

AGRONOMÍA

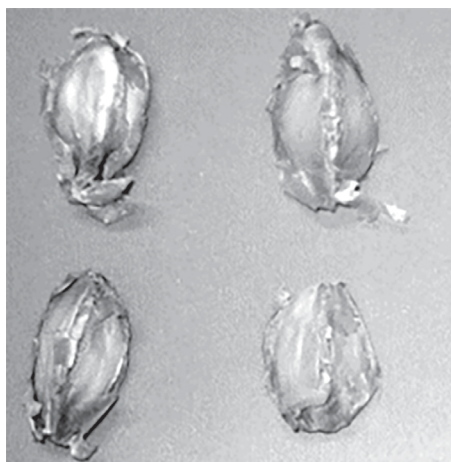
Efecto del tamaño de semilla de *Moringa stenopetala* sobre el comportamiento de plántulas en vivero

Seed size effect of *Moringa stenopetala* on seedling development in nursery

Nadir Reyes-Sánchez¹, Marcos Antonio Jiménez-Campos²

¹ PhD en Ciencia Animal, Universidad Nacional Agraria

² Ing. Agron. Zoot., Universidad Nacional Agraria



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 ecuatorial 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 semillas 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.

Palabras clave: germinación, sobrevivencia, altura, diámetro tallo, número hojas

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.

Keys word: germination rate, survival, height, stem diameter, leaves number.

Recibido: 18 de abril del 2016

Aceptado: 15 de agosto del 2016

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 ha sido estudiado en detalle y la información sobre sus usos potenciales es muy limitada. *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 (Seifu, 2014).

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 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.

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 sobre la germinación, sobrevivencia y crecimiento inicial de las plántulas en vivero.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del área experimental. El estudio se realizó en la finca Santa Rosa, propiedad de la Universidad Nacional Agraria (UNA), Municipio de Managua, localizada geográficamente a los 12° 08' 15" latitud norte, 86° 09' 36" longitud este, con una elevación de 56 msnm, temperatura me-

dia 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).

Proceso metodológico. El área de establecimiento fue seleccionada después de realizar una visita, para evaluar las condiciones del terreno, tomando en cuenta algunos criterios como: área disponible, fácil acceso, agua disponible y que esté protegido de animales (INAFOR, 2006). 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.

El 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 plántulas. El sustrato se tamizó con una zaranda para obtener suelo libre de piedras y otras impurezas. El resultado del análisis químico del suelo utilizado como sustrato en el experimento que fue realizado en el Laboratorio de Suelos y Agua de la Universidad Nacional Agraria, el que dio los siguientes resultados: N (%), 0.067, P (%), 7.51, K (%), 1.70, Ca (%), 18.5, Mg (%), 5.40, Fe (ppm), 31.84, Cu (ppm), 8.37, Mn (ppm), 11.63, y Zn (ppm), 3.32.

Las semillas se clasificaron de acuerdo al peso y tamaño (longitud y diámetro ecuatorial) 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 vernier el largo y diámetro de cada semilla individualmente. Adicionalmente de cada uno de los grupos, se tomaron 100 semillas las cuales fueron pesadas usando una balanza de precisión.

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 plántulas de daños causados por animales y se contaba con disponibilidad de agua permanente. Se utilizaron bolsas negras de polietileno con dimensiones de 20 x 30 cm, se llenaron manualmente, utilizando como sustrato suelo al 100%. Luego se trasladaron a al bancal donde se acomodaron en forma rectangular en hileras, dejando un espacio de un metro entre tratamientos (semillas grandes y pequeñas) para facilitar las actividades de manejo del vivero y la toma de datos. Previo a la siembra, se apretó la parte superior de la bolsa hasta aflojar el suelo y se realizó un riego en todas las bolsas, equivalente a 4 litros de agua por m² para garantizar la humedad necesaria para la germinación y desarrollo de las plántulas. Las semillas (una por bolsa) se depositaron en el centro de cada 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. El riego se hizo de forma manual, con una regadora, dos veces por día, (mañana y tarde) hasta los 15 días del periodo germinación, posteriormente se regó solo una vez al día hasta finalizar las nueve semanas.

