



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE CIENCIA ANIMAL

FACA

**Departamento de Sistemas Integrales de Producción Animal
SIPA**

Trabajo de Graduación
Para optar al título de Ingeniero en Zootecnia

Efecto del tamaño de la semilla de *Moringa stenopetala* sobre el
comportamiento de plántulas en vivero

AUTORES:

Br. Herlin José Alemán Cruz.
Br. Adolfo Antonio Herrera Miranda.

ASESORES

PhD. Nadir Reyes Sánchez.
Ing. Marcos Jiménez Campos.

**Managua, Nicaragua
Julio, 2016**



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE CIENCIA ANIMAL

FACA

**Departamento de Sistemas Integrales de Producción Animal
SIPA**

Trabajo de Graduación
Para optar al título de Ingeniero en Zootecnia

Efecto del tamaño de la semilla de *Moringa stenopetala* sobre el
comportamiento de plántulas en vivero

AUTORES:

Br. Herlin José Alemán Cruz.
Br. Adolfo Antonio Herrera Miranda.

ASESORES

PhD. Nadir Reyes Sánchez.
Ing. Marcos Jiménez Campos.

Managua, Nicaragua
Julio, 2016



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE CIENCIA ANIMAL

**Departamento de Sistemas Integrales de
Producción Animal
SIPA**

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable tribunal examinador designado por la decanatura de la Facultad de Ciencia Animal (FACA) de la Universidad Nacional Agraria (UNA) como requisito parcial para optar al título profesional de:

INGENIERO EN ZOOTECNIA

Miembros del tribunal examinador

Ing. Msc. Norlan Caldera Navarrete.
(Presidente)

Ing. Msc. Domingo Carballo Dávila.
(Secretario)

Ing. Wendell Mejía Tinoco
(Vocal)

Sustentantes:

Br. Herlin José Alemán Cruz

Br. Adolfo Antonio Herrera Miranda

Managua 25 de Julio del 2016.

INDICE DE CONTENIDO

CONTENIDO	PAGINAS
DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE DE FIGURA.....	v
INDICE DE TABLA.....	vi
INDICE DE ANEXO.....	vii
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS.....	3
2.1- Objetivo General.....	3
2.2- Objetivo Específico.....	3
III. MATERIALES Y METODOS.....	4
3.1- Localización.....	4
3.2- Suelo.....	4
3.3- Proceso metodológico.....	4
3.3.1- Selección del sitio.....	4
3.3.2- Preparación del bancal.....	4
3.3.3 - Preparación del sustrato.....	4
3.3.4 - Análisis químico del sustrato.....	5
3.3.5 - Selección de semillas.....	5
3.3.6 - Establecimiento del vivero.....	5
3.3.7 - Llenado y arreglo de bolsas,.....	5
3.3.8 - Siembra de semillas.....	5
3.4 - Riego.....	6

3.4.1 - Selección de plántulas monitoreadas	6
3.5 - Descripción de Variables evaluadas.....	6
3.5.1 - Tasa de germinación (TG)	6
3.5.2 - Tasa de Supervivencia (TS)	6
3.5.3 - Altura de la planta	6
3.5.4 - Diámetro basal del tallo	7
3.5.5 - Número de Hojas.....	7
3.5.6 - Número de pinnas por hoja	7
3.6.- Diseño experimental y análisis estadístico de los datos	7
3.7 - Modelo Estadístico.....	8
IV - RESULTADOS Y DISCUSIÓN	9
4.1 - Caracterización física de la semilla de <i>Moringa stenopetala</i>	9
4.3 - Diámetro basal del tallo	12
4.4 - Altura de plantas.....	13
4.5 - Número de hojas y número de pinnas	14
V - CONCLUSIONES	17
VI - RECOMENDACIONES	18
VII - BIBLIOGRAFIA	19
VIII - ANEXOS.....	22

DEDICATORIA

Dedico este trabajo primeramente a DIOS .por darme la oportunidad de vivir y acompañarme en todo el camino que he recorrido hasta llegar a este punto de mi vida, dándome salud, sabiduría e inteligencia para logra mis objetivos.

A mi padre Pedro Migdonio Alemán Martínez por su apoyo incondicional, por haber estado en todos esos momentos que lo necesite, por sus valores, por su perseverancia y constancia que lo caracteriza que me ha permitido salir a delante y por todo el amor que me ofrece.

A mi madre Miriam del Carmen Cruz Martínez por confiar en mí y haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien , pero sobre todo le agradezco por su gran amor.

A todos mis hermanos en especial a Rafael, Gretthis, Miriam, Jannier, por estar conmigo y apoyarnos mutuamente en nuestra formación profesional.

A todos los amigos y personas que de una u otra manera ayudaron a mi formación profesional.

Herlin José Alemán Cruz

DEDICATORIA

A DIOS creador del universo, dador de vida y conocimientos por permitirme haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional. Por darme salud, sabiduría y por guiarme en todo tiempo a terminar mi carrera aun con obstáculos que se presentaron durante esta larga trayectoria de estudio.

A mis padres, Luz Marina Miranda Espinosa y Wilfredo Herrera Ramos, quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento. Por sus consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles, y por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar. Me han dado valores, principios, carácter, empeño, coraje para conseguir mis objetivos para alcanzar mi meta. Depositando su entera confianza en cada reto que se me presentaba sin dudar ni un solo momento en mi inteligencia y capacidad. Es por ellos soy lo que soy ahora. Los amo con mi vida.

A mis hermanos, Glenda, Javier, Urania, José Alfredo, quienes con mucho cariño me han brindado su apoyo incondicional y han contribuido a mi formación profesional.

A mi familia en general, porque me han brindado su apoyo incondicional y por compartir conmigo buenos y malos momentos.

Adolfo Antonio Herrera Miranda

AGRADECIMIENTO

A dios por haberme acompañado y guiado en todo este camino que he recorrido para llegar hasta este punto , por darme la oportunidad de vivir una vida llena de enseñanzas, experiencias .

A mis padres Migdonio Alemán y Miriam Cruz, por inculcarme sus valores para ser persona de bien y sobre todo por haberme dado la oportunidad de tener una excelente educación profesional.

A todos mis hermanos por ser parte importante de mi vida. Por compartir con migo no solo los momentos felices sino también los momentos difíciles que pase para culminar mis estudios universitarios.

A mis asesores, PhD Nadir Reyes e ing. Marcos Jiménez por habernos brindados su a poyo, tiempo y conocimientos para llevar a cabo esta investigación.

Heriln José Aleman Cruz

AGRADECIMIENTO

A Dios por haberme permitido vivir hasta este día, brindarme sabiduría, entendimiento, por haberme guiado a lo largo de mi vida, por ser mi apoyo, por protegerme durante todo mi camino. Por haberme dado la fortaleza para seguir adelante en aquellos momentos de debilidad.

A mis padres Luz Marina Miranda Espinosa y Wilfredo Herrera Miranda por todo el apoyo brindado a lo largo de mi vida, por darme la oportunidad de estudiar esta carrera, por todo su sacrificio y dificultades que tuvieron que pasar en toda mi formación profesional.

A mis hermanos Glenda, Javier, Urania y José Alfredo, por todo su apoyo y consejo que me dieron de alguna forma, Por compartir conmigo buenos y malos momentos que pase para culminar mis estudios universitarios de esta forma cumplir con mis meta.

