



Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible"

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente
Facultad de Agronomía

Trabajo de Graduación

Germinación de la semilla de marango (*Moringa oleifera* Lam.) a diferentes edades y aplicación de tratamientos pre-germinativos

Autoras:

Bra. Jeydi Aleyda Salgado Canales
Bra. Marling Daniela Salgado Canales

Asesores:

Ing. Álvaro Noguera Talavera
Dr. Víctor Aguilar Bustamante

Managua, Nicaragua
Enero, 2017



Universidad Nacional Agraria
Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente
Facultad de Agronomía

Trabajo de graduación

Germinación de la semilla de marango (*Moringa oleífera* Lam.) a diferentes edades y aplicación de tratamientos pre-germinativos

Autoras:

Bra. Jeydi Aleyda Salgado Canales
Bra. Marling Daniela Salgado Canales

Asesores:

Ing. Álvaro Noguera Talavera
Dr. Víctor Aguilar Bustamante

Presentada ante el honorable tribunal examinador como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Forestal e Ingeniero en Sistemas de Protección Agrícola y Forestal, respectivamente

Managua, Nicaragua
Enero, 2017



Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible"

Universidad Nacional Agraria
Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente
Facultad de Agronomía

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable tribunal examinador designado por la Decanatura de la Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente y Facultad de Agronomía, como requisito parcial para optar al título profesional Ingeniero Forestal e Ingeniero en Sistemas de Protección Agrícola y Forestal

Miembros del tribunal examinador

Msc. Francisco Reyes Flores
Presidente

Msc. Lucía Romero
Secretaria

Ing. Arnoldo Rodríguez
Vocal

Managua, Nicaragua
Enero, 2017

ÍNDICE DE CONTENIDO

Sección	Página
Dedicatoria	I
Dedicatoria	Ii
Agradecimiento	Iii
Índice de cuadros	Iv
Índice de figuras	V
Índice de anexos	Vi
Resumen	Vii
Abstract	Viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo general	3
2.2 Objetivos específicos	3
III. MATERIALES Y MÉTODOS	4
3.1. Ubicación del área de estudio	4
3.1.1. Clima y suelo del área en estudio	4
3.1.2. Descripción de la especie de Moringa oleífera Lam	4
3.2. Metodología para realizar el trabajo	5
3.2.1. Origen y manejo de la semilla utilizada en los ensayos	5
3.2.1.1. Selección del sitio y preparación del bancal	6
3.2.2. Sustrato, llenado de bolsas, siembra y riego	6
3.2.3. Descripción de los tratamientos pre germinativos	7
3.2.4. Factor 1: Tratamientos pre germinativos	7
3.2.5. Importancia y Preparación del extracto foliar de marango como tratamiento pre germinativo	8
3.2.6. Factor 2: edad de la semilla	8
3.3. Diseño experimental	9
3.4. Parámetros evaluados como indicadores de la fisiología de la semilla	9
3.4.1. Porcentaje de germinación	10
3.4.2. La energía de germinación	10
3.4.3. Pruebas de vigor de la semilla de marango	11
3.4.4. Altura de la planta	11
3.5. Procesamiento y análisis de la información	12
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	13
4.1. Cambios en el potencial de germinación de la semilla de marango	13
4.1.2. Porcentaje de germinación por tratamiento	13

4.1.3.	Germinación diaria por efecto de los tratamientos pre germinativos	14
4.2.	Parámetros medidos	15
4.2.1.	Energía de germinación por tratamiento	16
4.2.2.	Pruebas de vigor de la semilla de marango	17
4.3.	Efecto de la utilización de tratamientos pre germinativos sobre la altura total de plántulas de marango en vivero	18
4.4.	Relación entre la edad de la semilla sobre la altura de las plántulas de marango	19
V. CONCLUSIONES		21
VI. RECOMENDACION		22
VII. LITERATURA CITADA		23
VIII. ANEXOS		27

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios y a la Virgen de Guadalupe, por darme la oportunidad de vivir, por acompañarme en cada paso que doy, por darme fuerzas, sabiduría e inteligencia, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente en la realización de este documento.

A mis padres Valentín Salgado Pérez y Manuela de Jesús Canales Rivera, por ser pilares fundamentales en todo lo que soy, quienes con todo su esfuerzo, voluntad y sacrificio hicieron realidad parte de mis sueños y los suyos, personas que amo y valoro con todo mi corazón, por hacerse cargo de una responsabilidad tan grande tanto en mi formación profesional y en la vida, con quienes tengo una deuda impagable.

A mis hermanos y hermanas por estar siempre conmigo ayudándome, dándome ánimos para avanzar, por su comprensión y cariño.

De una manera muy especial a mi compañera y hermana de tesis Marling Daniela Salgado Canales, que ha puesto todo su empeño y apoyo para la culminación de este documento.

A mi hermano Jaime Lenin Salgado Canales por estar siempre conmigo apoyándome moralmente y económicamente desde el inicio de mis estudios.

Bra. Jeydi Aleyda Salgado Canales

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios todo poderoso y a la virgencita de Guadalupe, por darme la oportunidad de vivir, por guiar mis pasos y acompañarme en cada momento de mi vida, por darme fuerzas, sabiduría e inteligencia, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente en la realización y culminación de este documento.

A mis padres Valentín Salgado Pérez y Manuela de Jesús Canales Rivera, por ser pilares fundamentales en todo lo que soy y en todo momento, quienes con todo su esfuerzo, empeño, voluntad y sacrificio hicieron realidad mi sueño y los suyos de ser una profesional, personas que amo y valoro con todo mi corazón, por hacerse cargo de una responsabilidad tan grande, tanto en mi formación profesional y en la vida, con quienes tengo una deuda impagable.

A todos mis hermanos y hermanas por brindarme su apoyo incondicional y moralmente y en especial a mi hermano Jaime Lenin Salgado Canales por brindarme su apoyo económicamente en la trayectoria de mi formación.

Bra. Marling Daniela Salgado Canales

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos de manera infinita a DIOS por brindarnos sabiduría, inteligencia, paciencia, deseo y voluntad de superación para poder completar el trayecto de nuestro trabajo de graduación.

Y de manera muy especial;

A nuestros asesores Ing. Álvaro Noguera Talavera, Dr. Víctor Aguilar Bustamante, por el tiempo, disposición, paciencia, por compartir sus conocimientos y contribuir con los objetivos propuestos para la culminación de nuestro proyecto.

Agradecemos a la Universidad Nacional Agraria (UNA) por darnos la oportunidad de formarnos como profesionales, a nuestros docentes por ser nuestros guías de la enseñanza.

A nuestros Compañeros de clase por compartir cada día la sabiduría, tristezas y alegrías y el apoyo moral.

Y de una manera muy especial le agradecemos profundamente a nuestro gran amigo y hermano Sean Vicente Rawson por brindarnos su apoyo incondicional.

Y a todas aquellas personas que nos brindaron su apoyo de una u otra manera *MUCHAS GRACIAS*.