Mediciones. Se emplearon un total de 200 semillas, 100 por cada tratamiento (tamaño de semilla), para determinar la tasa de germinación y de sobrevivencia. La tasa de germinación, se estableció mediante el conteo de plántulas emergidas hasta los 12 días después de la siembra, en relación a la cantidad de semillas sembradas por tratamiento y la tasa de sobrevivencia, a partir de los 12 días de la siembra, se determinó como la relación existente entre el número de plantas vivas y muertas durante la primera y la última medición. De las semillas germinadas se seleccionaron e identificaron 10 plántulas por tratamiento para monitorearlas cada 7 días, por un período de nueve semanas. Las variables evaluadas semanalmente fueron: altura de la planta (medida con regla milimetrada desde la base de la planta hasta el ápice terminal, sin estirarla), diámetro basal del tallo (medido con vernier metálico, en la base de la plántula, en la intersección del tallo con la raíz), número de hojas y número de pinnas, mediante conteo visual.

Diseño experimental y análisis estadístico de los datos. Antes de iniciar el experimento, los datos correspondientes a peso, largo y diámetro individual de las 100 semillas grandes y 100 semillas pequeñas, se sometieron a la Prueba Estadística de T para dos muestras, para determinar diferencias estadísticas entre los tratamientos en estudio. Para el experimento en vivero se utilizó un diseño completamente aleatorio (DCA), con 10 repeticiones por tratamiento. Los datos fueron procesados y analizados utilizando el programa estadístico Minitab Statistical Software Versión 16.0, realizando el cálculo de estadísticos descriptivos, análisis de varianza simple y

comparación de medias a través de la Prueba de Tukey ($p < 0.05$). Los datos relativos a tasa de germinación y tasa de sobrevivencia, no se les realizó análisis estadístico.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización física de la semilla de *Moringa stenopetala*. Las semillas de *M. stenopetala* tienen forma triangular, con tres alas, cubiertas con un tegumento grueso, esponjoso de color amarillento (figura 1). El grano sin tegumento es de forma oval, color gris blanquecino, disminuyendo su espesor desde el centro hacia los extremos a lo largo de la longitud de la semilla (figura 2). Un kg de semilla *M. stenopetala* contiene entre 1795 y 2078 semillas (EIAR, 2003).

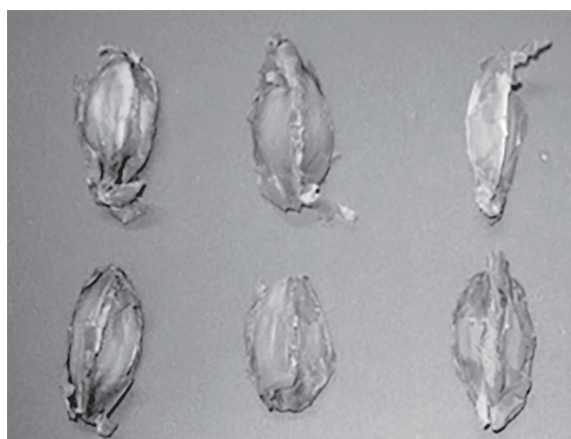


Figura 1. Semilla de *M. stenopetala* con tegumento

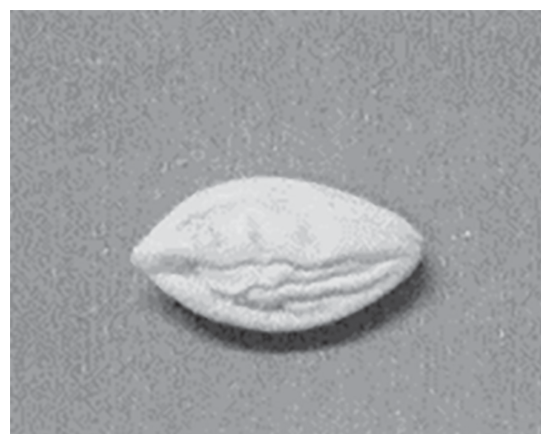


Figura 2. Semilla de *M. stenopetala* sin tegumento

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 promedio (cuadro 1).

Cuadro 1. Caracterización física de la semilla de *M. stenopetala*

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

^{ab} Valores en una misma línea seguidos de diferentes letras difieren significativamente entre sí, Tuckey ($p < 0.05$).

El peso promedio de la semilla grande de *M. stenopetala* (0.6949 g) del presente estudio es superior a los pesos promedios reportados por EIAR (2003) y Seifu (2012) con 0.5 y 0.6 g, respectivamente (cuadro 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 encontrado por EIAR (2003) de 0.5 g e inferior al logrado por Seifu (2012) de 0.6 g.