A mis asesores, PhD Nadir Reyes Sánchez y al ing. Marcos Antonio Jiménez campos por habernos brindado su apoyo, orientación, tiempo, conocimientos y dedicación en la elaboración de nuestra tesis.

Adolfo Antonio Herrera Miranda

ÍNDICE DE FIGURA

FIGURA	PÁGINA
Figura 1. Efecto del tamaño de semilla de <i>M. stenopetala</i> sobre el diámetro basal (cm) del tallo de las plántulas, en sus etapas iniciales de crecimiento en vivero	12
Figura 2. Efecto del tamaño de semilla de <i>M. stenopetala</i> sobre la altura de las plántulas (cm) en sus etapas iniciales de crecimiento en vivero.....	14
Figura 3. Efecto del tamaño de semilla de <i>M. stenopetala</i> sobre el número de hojas de las plántulas, en sus etapas iniciales de crecimiento en vivero	15
Figura 4. Efecto del tamaño de semilla de <i>M. stenopetala</i> sobre el número de pinnas de las plántulas, en sus etapas iniciales de crecimiento en vivero.....	15

INDICE DE TABLA

TABLA	PÁGINA
Tabla 1. Análisis químico del suelo utilizado como sustrato en el experimento	5
Tabla 2. Caracterización física de la semilla de <i>Moringa stenopetala</i>	9
Tabla 3. Efecto del tamaño de semilla de <i>M. stenopetala</i> sobre la tasa de germinación.....	10
Tabla 4. Efecto del tamaño de semilla de <i>Moringa stenopetala</i> sobre la tasa de sobrevivencia.	11

INDICE DE ANEXO

ANEXO	PÁGINA
Anexo 1. Formato de toma de datos de sobrevivencia (conteo de plántulas emergidas en las bolsas)	22
Anexo 2. Formato de toma de datos de altura de la planta (cm) de Semilla grande y pequeñas de <i>Moringa stenopetala</i>	23
Anexo 3. Formato de toma de datos de Diámetro del tallo (cm) de Semilla grande y pequeña de <i>Moringa stenopetala</i>	24
Anexo 4. Formato de toma de datos de número de hojas (conteo visual), Semilla grande y pequeña <i>Moringa stenopetala</i>	25
Anexo 5. Formato de toma de datos de número de Pinnas (conteo visual) de semilla grande y pequeña de <i>Moringa stenopetala</i>	26
Anexo 6. Germinación de <i>M. stenopetala</i> en vivero	27
Anexo 7. Conteo número de hojas y pinnas	27
Anexo 8. Medición de altura de plántulas	27
Anexo 9. Diámetro basal del tallo	27

RESUMEN

El presente estudio se realizó en la finca Santa Rosa propiedad de la Universidad Nacional Agraria, localizada geográficamente en los 12°08'15'' latitud Norte y 86°09'36'' longitud Este, en el Departamento de Managua, Nicaragua con el objetivo de evaluar el efecto del tamaño y peso de la semilla de *Moringa stenopetala* sobre el crecimiento y desarrollo de plántulas en su etapa inicial en condiciones de vivero. Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) unifactorial, con 20 repeticiones, donde el factor evaluado fue el tamaño de las semillas, clasificadas de acuerdo al largo, diámetro y peso. Las semillas grandes obtuvieron mejor tasa de germinación (25%) y tasa de sobrevivencia (100%) que las semillas pequeñas con 22 y 90.9%, respectivamente. Las plántulas obtenidas de las semilla grandes de *M. stenopetala* fueron estadísticamente ($p < 0.05$) superiores en altura (59.1 cm), diámetro basal del tallo (1.6 cm), número de hojas (24) y número de pinnas (344) que las obtenidas con las semillas pequeñas. Esto nos permite concluir que la clasificación de las semillas por tamaño y peso, es una estrategia adecuada en *M. stenopetala* para obtener plántulas potencialmente más vigorosas y de mayor crecimiento y desarrollo.

Palabra clave: *Moringa stenopetala*, tasa de germinación, tasa de sobrevivencia.

ABSTRACT

An experiment was conducted at Santa Rosa farm, National University of Agriculture in Managua, Nicaragua, located geographically at 12°08'15" north and 86°09'36" east, in order to evaluate the effect of seed's weight and size of *Moringa stenopetala* on growth and development of seedlings in nursery conditions. A completely randomized design with 20 replication and were measured germination rate, survival rate, plant height, basal stem diameter, number of leaves and number of pinnae. Heavy and large seeds of *M. stenopetala* presented a higher germination rate (25%) and survival rate (100%) than light and small seeds, with 22 and 90.9%, respectively. Seedlings grown from heavy and large seed of *M. stenopetala* were statistically ($p < 0.05$) higher in height (59.1 cm), basal stem diameter (1.6 cm), number of leaves (24) and number of pinnae (344) than those obtained with light and small seeds. In conclusion, the heavy and large *M. stenopetala* seed allow obtaining vigorous seedlings with better potential for development and growth.

Keyword: *Moringa stenopetala*, his de germinacion , his de sobrevivencia

I. INTRODUCCIÓN

Moringa es una planta de la familia Moringaceae que crece en los trópicos. El género Moringa consta de 13 especies pero solo *Moringa oleifera* ha recibido la debida atención para su investigación y desarrollo, el resto de las especies no han sido estudiadas en detalle y la información sobre sus usos potenciales es muy limitada. Así *Moringa stenopetala* fue domesticada en las tierras bajas africanas, es originaria del sur de Etiopía y el norte de Kenia y es conocida comúnmente como Moringa africana (Mark, 1998), a pesar de que crece en muchas partes del trópico, no es tan conocida como su pariente cercana *M. oleifera*.

M. stenopetala es un árbol multipropósito, de 6 a 10 m de altura, tronco con 60 cm de diámetro a la altura del pecho, copa ramificada, con ramas gruesas en su base, corteza de color blanco a gris pálido, madera suave, hojas compuestas hasta 55 cm de largo, inflorescencia pubescente con panículas densas de 60 cm de largo, frutos alargados y en forma de espiral con tres valvas no dehiscentes. Produce frutos con al menos 2.5 años de edad. (ICRAF, 2006)

M. stenopetala es un árbol de crecimiento rápido, se desarrolla mejor en suelos bien drenados y no crece en suelos anegados o pantanosos (ICRAF, 2006; Steinmüller *et al.*, 2002). Se ha encontrado en las riveras y costas de lagos en zonas secas (Beentje, 1994) y en suelos rocosos (Teketay, 1995). Crece en altitudes que van desde los 400 hasta 2100 msnm, es tolerante a la sequía y a las altas temperaturas, se adapta muy bien a las zonas semiáridas con precipitaciones entre 500 a 1400 mm anuales (Steinmüller *et al.*, 2002) y temperatura media anual entre 24 y 30 °C (ICRAF, 2006). Se propaga tanto por siembra directa de semilla botánica sin tratamiento previo y por material vegetativo mediante el uso de estacas (ICRAF, 2006). Según, Teketay, (1995) la temperatura óptima para la germinación de las semillas es de 25 °C.

M. stenopetala es una planta promisoría para zonas afectadas con sequía prolongada por su potencial para alimentación humana y animal, ya que las hojas tienen un alto valor nutricional con 28.9% de PB y altas cantidades de aminoácidos esenciales, vitaminas y minerales (Abuye *et al.*, 2003; Melesse *et al.*, 2009), y permanecen disponibles y verdes hacia el final de la estación seca, cuando pocas fuentes de vegetales verdes están disponibles.

