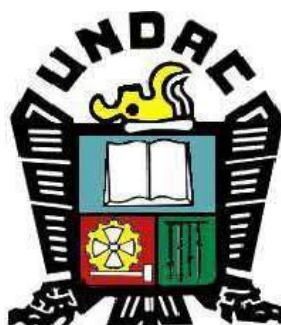


UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



TESIS

**Evaluación de tratamientos pre germinativos y tipos de
sustratos en la producción de plantones de Moringa (*Moringa
oleifera* Lam.) en vivero**

Para optar el título profesional de:

Ingeniero Agrónomo

Autor: Bach. Jhoselyn Vanessa CHUQUIHUARACA CONCHA

Asesor: Ing. Iván SOTOMAYOR CORDOVA

La Merced – Perú – 2020

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



TESIS

**Evaluación de tratamientos pre germinativos y tipos de
sustratos en la producción de plantones de Moringa (*Moringa
oleifera* Lam.) en vivero**

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Dr. Luis Antonio HUANES TOVAR

PRESIDENTE

Mg. Carlos RODRIGUEZ HERRERA

MIEMBRO

Ing. Hugo Rómulo BUENDIA PONCE

MIEMBRO

DEDICATORIA

Con eterna gratitud y entrañable cariño a mis padres y hermanos, quienes con su invalorable apoyo y paciencia me formaron para ser un profesional de éxito.

A mi asesor por el apoyo brindado y las sugerencias respectivas durante el desarrollo del presente trabajo.

RECONOCIMIENTO

Nuestro sincero agradecimiento a todas las personas e instituciones que han contribuido en la cristalización del presente trabajo de investigación, particularmente:

1. A la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Escuela de Formación Profesional de Agronomía – Filial La Merced; por habernos albergado y haber hecho posible nuestra formación académica a través de las enseñanzas impartidas por los docentes.
2. A mi asesor Ing. Iván SOTOMAYOR CÓRDOVA por brindarme su tiempo, conocimientos y apoyo para la realización de este trabajo de tesis.
3. A mis compañeros de clase, con quienes compartí gratos momentos durante mi vida universitaria.
4. A mis hermanos y familiares, quienes confiaron en mí siempre.

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo de investigación fue: Determinar el tratamiento pre germinativo más óptimo en la producción de plántones de moringa (*Moringa oleifera* Lam.); y Determinar el tipo de sustrato más óptimo en la producción de plántones de moringa (*Moringa oleifera* Lam.) en vivero; donde se observa que existe diferencia estadística altamente significativa entre los tratamientos pre germinativos de semillas de moringa, los tratamientos más óptimos en la determinación del porcentaje de germinación en la producción de plántones de moringa (*Moringa oleifera* Lam.) fueron los tratamientos T2 (Remojo en agua destilada fría a 4 °C x 24 horas), T1 (Remojo en agua destilada a 50 °C x 3 minutos), T3 (Tierra agrícola 50% + Arena 25% + Cascarrilla de arroz 25%) y T6 (Escarificación manual (50% de la testa rota)) con un promedio de 99.75% (88.57% (dato transformado)) de germinación. Asimismo, existe diferencia estadística altamente significativa entre los tipos de sustratos en la producción de plántones de moringa (*Moringa oleifera* Lam.) en vivero para las variables: altura de planta, peso fresco de la planta y peso seco de la planta, donde se observa que el tratamiento T1 (Tierra agrícola 50% + Arena 25% + Compost de café 25%) muestra los mejores promedios de 64.91 cm, 0.153 kg y 0.075 kg respectivamente. En contraste para las variables longitud de raíz y diámetro de tallo, no se presenta diferencia estadística significativa, lo que nos quiere decir que los tipos de sustratos no tienen efecto en estas dos variables evaluadas, presentando como promedios de 8.88 cm para la longitud de raíz y 0.46 cm. para diámetro de tallo respectivamente.

Palabras clave: Sustratos para producción de Moringa, Moringa en vivero.

ABSTRACT

The objective of this research was: To determine the most optimal pre-germinative treatment in the production of moringa seedlings (*Moringa oleifera* Lam.); and Determine the most optimal type of substrate in the production of moringa (*Moringa oleifera* Lam.) seedlings in nursery; where it is observed that there is a highly significant statistical difference between the pre-germinative treatments of moringa seeds, the most optimal treatments in determining the germination percentage in the production of moringa seedlings (*Moringa oleifera* Lam.) were the T2 treatments (Soak in cold water at 4 ° C x 24 hours), T1 (Soak in water at 50 ° C x 3 minutes), T3 (Agricultural land 50% + Sand 25% + Rice husk 25%) and T6 (Manual scarification (50% of the broken testa)) with an average of 99.75% (88.57% (transformed data)) of germination. Likewise, there is a highly significant statistical difference between the types of substrates in the production of moringa seedlings (*Moringa oleifera* Lam.) In nursery for the variables: plant height, fresh plant weight and dry plant weight, where it is observed that the treatment T1 (Agricultural land 50% + Sand 25% + Compost of coffee 25%) shows the best averages of 64.91 cm, 0.153 kg and 0.075 kg respectively. In contrast for the variables root length and stem diameter, there is no significant statistical difference, which means that the types of substrates have no effect on these two variables evaluated, presenting as averages of 8.88 cm for the root length and 0.46 cm. for stem diameter respectively.

Keywords: Substrates for Moringa production, Moringa in Nursery.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de una plantación forestal está directamente asociado al crecimiento y comportamiento de las plantas allí presentes, las cuales a su vez se encuentran íntimamente relacionadas con un conjunto de factores internos que posee cada especie y externos concernientes al área donde se encuentran ubicadas (Corredor, 2.001). Una vez que las semillas se encuentran establecidas en los viveros, las condiciones son medianamente controlables ya que las plantas se exponen a las variaciones propias del ambiente (precipitación, temperatura, humedad relativa, vientos, entre otros). Dichas variaciones pueden afectar el estado y la rapidez de crecimiento de cada uno de los individuos, por lo que se busca por medio del vivero aportar las mejores condiciones (frecuencia de riego, aporte de nutrientes, preparación de sustrato, entre otros) para producir plantas de alta calidad dependiendo al área a ser establecidas y así puedan adaptarse con mucha más facilidad (González, 2011).