Bra. Jeydi Aleyda Salgado Canales
Bra. Marling Daniela Salgado Canales

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Pagina
1. Descripción de los tratamientos pre germinativos aplicado a la semilla de marango	7
2. Parámetros fisiológicos medidos como parte del proceso de germinación de las semillas de marango	16

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Pagina
1.	Diseño de campo del ensayo de germinación de semillas de <i>Moringa oleifera</i>	6
2.	Porcentaje de germinación de marango por tratamientos pre germinativos	13
3.	Germinaciones diarias de marango por tipo de tratamientos pre germinativos	15
4.	Altura de plántulas de marango por efecto de los tratamientos pre-germinativos	19
5.	Altura de plántulas de <i>M.oleifera</i> por tratamiento pre germinativo en vivero	20

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo	Pagina
1. Formato de ensayo de germinación (Adaptado de FAO, 1991)	27
2. Número de semillas germinadas por día para cada tratamiento en estudio	27
3. Análisis de varianza y separación de medias para el efecto de los tratamientos sobre la variable altura	28

RESUMEN

En la Universidad Nacional Agraria, se llevó a cabo un estudio con la finalidad de evaluar la influencia de la edad y tratamientos pre germinativos sobre el potencial de germinación y altura de plantas de marango. Se utilizó un diseño completamente aleatorio (DCA), con cinco tratamientos y cinco repeticiones, los tratamientos pre germinativos aplicados fueron inmersión en agua a temperatura ambiente por 24 horas y 48 horas, inmersión en extracto foliar de hojas de marango por 24 y 48 horas y plantas testigo. Las variables tomadas fueron número de germinaciones diarias por tratamiento y altura de planta, determinándose por medio de estas los parámetros: porcentaje de germinación, energía de germinación y pruebas de vigor como índice de velocidad de germinación (IVG) y el tiempo medio de germinación máxima (TMG). De las semillas tratadas se obtuvo un porcentaje de germinación de 63.5%, mientras que de las semillas sin tratamiento se registró un 67.8%, determinándose diferencias estadísticas altamente significativas ($p=0.0007$); por tratamiento, el mayor porcentaje de germinación correspondió a la inmersión en agua a temperatura ambiente por 24 horas (88%). La mayor energía de germinación se dio en el tratamiento inmersión en agua por 24 horas e inmersión en extracto por 48 horas. El testigo obtuvo la altura máxima con 22.2 cm, seguido el tratamiento inmersión en agua por 48 horas (21.5 cm), no mostrando efecto de los tratamientos pre germinativos en la altura de las plántulas al registrarse diferencias altamente significativas ($p=0.0001$).

Palabras clave: Germinación, marango, tratamientos pre germinativos, altura, semillas.

ABSTRACT

In the National Agrarian University, he conducted a study in order to evaluate the influence of age and pre germinative treatments on germination potential and moringa plant height. A completely randomized design (DCA) was used, with five treatments and five repetitions, the pre treatments applied germinal were immersed in water at room temperature for 24 hours and 48 hours' immersion in leaf extract moringa leaves for 24 and 48 hours and control plants. The variables taken were daily number of seedlings per treatment and plant height, determined by these parameters: germination percentage, germination energy and vigor tests as an index of germination rate (IVG) and the mean time of maximum germination (TMG). Treated seeds a germination rate of 63.5% was obtained, while untreated seeds 67.8% was recorded, highly significant statistical differences determined ($p = 0.0007$); for treatment, the highest percentage of germination corresponded to the immersion in water at room temperature for 24 hours (88%). Most germination energy was in the treatment immersion in water for 24 hours and immersion in extract for 48 hours. The witness obtained the maximum height 22.2 cm followed by immersion in water treatment for 48 hours (21.5 cm) showing no effect of treatments on pre germinating seedling height when registering highly significant difference ($p = 0.0001$).

Keywords: Germination, moringa, pre germinal treatments, height, seed.

I. INTRODUCCIÓN

Frente a la tendencia actual de pérdida de la biodiversidad, búsqueda de cultivos resistentes con altos rendimientos, la propagación de plantas por semillas contribuye no solo al mantenimiento de la variabilidad, sino también a su incremento, por lo cual es motivo de numerosas investigaciones (Ulian *et al.*, 2008).

La germinación se define como el surgimiento y desarrollo, a partir del embrión de la semilla, de las estructuras esenciales que indican la capacidad de la semilla para producir una planta normal en condiciones favorables (FAO, 1991).

La semilla es un componente vital de la dieta de los animales y de los hombres (función alimenticia); así como para el establecimiento de áreas de producción (función reproductiva), por tanto, no es sorprendente que los estudios de biología de la semilla sean unos de los más investigados dentro del campo de la fisiología de las plantas (Larringan *et al.*, 2010).

En el ámbito mundial los estudios de semilla se enmarcan fundamentalmente en los siguientes temas de investigación: determinación de procesos bioquímicos-fisiológicos que involucran a los procesos de germinación, dormancia y envejecimiento seminal; estudios de eco fisiología de la germinación; y aplicación de tratamientos pre germinativos que brinden soluciones prácticas y rápidas para eliminar la dormancia e incrementar y sincronizar la germinación y establecimiento de plántulas (Larringan *et al.*, 2010).

El conocimiento de los tratamientos pre germinativos específicos resulta de interés en la producción de plantas a través de semilla (Valdivia *et al.*, 2010). Los tratamientos pre germinativos son todos aquellos procedimientos necesarios para romper la latencia de la semilla, esto es, el estado en que se encuentra alguna semilla tal que, estando viva, no son capaces para germinar sino hasta que las condiciones sean adecuadas (INTA, 2002).

El interés sobre el estudio del Marango (*Moringa oleífera* Lam.) se ha manifestado en diversas regiones del mundo donde existen problemas de nutrición de la población. En muchas de ellas, como en Asia y África (Alfaro y Martínez 2008), y recientemente en países de América Latina, se promueve el consumo de hojas, semillas y otras estructuras de la planta como fuente de diversos nutrientes para solucionar problemas alimentarios-nutricionales; mientras otros usos están relacionados a alimentación animal y transformación industrial (Reyes *et al.*, 2004) citados por Pascua, 2014.

Una característica de marango que podría constituirse en un problema, y que por tanto; justifica este estudio, es el hecho que producto del contenido de aceite en su semilla, esta especie presenta una reducción en los porcentajes de germinación cuando la semilla utilizada para siembra tiene más de 2 a 4 meses, pudiendo citar como ejemplo los trabajos realizados por Sharma y Raina, (1982), Santos *et al.*, (2011) y Nouman *et al.*, (2012) en los que se ha tratado el problema a través de la aplicación de tratamientos pre germinativos; que a la vez influyen en ciertos parámetros morfológicos de calidad de las plántulas.

El presente estudio tuvo como propósito determinar la relación entre la edad de la semilla y su potencial de germinación; así como las posibilidades de mejorar la fisiología de la germinación a través de la aplicación de tratamientos pre germinativo; y el efecto de estos sobre la altura de plantas como indicador de calidad.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

- ❖ Evaluar el efecto de tratamientos pre germinativos y edad de la semilla sobre el potencial de germinación; y altura de plantas de marango para generar conocimientos sobre su manejo y almacenamiento.

2.2. Objetivos específicos

- ❖ Determinar cambios en el potencial de germinación de la semilla de marango a partir de la edad.
- ❖ Inferir en la influencia de los tratamientos pre germinativos sobre el potencial de germinación.
- ❖ Identificar el efecto de la utilización de tratamientos pre germinativo sobre la altura de plántulas de marango en vivero.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del área de estudio

El ensayo se estableció en el vivero de la Facultad de Recursos Naturales (FARENA) de la Universidad Nacional Agraria (UNA) ubicada en el km 12 ½ carretera norte, municipio de Managua. Esta zona está localizada en el litoral central del pacífico entre las coordenadas geográficas de 12° 08' latitud norte y 86° 10' de longitud oeste, a una altura de 56 msnm (INETER, 2002).

3.1.1. Clima y suelo del área de estudio

Las condiciones climáticas del área experimental corresponden a una zona de vida ecológica de bosque tropical seco, temperatura media anual de 27°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 es de 1264.2 mm (INETER, 2006).