Por otro lado, cuando se necesita iniciar el cultivo de una determinada especie, primero se debe verificar su forma de propagación (sexual y asexual), en el caso de propagación sexual el conocimiento del proceso germinativo, sobrevivencia y rasgos morfológicos a nivel de plántulas en su etapa inicial a nivel de vivero son de fundamental importancia para el establecimiento de plantaciones intensivas y el manejo sostenible de las mismas.

En Nicaragua no existen estudios previos acerca del cultivo y explotación de *M. stenopetala* y considerando la importancia de la especie por el valor nutricional del follaje y su tolerancia a la sequía, el presente trabajo de investigación tiene como objetivo evaluar el efecto del tamaño de la semilla de *M. stenopetala* sobre la germinación, sobrevivencia y crecimiento inicial de las plántulas en vivero.

II. OBJETIVOS

2.1- Objetivo General

Evaluar el efecto del tamaño de la semilla de *Moringa stenopetala* sobre el crecimiento y desarrollo inicial de plántulas en condiciones de vivero

2.2- Objetivo Específico

Evaluar el efecto del tamaño de la semilla de *Moringa stenopetala* sobre la tasa de germinación y de sobrevivencia en condiciones de vivero.

Determinar el efecto del tamaño de la semilla de *Moringa stenopetala* sobre la altura, diámetro basal del tallo, número de hojas y número de pinnas en plántulas en condiciones de vivero.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1- Localización

El presente estudio se realizó en la finca Santa Rosa, propiedad de la Universidad Nacional Agraria (UNA), ubicada en la comarca Sabana Grande, municipio de Managua, localizada geográficamente a los 12° 08 15'' latitud norte, 86° 09 36'' longitud este, con una elevación de 56 msnm, temperatura media anual de 26.9 °C, precipitación anual histórica de 1119.8 mm y humedad relativa del 72%. Las condiciones climáticas corresponden a una zona ecológica de bosque tropical seco (INETER, 2015).

3.2- Suelo.

El suelo donde se estableció el estudio tiene un contenido de materia orgánica y de nitrógeno de 1.97% y 0.09% respectivamente, presenta 17.33 ppm de fósforo, 1.96 meq/100 gr de suelo de potasio y un pH de 6.88 clasificado como neutro. Los suelos tienen una textura franco arenosa, con un 17.5% de arcilla, 22.5% de limo y 60 % de arena, con un buen drenaje (Reyes *et al.* 2006). Son suelos de clase III de acuerdo al americano (USDA, 2003) apropiados para la agricultura.

3.3- Proceso metodológico

3.3.1- Selección del sitio

El área de establecimiento fue seleccionada después de realizar una visita de campo para evaluar las condiciones del terreno, tomando en cuenta algunos criterios como: área disponible, fácil acceso, agua disponible y que esté protegido de animales.

3.3.2- Preparación del bancal

Se realizó limpieza manual del área experimental con machete, azadón y pala, se niveló parte del terreno dejando una pendiente del 3% para evitar que el suelo se encharque, con lo cual se previene el ataque de hongos, que es común en los viveros por exceso de humedad. La orientación del bancal fue de este a oeste.

3.3.3 - Preparación del sustrato

La preparación del sustrato es esencial para el éxito del vivero, debido a que este elemento es primordial para la germinación de la semilla y crecimiento de las plantas. El sustrato suelo se obtuvo de un área que se encuentra detrás del aeropuerto Internacional Augusto Cesar Sandino de la ciudad de Managua Nicaragua, el cual se tamizó con una zaranda para obtener suelo libre de piedras y otras impurezas.

3.3.4 - Análisis químico del sustrato

El resultado del análisis químico realizado en el Laboratorio de Suelos y Agua de la Universidad Nacional Agraria, al suelo utilizado como sustrato en el experimento, se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1. Análisis químico del suelo utilizado como sustrato en el experimento

Sustrato	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Fe (ppm)	Cu (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)
Suelo	0.067	7.51	1.70	18.5	5.40	31.84	8.37	11.63	3.32

3.3.5 - Selección de semillas

Las semillas se seleccionaron y clasificaron de acuerdo al peso y tamaño (longitud y diámetro en la parte más ancha) en dos categorías semillas grandes y semillas pequeñas.

Se seleccionaron 100 semillas grandes y 100 semillas pequeñas, en función de su apariencia externa y que estuvieran libres de daños por insectos y hongos. Se pesó y se midió con un escalímetro el diámetro de cada semilla. Adicionalmente de cada uno de los grupos, se tomaron 100 semillas las cuales fueron pesadas usando una balanza de precisión.

3.3.6 - Establecimiento del vivero

El vivero se estableció en un área de 20 m² la cual estaba protegida con un cerco de tubos galvanizados y malla ciclón (a una altura de 1.86 m) para proteger las plantas de daños causados por animales y se contó con agua permanente.

3.3.7 - Llenado y arreglo de bolsas,

Se utilizaron bolsas de vivero de polietileno con dimensiones de 20 x 30 cm, el llenado se hizo manualmente, para esto se utilizó como sustrato suelo al 100%, previamente fue tamizado para extraer las piedras y/o elementos ajenos al componente. Una vez llena la bolsa con el sustrato se apelmazaba ligeramente para que no quedaran espacios vacíos, para eliminar burbujas de aire y evitar el daño de las raíces de las futuras plántulas. Una vez llenas las bolsas se trasladaron al bancal donde se acomodaron en forma rectangular, dejando un espacio de un metro entre tratamientos para facilitar las actividades de manejo del vivero y la toma de datos.

3.3.8 - Siembra de semillas

Previo a la siembra se regó en todas las bolsas, equivalente a 4 Lm⁻² para garantizar la humedad necesaria para la germinación y desarrollo de las plántulas. La siembra de la semilla se realizó en cada bolsa, depositando 1 semilla por bolsa, de acuerdo al tratamiento en estudio, a una profundidad de 2 cm, utilizando un total de 100 semillas grandes y 100 semillas pequeñas, a las cuales no se le aplicó ningún tipo de tratamiento pre germinativo.

3.4 - Riego

El riego se hizo de forma manual con una regadora, realizándolo dos veces al día, (por la mañana y tarde) hasta los veinte días del periodo germinación, posteriormente se rego solo una vez al día hasta finalizar las nueve semana de mediciones del ensayo.

3.4.1 - Selección de plántulas monitoreadas

Se seleccionaron diez plantas de cada tratamiento (semillas grandes y pequeñas) y se identificaron para realizar mediciones semanales de altura de la planta, diámetro del tallo, número de hojas y número de pinnas.

3.5 - Descripción de Variables evaluadas

3.5.1 - Tasa de germinación (TG)

Se realizó mediante el conteo de plántulas emergidas hasta los quince días después de la siembra en relación a la cantidad de semillas sembradas por tratamiento.

$$TG (\%) = \frac{\text{Número de semillas germinadas}}{\text{Número de semillas sembradas}} \times 100$$

3.5.2 - Tasa de Supervivencia (TS)

Es la relación existente entre los individuos encontrados en la última medición y los individuos encontrados en la primera medición. Se establece mediante el conteo de plantas vivas y muertas durante la primera y la última medición.

$$TS (\%) = \frac{\text{Individuos encontrados en la última medición}}{\text{Individuos encontrados en la primera medición}} \times 100$$

3.5.3 - Altura de la planta

Esta variable se midió semanalmente utilizando una regla graduada en milímetro, con mediciones directas de 10 plántulas, por cada tratamiento y monitoreadas por un periodo de nueve semanas. La altura se tomó de la base de la planta hasta el ápice terminal, sin estirla.