La producción de plantas de la especie *Moringa oleífera* Lam., en el vivero con el objetivo de producir material vegetal para ser utilizado como banco semillero y así producir plantas como forraje para animales. Dicha especie ofrece una amplia variedad de productos alimenticios, ya que todas las partes de la planta son comestibles: las vainas verdes, las hojas, las flores, las semillas y las raíces son muy nutritivas y se pueden usar tanto para el consumo humano como animal por su alto contenido en proteínas, vitaminas y minerales. Es uno de los árboles forrajeros de rápido crecimiento y es tolerante a la sequía (Sánchez, 2012).

Existen estudios sobre la especie y su comportamiento en otras regiones o partes del mundo arrojando información del como su manejo de producción obteniendo plantas de buena calidad en dichas condiciones ambientales a las que son sometidas, no obstante, el resultado de la productividad de la misma varía dependiendo a los métodos que le son aplicados. Dichos resultados hoy en día se pueden tomar como guía, pero en este caso adaptándola al medio de vivero y obtener información del cómo es el comportamiento de la planta bajo ciertas condiciones que este le ofrece y lograr una óptima producción de la mencionada especie (González, 2011).

Este informe tiene objetivo general llevar a cabo la producción de *Moringa oleífera* Lam. bajo condiciones del ya mencionado vivero y obtener plantas de calidad, se sembró una semilla por contenedor (tubete) y en bolsas PVC para obtener datos de diferencias crecimiento en el mismo medio de desarrollo, en los primeros 7 días se obtuvo un retardo en la germinación en los tubetes, pero en las bolsas PVC si había características de brote.

INDICE

DEDICATORIA	
RECONOCIMIENTO	
RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCIÓN	
INDICE	

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1	IDENTIFICACIÓN Y DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA	1
1.2	DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	2
1.3	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	4
1.3.1	Problema principal.....	4
1.3.2	Problemas específicos	4
1.4	FORMULACIÓN DE OBJETIVOS	5
1.4.1	Objetivo general	5
1.4.2	Objetivos específicos	5
1.5	JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	5
1.6	LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	7

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1	ANTECEDENTES DEL ESTUDIO	9
2.2	BASES TEÓRICAS - CIENTÍFICAS.....	12
2.2.1	EL CULTIVO DE LA MORINGA	12
2.2.2	TRATAMIENTOS PRE GERMINATIVOS.....	28
2.3	DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS	31
2.4	FORMULACIÓN DE HIPOTESIS	35
2.4.1	Hipótesis general	35
2.4.2	Hipótesis específicas	36
2.5	IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES	36
2.6	DEFINICIÓN OPERACIONAL DE VARIABLES E INDICADORES.....	36

CAPITULO III

METODOLOGIA Y TECNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1	TIPO DE INVESTIGACIÓN	38
3.2	MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN	38
3.3	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	38
3.4	POBLACIÓN Y MUESTRA	39
3.5	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	39
3.6	TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS	40
3.7	TRATAMIENTO ESTADISTICO	40
3.8	ORIENTACIÓN ÉTICA	41

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1	DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE CAMPO.....	42
4.2	PRESENTACIÓN, ANALISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	49
4.3	PRUEBA DE HIPÓTESIS.....	60
4.4	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	61

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFIA

ANEXOS

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 IDENTIFICACIÓN Y DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA

La *Moringa oleifera* es un cultivo originario del norte de la India y sus múltiples propiedades se conocen igualmente en amplias zonas de África, como el sur de Nigeria o la región de Nsanje, en Malawi, donde ha dado buenos resultados. De la moringa se aprovecha prácticamente todo, pero donde realmente adquiere una importancia decisiva es en la alimentación. El carácter "milagroso" de su poder nutritivo se debe a que es una especie que exige poco cuidado agrícola, crece rápidamente (hasta alcanzar entre tres y cinco metros en un año) y es resistente a la sequía. Esta última característica, unida al bajo costo de producción, convierte a la moringa en un cultivo más que aconsejable.

Sin embargo de *Moringa oleifera* Lam, existe poca información sobre cómo es su producción y comportamiento bajo condiciones de vivero (frecuencia de riego, manejo ante la presencia de plagas y enfermedades, aporte de nutrientes, entre otros); por lo cual, surge la necesidad de producir por

medio de semillas de dicha especie individuos sometidos bajo condiciones previamente mencionadas y así obtener información más concreta y precisa que le aporte a la empresa herramientas operativas que garanticen un mayor nivel de producción a la hora de realizar plantaciones extensivas. La planta de moringa se valora, principalmente, por sus frutos, hojas, flores y raíces, los que todos son comestibles; del mismo modo, así como por su aceite que también es comestible, el cual se obtiene de las semillas. Además, se emplea en la medicina tradicional en las áreas donde es nativa o ha sido introducida; y es así que se convierte en una buena alternativa como un posible cultivo alternativo que nos estaría ayudando a combatir la desnutrición infantil por todas las propiedades ya conocidas de la moringa. Estas consideraciones sugieren la necesidad de estudiar mejor la producción adecuada de plantas de moringa en almácigos, especialmente de establecer una producción del cultivo que repercuta en el mejor crecimiento y desarrollo.

En el diseño de substratos deberían usarse materiales propios del lugar, evitando el alto costo de usar materiales importados; además de contribuir a disminuir el riesgo de contaminación con la acumulación de los desechos agrícolas y pecuarios, se lograría disminuir la contaminación de los suelos agrícolas por acumulación de restos orgánicos.

1.2 DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El presente trabajo de investigación se ejecutó en campo, en el vivero No. 01 de la Escuela de Formación Profesional de Agronomía, de la Ciudad de la Merced, Distrito y Provincia de Chanchamayo. El tema escogido para el trabajo de investigación es propuesto debido a que es una necesidad

sentida en el sector agropecuario por los productores de plantas contar con material vegetal reproductivo que posea buenas características físicas y genéticas, pero fundamentalmente que esté libre de plagas y patógenos. Esta última condición ha sido el problema fundamental de los programas de mejoramiento productivo de los cultivos, debido a que se traslada de un sitio o país a otro, material enfermo, o los medios o sustratos en que se cultiva no sean los adecuados y se puedan desarrollar otros patógenos.

En la última década, la *Moringa oleifera* (Lam.) se ha destacado dentro de un grupo de árboles no leguminosos como una planta promisoría para los sistemas de corte y acarreo, de pastoreo/ramoneo, así como en la formación de barreras rompevientos y cercas vivas (Martín, C.; Moure, A.; Martín, G.; Carrillo, E.; Domínguez, H. & Parajó, J.C., 2010).

