *M. oleifera* presento una media de 27 (gr) mientras que la *L. leucocephala* presento una media de 5 (gr) hasta el final del estudio



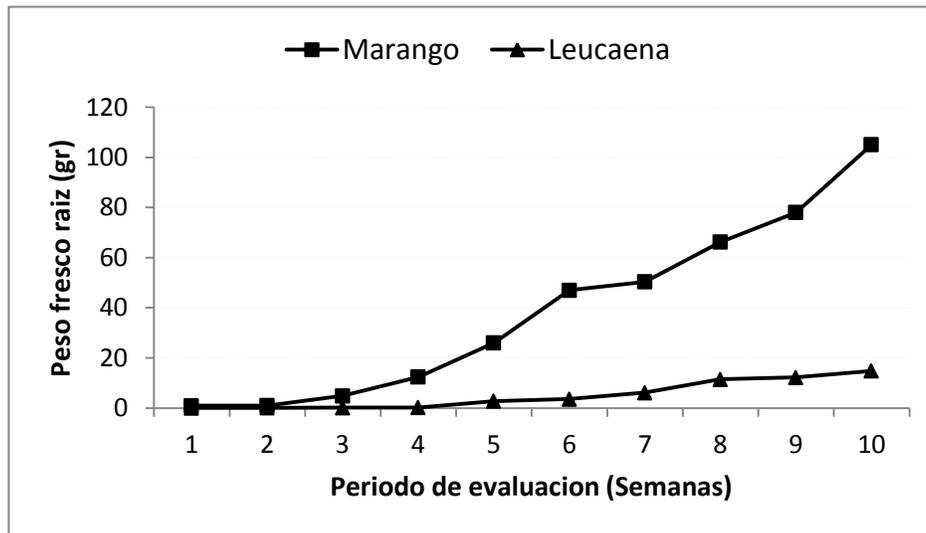
**Figura7.** Peso seco de la raíz de plantas de *Moringa oleifera* y *Leucaena leucocephala* en su etapa inicial de crecimiento en vivero.

En estudio realizado por González, (2014) nos muestra que se encontraron resultados similares a los obtenidos en este experimento con respecto al marango, registrando 20.5

#### 4.8. Peso fresco de la raíz

De acuerdo al grafico (9) realizado para esta variable el peso fresco muestra un comportamiento similar entre especies hasta la semana 2 que mostraron un peso de 1 (gr) mientras a partir de la semana 3 es posible observar un aumento mayor para la *M. oleifera*; el cual se extiende en su desarrollo hasta el final del estudio.

El peso promedio de 105 (gr), mientras que la *L. leucocephala* obtuvo un promedio de aproximadamente 18 (gr) mostrando un ritmo bajo en comparación *M. oleifera*.

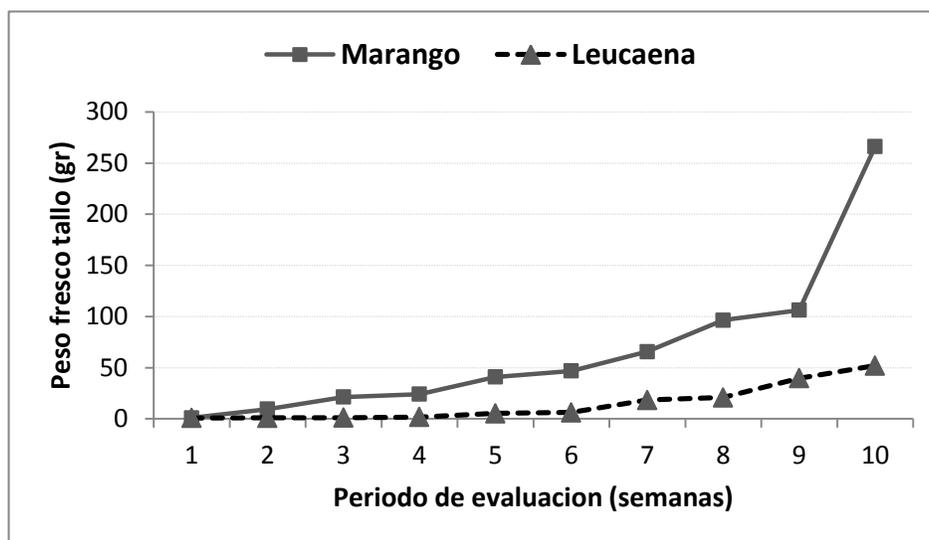


**Figura 8.** Peso fresco de la raíz de plantas de *Moringa oleifera* y *Leucaena leucocephala*, en su etapa inicial de crecimiento en vivero.