3.5.4 - Diámetro basal del tallo

Es la medida del área que ocupa la planta en la intersección del tallo con la raíz, expresado en mm se obtuvo empleando un vernier metálico.

3.5.5 - Número de Hojas

Se realizó conteo semanalmente del número de hojas por planta durante un período de nueve semanas.

3.5.6 - Número de pinnas por hoja

Se determinó semanalmente por conteo manual del número de pinnas por hoja durante un período de nueve semanas.

3.6.- Diseño experimental y análisis estadístico de los datos

Antes de iniciar el experimento, a los datos correspondientes a los pesos y diámetros individuales de las 100 semillas grandes y semillas pequeñas, se les aplicó la Prueba Estadística de T para dos muestras, para determinar si había diferencias estadísticas entre el material a utilizar en cada tratamiento.

Para el experimento en vivero se utilizó un diseño completamente aleatorio (DCA), con dos tratamientos y 10 repeticiones por tratamiento. Los tratamientos (tamaño de semilla) en estudio fueron:

Tratamiento I: Semillas grandes

Tratamiento II: Semillas pequeñas

Se emplearon un total de 200 semillas, 100 por cada tratamiento (tamaño de semilla), que fueron utilizadas para determinar la tasa de germinación y tasa de sobrevivencia. De las semillas germinadas se seleccionaron e identificaron 10 plántulas por tratamiento para la evaluación de altura de plantas, diámetro del tallo, número de hojas y número de pinnas.

Una vez recolectados todos los datos del estudio, se elaboró una base de datos en Microsoft Office Excel con todas las variables en estudio. Se realizó análisis de varianza a cada variable evaluada por semana para determinar efecto estadístico del tamaño de semilla, utilizando el programa estadístico Minitab Statistical Software® Versión 16.0. Se realizó el procedimiento de comparación de medias a través de la Prueba de Tukey cuando las diferencias entre los tamaños de semillas fuesen estadísticamente significativa ($p < 0.05$). A los datos relativos a tasa de germinación y tasa de sobrevivencia, no se les realizó análisis estadístico.

3.7 - Modelo Estadístico

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = variable respuesta en la j-ésima repetición del i-ésimo tratamiento.

μ = Media general.

T_i = Efecto del i-ésimo tamaño de semilla (grande y pequeña)

E_{ij} = error aleatorio

IV - RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 - Caracterización física de la semilla de *Moringa stenopetala*

Al aplicar la Prueba de T para dos muestras (semillas grandes y semillas pequeñas) se encontró diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) entre ambos grupos, para peso, largo y diámetro (Tabla 2).

Tabla 2. Caracterización física de la semilla de *Moringa stenopetala*

Variables evaluadas	Tratamientos		EE
	Semillas grandes	Semillas pequeñas	
Peso promedio semilla (g)	0.6949 g ^a	0.4896 g ^b	0.009
Largo promedio semilla (cm)	3.2010 cm ^a	2.7949 cm ^b	0.042
Diámetro promedio semilla (cm)	1.4840 cm ^a	1.3396 cm ^b	0.019
Peso promedio 100 semillas (g)	69.49 g	48.96 g	

^{ab} Valores en la misma línea seguidos de diferentes letras difieren significativamente ($p < 0.05$)

El peso promedio de 100 semillas de *M. stenopetala* fue de 69.49 g y 48.96 g, para semillas grandes y pequeñas, respectivamente (Tabla 2). Estos valores son inferiores a los encontrados por Seifu (2012) de 73.6 g/100 semillas. EIAR (2003) encontró pesos promedios de 100 semillas de 48.12 y 55.71 g para semillas grandes y pequeñas, respectivamente, estos pesos son similares a los encontrados en el presente estudio para semillas pequeñas e inferiores para el caso de las semillas grandes.

El peso promedio de la semilla grande de *M. stenopetala* (0.6949 g) encontrado en este estudio es superior a los pesos promedios reportados por EIAR (2003) y Seifu (2012) con 0.5 y 0.6 g, respectivamente (Tabla 2). Es importante destacar que ambos autores no separaron la semilla por tamaño. No obstante, el peso promedio de la semilla pequeña (0.4896 g) es similar al valor reportado por EIAR (2003) de 0.5 g e inferior al encontrado por Seifu (2012) de 0.6 g.

En general, las semillas de *M. stenopetala* son más grandes que las semillas de *M. oleifera*, cuyo peso promedio por semilla es de 0.3 g (Makkar and Becker, 1997). El peso promedio de 100 semillas de *M. stenopetala* obtenidos en este estudio, 69.49 g y 48.96 g, para semillas grandes y pequeñas, respectivamente, son superiores a los pesos promedios reportados para 100 semillas de *M. oleifera* por Ferrao y Ferrao (1970) y Foild *et al.*, (2001), con 29.9, 30.2 y 22.5 g, respectivamente.

4.2. Tasa de germinación

El proceso de germinación de una semilla se considera como el establecimiento de un estado metabólicamente activo, manifestado fisiológicamente por la división celular y por la diferenciación (Vieira, *et al.*, 2003).

Las pruebas de germinación permiten determinar el potencial de germinación máximo de un lote de semillas (ISTA, 2005) y estimar su valor potencial para la siembra en campo, además, brinda información sobre las semillas que más rápidamente han reanudado la actividad metabólica y el crecimiento propios de la germinación (Peretti., 1994).

Las pruebas básicamente consisten en colocar las semillas sobre un sustrato adecuado, humedecerlas, y controlar las condiciones de incubación durante un cierto período de tiempo, durante el cual se realizan conteos de germinación, observando el número de semillas que han germinado.

Existen diversas características de las semillas que pueden influir sobre la germinación y desarrollo de las plántulas, una de ellos es el peso de la semilla, que es un indicador de la calidad fisiológica, ya que dentro de un mismo lote, las semillas livianas normalmente presentan un menor desempeño que las semillas pesadas (Martins *et al.*, 2000). En el presente estudio, la germinación de las semillas de *M. stenopetala* ocurrió entre el cuarto y octavo día y entre el séptimo y el décimo primer día, después de la siembra para semillas grandes y pequeñas respectivamente (Tabla 3). Esto coincide con lo planteado por Jahn *et al.*, (1986) de que las semillas de *M. stenopetala* germinan de los siete a los diez días después de la siembra.

Tabla 3. Efecto del tamaño de semilla de *M. stenopetala* sobre la tasa de germinación.

Tamaño de semilla	Semillas germinadas/día								Total semillas germinadas	Tasa de germinación (%)
	5	6	7	8	9	10	11	12		
Semilla grande	3	3	14	5	-	-	-	-	25	25
Semilla pequeña	-	-	4	4	6	4	4	-	22	22

La tasa de germinación durante el período de evaluación fue de 25% y 22% para las semillas grandes y pequeñas de *M. stenopetala*, respectivamente, constatando que el tamaño y peso de la semilla tiene efecto sobre la tasa de germinación, resultado que coincide con lo reportado por Bezerra *et al.* (2004), que trabajando con semillas de *M. oleifera* constato que la clasificación de la semilla por peso no afecta la tasa de germinación, teniendo las semillas pesadas y livianas similar comportamiento, esta misma expresión germinativa fue constatada por Bezerra *et al.*, (2002) al trabajar con semillas pesadas (0.78 g por semilla) y semillas pequeñas (0.55 g por semilla) de *Copaifera langsdorffii* Desf.