Las condiciones que presenta la Amazonía peruana para la producción de materias primas para esta industria seducen a inversores nacionales y extranjeros a sentar las bases para implementar grandes proyectos de inversión en este rubro. La *Moringa* se está comenzando a producir y cultivar mundialmente dado su bajo costo y su alta productividad. Los principales objetivos son para combatir diversas patologías, la desnutrición y como fuente para producir biodiesel. Las propiedades nutricionales de las semillas, hojas y flores son impresionantes siendo todas las partes comestibles y con múltiples usos. Esta planta a la vez también ha empezado a comercializarse y es de reciente ingreso en el circuito comercial.

Cabe mencionar el valor nutricional que tiene esta planta y compararlos con otros alimentos. Se han estudiado las propiedades nutricionales que posee esta planta, 7 veces más vitamina C que las naranjas, 4 veces más vitamina A que la zanahoria, 4 veces más Calcio que la leche, 3 veces más K que los plátanos y un porcentaje mayor al 25% de proteínas en huevos y leche de vaca. Sus hojas y tallos presentan un 23% y 9% de proteína cruda, respectivamente mientras que la digestibilidad encontrada fue de 79% y 57%, respectivamente (Foidl, Mayorga y Casquez, 2003).

Es sumamente importante que se conozca esta planta, que puede ser utilizada como fuente de energía alternativa y que además contiene múltiples propiedades alimenticias, medicinales y una plasticidad ecológica que permite el avance de su cultivo en distintas partes del mundo. Todos son factores para tener en cuenta en el futuro desarrollo y expansión de este novedoso recurso de origen vegetal para el ser humano.

1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.3.1 Problema principal

- ¿Cuál es el efecto de los tratamientos pre germinativos y los tipos de sustratos en la producción de plantones de moringa (*Moringa oleífera* Lam?) en vivero?

1.3.2 Problemas específicos

- ¿Cuál es el tratamiento pre germinativo más óptimo en la producción de plantones de moringa (*Moringa oleífera* Lam.) en vivero?
- ¿Cuál es el tipo de sustrato más óptimo en la producción de plantones de moringa (*Moringa oleífera* Lam.) en vivero?

1.4 FORMULACIÓN DE OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo general

- Evaluar el efecto de tratamientos pre germinativos y tipos de sustratos en la producción de plántones de moringa (*Moringa oleifera* Lam.) en vivero.

1.4.2 Objetivos específicos

- Determinar el tratamiento pre germinativo más óptimo en la producción de plántones de moringa (*Moringa oleifera* Lam.).
- Determinar el tipo de sustrato más óptimo en la producción de plántones de moringa (*Moringa oleifera* Lam.) en vivero.

1.5 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Los antiguos escritores Sánscritos la conocían como una planta medicinal. Escritos Hindúes antiguos que datan de años anteriores a 150 AC se refieren a la planta Moringa y a sus usos. Los primeros romanos, griegos y egipcios apreciaban la Moringa por sus propiedades terapéuticas, y también la utilizaban para proteger la piel, hacer perfumes y purificar el agua para beber. La misma Biblia en el libro del Exodus 15:22-27 se refiere a la planta como purificadora del agua del Mar Rojo.

En el siglo 19, plantaciones de Moringa en el Caribe exportaron el aceite de la planta hacia Europa para perfumes y lubricantes para maquinaria. La Moringa ha estado dando pasos gigantados en varias sociedades por miles de años. Sus remedios han pasado de generación en generación en medicina casera. La Moringa es ciertamente uno de los descubrimientos más recientes de la ciencia moderna.

La moringa ha sido elegida por la FAO y otras muchas organizaciones humanitarias para luchar contra la malnutrición y la contaminación de las aguas. Asimismo, el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, por sus siglas en inglés) señala que la planta contiene una enorme cantidad de propiedades nutritivas y curativas.

Entre las propiedades curativas destacan su poder anti-inflamatorio, analgésico, anti-asmático, anti-anemia, activador del metabolismo, purificador, protector del hígado, anti-hipertensión, productor de hormonas, hidratante, desintoxica, diurético, fortalece músculos y huesos, mejora la concentración, la memoria y la capacidad de aprendizaje.

La moringa ofrece una amplia variedad de productos alimenticios, ya que todas las partes de la planta son comestibles: las vainas verdes (parecidas a las legumbres), las hojas, las flores, las semillas (negruzcas y redondeadas) y las raíces son muy nutritivas y se pueden usar para el consumo humano por su alto contenido en proteínas, vitaminas y minerales.

Las hojas de moringa tienen grandes cualidades nutritivas. Según un estudio de la FAO, el contenido de proteínas es del 27 por ciento (tanto como el huevo y el doble que la leche) y tiene cantidades significativas de calcio (cuatro veces más que la leche), hierro, fósforo y potasio (tres veces más que los plátanos), así como vitamina A (cuatro veces más que las zanahorias) y C (siete veces más que las naranjas).

La semilla contiene un 40 por ciento de aceite, que es de alta calidad, poco viscoso y dulce, con un 73 por ciento de ácido oleico, similar al aceite de oliva. Para cocinar es necesaria la leña, que igualmente proporciona la

moringa, con una densidad media de 0,6 y un poder calórico de 4.600 kilocalorías por kilo.

Dado que las hojas de moringa se pueden recoger durante las épocas secas, cuando no hay otros vegetales disponibles, su valor nutricional es decisivo en áreas donde la seguridad alimentaria puede verse amenazada por períodos de sequía, como ocurre en vastas regiones del continente africano.

La *Moringa oleífera* ha cobrado una gran importancia, ya que es una de las especies vegetales con mayor contenido de aceite (35%) y de ella se obtiene un biodiesel de gran calidad. Este cultivo tiene un rendimiento aproximado de 2500 kilogramos/hectárea, un rendimiento de 1,478 Litros de aceite/Hectárea y un factor de conversión a biodiesel del 0,96, que permite una producción aproximada de 1,419 Litros de biodiesel/hectárea. En América Latina y Centroamérica la Moringa se introdujo y naturalizó en 1920 como un árbol ornamental y fue utilizado como cerca viva y cortinas rompe vientos. El cultivo de Moringa ha sido investigado en diferentes lugares del mundo, principalmente en la India, África y la Filipinas.