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

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* de 69.49 g y 48.96 g, para semillas grandes y pequeñas, respectivamente (cuadro 2), son superiores a los pesos promedios para 100 semillas de *M. oleifera* obtenidos por Ferrão y Ferrão (1970) y Foidl *et al.*, 2001, con 29.9 y 30.2 g, respectivamente.

Tipo de germinación de la semilla de *M. stenopetala*. 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). Los cambios fisiológicos y metabólicos que se producen en las semillas, después de la imbibición de agua, tienen como finalidad el desarrollo de la plántula. Este proceso comienza por la radícula, que es el primer órgano que emerge a través de las cubiertas. Sin embargo, en otras semillas el crecimiento comienza por el hipocótilo.

Las semillas, atendiendo a la posición de los cotiledones respecto a la superficie del sustrato, pueden diferenciarse en la forma de germinar. Así, podemos distinguir dos tipos deferentes de germinación: epigea e hipogea (Nasca de Zamora, 2008).

Las semillas de *M. stenopetala* presentan un tipo de germinación epigea. En estas plántulas denominadas epigeas (figura 3), los cotiledones emergen del suelo debido a un considerable crecimiento del hipocótilo (porción comprendida entre la radícula y el punto de inserción de los cotiledones). Posteriormente, en los cotiledones se diferencian cloroplastos, que se transforman en órganos fotosintéticos y, actúan como si fueran las primeras hojas. Finalmente, comienza el desarrollo del epicótilo, que es la porción del eje com-

prendida entre el punto de inserción de los cotiledones y las primeras hojas (Nasca de Zamora, 2008).

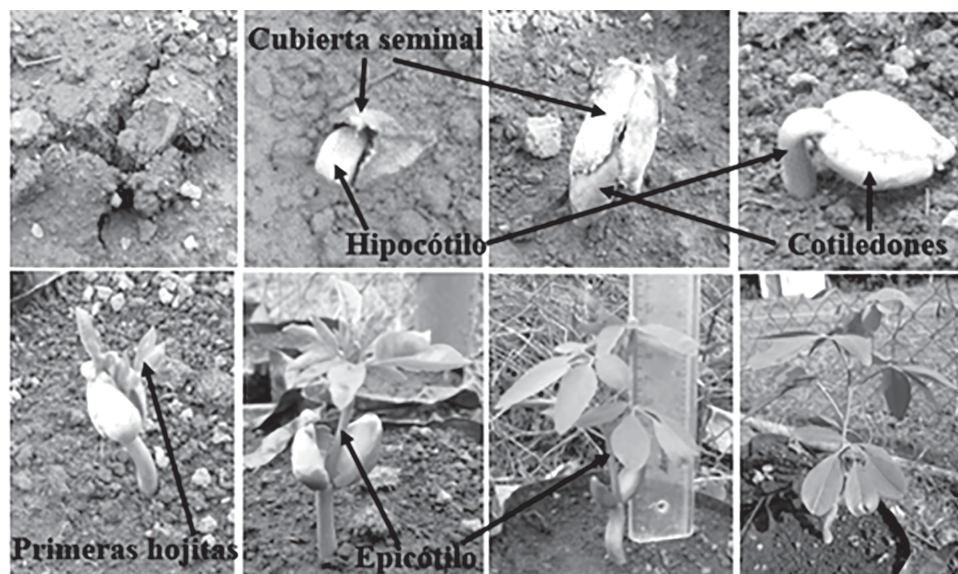


Figura 3. Germinación epigea de la semilla de *Moringa stenopetala*.

Tasa de germinación. 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 (cuadro 2). Esto coincide con lo planteado por Jahn (1986) de que las semillas de *M. stenopetala* germinan de los 7 a los 10 días después de la siembra.

Cuadro 2. Efecto del tamaño de semilla de *M. stenopetala* sobre la tasa de germinación

Tamaño de semilla	Días después de la germinación								Germinación (%)
	5	6	7	8	9	10	11	12	
Semilla grande	3	3	14	5	0	0	0	0	25
Semilla pequeña	0	0	4	4	6	4	4	0	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 (cuadro 3), constatando que el tamaño y peso de la semilla no afectó la tasa de germinación, resultado que coincide con lo reportado por Bezerra *et al.*, 2004 que trabajando con semillas de *M. oleifera* verificó 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 pequeñas (0.55 g por semilla) de *Copaiifera langsdorffii* Desf.