Sin embargo, la tasa de germinación encontrada en el presente estudio entre 22 y 25%, es baja, esto concuerda con Cufodontis (1957), que describe que la germinación de *M. stenopetala*, es pobre y relativamente complicada, ya que la semilla es muy sensible a la humedad excesiva y ataques por hongos.

Jahn *et al.*, (1986), indican que la sombra es necesaria para una óptima germinación, especialmente en climas calientes ya que la tasa de germinación de *M. stenopetala* se ve afectada considerablemente por exposición completa a la luz solar (40%) e incrementa hasta el 92% con sombra media.

Por su parte, Teketay, (1995) reporta que más que la sombra es la temperatura la que afecta la tasa de germinación y que la temperatura óptima para la germinación de las semillas de *M. stenopetala* es alrededor de los 25 C , condiciones que se logran en climas cálidos realizando un adecuado manejo de la sombra. Es importante destacar que en el presente experimento no se realizó control de sombra, lo que probablemente incidió para obtener una baja tasa de germinación.

No obstante, la clasificación de las semillas por tamaño y peso es una estrategia adecuada que se usa para tener una germinación uniforme de las semillas y potencialmente se obtienen plántulas más vigorosas y de tamaño similar (Martins *et al.*, 2000).

4.2 - Tasa de sobrevivencia

La tasa de sobrevivencia encontrada en el estudio nos indica que el 100% de las plántulas provenientes de las semillas grandes y el 90.91% procedentes de las semillas pequeñas lograron adaptarse desde la segunda hasta la novena semana de edad a las condiciones en las cuales fueron establecidas y manejadas (Tabla 4), con un porcentaje de mortalidad de 0% y 9.1%, respectivamente; según Centeno (1993), estos valores de sobrevivencia se clasifican como excelentes para el caso de las semillas grandes y muy bueno para las semillas pequeñas.

Las tasas de germinación son similares a las informadas por Toral *et al.*, (2013) y Medina *et al.*, (2007), que trabajando con *M. oleifera* (entre 95 y 100%).

Tabla 4. Efecto del tamaño de semilla de *Moringa stenopetala* sobre la tasa de sobrevivencia.

Tamaño de Semillas	Total semillas germinadas	Plántulas vivas en la semana 9	Tasa de sobrevivencia (%)
Grande	25	25	100
Pequeña	22	20	90.91

Jahn *et al.*, (1986), reportan tasa de sobrevivencia para *M. stenopetala* del 100%, similar a la encontrada en el presente estudio. Sin embargo, en un proyecto con productores de dos villas en Sudán encontró baja tasa de sobrevivencia de plántulas de *M. stenopetala* debido a la capacitación inadecuada del personal para el manejo de las plántulas y además que estas no eran lo suficientemente vigorosas y robustas.

4.3 - Diámetro basal del tallo

La variable diámetro del tallo es una característica importante para el análisis de un cultivo, ya que cuanto mayor sea su valor, la plántula será más saludable, vigorosa y robusta y tendrá mayor resistencia a arquearse o quebrarse y al ataque de plagas (Melo *et al.*, 2004)

Respecto al diámetro del tallo de plántulas de *Moringa stenopetala* en el ANDEVA realizado se encontró que existen diferencias significativas entre los tamaños de semillas estudiados (Figura 1), a partir de la primera hasta la novena semana, al realizar la comparación de medias por la prueba de tukey esta ubica a los tamaños de semillas en dos categorías estadísticamente diferentes ($P < 0.05$) en las nueve semanas estudiadas, siempre obteniendo el mayor diámetro basal las plántulas provenientes de las semillas grandes (1.6 cm) y el menor diámetro las procedentes de las semillas pequeñas (1.2 cm).

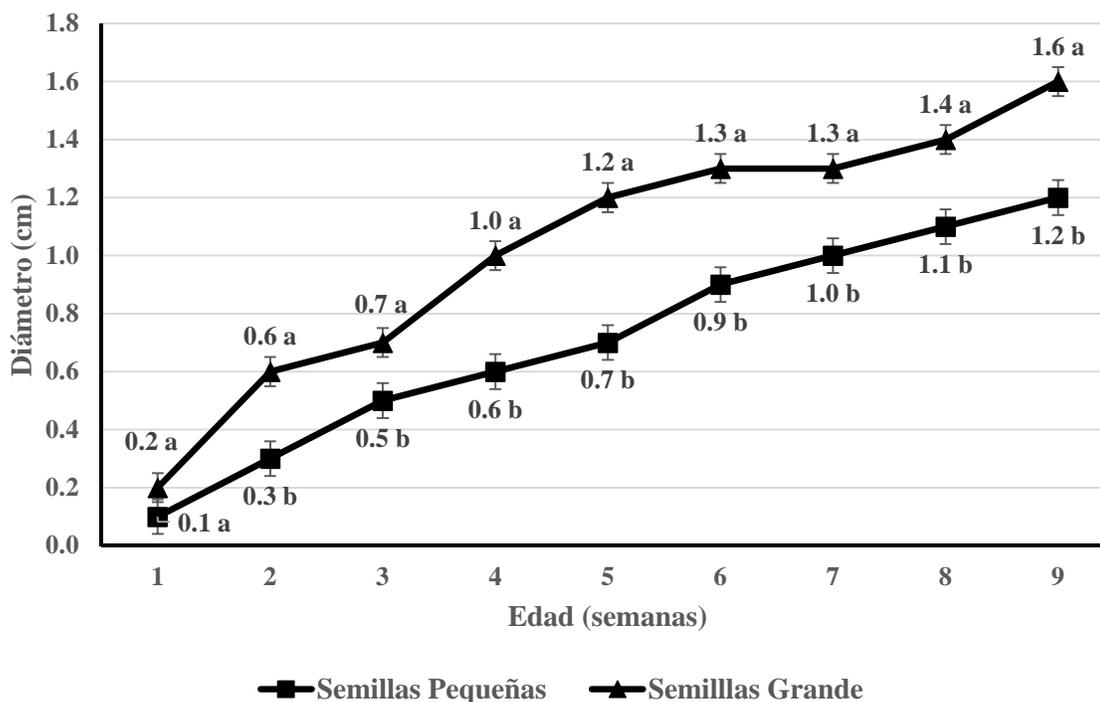


Figura 1. Efecto del tamaño de semilla de *M. stenopetala* sobre el diámetro basal (cm) del tallo de las plántulas, en sus etapas iniciales de crecimiento en vivero

Toral *et al.* (2013), Pérez (2011) y Medina *et al.* (2007) obtuvieron diámetros de tallos para *M. oleifera* de 0.45, 0.40 y 0.58 cm a los treinta y cinco, cuarenta y cuarenta y dos días de

edad, respectivamente. En este estudio *M. stenopetala* fue superior, ya que alcanzó entre la semana cinco y seis, diámetros entre 1.2 y 1.3 cm y entre 0.70 y 0.90 cm, para semillas grandes y pequeñas, respectivamente (Figura 1).