1.6 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación en el tiempo sólo alcanza o comprende, el estudio de la producción de plantas de moringa para ser trasladadas a campo definitivo, esto involucra aproximadamente 5 meses. La investigación se limita a buscar la forma de germinar las semillas de moringa de la manera más rápida, y lograr repicarlos en bolsas con sustratos ideales de manera que su desarrollo sea el más óptimo posible, asimismo, debido a que la moringa es un nuevo producto que se está

produciendo en el Perú, una de las limitaciones a los que se tuvo de enfrentar fue la de conseguir semillas de moringa. Asimismo, la escasez de literatura respecto de su manejo agronómico fueron los dos problemas principales que limitaron la ejecución del trabajo de investigación.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

TORAL, O.; CEREZO, Y.; REINO, J. y SANTANA, H. (2013), realizaron la caracterización morfológica de ocho procedencias de *Moringa oleifera* (Lam.) en condiciones de vivero en la Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey. El diseño fue totalmente aleatorizado. Se evaluaron los indicadores: germinación, emergencia, supervivencia, altura de la planta, diámetro del tallo y número de hojas. Se usaron cinco réplicas por procedencia de 25 semillas cada una, para la prueba de germinación (21 días); y se sembraron 30 bolsas por cada procedencia. La procedencia Holguín-Mayarí tuvo el mejor comportamiento en cuanto a la altura (17,55 cm), la velocidad de crecimiento (0,43 cm/día), el número de hojas (siete) y el diámetro del tallo (0,37 cm). Plain, Holguín-Mayarí y Paraguay fueron las de mejor emergencia y supervivencia (100 %). Los valores más bajos los presentó Guatemala (altura promedio: 14 cm, emergencia: 76 %, germinación: 49 %). Ninguna de las procedencias superó el 85 % de

germinación. No hubo lesiones por ataque de insectos ni por enfermedades. Se concluye que estas procedencias poseen características morfológicas que las diferencian entre sí, y que la Holguín-Mayarí manifestó el mejor comportamiento en los indicadores evaluados. Se recomienda profundizar en los estudios morfoagronómicos de las diferentes procedencias de *M. oleífera*.

Por otro lado, Lopez (2014), realizó la evaluación de tres densidades del cultivo de *Moringa oleífera*, en el suroccidente de Guatemala, con la finalidad de determinar algunas características adaptables y distanciamiento de siembra, del cultivo de *M. oleífera*. En este trabajo el autor manifiesta que esta planta tiene potencial como alimento para la solución de los problemas alimentarios que afronta el país. La alternativa propuesta es accesible económicamente a la población, de rápido crecimiento y excelente fuente de nutrientes sin una transformación de materia excesiva, por lo que el rendimiento del potencial del cultivo es excelente. Asimismo, manifiesta que la planta es un arbusto grande y frondoso, en esta ocasión alcanzó una altura de 8 metros. El distanciamiento de siembra recomendable para producir materia fresca es de 0.20 x 0.20 m o menor, y para producir semillas se recomienda un distanciamiento de siembra de 0.80 x 0.80 m. Este distanciamiento presentó un mejor desarrollo del árbol, ramas y raíces. En clima templado (500-600 msnm) también poseen un buen desarrollo de las plantas, pero con la diferencia que el costo de producción es más elevado por la aplicación de algunos complementos nutricionales. El desarrollo de este cultivo en condiciones de altitudes mayores de los 700 msnm, es de una

buena germinación, el problema es el crecimiento lento de las plantas, susceptibles a ser dañadas por las fuertes precipitaciones, fuertes vientos y mayor desarrollo de enfermedades fungosas. No es recomendable realizar siembras de moringa a altitudes mayores de los 700 msnm.

Por su parte López y Quiñones (2013), realizaron el estudio del mercado norteamericano para la comercialización de *Moringa oleífera* Lam. como producto nutracéutico. Los autores manifiestan que el proyecto surge al comprobar la existencia de toneladas de moringa disponibles en el Perú y el incremento de producción de la misma que desafortunadamente no se vincula con la demanda nacional de aquella; debido al desconocimiento, escasa valoración y el hábito de consumo poco desarrollado de nutracéuticos en el país, que creemos es una de las formas de consumo más coherentes con las potencialidades de la moringa (como nutracéutico).

EE.UU., por otro lado, al representar uno de los mercados más competitivos en cuanto a la comercialización de nutracéuticos creímos podría dar respuesta a tal disyuntiva. Este informe, por tanto, tuvo como objetivo general, determinar la existencia de una oportunidad de mercado para la moringa oleífera procedente de Perú en el segmento de nutracéuticos de EE.UU. Este a su vez fue dividido en 7 objetivos específicos, que en resumen buscaron demostrar las cualidades de la moringa como producto nutracéutico además de evaluar la viabilidad del mercado a ofertarla en temas de reglamentación comercial; volumen, estructura y crecimiento del mismo; competencia; precios y estructura de acuerdo a los del segmento; canales de distribución más rentables y

comportamiento de consumidores finales. Cada uno de ellos fue medido de forma distinta pero que en conjunto respondieron a variados análisis de entrevistas de expertos en temas de moringa, análisis cuantitativos para temas de proyecciones y datos claves procesados de estudios norteamericanos del segmento de nutracéuticos en la actualidad, entre otros. Así pues, se obtuvo como conclusión final la efectiva oportunidad de mercado por cada uno de estos objetivos.

2.2 BASES TEÓRICAS - CIENTÍFICAS

2.2.1 EL CULTIVO DE LA MORINGA

A. Generalidades

Moringa oleifera Lam., conocido comunmente como moringa, árbol de rábano (horseradish tree), árbol de bequeta (drumstick tree), ángela, árbol de los espárragos, árbol de las perlas, árbol “ben” y por varios otros nombres, es un árbol siempreverde o deciduo de tamaño pequeño y crecimiento acelerado que usualmente alcanza de 10 a 12 m de alto (Little et al., 1964).

Tiene una copa abierta y esparcida de ramas inclinadas y frágiles, un follaje plumoso de hojas pinadas en tres, y una corteza gruesa, blanquecina y de aspecto corchozo. Se valora principalmente por sus frutas, hojas, flores, raíces, todas comestibles, y por el aceite (también comestible) obtenido de las semillas. Se usa extensamente en la medicina tradicional en las áreas en donde es nativo y en donde ha sido introducido (Booth y Wickens, 1988).