El valor de peso fresco en la raíz de marango, está influenciado por la forma que presenta la raíz en esta especie, ya que al ser un bulbo parecido a un rábano, da valores más altos que el tipo de raíz de la leucaena

#### **4.9. Peso fresco del tallo.**

Los resultados de la variable peso fresco del tallo, expresado en el grafico (10) muestran que en las dos primeras semanas, las dos especies tuvieron comportamiento similar; sin embargo, a partir de la semana 3, *M. oleifera* incremento de manera notable 25 (gr) el valor de esta variable; lo que muestra el rapido crecimiento y alta produccion de biomasa fresca de esta especie en comparacion a otras de alto potencial crecimiento y productividad, para la *L. leucocephala* fue de aproximadamente 5 (gr) en esta misma semana.

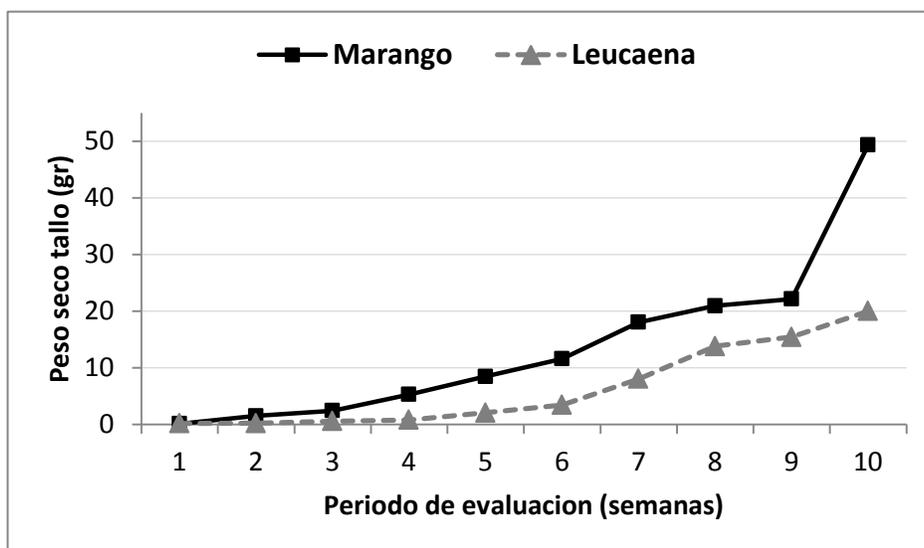


**Figura 9.** Peso fresco del tallo de plantas de *Moringa oleífera*, y *Leucaena leucocephala*, en su etapa inicial de crecimiento en vivero.

Para la variable peso fresco del tallo, se observó un mayor crecimiento de la parte aérea de la especie *M. oleífera*, siendo su promedio 270 (gr) siendo más evidente su rápido crecimiento a partir de la tercera semana mientras que para la *L. leucocephala* esta presentó un promedio de 50 (gr) siendo considerablemente bajo con respecto al que presentó la *M. oleífera*.

### 5.0. Peso seco de la parte aérea

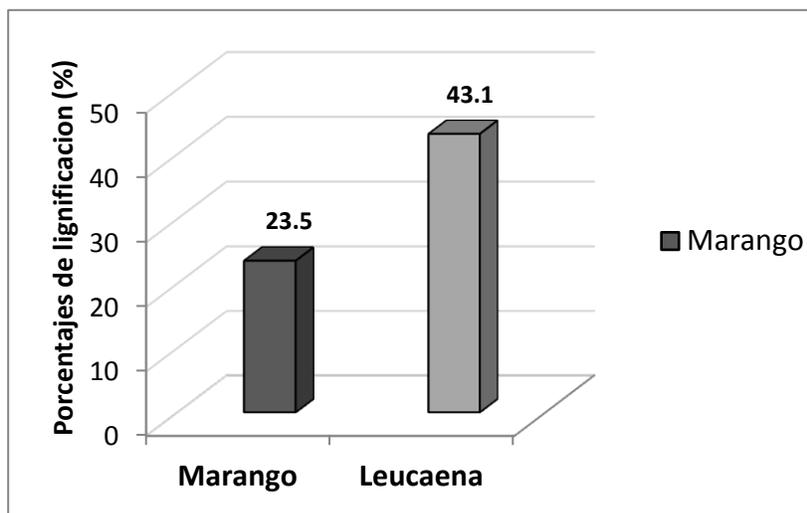
La figura (10) muestra que las 2 especies, evaluadas tuvieron un similar comportamiento hasta la semana 3 mostrando una vez más diferencias entre las especies a partir de la semana 4; siendo la *M. oleífera* la especie con la mayor promedio el cual fue de 50 (gr) para la variable peso seco de la parte aérea. En estudios realizados por González, (2014) nos muestra resultados menores a los obtenidos en el presente estudio, dicho autor muestra registró un promedio de 5.5g y 4.5g respectivamente mientras que en nuestro estudio los resultados fueron 50g y 20g respectivamente.



**Figura 10.** Peso seco del tallo de plantas de *Moringa oleifera*, y *Leucaena leucocephala*, en su etapa inicial de crecimiento en vivero.