Sin embargo, la tasa de germinación encontrada de 22 y 25%, es considerada 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 indica 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, según Martins *et al.*, 2000, 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 obtener plántulas más vigorosas y de tamaño similar.

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, 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 trabajando con *M. oleifera* (entre 95 y 100%).

Jahn *et al.*, 1986 reporta tasa de sobrevivencia para *M. stenopetala* del 100%. 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.

Altura de plantas. En cuanto a la altura de las plántulas, hubo un crecimiento progresivo durante toda la investigación. Los valores más altos se observaron al final de la etapa de experimentación a las 9 semanas de edad, con 59.1 y 41 cm de altura para plántulas provenientes de semillas grandes y pequeñas, respectivamente (figura 4).

Las plántulas procedentes de semillas grandes, expresaron un mayor desarrollo ($p < 0.05$) que las provenientes de semillas pequeñas, a partir de la segunda de evaluación (figura 4), 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. 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.

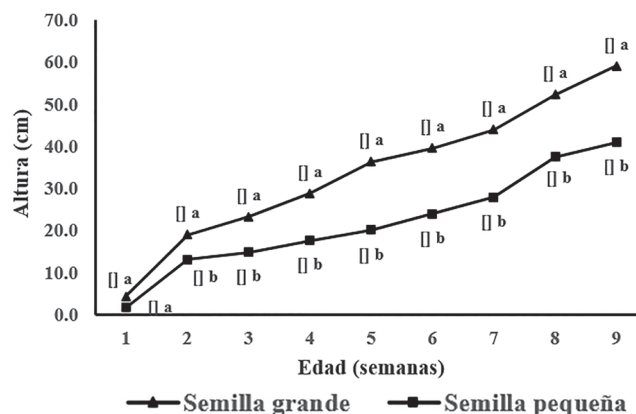


Figura 4. Efecto del tamaño de semilla de *M. stenopetala* sobre la altura de las plántulas (cm) en sus etapas iniciales de crecimiento en vivero.

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, a las dos semanas de evaluación (19.1 cm), con las plántulas procedentes de semillas grandes de *M. stenopetala* (figura 4), 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 de plántulas provenientes de semillas pequeñas (13.2 cm) de *M. stenopetala*, a las dos semanas, son similares a plántulas de semillas pequeñas (13.1 cm) de *M. oleifera* (Bezerra *et al.*, 2004), a la misma edad.

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 nutrimentos del suelo y del agua disponible.

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 *M. stenopetala* se encontró que existen diferencias significativas ($P < 0.05\%$) entre los tamaños de semillas estudiados (figura 5), a partir de la segunda hasta la novena semana, 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).

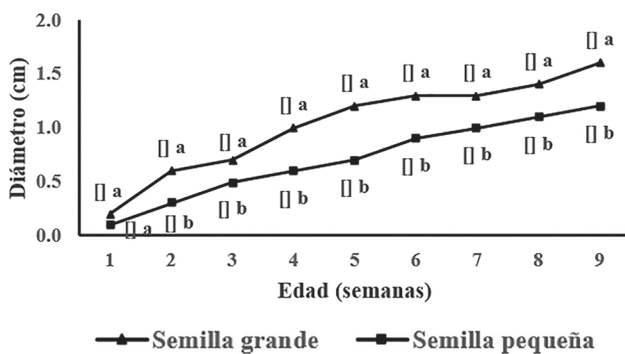


Figura 5. Efecto del tamaño de semilla de *M. stenopetala* sobre el diámetro basal (cm) del tallo de las plántulas, en sus etapas iniciales de crecimiento en vivero.

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 35, 40 y 42 días de edad, respectivamente. En ese estudio *M. stenopetala* fue superior, ya que alcanzó entre la semana 5 y 6, diámetros entre 1.2 y 1.3 cm y entre 0.70 y 0.90 cm, para semillas grandes y pequeñas, respectivamente (figura 5)

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*.

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 para fotosíntesis 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 6 y 7), 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 6) y para el número de pinnas a partir de la semana 3 (figura 7).