B. Taxonomía

Según AGRODESIERTO (2011), la clasificación botánica de la moringa es:

- Reino : Plantae
- División : Angiospermas
- Clase : Magnoliopsida
- Orden : Brassicales
- Familia : Moringaceae
- Género : Moringa
- Especie : oleifera
- Nombre científico : *Moringa oleifera* Lam.

a. Nombres comunes

A *Moringa oleifera* Lam, se le conoce con una infinidad de nombres comunes, siendo estos; tamarindo, paraíso (Foid, N.; Mayorga, L.; Vasquez W., 1998). Paraíso blanco, acacia, árbol de las perlas, chinto borrego, flor de jacinto, jacinto, paraíso de España, paraíso extranjero, paraíso francés, perlas, perlas de oriente, San Jacinto, libertad, árbol de mostaza, teberindo, teberinto, terebinto, árbol rábano picante, *maringacalalu*, *marango*, marengo, ejote francés, moringa, sen, mlonge y mzunze, ben nuttree, badumbo, caragüe, marengo, palo jeringa, carague o carango. En Guatemala se le conoce como: Arango, badumbo, brotón, caragua, caraño, carao, jazmín, marengo, palo blanco,

paraíso, paraíso blanco, tamarindo cimarrón, teberindo, sasafra, tamarindo extranjero, teberinto (CONCYT, 2008).

C. Área de distribución natural y de naturalización

La moringa es nativa al sur de Asia, en donde crece al pie de los Himalayas desde el noreste de Paquistán hasta el norte de Bengala del Oeste (la India) (Nasir, 1972). Ha sido introducido y naturalizado en otras partes de la India, Paquistán, Afganistán, Bangladesh, Sri Lanka, el sudeste de Asia, Asia occidental, la península Arábiga, África del este y oeste, el sur de la Florida, todas las Indias Occidentales, y desde México a Perú, Paraguay y Brasil (Jahn et al. 1986).

En Puerto Rico se cultiva más que nada como una planta ornamental y como setos y a lo largo de cercos. Se ha naturalizado al lado de caminos y carreteras en los llanos costeros y en los cerros bajos al pie de las montañas.

D. Clima

En su hábitat natural, las fluctuaciones anuales de temperatura tienden a ser muy marcadas, con temperaturas a la sombra mínimas y máximas oscilando desde entre -1 a 3 °C hasta entre 38 a 48 °C durante los meses más fríos y los más calientes, respectivamente (Troup, 1921). La precipitación anual en esta región oscila entre 750 y 2200 mm.

La moringa es muy resistente a la sequía y se cultiva en regiones áridas y semiáridas de la India, Paquistán, Afganistán, Arabia Saudita y África del este, en donde la precipitación puede

ser de 300 mm (Nautiyal y Venhataraman, 1967), lo que es bajo, a pesar de que dichos sitios son probablemente irrigados y se caracterizan por poseer un nivel alto de agua subterránea. En Puerto Rico, la moringa se ha naturalizado hasta cierto punto en lugares con una precipitación anual de entre 1000 y 1800 mm (Francis y Liogier, 1991).

E. Suelos y topografía

La moringa crece en altitudes de hasta aproximadamente 1,400 m a lo largo de los ríos más grandes de su área de distribución natural en aluviones arenosos o guijosos (Food and Agriculture Organización, 1982).

Estos suelos tienen por lo general un buen drenaje y tienen a menudo poca materia orgánica. Mientras que el suelo superficial puede ser muy seco durante varios meses al año, el nivel de agua subterránea se encuentra por lo general dentro de la zona de profundidad máxima de sus raíces (Champion, 1936).

En los sitios en donde ha sido introducido, la moringa prospera en lugares al nivel del mar, hasta altitudes de 1,200 m (Jahn et al. 1986). En la mayoría de suelos con textura de ligera a mediana, pero el mejor crecimiento ocurre en francos arenosos (Ramachandran y Gopalakrishman, 1980).

En Puerto Rico crece a poca altitud en suelos con drenaje excesivo y en suelos húmedos y bien drenados de fertilidad mediana con un pH de entre 5.5 y 7.5 (Francis et al., 1991). En

Kenya, resultados negativos se reportaron en alfisoles semiáridos a una altitud de 1,560 m (Jama et al., 1989).

F. Cobertura forestal asociada

En el área de su distribución natural, la moringa crece en bosques deciduos tropicales secos secundarios en asociación con *Albizia procera* (Roxb.) Benth., *Bombax malabaricum* DC., *Dalbergia sissoo* Roxb., *Ficus glomerata* Roxb., *Gmelina arborea* Linn., *Kydia calycina* Roxb., y *Lagerstroemia parviflora* Roxb. En bosques secundarios en los llanos costeros del sur en Puerto Rico, la moringa se encuentra asociado con *A. lebbek* (L.) Benth., *Bucida buceras* L., *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit, *Pithecelobium dulce* (Roxb.) Benth., *Prosopis pallida* (H. & B) ex Willd., *Tabebuia heterophylla* (DC.) Britton, y *Tamarindus indica* L. (Agrawal et al., 1986).

G. Ciclo vital

a. Reproducción y crecimiento inicial

- **Flores y fruto.-** Existen grandes variaciones en la fenología del florecimiento de acuerdo a la variedad y el sitio en donde crece. La moringa puede florecer sólo una vez al año entre los meses de abril y junio en regiones con temporadas frías, como el norte de la India; puede también florecer dos veces al año al sur de la India, o durante todo el año en lugares con temperaturas y precipitación anuales más constantes, como en Puerto Rico y en otros lugares del Caribe (Little et al., 1964).

Las flores aparecen por primera vez a una edad temprana, frecuentemente durante los primeros seis meses después de haber sido plantados y usualmente durante el primer año. Las flores blanco-amarillentas, fragantes y bisexuales aparecen en cabillos delgados y vellosos en grupos de flores laterales esparcidos o pendientes de 10 a 25 cm de largo.

Las flores individuales son de aproximadamente 0.7 a 1 cm de largo y 2 cm de ancho con cinco pétalos blanco-amarillentos de tamaño desigual y con venas delgadas (Little et al., 1964). Los polinizadores principales son las abejas, otros insectos y varias aves (Jothi et al., 1990).

Las frutas son unas cápsulas de color pardo, de tres lados, lineares y pendientes, con surcos longitudinales, usualmente de 20 a 45 cm de largo, aunque a veces hasta de 120 cm de largo, y de 2 a 2.5 cm de ancho. Las frutas alcanzan la madurez aproximadamente 3 meses después del florecimiento (Palanisami et al., 1985). Veinticuatro vainas con semillas en Puerto Rico tuvieron un promedio de 15.8 ± 1.4 semillas y variaron de entre 2 a 26 semillas por vaina (Little et al., 1964).