### 5.1 Índice de lignificación como indicador de la calidad de las plantas

Figura 11, muestra los valores de lignificación que alcanzó cada especie al final de las 10 semanas de evaluación. Al respecto, los resultados muestran que el porcentaje más alto de lignificación, lo alcanzó la especie leucaena con 43.1%, superando en 20% el valor registrado por marango.



**Figura 11.** Valores porcentuales de lignificación de plantas de *M. oleifera* y *L. leucocephala* en fase de vivero.

Este indicador, que está relacionado según la fórmula de Sáenz *et al.*, (2010) al peso seco total de la planta respecto al peso húmedo total, indica que leucaena produjo en peso una mayor cantidad de materia seca por una mayor lignificación o endurecimiento de sus estructuras morfológicas; mientras que marango por el tipo de consistencia que presenta el tallo, pudo generar menos peso seco total por un tallo más succulento o con más contenido de agua en comparación a leucaena, compensando esto con una mayor producción de material fresco tanto de hojas como de raíz; que son los valores que aparecen en las variables peso seco y peso fresco de manera individual.

El valor porcentual de lignificación de cada especie indica la calidad y potencial de la planta para sobrevivir en campo; por lo que a pesar que marango, presenta en general un rápido crecimiento, eso no asegura su total sobrevivencia en el campo; siendo leucaena la especie con un índice de lignificación que permite asegurar su sobrevivencia en campo.

## V. CONCLUSIONES

- El valor más alto en la germinación lo obtuvo la *Moringa oleifera* con respecto a *Leucaena leucocephala* durante el estudio; mostrando así un mayor potencial de germinación, relacionado estos valores a la edad de las semillas, que puede afectar el porcentaje de germinación.
- En cuanto a las variables de crecimiento, de igual manera *Moringa oleifera* presentó el mejor comportamiento en comparación a la otra especie evaluada.
- En relación a las variables morfológicas asociadas al desarrollo como por ejemplo número de hoja, raíces y producción de biomasa, las tres especies tuvieron un comportamiento similar al inicio, mostrando mayores diferencias entre especies a partir de la sexta y novena semana.
- En cuanto a la calidad de la planta expresada a través del índice de lignificación la leucaena tuvo el valor más alto (43.1%) demostrándose que a pesar de crecer menos presenta una buena lignificación en comparación con el marango.

## VI. RECOMENDACIONES

- En el caso del Proyecto MARANGO, se podría evaluar el efecto del manejo en vivero sobre la calidad de plantas para producir guías orientadas al manejo de esta especie en el vivero.
- A los viveristas que reproducen las especies marango y leucaena, es posible a partir de estos resultados recomendar que el periodo óptimo de llevar las plantas del vivero a campo es después de la sexta semana, ya que fue en este periodo donde se observó un mayor repunte en el crecimiento, y número de raíces, lo que sugiere una planta con resistencia para el campo.

## VII. LITERATURA CITADA

Espinoza, L; M. Y. Gutiérrez, M; J.F. 2004. Evaluación del comportamiento de tres especies forrajeras *Pachiraquinata* (Jacq.), *Cedretoaodorata* L. y *Simarouba glauca* DC., utilizando diferentes sustratos orgánicos. 45 pp.

García, M. 2003. Producción de semillas forestales de especies forrajeras enfatizadas en sistemas silvopastoriles, Instituto Nacional Forestal (INAFOR), Managua- Nicaragua. 25 pp.

González, R; 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, UNA, Managua. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Animales. Managua, Nicaragua. 29 pp.

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

INTA (Instituto Nicaragüense de Tecnologías Agropecuarias). 2002. Establecimiento y manejo de viveros forestales en bolsa.

Medina, G. M; García, E.; D; Tyrone, C.; Manuel, R. I.; 2007. Estudio comparativo de *Moringa oleifera* y *Leucaenaleucocephala* durante la germinación y la etapa inicial de crecimiento. *Zootecnia Trop.* Vol.25 No.2. Pág. 93-99.

Medina, M; García, D; Moratinos, P; Cova, L; Clavero, T. 2010. Evaluación en vivero de especies con potencial para sistemas agroforestales en el estado de Trujillo, Venezuela, *Revista Facultad Agronómica*, (27): 232-250

Rojas, R. F. 2006. *Viveros Forestales*. 2 Ed. San José, C.R., EUNED. 257 pp.

Ramos,A:Q; Bulgarin, J; Espinoza. M. M. 2011. Evaluación del establecimiento en vivero de arboles tropicales con fines silvopastoriles en el estado Mexicano de Nayarit. Revista de producción porcina. Vol.18 (2).Pag 144-149.

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

Sáenz, R; J.T; Villaseñor, R; F.J; Muñoz, F; H.J; Rueda, S. A; Prieto, R; J.A. 2010 Calidad de plantas en viveros forestales de clima templado en Michoacán. Instituto de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Folleto Técnico No.17. Michoacán, México. 43 pp.