Normalmente plántulas con bajo diámetro del tallo presentan dificultad para mantenerse erectas después del trasplante, por eso esta variable es reconocida como uno de los mejores indicadores estándar de la calidad de plántulas (Moreira y Moreira, 1996). Un mayor diámetro del tallo, según Sturion y Antunes (2000) está asociado a una mayor sobrevivencia y crecimiento más acentuado del sistema radicular y de la parte aérea de la plántula después del trasplante. Esto último podría explicar la mayor tasa de sobrevivencia encontrada en el presente trabajo con plántulas procedentes de semillas grandes de *M. stenopetala*.

4.4 - Altura de plantas

En cuanto a la altura de las plántulas, hubo un crecimiento progresivo durante las nueve semanas. Los valores más altos se observaron al final de la etapa de experimentación, con 59.1 y 41 cm de altura para plántulas provenientes de semillas grandes y pequeñas, respectivamente (Figura 2).

Las plántulas procedentes de semillas grandes, expresaron un mayor desarrollo ($p < 0.05$) que las provenientes de semillas pequeñas, durante las 9 semanas de evaluación (Figura 2), esto concuerda con Martins *et al.*, (2000), que expresa que las semillas grandes y de mayor peso en una misma especie, son potencialmente más vigorosas y generan plántulas de mayor desarrollo que las semillas de menor tamaño y peso (Martins *et al.*, 2000). Bezerra *et al.*, (2004), trabajando con semillas de *M. oleifera* confirma que el tamaño y peso de las semillas, tiene una influencia directa sobre la altura de las plántulas, donde las plántulas procedentes de semillas grandes y pesadas son más vigorosas.

Carvalho y Nakagawa (2000), aseguran que en una misma especie, las semillas de mayor peso, al acumular más nutrientes durante su desarrollo, poseen embriones mejor formados y con mayor cantidad de reservas siendo por consiguiente más vigorosas, lo que le permite originar plántulas más desarrolladas, lo que puede explicar los resultados encontrados en el presente estudio.

La altura obtenida en este estudio, a las dos semanas de evaluación (19.1 cm), con las plántulas procedentes de semillas grandes de *M. stenopetala*, es superior a la altura reportada por Bezerra *et al.* 2004, en plántulas procedentes de semillas grandes de *M. oleifera* (14.9cm). No obstante, las alturas encontradas en plántulas provenientes de semillas pequeñas (13.2 cm) de *M. stenopetala*, es similar a la encontrada por Bezerra *et al.*, (2004), en plántulas de semillas pequeñas (13.1 cm) de *M. oleifera*.

Las plántulas de *M. stenopetala* procedentes tanto de semillas grandes como de pequeñas expresaron su mayor desarrollo a partir de la segunda semana (Figura 2), lo que según Bezerra *et al.*, (2004), puede estar relacionado con el principio de que las plántulas a mayor

edad tienden a desarrollar más el sistema radicular, con el fin de garantizar la posterior absorción de agua y nutrientes. Ello coincide con Medina *et al.*, (2007), que plantean que las plantas de *Moringa* (desde el inicio de su crecimiento) experimenta una tendencia acelerada debido a que desarrolla un sistema radical muy profundo, el cual hace un mayor aprovechamiento de los nutrientes del suelo y del agua disponible.

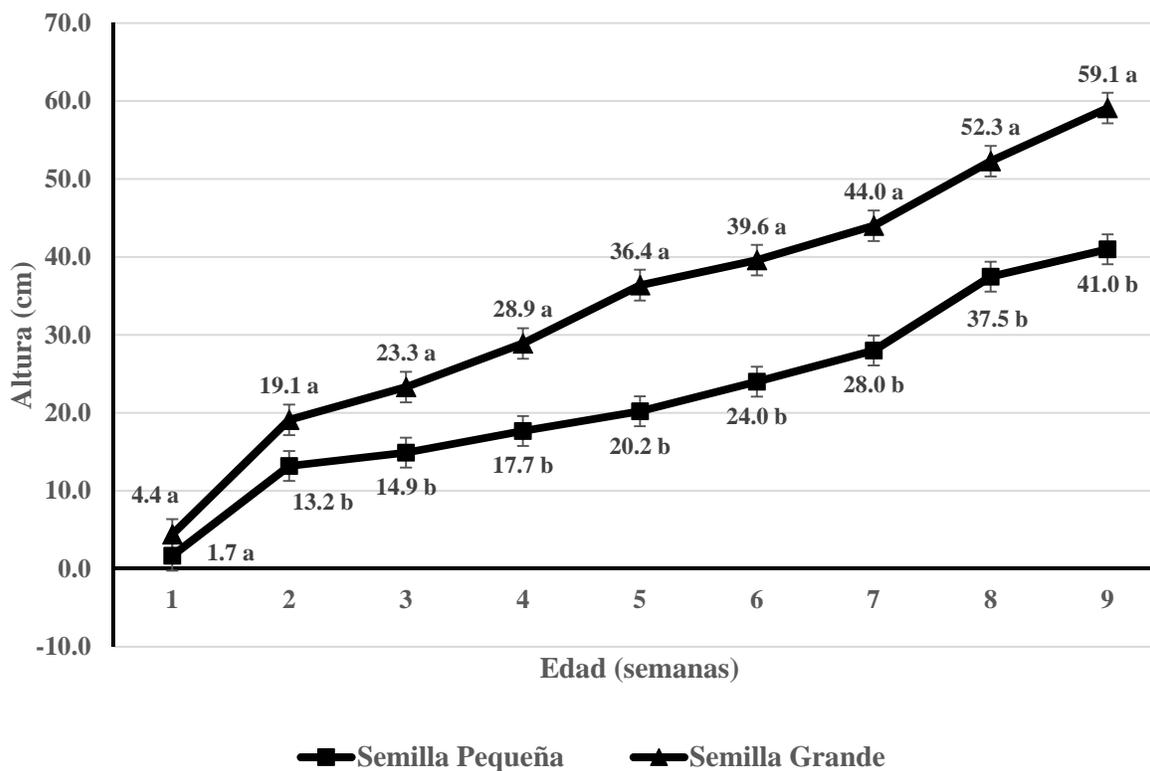


Figura 2. Efecto del tamaño de semilla de *M. stenopetala* sobre la altura de las plántulas (cm) en sus etapas iniciales de crecimiento en vivero

4.5 - Número de hojas y número de pinnas

El incremento en el número de hojas describe la necesidad de la planta de disponer de mayor área fotosintetizadora desde su etapa inicial, ya que cada hoja es un órgano especializado cuya función principal es la fotosíntesis, proceso que requiere el suministro constante de agua, energía radiante y bióxido de carbono para obtener las estructuras carbonadas básicas promotoras del desarrollo foliar (Medina *et al.*, 2010).

En el presente estudio, tanto las plántulas procedentes de semillas grandes y pequeñas de *M. stenopetala* tuvieron un aumento progresivo del número de hojas y el número de pinnas (Figura 3 y 4), durante todo el experimento y se encontró diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$) entre los tamaños de semillas para el número de hojas a partir de la semana 8 (Figura 3) y para el número de pinnas a partir de la semana 3 (Figura 4).