3.1.2. Descripción de la especie de *Moringa oleifera* Lam

El Marango es un árbol pequeño y frondoso, de rápido crecimiento en el establecimiento (2-8 meses), resistente a la sequía, presenta favorable respuesta a suelos ácidos y alcalinos, alta producción de biomasa entre 15 a 24 ton MS ha⁻¹ año⁻¹ (Reyes, 2004).

Las hojas son compuestas y están dispuestas en grupos de folíolos con 5 pares de estos acomodados sobre el pecíolo principal y un folíolo en la parte terminal. En los folíolos tiene láminas foliares ovaladas de 200 mm de área foliar organizadas frontalmente entre ellas en grupos de 5 a 6 (Falasca y Bernabé, 2008) Citado por Pérez *et al* 2010. Las hojas compuestas son alternas bipinadas o más comúnmente tripinadas (Rolof *et al.*, 2009) con una longitud total de 30 a 70 centímetros.

El fruto es una silicua trilobada (Rolof *et al.*, 2009), muy parecida a la legumbre, pero de sección triangular. Las flores, blanco-amarillentas y bisexuales, nacen en inflorescencias racimosas en el extremo de las ramas nuevas (Pérez, 2010).

Aspectos relativos a la semilla de la especie *Moringa oleifera*

Semilla es la manera más común y apropiada de sembrarla de forma directa en el terreno preparado. El peso promedio de cada semilla es de 0.3-0.4 g, por lo tanto, hay unas 3000 semillas por kilogramo. La viabilidad en general depende del grado de fertilidad de los árboles productores y del momento de cosecha, el poder germinativo es de 99.5% y la vigorosidad es de 99% (Reyes, 2004). Las semillas son de forma redonda y de color castaño oscuro con 3 alas blanquecinas. Se llegan a producir de 15000 a 25000 semillas por árbol y por año (Foidl *et al.*, 1999).

Las semillas cuentan con un 35% de aceite de muy alta calidad, poco viscoso y dulce, con un 73% de ácido oleico, siendo de similar calidad que el aceite de oliva, así como también se emplean en la depuración y purificación de aguas fluviales y aguas turbias; entre otros usos como forraje, árbol melífero y usos medicinales (Bioplanet, 2011).

3.2. Metodología para realizar el trabajo

3.2.1. Origen y manejo de la semilla utilizada en los ensayos

La semilla evaluada en este trabajo corresponde a un lote de semilla acriollada obtenida de un lote de plantación del Proyecto MARANGO en la Facultad de Ciencia Animal (FACA). La cosecha de la semilla se dio en el mes de mayo del 2014. Las semillas en cada ensayo pertenecían al mismo lote, y se fue extrayendo de manera secuencial según la edad que se evaluaba.

Una vez cosechada la semilla, el manejo consistió en secado artesanal, es decir se dejó al sol por un periodo de cuatro días hasta obtener una humedad de 12 a 13% (para evitar problemas de incidencia de hongos o germinación durante el almacenamiento), para luego ser almacenada en sacos en una bodega a temperatura ambiente de entre 26 a 30 °C, y humedad relativa de 45 a 50%.

3.2.1.1. Selección del sitio y preparación de bancal

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 en verano y protegido de animales, según sugiere INAFOR, (2015).

Antes de la preparación del bancal se realizó una limpieza de las malezas existentes en el terreno y nivelación del terreno, seguidamente se midió y se diseñó el bancal dándole las siguientes dimensiones: 2 m de largo x 1 m de ancho presentado de forma rectangular con una profundidad de 8 cm en el suelo, con el objetivo de acomodar las bolsas y orientación de este a oeste.

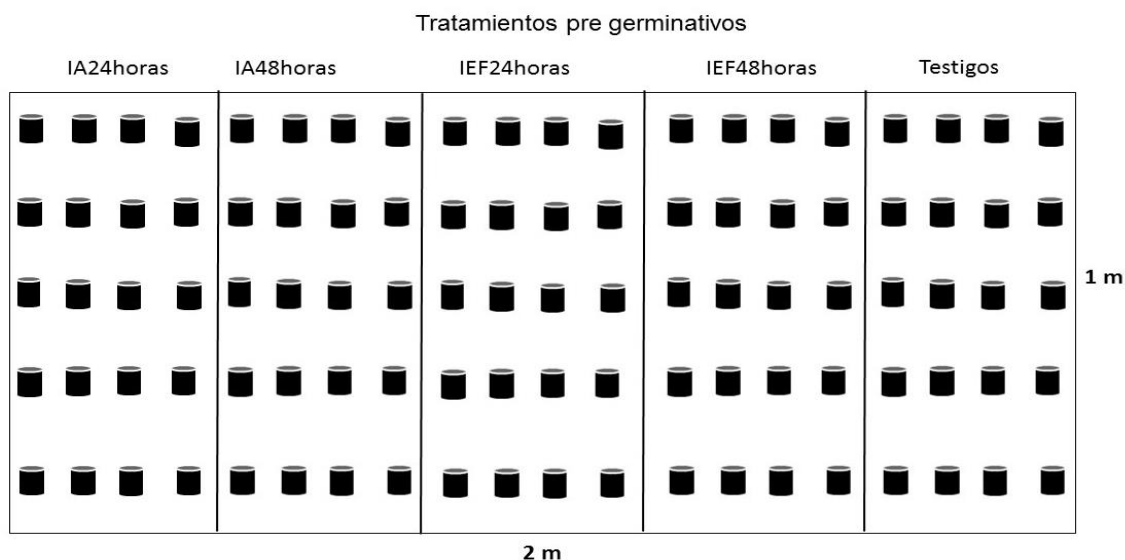


Figura 1. Diseño de campo del ensayo de germinación de semillas de *Moringa oleifera*

3.2.2. Sustrato, llenado de bolsas, siembra y riego

El sustrato correspondió a suelo, el que primeramente fue colado para ser utilizado. Se utilizaron bolsas de polietileno negro de 2 x 8 pulgadas, cada ensayo estaba compuesto de cinco bloques y cada bloque por 20 bolsas; el llenado se hizo manualmente con la utilización de un vaso plástico que facilitó la operación, y finalmente las bolsas fueron acomodadas en el bancal, previamente diseñado.

En cada bolsa se colocaron 2 semillas previamente seleccionadas, libres de materias extrañas, de daños físicos y de microorganismos, siendo la observación del aspecto de la semilla el método para la selección.

Una vez realizada la siembra, el ensayo recibió riego diario en horas de la mañana y por la tarde para mantener la humedad necesaria para la germinación y el desarrollo de las nuevas plántulas.

3.2.3. Descripción de los tratamientos pre germinativos

3.2.4. Factor 1: Tratamientos pre germinativos

En el cuadro 1, se presenta la descripción de cada uno de los tratamientos pre germinativos y los elementos de interés en la aplicación de estos. Se hace énfasis en los tiempos de inmersión y componentes; así como en los niveles determinados en el diseño estadístico.

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos pre germinativos aplicado a las semillas de marango.

Tratamientos	Nivel	Nivel 1	Nivel 2	Descripción
		Sustrato	Tiempo (horas)	
1	a1b1	Agua	24	Inmersión en agua destilada a temperatura ambiente por 24hrs
2	a1b2	Agua	48	Inmersión en agua destilada a temperatura ambiente por 48hrs
3	a2b1	Extracto de marango	24	Inmersión en extracto foliar de hojas de marango por 24hrs
4	a2b2	Extracto de marango	48	Inmersión en extracto foliar de hojas de marango por 48hrs
5		Testigo		No se le aplicó ningún tratamiento pre germinativo a las semillas

Sobre la importancia de los tratamientos pre germinativos en marango Tedonkeng *et al.*, (2004); citados por Nouman *et al.*, (2012) reportan que la germinación de semillas viejas de marango puede ser incrementada por inmersión en agua; sin embargo, resalta la falta de estudios para documentar y comprender el efecto del tratamiento sobre aspectos fisiológicos.