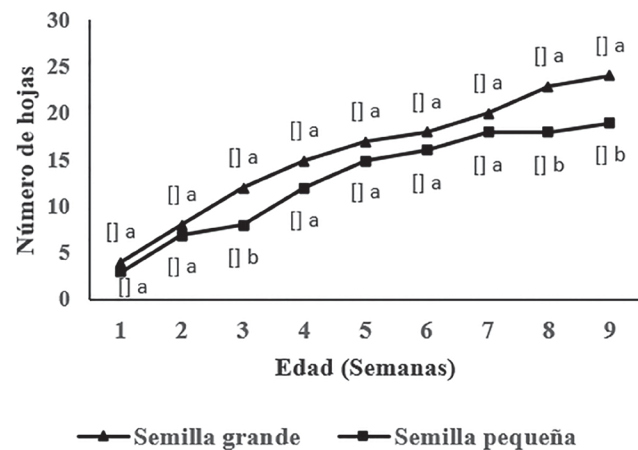


Figura 6. Efecto del tamaño de semilla de *M. stenopetala* sobre el número de hojas de las plántulas, en sus etapas iniciales de crecimiento en vivero.

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 hojas por planta de *M. oleifera* a las 6 y 9 semanas de edad, respectivamente.

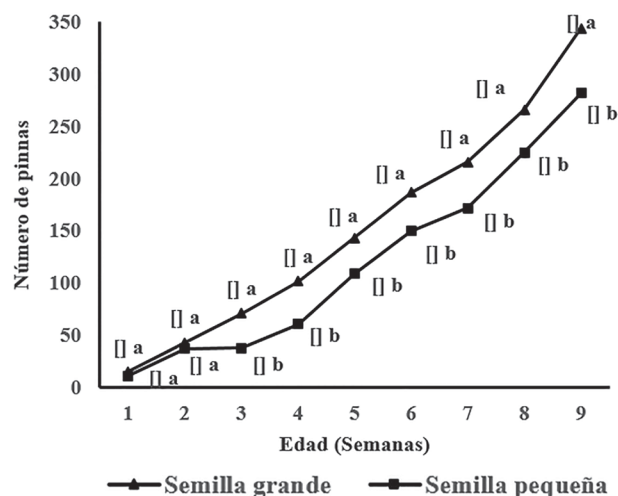


Figura 7. Efecto del tamaño de semilla de *M. stenopetala* sobre el número de pinnas de las plántulas, en sus etapas iniciales de crecimiento en vivero.

CONCLUSIONES

En *M. stenopetala*, el tamaño de semilla tiene influencia sobre la tasa de germinación y la tasa de sobrevivencia en condiciones de viveros, teniendo las semillas grandes (25 y 100%) mejor comportamiento que las semillas pequeñas (22 y 90.9%). No obstante, la tasa de germinación en ambos casos fue baja. 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. 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) en su etapa inicial de crecimiento en vivero en función de niveles de sombra, temperatura, humedad y tipos de sustratos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abuye, C; Urga, K; Knapp, H; Selmar, D; Omwega, A.M; Imungi, J.K. 2003. A compositional study of *Moringa stenopetala* leaves. East African Medical Journal, 80 (5): 247-252.

Bezerra, A.M.E; Momenté, V.G; Medeiros Filho, S. 2004. Germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas de moringa (*Moringa oleifera* Lam.) em função do peso da semente e do tipo de substrato. Horticultura Brasileira, Brasília, 22 (2): 295-299.

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, 33 (2): 79-84.

Carvalho, N.M; Nakagawa, J. 2000. Sementes: Ciência, tecnologia e produção. 4ª Ed. Jaboticabal: FUNEP. 588 p.

Centeno, M. 1993. Inventario Nacional de Plantaciones Forestales en Nicaragua (en línea). Tesis Ing. Forestal. Managua, NI. Universidad Nacional Agraria. 85 p. Consultado 26 mar. 2016. Disponible en <http://repositorio.una.edu.ni/8771/1/tnk10c397.pdf>

Cufodontis, G. 1957. *Moringa stenopetala* (en línea). Senckenbergiana Biologica 38: 407. Consultado 6 jun. 2015. Disponible en http://www.ecured.cu/index.php/Moringa_stenopetala

EIAR, 2003. Importance of *Moringa stenopetala* (en línea). Ethiopian Institute of Agricultural Research. Consultado 15 dic. 2015. Disponible en <http://www.eiar.gov.et>.