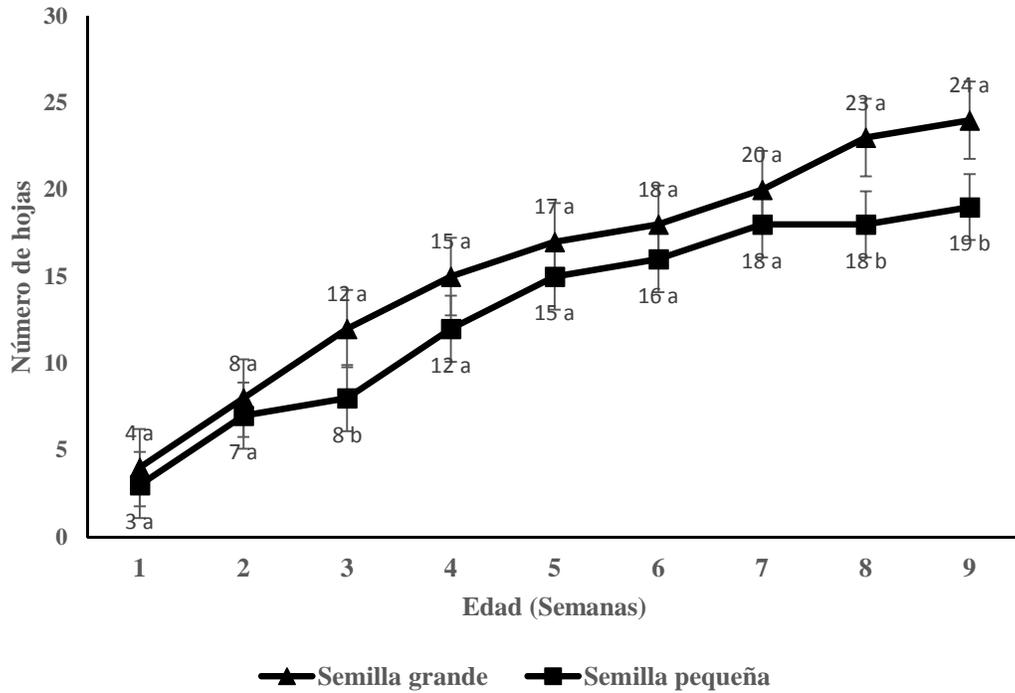


Figura 3. Efecto del tamaño de semilla de *M. stenopetala* sobre el número de hojas de las plántulas, en sus etapas iniciales de crecimiento en vivero

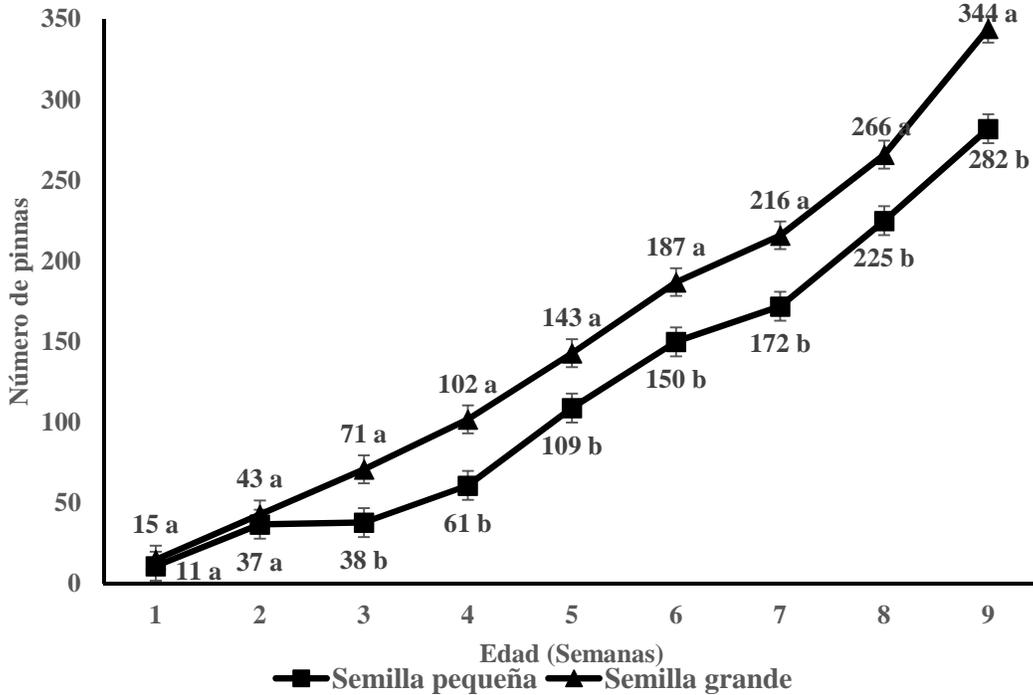


Figura 4. Efecto del tamaño de semilla de *M. stenopetala* sobre el número de pinnas de las plántulas, en sus etapas iniciales de crecimiento en vivero

El número de hojas por plántulas de *M. stenopetala*, semillas grandes (24) y pequeñas (19), son superiores a los reportados por Toral *et al.*, (2013) y Medina *et al.*, (2007), de 7 y 16 por planta de *M. oleifera* a las seis y nueve semanas de edad, respectivamente.

V - CONCLUSIONES

Con base a los resultados obtenidos en el presente estudio podemos concluir:

1. La tasa de germinación tanto de las semillas grandes (25%) como de las semillas pequeñas (22%) de *M. stenopetala* fue baja, en condiciones de vivero.
2. El tamaño de semilla tiene influencia sobre la tasa de germinación y la tasa de sobrevivencia de *M. stenopetala*, teniendo las semillas grandes (25 y 100%) mejor comportamiento en ambas variables que las semillas pequeñas (22 y 90.9%), en condiciones de vivero.
3. Las semillas grandes de *M. stenopetala* generan plántulas significativamente superiores en altura (59.1 cm), diámetro 1.6 cm), número de hojas (24) y número de pinnas (344) que las plántulas provenientes de semillas pequeñas.

VI - RECOMENDACIONES

Debido a la baja tasa de germinación de la semilla de *M. stenopetala* obtenida en el presente estudio y confirmado por otros autores, recomendamos profundizar en el estudio del comportamiento de la semilla (tasa de germinación y sobrevivencia) y raíces de las plántulas en su etapa inicial de crecimiento en vivero en función de niveles de sombra, temperatura, humedad y tipos de sustrato.

VII - BIBLIOGRAFIA

Abuye, C., Urga, K., Knapp, H., Selmar, D., Omwega, A. M. and Imungi, J. K. (2003), "A compositional study of *Moringa stenopetala* leaves", *East African Medical Journal*, Vol. 80 No. 5, 247-252

Bezerra A.M.E.; Momenté V.G.; Medeiros Filho S. (2004) Germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas de moringa (*Moringa oleífera Lam.*) em função do peso da semente e do tipo de substrato. (en línea). *Hortic. Bras.* v.22 n.2 Brasília. Consultado 20 Jun 2016. Disponible en <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362004000200026>

Bezerra, A.M.E.; Medeiros-Filho, S.; Moreira, M.G.; Moreira, F.J.C.; Alves, T.T.L. (2002) Germinação e desenvolvimento de plântulas de copaiba em função do tamanho e da imersão da semente em ácido sulfúrico. *Revista Ciência Agronômica, Fortaleza*, Vol. 33(2), p. 79-84.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. (2000). Sementes: ciência, tecnologia e produção. 4.ed. Jaboticabal: FUNEP, 588p.