3.2.5. Importancia y Preparación del extracto foliar de marango como tratamiento pre germinativo

En relación a la importancia del tratamiento de semillas con extracto foliar de marango, Nouman *et al.*, (2012) aclaran que tiene un alto contenido de cito quininas (fitohormonas que promueven la división y diferenciación celular) por lo que ha sido recientemente probada como promotor de crecimiento en un amplio rango de especies.

El extracto foliar utilizado como tratamiento pre germinativo en este ensayo en relación a la preparación y concentración del mismo se llevó a cabo según procedimiento implementado por Nouman *et al.*, (2012), el cual se describe a continuación: Se recolectaron hojas de plantas jóvenes de marango ubicadas en el vivero de la FARENA; a continuación, se pesaron 200 gramos con una balanza de alta precisión. Las hojas se llevaron al laboratorio de química de FARENA en donde se preparó una solución con 300 ml de agua destilada. Dicha solución se licuo para constituir el extracto foliar; el extracto se diluyó en agua destilada obteniendo una proporción de mezcla 1:3 dejándolo sin residuos de hojas. Una vez preparado el extracto foliar, se introdujeron las semillas según el tiempo establecido.

3.2.6. Factor 2: edad de la semilla

El ensayo fue realizado en diferentes momentos (desde julio a diciembre) en vista que la semilla evaluada correspondió a un mismo lote, para tener muestra de diferentes edades fue necesario almacenar la semilla e ir extrayendo las muestras en la medida que avanzaba el periodo desde su cosecha.

Edad1= 2 meses (Julio)

Edad2= 3 meses (Agosto)

Edad3= 4 meses (Septiembre)

Edad 4 = 6 meses (Noviembre y Diciembre)

3.3. Diseño experimental

Se utilizó un diseño completamente aleatorio (DCA), con cinco tratamientos y cinco repeticiones por tratamientos. Como parte del ensayo se definió el análisis de dos factores incidentes en la germinación, un primer factor son los tratamientos pre germinativos y un segundo factor fue la edad de la semilla (cuadro 1); siendo el modelo estadístico el presentado a continuación:

Modelo aditivo lineal (MAL)

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

Dónde:

i: 1,2= tratamiento

j: 1, 2, 3, 4, 5= repetición

Y_{ij}: Variables en estudio en la j-ésimo repetición del i-ésimo tratamiento.

μ: es la media poblacional a estimar a partir de los datos de germinación y crecimiento de las plantas en estudio.

T_i: efecto de i-ésimo tratamiento.

E_{ij}: es el elemento de variación generado en el experimento.

3.4. Parámetros evaluados como indicadores de la fisiología de la semilla

Para el procesamiento de los datos y obtención de los resultados en el ensayo de germinación se utilizó la metodología propuesta por la FAO (1991), en la Guía para la Manipulación de Semillas Forestales.

Esta guía tiene una visión simplificada y concisa de la biología de la semilla, al igual que la planificación, recolección, manipulación, procesamiento, almacenamiento, tratamiento previo y el ensayo.

3.4.1. Porcentaje de germinación, se define como una proporción de semillas que germinan en un periodo determinado, para su cálculo se utilizó la siguiente fórmula (FAO 1991), guía para la manipulación de semillas forestales.

$$\text{Porcentaje de germinación} = \sum [(SG/n) * 100]$$

Donde:

SG: Semillas germinadas

n: Número total de semillas en prueba (100 semillas)

3.4.2. La energía de germinación

Consiste en una proporción de una muestra de semillas que germinan dentro de un periodo preseleccionado. Utiliza para su cálculo la germinación acumulada hasta un periodo que se determina según los referentes de tiempo de germinación de las especies 5to y 10mo día según FAO, (1991), dividiendo la germinación acumulada hasta dicho día entre el total de las semillas utilizadas para la prueba, obteniéndose así un porcentaje de germinación para un tiempo determinado.

En el presente ensayo se definió como día apropiado para el cálculo de la energía de germinación el día 10 después de la siembra; en vista que en la mayoría de la literatura se reporta que los picos de germinación en la especie marango se dan entre los días 9 y 15. La ecuación utilizada para su cálculo fue la siguiente.

$$\text{Energía de Germinación} = GA/n * 100 \text{ (FAO, 1991)}$$

GA: Germinación acumulada: es un conteo acumulado en el tiempo en que las semillas germinan.

n: Número total de semillas en prueba

3.4.3. Pruebas de vigor de la semilla de marango

Las pruebas de vigor realizadas fueron el índice de velocidad de germinación (IVG) y el tiempo medio de germinación máxima (TMG). El IVG se calculó según la metodología propuesta por Silva y Nakagawa (1995), citados por Alzugaray, *et al.*, (2006).

El tiempo medio de germinación (TMG) se calculó a partir del IVG a partir de la ecuación propuesta por los mismos autores.

$$IVG = \sum Ci / \sum Ci * Ti$$

$$TMG = \sum Ci * Ti / \sum Ci$$

Dónde:

Ci = número de semillas germinadas por día.

Ti = número de días desde el comienzo del ensayo en que germina.

El producto de la aplicación de ambos métodos es adimensional y es un valor absoluto, este valor, sea de un número entero o decimal es el valor numérico sin tener en cuenta si su signo es positivo o negativo. En una línea numérica es la distancia entre el número y el cero.

3.4.4. Altura de la planta (cm)

Se midió desde el nivel del suelo hasta el ápice de la rama apical utilizando una regla graduada de 30 cm. Esta variable se midió al final de cada ensayo o periodo de evaluación (4 semanas). A esta variable se aplicó una sola medición de la altura total de las plantas al final del ensayo para cada tratamiento y testigo.

Para cada tratamiento se tomó una muestra de 15 a 25 plantas para la medición de la altura total según el número de plantas germinadas durante cada ensayo.

3.5. Procesamiento y análisis de la información

El procesamiento de los datos de campo fue realizado a partir de la elaboración de una base de datos en el programa EXCEL. Posteriormente los datos fueron exportados al programa Infostat versión 2012 en donde se calculó a través de estadística descriptiva los valores medios de las variables de interés. Fue realizado un análisis de varianza (ANDEVA) para estimar y comparar el efecto de cada tratamiento sobre los parámetros porcentaje de germinación y altura de planta, utilizando la prueba de Tukey para el análisis de separación de medias.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Cambios en el potencial de germinación de la semilla de marango

4.1.2. Porcentaje de germinación por tratamiento

La diferencia en el porcentaje de germinación registrado entre tratamientos pre germinativos fue altamente significativa ($p=0.0007$), observándose valores entre 88% y 39%; siendo el valor más alto para el tratamiento inmersión en agua por 24 horas, seguido de inmersión en extracto foliar de hoja de marango por 48 horas; mientras el valor más bajo fue registrado por el tratamiento inmersión en agua por 48 horas (figura 2).