- **Producción de semillas y su diseminación.** - Las semillas de la Moringa son de color pardo oscuro, globulares y de aproximadamente 1 cm de diámetro, con

tres alas con una consistencia papiracea (Ramachandran y Gopalakrishman, 1980). Aparentemente existen variaciones en los pesos de las semillas de acuerdo a la variedad, desde 3,000 a 9,000 semillas por kilogramo (Nautiyal y Venhataraman, 1967).

Dos muestras de 100 semillas previamente limpiadas en Puerto Rico promediaron 0.325 ± 0.005 y 0.310 ± 0.006 g por semilla, o entre 3,080 y 3,230 semillas por kilogramo (observación personal del autor). Las vainas maduras con semillas permanecen en el árbol por varios meses antes de partirse y de liberar las semillas, las cuales son dispersadas por el viento, agua y probablemente animales.

- **Desarrollo de las plántulas.** - En la Moringa la germinación es epigea. Las semillas deberán ser sembradas sin tratamiento previo, ya que la escarificación no afecta las tasas de crecimiento en forma positiva. La profundidad óptima para sembrar las semillas de moringa es de 1 a 2 cm (Sharma y Raina, 1982).

La tasa de germinación usualmente es de entre 60 y 90 por ciento para semillas frescas. Cuando almacenadas, las semillas no retienen su viabilidad por más de 2 meses. En la India, unos porcentajes de germinación de 60.0, 48.0 y 7.5 por ciento fueron reportados para semillas sembradas 1, 2 y 3 meses después de la recolección,

respectivamente. Otros estudios han reportado tasas de germinación yendo de 10 a 60 por ciento para semillas almacenadas por 1 mes. Tanto la germinación como el desarrollo inicial de las plántulas se ven beneficiados por condiciones parciales de sombra (*Jahn et al., 1986*)).

En la moringa, el crecimiento de las plántulas es rápido. Plántulas en tiestos en Puerto Rico alcanzaron de 20 a 30 cm de alto seis semanas después de sembradas, y las plántulas alcanzan tamaño adecuado para el trasplante (entre 30 y 50 cm) de 2 a 3 meses después de sembradas. Ocasionalmente, las plántulas alcanzan 2.5 m de alto 3 meses después de sembradas y entre 1.8 a 3.6 m 5 meses después de sembradas. En la India, en donde la moringa se cultiva extensamente, se hace uso de estacas y plántulas germinadas en viveros para establecer plantaciones (*Ramachandran y Gopalakrishman, 1980*)).

La regeneración natural de la moringa es adecuada en sitios perturbados como a la orilla de caminos y en los bordes de siembras en donde la competencia por la luz y por la humedad del suelo no es severa.

- **Reproducción Vegetativa.** - La Moringa se propaga fácilmente por estacas, pero es difícil propagarlo por acodos aéreos. En el sur de la India, estacas de ramas grandes de 1 a 1.4 m de largo y de 4 a 5 cm de diámetro

son plantadas típicamente durante la temporada lluviosa del verano (Ramachandran y Gopalakrishman, 1980).

Se reporta que plantas obtenidas de semillas producen fruta de calidad inferior y se tardan más en producirla. Estacas de tallos de buen tamaño sembradas en suelo húmedo arraigan fácilmente y obtienen en pocos meses el tamaño de un árbol (Ramachandran y Gopalakrishman, 1980). Sin embargo, algunos estudios sugieren que los árboles obtenidos al sembrar semillas producen raíces más largas que aquellos procedentes de estacas, y serían preferibles para plantaciones establecidas en regiones áridas y semiáridas en donde suelos inestables y la profundidad del agua subterránea ponen límites al crecimiento. En el norte de la India el éxito en obtener arraigamiento de acodos fue mayor durante la primavera que durante la estación lluviosa del verano o los meses más templados del invierno (Sharma y Raina, 1982). En estos estudios, los acodos de tallos de 2 años de edad, de 30 cm de alto y 0.75 a 2.0 cm de diámetro, arraigaron con mayor facilidad que los acodos de tallos de un año. Porcentajes de arraigamiento se optimizaron con ácido indol-butírico, una hormona reguladora del crecimiento, en concentraciones de 50 ppm por un período de 24 horas antes de plantar. Estacas de ramas grandes de 1 a 2 m de longitud se usan

frecuentemente con buenos resultados, siempre que sean sembradas a una profundidad de 50 cm (Nautiyal y Venhataram, 1987).

La moringa rebrota vigorosamente después de cortado, produciendo de cuatro a ocho renuevos por tocón. Árboles cultivados por su fruta y para forraje frecuentemente se desmochan para restringir el desarrollo de la copa y promover el crecimiento de nuevas ramas (Ramachandran y Gopalakrishman, 1980).

b. Etapa del brinjal hasta a la madurez

- **Crecimiento y rendimiento.** - La Moringa crece con rapidez en lugares favorables, incrementando de 1 a 2 m por año en altura durante los primeros 3 a 4 años. Mientras que los árboles rara vez alcanzan de 10 a 12 m, en ocasiones alcanzan de 15 a 16 m de alto con diámetros a la altura del pecho (d.a.p.) de hasta 75 cm (Krishnaswamy, 1956). En la Moringa la producción de fruta comienza a una edad temprana. En el caso de árboles obtenidos por estacas, las frutas aparecen de 6 a 8 meses después de plantados (Ramachandran y Gopalakrishman, 1980). Durante los dos primeros años, el rendimiento de fruta es bajo, pero a partir del tercer año, un solo árbol puede producir de 600 a 1,600 o más frutas por año (Booth y Wickens, 1988).

- **Comportamiento radical.** - Las plántulas de moringa desarrollan una raíz pivotante tuberosa, blanca y de aspecto hinchado, con un olor picante característico, y escasas raíces laterales. Los árboles obtenidos de semillas desarrollan una raíz pivotante gruesa y profunda, con un sistema extenso de raíces laterales tuberosas y gruesas. Los árboles obtenidos de estacas no desarrollan raíces pivotantes (Lahjie y Seibert, 1987).
- **Reacción a la competencia.** - La Moringa es una especie con una demanda de luz muy alta, y por lo común se siembra con espaciamientos de 3 por 3 m a 5 por 5 m en plantaciones en bloque, y a 5 m de distancia en plantaciones lineares (Nautiyal y Venhataraman, 1987). Setos o “cercas vivientes” de moringa se establecen usualmente con espaciamientos de 1 m o menos y se controlan con respecto a la producción de follaje mediante podas frecuentes. Las plántulas son susceptibles a la sequía y a la competencia con gramíneas. Una vez establecidos, los árboles jóvenes y en etapa de poste son muy resistentes y capaces de sobrevivir tanto las sequías como la competencia radical (Morton, 1991).