Centeno; M. (1993). Inventario Nacional de Plantaciones Forestales en Nicaragua. Tesis. Universidad Nacional Agraria, Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente. .Managua, Nicaragua pàg.79.

EIAR. (2003). Importance of *Moringa stenopetala*, Ethiopian Institute of Agricultural Research, Addis Ababa. (en línea). Consultado el 25 May 2016. Disponible en: <http://www.eiar.gov.et>

Ferrao, A.M.B. and Ferrao, J.E.M., 1970. Ácidos gordos em óleo de moringueiro. *Agronomia Angolana (Luanda)* 30, pp3-16

Foidl, N., Makkar, H. P. S. and Becker, K. (2001). The potential of *Moringa oleifera* for agricultural and industrial uses. *Proceedings of the International Workshop: What Development Potential for Moringa products?* Dares Salaam, Tanzania, pp:1-20

ICRAF (2006), "*Moringa stenopetala*", (en línea). Consultado el 6 may 2016. Disponible en <http://www.worldagroforestry.org/Sea/Products/AFDbases/AF/asp/SpeciesInfo.asp>

INAFOR. (Instituto Nacional Forestal) (2006). Cartilla de viveros Forestales. (En línea). Consultado el 25 de Ene. 2016. Disponible en <http://www.inafor.gob.ni/images/documentos/BancoSemillas/Publicaciones/CARTILLA>.

INETER. (2015) Instituto Nicaragüense de estudios Territoriales. Estación Meteorológica del Aeropuerto Internacional Augusto Cesar Sandino, INETER, Managua NI. (en línea), Consultado el 8 de abr. Del 2016. Disponible en: <http://www.ineter.gob.ni/>.

Jahn, S. A., (1986). Proper use of African natural coagulants for rural water supplies: Research in the Sudan and a guide for new projects. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH, Eschborn.

Makkar, H. P. S.; Becker, K., (1997). Nutrients and antiquality factors in different morphological parts of the *Moringa oleifera* tree. J. Agric. Sci., 128 (3): 311-322

Mark EO (1998). Research on Applied Uses of *Moringa stenopetala*. FAO technical Bulletin, No. 4 (en línea) Consultado el 4 de marzo 2016. Disponible en: [http://www.starjournal.org/uploads/starjournalnew/10\(4\).pdf](http://www.starjournal.org/uploads/starjournalnew/10(4).pdf)

Martins, C.C.; Nakagawa, J.; Bovi, M.L.A.; Stanguerlim, H. (2000) Influência do peso das sementes de palmito-vermelho (*Euterpe espiroto santensis*) na percentagem e na velocidade de germinação. Revista Brasileira de Sementes, Londrina, v.22, n.1, p.147-153, 2000.

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. (en línea). Consultado el 25 Feb 2016. Disponible en: http://www.sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_ci/ZootecniaTropical/zt2502/arti/medina.htm

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

Melesse, A., Bulang, M. and Kluth, H. (2009), "Evaluating the nutritive values and in vitro degradability characteristics of leaves, seeds and seedpods from *Moringa stenopetala*", Journal of the Science of Food and Agriculture, Vol. 89, 281-297

Melo, M.G.G.; Mendonça, M.S.; Mendes, A.M.S. (2004). Análise morfológica de sementes germinação e plântulas de jatobá (*Hymenaea intermedia* var. *adenotricha* (Ducke Lu & Lang.) (Leguminosae-Caesalpinioideae). Acta Amazônica, Manaus, Vol. 34 (1), p.9-14.

Moreira, F.M.S.; Moreira, F.W. (1996). Características de germinação de 64 espécies de leguminosas florestais nativas da Amazônia em condições de viveiro. Acta Amazônica, Manaus, Vol. 26(1-2), p. 3-16.

Oliva, M; Vacalla, F; Pérez, D; Tucto, A. (2014). Manual, vivero forestal para producción de plántulas de especies forestales nativas: experiencia en Molinopampa, Amazonas – Perú. 19p (en línea). Consultado el 4 de mayo del 2016. Disponible en: <http://www.iiap.org.pe/Upload/Publicacion/PUBL1419.pdf>

Peretti, A. (1994). Manual de Análisis de semillas. Ed. Hemisferio Sur S.A., 281 Pág.

Pérez, E. (2011). Caracterización agronómica y nutricional de *Moringa oleifera* para la alimentación de bovinos en desarrollo. Trabajo de Diploma en opción al título de Ingeniero Agrónomo. Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey. Matanzas, Cuba. 62 p.

Reyes-Sánchez, N; Ledin, S; Ledin, I. (2006). Biomass production and chemical composition of *Moringa oleifera* under different management regimes in Nicaragua. Agroforestry Systems (2006) 66:231–242

Seifu, E. (2012), “Physicochemical properties of *Moringa stenopetala* (Haleko) seeds”, Journal of Biological Science, Vol. 12 No. 3, 197-201

Steinmüller, N., Sonder, K. and Kroschel, J.(2002), “Fodder tree research with *Moringa stenopetala* – a daily leafy vegetable of Konso people, Ethiopia”, (en línea). Consultado el 4 de mayo del 2016. Disponible en: <http://www.tropentag.de/2002/proceedings/node62.html>

Sturion, J.A.; Antunes, B.M.A. (2000). Produção de mudas de espécies florestais. In: Galvão, A.P.M. Reflorestamento de propriedades rurais para fins de produtivos e ambientais. Colombo: Embrapa, p. 125-150.

Teketay, D. (1995), “The effect of temperature on the germination of *M. stenopetala*, a multipurpose tree”, Tropical Ecology, Vol. 36 No. 1, 49-57

Toral, O; Reino, J; Santana, H; Cerezo, Y. (2013). Caracterización morfológica de ocho procedencias de *Moringa oleifera* (Lam.) en condiciones de vivero. Pastos y Forrajes, Vol. 36 (4), octubre-diciembre, p. 409-416

USDA (2003). United State Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service. National Soil Survey Handbook, title 430-VI, NSSH Part 622 (Exhibit 2). (en línea) Consultado el 5 de mayo del 2016. Disponible en: <http://soils.usda.gov/technical/handbook/>.

Vieira, R.D; Bittencourt, S.R.M; Panobianco M. (2003). Seed Vigour-An Important Component of Seed Quality in Brazil. International Seed Testing Association, News Bulletin No. 126 p: 21-22

VIII - ANEXOS

Anexo 1. Formato de toma de datos de sobrevivencia (conteo de plántulas emergidas en las bolsas)

Semanas	Tipos de Semilla	
	Grande	Pequeña
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		

Anexo 2. Formato de toma de datos de altura de la planta (cm) de Semilla grande y pequeñas de *Moringa stenopetala*.

Planta número	Semanas								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									

Anexo 3. Formato de toma de datos de Diámetro del tallo (cm) de Semilla grande y pequeña de *Moringa stenopetala*.

Planta número	Semanas								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									

Anexo 4. Formato de toma de datos de número de hojas (conteo visual), Semilla grande y pequeña *Moringa stenopetala*.

Planta número	Semanas								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									

Anexo 5. Formato de toma de datos de número de Pinnas (conteo visual) de semilla grande y pequeña de *Moringa stenopetala*

Planta número	Semanas								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									



Anexo 6. Germinación de *M. stenopetala* en vivero



Anexo 7. Conteo número de hojas y pinnas



Anexo 8. Medición de altura de plántulas



Anexo 9. Diámetro basal del tallo