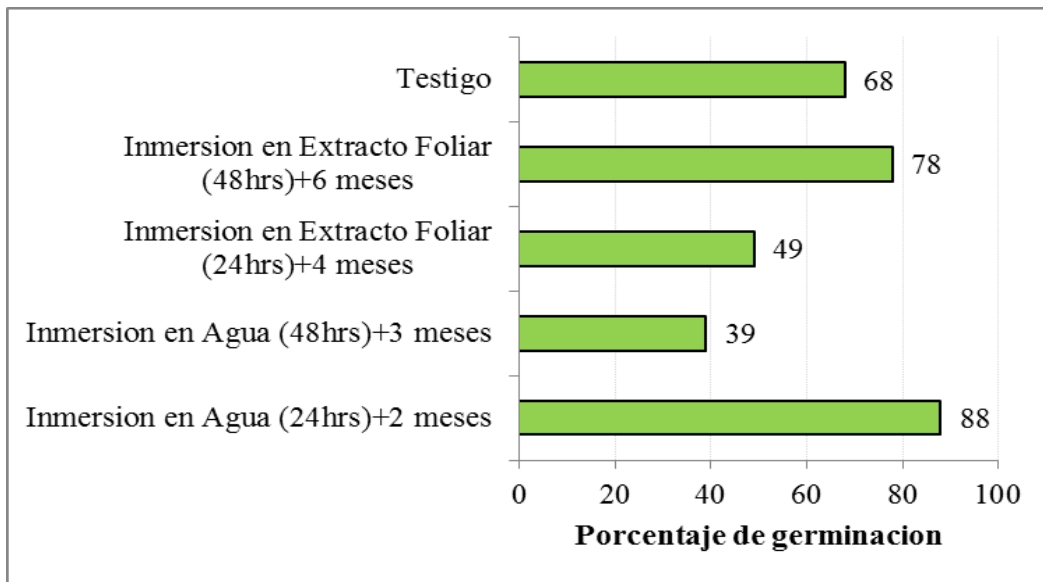


Figura 2. Porcentaje de germinación de marango por tratamientos pre germinativos

En relación a los tratamientos es evidente que tuvieron efecto positivo en la germinación, siendo los más efectivos inmersión en agua por 24 horas (88%) e inmersión en extracto foliar de marango por 48 horas (78%), fundamentado principalmente en el porcentaje de germinación respecto al testigo (68%).

Fisiológicamente esto se puede relacionar con la imbibición de las semillas en agua y extractos de hoja de marango, efectuada con el propósito de remover probables sustancias inhibitoras de la germinación presentes en el tegumento según explica Popinigis, (1997) y subsecuente aumento de permeabilidad del mismo, proceso que fue suficientemente eficiente para promover o facilitar la germinación (figura 2).

Las diferencias en los valores de germinación para el presente estudio está relacionado con el potencial de germinación en vista que diferentes autores (Sharma y Raina 1982, Jahn 1986, Nautiyal y Venhataraman 1987; citados por Pérez *et al.*, 2010) mencionan que marango disminuye su potencial de germinación o la viabilidad después de los dos meses de almacenamiento, teoría aplicable en el caso de los tratamientos inmersión en agua por 48 horas e inmersión en extracto foliar por 24 horas o bien las semillas utilizadas fueron cosechadas de 3-4 meses después de su maduración, deterioro durante el almacenaje o el extracto de la hoja de marango no tuvo ningún efecto para mejorar la germinación por lo que presentó una baja tasa de germinación.

Las tasas de germinación reportadas para la especie marango varían entre 60 y 90% para semillas frescas (Sharma y Raina 1982, Jahn 1986, Nautiyal y Venhataraman 1987; citados por Pérez *et al.*, 2010). También está reconocido que el tiempo de almacenamiento influye en la tasa de germinación.

Así en la India se reportaron tasas de 60, 48 y 75% de germinación para semillas sembradas 1, 2 y 3 meses respectivamente, después de cosechadas (Sharma y Raina 1982; citados Pérez *et al.*, 2010), aunque también se informan sobre porcentajes menores como 60% y 10% en semillas de 1 mes de cosechadas (Morton 1991; citado por Pérez *et al.*, 2010), asociando este resultado al momento de corta de frutos y la cosecha de semilla, asumiendo que si la obtención se realiza de frutos no totalmente maduros genera altos porcentajes de semillas vanas (20 a 38%).

4.1.3. Germinación diaria por efecto de los tratamientos pre germinativos

Al observar el comportamiento en el momento de inicio de la germinación para cada uno de los tratamientos se evidencia que este inicio entre los días 3 y 4 después de la siembra, (figura 3). La germinación inició en menor tiempo (tercer día) en las semillas sometidas a los tratamientos inmersión en agua por 24 y 48 horas, lo que se considera un efecto positivo, en vista que estudios como el de Gonzales, (2014) y López y Tercero, (2016) en los que la germinación fue evaluada sin tratamientos pre germinativos reportan el inicio de emergencia entre los días 5 y 7.

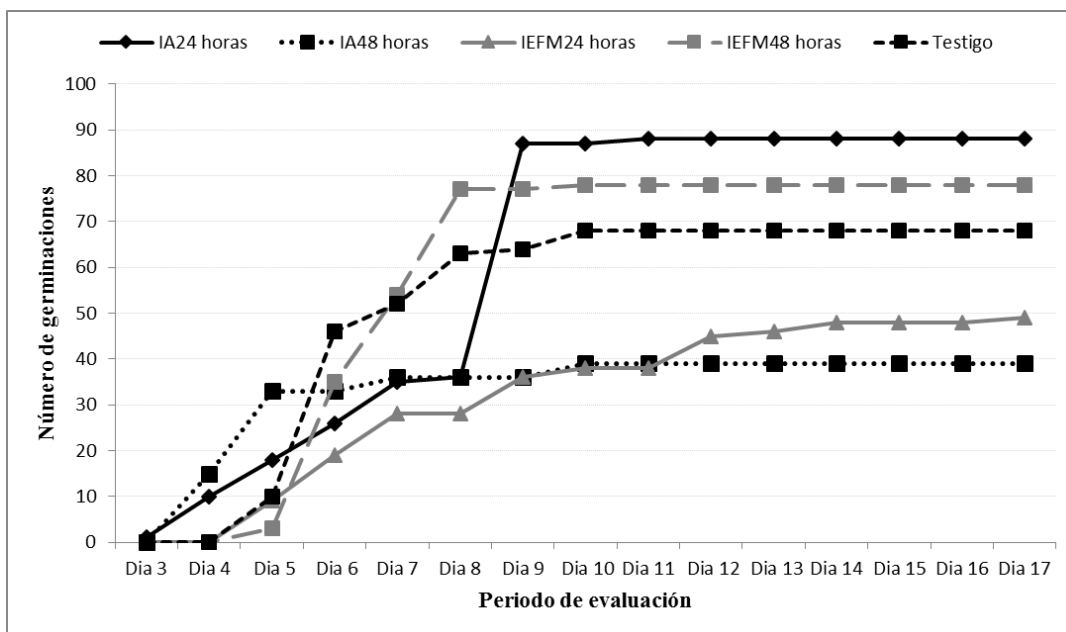


Figura 3. Germinaciones diarias de marango por tipo de tratamientos pre germinativos

El mayor pico de germinación se dio en los días 8, 9 y 10 (figura 3), y en los días subsiguientes se mantuvo invariable hasta los días 16 y 17. El análisis por tratamientos indica que la inmersión en agua por 24 horas obtuvo el mayor número de germinación, seguido de inmersión en extracto foliar por 48 horas, e inmersión en agua por 48 horas registró los valores más bajos en el número de germinaciones (Figura 3).

Los resultados de la germinación diaria pudieron estar relacionados con la calidad de la semilla, condiciones favorables durante el ensayo, y al tipo de tratamiento que fueron sometidas. Este valor obtenido es considerado bueno tomando en cuenta la edad de la semilla.