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

Ferrão, A.M; Ferrão, J.E. 1970. Ácidos gordos em óleo de Moringueiro (*Moringa oleifera* Lam.). Agronomia Angolana, 8: 3-16.

Foidl N; Makkar H.P.S; Becker K. 2001. The potential of *Moringa oleifera* for agricultural and industrial uses. In: Proceedings of International Workshop What development potential for Moringa products? Dar Es Salaam, Tanzania. Consultado 25 mar. 2016. Disponible en: http://www.moringanews.org/actes/foild_en.doc.

INAFOR. 2006. Cartilla de viveros Forestales (en línea). Consultado 25 ene. Disponible en <http://www.inafor.gob.ni/images/documentos/BancoSemillas/Publicaciones/CARTILLA>.

INETER. 2015. Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales. Dirección General de Meteorología. Resumen Meteorológico Anual. Managua NI. 2 p.

ISTA. 2005. Activity Report 2005 of the International Seed Testing Association. International Seed Testing Association (en línea). Zurichstrasse 50, P.O. Box 308 8303 Bassersdorf, CH-Switzerland. 84 p. Consultado 25 mar. 2016. Disponible en: <https://www.seedtest.org/upload/cms/user/03Int-M-D200603ActivityReport20051.pdf>

Jahn, S.A.A. 1986: Proper use of African natural coagulants for rural water supplies: Research in the Sudan and a guide to new projects (en línea). Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH, Eschborn. GTZ Manual No. 191. Consultado 25 mar. 2016 Disponible en www.cabdirect.org/abstracts/19880621780.html

Jahn, S.A.A; Musnad, H.A; Burgstaller, H. 1986. The tree that purifies water: Cultivating multipurpose Moringaceae in Sudan. Unasylva, 152: 1-6

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, E.O. 1998. Research on applied uses of *Moringa stenopetala* (en línea). FAO Technical Bulletin, No. 4 Consultado 4 mar. 2016. Disponible en: [http://www.starjournal.org/uploads/starjournalnew/10\(4\).pdf](http://www.starjournal.org/uploads/starjournalnew/10(4).pdf)

- Martins, C.C; Nakawa, 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, 22 (1): 147-153.
- Medina, G.M; García, D; Tyrone, C; Manuel, R.I. 2007. Estudio comparativo de *Moringa oleifera* y *Leucaena leucocephala* durante la germinación y la etapa inicial de crecimiento (en línea). Zootecnia Tropical, 25 (2): 93-99. Consultado oct. 2015. Disponible en: http://www.sian.inia.gov.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; 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, 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, 34 (1): 9-14.
- Nasca de Zamora, P. 2008. Botánica General y Morfología de las Plantas Vasculares (en línea). Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Agronomía y Zootecnia. 18 p. Consultado 25 mar. 2016. Disponible en: ecaths1.s3.amazonaws.com/plantas/1007765379.Semilla%202008.pdf
- 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, 26 (1-2): 3-16.
- Peretti, A. 1994. Manual de Análises de sementes. Ed. Hemisfério Sur S.A. 281 p.
- Pérez, E. 2011. Caracterización agronómica y nutricional de *Moringa oleifera* para la alimentación de bovinos en desarrollo. Tesis Ing. Agrónomo. Matanzas, Cuba. Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey. 62 p.
- Seifu, E. 2012. Physicochemical properties of *Moringa stenopetala* (Haleko) seeds. Journal of Biological Science, 12 (3): 197-201
- Seifu, E. 2014. Actual and potential applications of *Moringa stenopetala*, underutilized indigenous vegetable of southern ethiopia: A Review. International Journal of Agricultural and Food Research, 3 (4): 8-19
- Steinmüller, N; Sonder, K; Kroschel, J. 2002. Fodder tree research with *Moringa stenopetala* –a daily leafy vegetable of Konso people, Ethiopia (en línea). Consultado 29 may. 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: Reflorestamento de propriedades rurais para fins de produtivos e ambientais. Ed. Galvão, A.P.M. Colombo: Embrapa, Brasil, p. 125-150.
- Teketay, D. 1995. The effect of temperature on the germination of *M. stenopetala*, a multipurpose tree. Tropical Ecology, 36 (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, 36 (4): 409-416
- 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.