- **Agentes dañinos.** - En la India existen varias especies de insectos que atacan a la Moringa. Estas incluyen la oruga de la corteza, *Indarbela quadrinotata* Wlk.; la oruga vellosa, *Eupterote mollifera* Wlk.; la oruga foliar verde, *Noorda blitealis* Wlk., y el gusano de las yemas, *N. moringae* Tams, que puede causar una seria defoliación; la etapa larval de *Tetragonia siva*, *Metanastia hyrtaca*, *Heliothis armigera* y *Helopeltis antonii* Sign. (Lepidoptera); el áfido, *Aphis caraccivora*; los insectos cóccidos, *Ceroplastodes cajani* y *Diaspidotus* sp.; los barrenadores de los tallos, *Indarbela tetraonis* (Moore) y *Diaxenopsis apomecynoides*, y la mosca de la fruta, *Gitonia* sp. (Butani y Verma, 1981). Varias otras plagas de insectos que rara vez causan daño mayor o que usualmente causan daños menores han sido reportadas. En Puerto Rico se reporta que la Moringa es muy susceptible al ataque de las termitas (Martin y Ruberté, 1979).

La depredación sobre las semillas por insectos llega frecuentemente a niveles muy altos. La Moringa no se ve afectado por ninguna enfermedad seria en sus áreas de distribución natural o donde ha sido introducido. En el sur de la India, varias enfermedades se han reportado como causantes de un daño menor

en los árboles de moringa, incluyendo una pudrición de las raíces causada por *Diplodia* sp. y una pudrición de la fruta causada por *Cochliobolus hawaiiensis*. La moringa hospeda de manera colateral a *Leveillula taurica*, un añublo que causa daño serio en viveros de papaya (*Carica papaya* L.) en el sur de la India. La moringa es muy susceptible a daño por el viento (Ullasa y Rawal 1984).

H. Usos

La madera blanda de la moringa no se usa mucho fuera de su área de distribución en el sur de Asia, en donde ocurre naturalmente o ha sido introducido, excepto como combustible. En la India, se usa en forma limitada para lanzaderas y otros instrumentos de la industria textil, y es adecuada para la producción de pulpa para hacer papel periódico, papel celofán y textiles (Mahajan y Sharma, 1984).

El árbol se valora principalmente por sus vainas tiernas y comestibles, que tienen un gusto muy similar al espárrago. Estas vainas se comen como vegetales nutritivos, ya sea cocidas o curtidas. Las hojas tiernas tienen sabor a berro, y se comen junto con las flores ya sea cocidas o crudas. Son muy ricas en proteína, minerales, beta-caroteno, tiamina, riboflavina y otras vitaminas, particularmente las vitaminas A y C (Verma et al., 1976).

El ácido ascórbico (vitamina C) en las vainas verdes varía de entre 92 a 126 mg por 100 g de pulpa. La fruta no madura, flores y hojas contienen del 5 al 10 por ciento de proteína (Szolnoki, 1985).

Las semillas inmaduras, que saben a cacahuates cuando fritas, también se consumen, ya sea crudas o cocidas. Las raíces, que tienen el sabor picante del rábano rústico (*Armoracia rusticana* Gaertn.), se usan como condimento o aderezo después de peladas, secadas y mezcladas con vinagre. La corteza de las raíces deberá ser removida totalmente, ya que es rica en alcaloides, especialmente moringina, una sustancia tóxica en el mismo grupo que la efedrina (Morton, 1991).

Las semillas de la moringa contienen entre 19 y 47 por ciento de aceite. Este aceite es similar al aceite de oliva y es rico en ácidos palmítico, esteárico, béhmico y oleico. Conocido comercialmente como “aceite de ben”, se usa para consumo humano, iluminación, y en cosméticos y jabones. Este aceite es muy apreciado en perfumería por su capacidad de absorber y retener olores, y por relojeros como lubricante. La costra del aceite se usa como abono (Dastur, 1962).

Las semillas, una vez machacadas, se han usado como un método efectivo y de bajo costo para tratar el agua y reducir su turbidez y contaminación bacterial en comunidades rurales del Sudán, Malawi e Indonesia. Se ha demostrado que extractos de las hojas ayudan a incrementar la nodulación de 369 las raíces,

el peso de los nódulos y la actividad de la nitrogenasa del *Rhizobium* en la habichuela *Vigna mungo* (L.) Hepper, cuando se aplica a las semillas o las raíces (Bandana et al., 1987).

La corteza corchoza produce una fibra tosca, que se utiliza para hacer esteras, papel y cordaje. El tallo exuda una goma mucilaginosa que se usa para curtir cuero y para el estampado de calicó o indiana (Benthall, 1933).

En muchas partes dentro de su área de distribución, las hojas y ramitas se usan como forraje para cabras, camellos, y ganado vacuno y ovino. Las flores son una buena fuente de polen para las abejas (Rajan, 1986).

La moringa tiene muchos usos medicinales que han sido apreciados por varios siglos en muchas partes en donde es nativo o introducido por el hombre. Los usos de sus raíces, la corteza de la raíz, la corteza del tallo, las exudaciones del tallo, hojas, flores y semillas en el tratamiento de una gran variedad de enfermedades han sido discutidas en textos de medicina en sánscrito muy antiguos, y el árbol sigue teniendo gran importancia, particularmente como un anti-irritante, en la medicina nativa de Asia y África occidental (Jain, 1970).

El extracto de las hojas tiene propiedades anti-bacterianas y contra la malaria muy fuerte. Las flores y las raíces contienen pterygospermina, un antibiótico que es muy efectivo en el tratamiento del cólera.

Varios compuestos químicos de valor medicinal confirmado han sido aislados en las raíces, la corteza de la raíz, la corteza del tallo y semillas. El aceite de ben se usa frecuentemente en el tratamiento de la gota y el reumatismo agudo (Singh et al., 1983).