4.2. Parámetros medidos

Entre los parámetros fisiológicos calculados como parte del estudio se encuentra el porcentaje de germinación, obteniendo el valor más alto inmersión en agua por 24 horas (88%) y que fue discutido en la sección anterior; por lo que esta sección inicia con el parámetro energía de germinación, obteniendo el mismo valor que el porcentaje de germinación para el mismo tratamiento.

El parámetro índice de velocidad de germinación resaltó al tratamiento inmersión en agua por 24 horas con mejores resultados de número de semillas germinadas por día (1.43), seguido por los tratamientos de inmersión en extracto foliar (1.01 y 0.73) por 24 y 48 respectivamente. (Cuadro 2).

Cuadro 2. Parámetros fisiológicos medidos como parte del proceso de germinación de las semillas de marango.

Parámetros	Tratamientos				Testigo
	Inmersión en agua (24 horas)	Inmersión en agua (48 horas)	Inmersión en extracto foliar de marango (24horas)	Inmersión en extracto foliar de marango (48horas)	
EG: Energía de germinación	88%	39%	38%	78%	65.75%
IVG: Índice de Velocidad de germinación (Días)	1.43	0.69	1.01	0.73	0.71
TMG: Tiempo Medio de Germinación (Días)	6.5	4	10.3	7.2	6.8

4.2.1. Energía de germinación por tratamiento

La energía de germinación es una medida de la velocidad de la germinación, y por ello se supone que también lo es del vigor de la semilla y del germen que produce. El interés por la energía de germinación se basa en la teoría de que seguramente sólo las semillas que germinan con rapidez y vigor en las condiciones favorables del laboratorio serán capaces de producir plántulas vigorosas en las condiciones que existen sobre el terreno, donde una germinación débil o retrasada suele tener consecuencias fatales (Aldhous, 1972, citado por FAO, 1991).

Según Borrajo (2006), la energía de germinación es un parámetro muy útil que da una idea de la cantidad de semilla que rápidamente emergerá en el campo, minimizando las pérdidas de semilla por depredadores.

Para los ensayos de la especie en estudio se determinó la energía de germinación al décimo día durante el periodo de germinación. Ante esto, 88% de energía germinativa representaría un 88 de semillas germinadas en un medio determinado durante el primer tratamiento de

inmersión en agua a temperatura ambiente por 24 horas. Siendo similares a los porcentajes de semillas germinadas.

En el segundo tratamiento, la energía germinativa para Marango fue de 39% al décimo día (cuadro 2), datos que representa una emergencia de 39 semillas, tomando en cuenta el tratamiento de inmersión en agua por 48 horas. De acuerdo con Stanley y Butler (1961), el envejecimiento es un factor que generalmente disminuye la viabilidad en las semillas; en ocasiones, el cambio de estación de mayor precipitación a periodos de estiaje también afecta la viabilidad.

Para el tercer tratamiento se obtuvo un valor de 38% de energía germinativa al décimo día, aplicando inmersión en extracto por 24 horas, ante esto se esperaría una germinación de 38 semillas germinadas respectivamente. La germinación es rápida, si se emplean semillas nuevas, pero el porcentaje disminuye a medida que transcurre el tiempo de obtención de las mismas. Este es un dato muy importante que debe tener en cuenta el productor al comprar estas simientes.

En el cuarto tratamiento se obtuvo una energía de germinación de 78% al décimo día de observación (cuadro 2), este valor representaría un 78% de semillas germinadas en un determinado medio aplicando inmersión en extracto en un tiempo de 48 horas.

Las semillas que no fueron sometidas a ningún tratamiento pre germinativo, se obtuvo una energía de germinación total de 65.75% al décimo día (cuadro 2).

4.2.2. Pruebas de vigor de la semilla de marango

Índice de velocidad de germinación

Este índice expresa la velocidad en número de semillas germinadas por día. Por lo tanto, cuanto más alto es el valor, mayor es la velocidad y el vigor del lote (cuadro 2).

El mayor valor del índice corresponde al tratamiento inmersión en agua por 24 horas obteniendo 1.43 semillas germinadas por día y 1.01 inmersión en extractos por 24 horas, el comportamiento de los tratamientos se diferencia en forma notable con la inmersión en agua por 48 horas e inmersión en extracto de marango por 48 horas durante el periodo evaluado en ambos tratamientos, siendo estos dos ultimo los más deficientes (cuadro 2).

Se ha demostrado que la velocidad de germinación de marango está influenciado por las condiciones de almacenamiento de la semilla antes de la siembra (Silva *et al.*, 2012), por las condiciones de manejo del almácigo y por el sustrato usado en el proceso de producción de la plántula, reportándose además que el tipo de sustrato usado influye en el desarrollo de la plántula (Araujo *et al.*, 2007).

Tiempo medio para la germinación

Según los resultados obtenidos en los tratamientos pre germinativos inmersión por 48 horas fue el que obtuvo mejores valores por el que inicio en menos tiempo la germinación (4to día), seguido inmersión en agua por 24 horas (6.5 día); encontrando deficiencia de tiempo en los tratamientos inmersión en extracto por 24 horas y 48 horas.

4.3. Efecto de la utilización de tratamientos pre germinativos sobre la altura total de plántulas de marango en vivero

El ANDEVA realizado mostró efecto de los tratamientos pre germinativos en la altura de las plántulas al registrarse diferencias altamente significativas ($p=0.0001$). En este sentido, la prueba de separación de medias de Tukey muestra que la altura media de los tratamientos de inmersión en agua constituye una misma categoría con la altura media de plantas testigo. Contrariamente se observó que las plantas provenientes de semillas con tratamientos inmersión en extracto foliar presentan la menor altura promedio (16.1 cm); por el contrario, las plantas provenientes de semillas no tratadas presentan los valores más altos con 21.2 cm y las semillas tratadas con agua a temperatura ambiente obtuvieron una altura de 19.1 cm (figura 6).

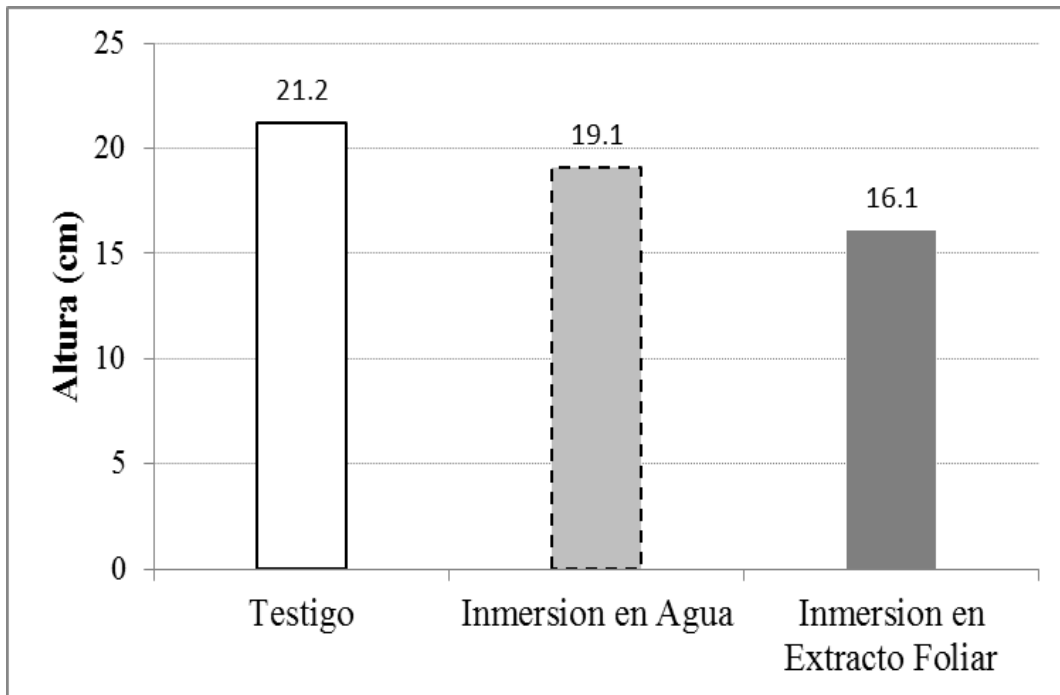


Figura 6. Altura de plántulas de marango por efecto de los tratamientos pre-germinativos

En estudios realizados por Medina *et al.*, (2007), a partir de los 20 días de sembradas en macetas, los tratamientos de remojo en agua por 24 horas, siendo menores al estudio realizado, no afectaron la longitud del tallo (10.7-11.2 cm), quienes plantearon que el marango desde el inicio de su crecimiento en altura 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.

4.4. Relación entre la edad de la semilla sobre la altura de las plántulas de marango

Con base en los tratamientos pre-germinativos que fueron sometidas las semillas de marango la mayor altura (21.5 cm) fue registrada en las plántulas de 3 meses de edad que estuvieron sometidas en inmersión en agua por 48 horas; mientras las semillas que no fueron sumergidas a ningún tratamiento pre germinativo (testigo) registraron plantas con altura de 22.2 cm; lo que sugiere que no hubo efecto de los tratamientos sobre la altura de plántulas. Las plántulas de 4 meses obtuvieron una altura de 20.3 cm aplicando inmersión en extracto foliar por 24 horas y las plántulas que obtuvieron una altura más baja fueron la

de 6 meses sumergidas en extracto foliar por 48 horas con 16.5 cm habiendo diferencia significativa entre las alturas de las plántulas.

En esta sección las semillas de dos meses no se le tomaron los datos por lo que esta variable no se iba a medir, hasta los tres meses se decidió tomar esta variable como parte del estudio.

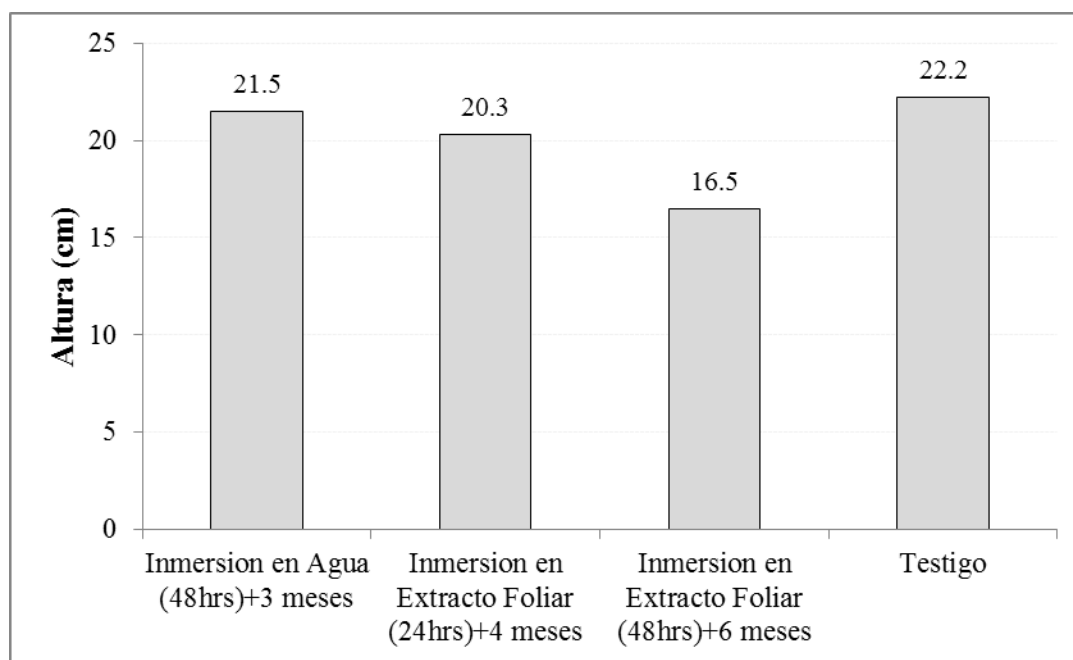


Figura 7. Altura de plántulas de *M. oleifera* por tratamiento pre germinativo en vivero.

El rápido desarrollo del marango es una particularidad de la especie. En este sentido, Toral *et al.*, 2005, cuando evaluó el establecimiento en campo de 67 especies leñosas forrajeras, observó que el marango superó al resto incluso a *Leucaena* en cuanto a la rapidez de establecimiento, ya que alcanzó 2 m de altura a los siete meses.

V. CONCLUSIONES

El tratamiento inmersión en agua por 24 horas produjo el mejor porcentaje de germinación (88%), entre tratamientos en estudios, lo que indica que se deben remojar las semillas de marango con el propósito de acelerar la germinación en el campo.

Las semillas que fueron sometidas en los tratamientos inmersión en agua por 48 horas e inmersión en extracto por 24 horas obtuvieron un efecto nulo sobre el potencial de germinación.

Las semillas sometidas en inmersión en agua por 48 horas registró mejor crecimiento en altura con 21.5 cm, siendo éste, de los tratamientos que tuvo mayor efecto sobre la altura de las plántulas de marango, reflejando este resultado a los 17 días después de la siembra, seguido las plántulas de 4 meses aplicando inmersión en extracto por 24 horas con 20.3 cm.

VI. RECOMENDACIONES

En base a los resultados obtenidos de los tratamientos pre germinativo en estudios se recomienda inmersión en agua destilada a temperatura ambiente por 24 horas ya que incide en el porcentaje de germinación y dando un efecto positivo sobre las semillas, por lo que se debe remojar las semillas para acelerar el proceso de germinación.

VII. LITERATURA CITADAS

- Alfaro, V.N; Martínez, W.W. 2008. Uso potencial de Marango (*Moringa oleífera* Lam) para la producción de alimentos nutricionalmente mejorados. Informe de proyecto. Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá, Ciudad de Guatemala, Guatemala. 31p.
- Alzugaray, C.; Carnevale, NJ; Salinas, AR.; Pioli, R. 2006. Calidad de semillas de *Aspidosperma quebracho blanco* schlecht. *Quebracho*, N.13, p 4-6.
- Araújo, N, N.; Andrade, NT.; Cardoso, R, MC.; Lima, OG.; Cabral, SC. 2007. Germinación de semillas e desenvolvimiento de plántulas de *Moringa oleífera* Lam. *Caatinga Mossoró*, Brasil, Vo. 20 p 63-67.
- Bioplanet (2011). *Moringa oleífera*. Consultado en línea el 08 de julio del 2014. Disponible: <http://www.bioplanet.com.mx>
- Borrajo, C. 2006. importancia de la calidad de semillas: ed. Ea Mercedes, Centro Regional Corrientes. INTA. 4p. (En línea). Consultado 4 de marzo 2015. Disponible en https://www.google.com.ni/?gws_rd=cr,ssl&ei=PEdkV579BcmMjwSh75PYAg#q=borrajo+2006+energia+germinativa.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT). 1991. Guía para la manipulación de semillas forestales. (En línea). Consultado en 04 mar 2015. Disponible en <http://www.fao.org/DOCREP/006/AD232S/AD232S00.HTM>
- Foidl, N.; Mayorga, L.; Vásquez, W. 1999. Utilización del marango (*Moringa oleífera*) Como forraje fresco para ganado. Conferencia electrónica de la FAO sobre “Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica”. Nicaragua. (En línea). Consultado en línea el 20 de agosto de 2014. Disponible en <http://www.fao.org/ag/aga/agap/frg/agrofor1/Foidl16.htm>
- González, R.V.A. 2014. Comportamiento de dos poblaciones de *moringa oleífera* (Material acriollado y mejorado PKM) en sus primeras etapas de crecimiento en condiciones de vivero. tesis. ing. Universidad Nacional Agraria, Managua, NI. 40 pág.

- INAFOR (Instituto Nacional Forestal). 2015 Cartilla de viveros Forestales. (En línea). Consultado el 17 de agosto, 2015. Disponible en <http://www.inafor.gob.ni/images/documentos/BancoSemillas/Publicaciones/CARTILLAAn>
- INETER (Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales), 2002, Datos meteorológicos, Managua, NI. (En línea) Consultado 15 de abril 2015. Disponible en <http://www.ineter.gob.ni/>
- INETER (Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales) ,2006. Informe Meteorológico estación aeropuerto internacional "Augusto Cesar Sandino". Las Mercedes, Managua, NI. (En línea) Consultado 15 de abril 2015. Disponible en <http://web-geofisica.ineter.gob.ni/mapas/Nicaragua/clima/atlas/index.html>.
- INTA (Instituto Nicaragüense de Tecnologías Agropecuarias), 2002. Establecimiento y manejo de viveros forestales en bolsa. (En línea). Consultado el 15 de oct. 2014. Disponible en http://www.funica.org.ni/docs/conser_sueyagua_46.pdf.
- Larringan, B, E.2010. Estudio de tratamientos Pre germinativos en semilla de *Fagus sylvatica* L. escuela técnica superior ingeniería en de ingenieros agrónomos. En línea. Disponible en: <http://academicae.unavarra.es/bitstream/handle/2454/2269/577286.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- López, L. LM; Tercero, M. L. R. 2016. Evaluación de cuatro procedencias de Marango (*M.oleifera* Lam) en la fase de vivero y de plantación, en la Universidad Nacional Agraria, Nicaragua, 2016.
- Medina, MG; García, DE; Clavero, T; Iglesias, JM. (2007). Estudio comparativo de *Moringa oleifera* y *Leucaena Leucocephala* durante la germinación y la etapa inicial de crecimiento. *Zootecnia Tropical*, Vol. 25, No. 2, pp. 83-93.
- Nouman, W; Siddiqui, MT; Basra S, MA; Afzal, I; Rehman, H. 2012. Enhancement of emergence potential and stand establish-ment of *Moringa oleifera* Lam. by seed priming. *Turkey Journal Agricultural and Forest*. No. 36. p. 227-235
- Pascua, G. K. 2014. Ensayo de cuatro procedencias de Marango (*Moringa oleifera* Lam.) en la Finca Santa Rosa Universidad Nacional Agraria, Nicaragua. Tesis Ing. Forestal. Managua, NI. Universidad Nacional Agraria. 34 p. (en línea). Consultado 13 ago. 2015. Disponible en <http://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnk10p281.pdf>.

- Pérez, A.; Sánchez, T.; Armengol, N.; Reyes, F. (2010). Características y potencialidades de *Moringa oleífera*, Lam ark. Una alternativa para la alimentación animal. Pastos y Forrajes Vol. 33, No.4, Matanzas, Cuba.
- Popinigis, F. 1997. Fisiología dese mente. Brasilia: AGIPLAN, 1977. 298 p.
- Reyes, N. 2004. Marango Cultivo y utilización en la alimentación animal. Ed. F. Alemán, Managua, NI, Universidad Nacional Agraria, 24 pág. (Guía Técnica 5).
- Rolof, A.; Weisgerber, V.; Lang, B. 2009. Enzyklopadie der holzgewachseund atlas der Dendrology.2^{da} Edición. Weinheim. Pág. 1-8.
- Santos ARFD, Renata SM, Robério AF, Alexandro SB.2011. Water pre-hydration as priming for *Moringa oleífera* Lam. Seeds under salt stress. Trop Subtrop Agroecosyst 14: 201-207.
- Sharma GK, Raina V 1982. Propagation techniques of *Moringa oleífera* Lam. In: Improvement of Forest Biomass: Proceedings of a Symposium (Ed. PK Khosla). Solan, India, pp. 175-181.
- Silva, P, CC.; Andrade, LA.; Venia, CS.; Fabricante JR.; Silva, M, LM. 2012. Comportamiento germinativo de semillas de *Moringa oleífera* Lam diferentes ambientes y tiempos de almacenamiento. Agropecuaria Científica no Semi-Árido, Vo.8 p 1-6.
- Stanley, RG. ; Butler, WL.1961. Life Process of the Living Seed. *In*: Seeds. The Yearbook of the Agriculture. United States Department of Agriculture. United States Government Printing Office. Washington, D. C. pp.: 88-94.
- Toral O, Cerezo Y, Reino J, Santana H. 2005. Caracterización morfológicas de ocho procedencias *Moringa oleífera* (Lam.) bajo condiciones de vivero. Pastos y Forrajes, Vol. 36, No. 4, p. 409-416.
- Ulian, T.; Rovere, A.; Muñoz, B.2008. Taller sobre conservación de semillas para la restauración ecológica. Ecosistemas. Vol. 17, No. 3, p 147-148. (En línea) Consultado 4 de abril 2015 Disponible en http://www.scielo.cl/scielo.php%3Fscript%3Dsci_arttext%26pid%3DS071792002010000300008.

Valdivia, G, NA; Pérez, HI; Ochoa, GS; Vargas, SG; Mendoza, CM. 2010. Germinación y supervivencia de seis especies nativas de un bosque tropical de Tabasco, México. (En línea). Consultado el 4 marzo 2015. Disponible en http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-04712011000100005

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Formato de Ensayo de Germinación (Adaptado de FAO, 1991)

Nº de Ensayo: _____ Especie: _____ Nombre anotador: _____

Días		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	Total	
Réplicas	A																			
	B																			
	C																			
	D																			
	E																			
Total																				
Promedio																				
%																				

Anexo 2. Números de semillas germinadas por día para cada tratamiento en estudio

Días Después de la Siembra	Numero de germinaciones por tipología de semillas				
	IA-24horas	IA-48horas	IEF-24horas	IEF-48horas	Testigo
3	1	-	-	-	-
4	9	15	2	2	-
5	8	18	7	1	2
6	8	-	10	32	48
7	9	3	9	19	112
8	1	-	-	23	34
9	51	-	8	-	58
10	1	3	2	1	9
11	-	-	-	-	2
12	-	-	7	-	-
13	-	-	1	-	-
14	-	-	2	-	-
15	-	-	-	-	6
16	-	-	-	-	-
17	-	-	1	-	-

Anexo 3. Análisis de varianza y separación de medias para el efecto de los tratamientos sobre la variable altura.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura (cm)	95	0.21	0.19	22.06

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	388.60	2	194.30	11.88	<0.0001
Tratamiento	388.60	2	194.30	11.88	<0.0001
Error	1505.32	92	16.36		
Total	1893.92	94			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=2.53209

Error: 16.3622 gl: 92

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
Inmersión Marango	16.14	40	0.64	A
Inmersión Agua	19.19	35	0.68	B
Testigo	21.25	20	0.90	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)