I. Genética

La moringa exhibe una variación fenotípica considerable dentro de su área de distribución. Mientras que los frutos de árboles silvestres son usualmente pequeños, unas variedades de cultivo en el sur de la India, conocidas como “Jaffna” y “Chavakacheri murunga”, dan frutos que varían en tamaño de 60 a 90 cm y de 90 a 120 cm, respectivamente (Suthanthirapandian et al., 1989). Se reporta que la variedad “Chemmurunga”, que tiene frutos con ápice rojo, florece todo el año y rinde fruto abundante. Otras variedades bien conocidas cultivadas en el estado de Tamil Nadu en el sur de la India incluyen a “Palmurungai”, que tiene una pulpa gruesa y sabor amargo; “Punamurungai” y “Kodikalmurungai”, que produce frutas de sólo 15 a 23 cm. de largo. En las Indias Occidentales se cultiva un número de variedades. Algunas de éstas producen fruto abundante, mientras que otras florecen muy raramente y se cultivan más que todo por su follaje (Ramachandran et al., 1980).

El género *Moringa* (nombre tomado del vernacular en el sur de la India) es el único en la familia Moringaceae, que tiene de 10 a 12 especies nativas a la región de entre África del norte al

Sudeste de Asia. Además de *M. oleifera*, varias otras especies se pueden usar como fuente de alimento, fibra, medicamentos y otros productos. Entre estas especies están *M. concanensis* Nimmo, *M. drouhardii* Jumelle, *M. longituba* Engl., *M. ovalifolia* Dinter & A. Berger, *M. peregrina* (Forsk.) Fiori, y *M. stenopetala* Cuford (Morton, 1991).

Entre los sinónimos botánicos se incluyen *M. moringa* (L.) Millep., *M. pterygosperma* Gaertn., *M. nux-ben* Perr., *Hyperanthera moringa* Willd., y *Guilandina moringa* Lam. La moringa es una especie diploide con un total de 28 cromosomas (Morton, 1991).

2.2.2 TRATAMIENTOS PRE GERMINATIVOS

Las semillas de algunas especies no germinan porque tienen una cáscara muy dura, y no permite que el agua penetre a ella, esta no se hincha y por lo tanto no genera la plántula (Flores, 1994).

También se puede deber a las condiciones internas del embrión, de las sustancias de reserva que hay en el interior de la semilla que imposibilita la germinación (Suárez, 1985).

A. Tratamiento químico

Uno de los tratamientos para romper la impermeabilidad de la cubierta de las semillas es someterlas durante cierto tiempo a la acción de los ácidos, en los tratamientos que se ha empleado ácido sulfúrico, se ha conseguido elevar la germinación de algunas especies del 10% al 90%. (Suárez, 1985).

B. Tratamiento físico

a. Inmersión en agua

Este tratamiento es usado para facilitar la germinación de semillas con cubierta impermeable, consiste en la inmersión de semillas durante períodos y tiempos variables en agua próxima a hervir y dejar que esta se vaya enfriando. (Flores, 1994).

b. Con agua caliente

Se colocan las semillas en un recipiente en una proporción de 4 a 5 veces su volumen de agua caliente a temperatura entre 77 y 100 ° C. De inmediato se retira la fuente de calor y las semillas se dejan remojar durante 12 a 24 horas en el agua que se va enfriando gradualmente. Las semillas se deben sembrar inmediatamente después del tratamiento (Patiño, 1983).

c. Remojo en agua fría horas antes de la siembra

Este tratamiento se usa en semillas que han estado almacenadas por algún tiempo, en condiciones favorables (Patiño, 1983).

C. Tratamiento mecánico

Consiste en la eliminación de la testa en forma total o parcial, entre estos tratamientos tenemos, el rompimiento de la testa, o lijadura de la misma.

Los tratamientos mencionados deben realizarse con sumo cuidado para no dañar el embrión y tejidos internos (Bodero, 1980).

2.2.3 REPRODUCCIÓN

Según García Roa (2003), esta especie puede propagarse mediante dos formas: sexual y asexual. La más utilizada para plantaciones es la sexual, especialmente cuando el objetivo es la producción de forraje. La siembra de las semillas se realiza manualmente, a una profundidad de 2 cm, y germinan a los 10 días. Este mismo autor plantea que el número de semillas por kilogramo varía de 4 000 a 4 800 y cada árbol puede producir entre 15 000 y 25 000 por año.

El tiempo de germinación oscila entre cinco y siete días después de sembrada. La semilla no requiere tratamientos pregerminativos y presenta porcentajes altos de germinación, mayores que 90%. Sin embargo, cuando se almacena por más de dos meses disminuye su poder germinativo (Sharma y Raina, 1982).

Para la propagación en vivero se utiliza bolsas de polietileno con dimensiones de aproximadamente 18 cm u 8 "de altura y 12 cm o 4-5" de diámetro. La mezcla de tierra para las bolsas debe ser ligera, es decir, 3 partes de tierra y 1 parte de arena. Planta de dos o tres semillas en cada saco, uno a dos centímetros de profundidad. Mantenga húmeda pero no demasiado húmedo.

La germinación se producirá dentro de 5 a 12 días. Retire las plántulas de más, dejando una en cada saco. Las plántulas pueden

ser plantadas en campo cuando tienen 60-90cm de altura, con este tamaño están listas para ser plantadas.

2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

- **Moringa.** - La planta moringa, de la cual probablemente pocos han escuchado, es originaria de la región norte de África e India. Actualmente existen solamente 13 especies dentro del género *Moringa*, la más popular de éstas es la *Moringa oleifera* debido a sus grandes propiedades medicinales y curativas. El árbol en su edad madura puede alcanzar una altura de hasta 9.5 m. Cada una de sus ramas hace crecer muchas hojas de color verde pálido y pequeñas flores blancas, además, sus frutos tienen un exquisito aroma.
- **Germinación.** - Es el proceso mediante el cual una semilla se desarrolla hasta convertirse en una planta. Este proceso se lleva a cabo cuando el embrión se hincha y la cubierta de la semilla se rompe. Para lograr esto, toda nueva planta requiere de elementos básicos para su desarrollo: temperatura, agua, oxígeno y sales minerales.
- **Escarificación.** - Es una técnica que se lleva a cabo con el fin de acortar el tiempo de germinación. Se trata de una abrasión de la pared exterior de la semilla (tegumento) para permitir que el endospermo entre en contacto con el aire y el agua. Se hace por abrasión, con productos químicos (ácido) o físico (cuchillo, aguja, papel de lija), teniendo mucho cuidado de no dañar el interior de la semilla.
- **Vivero.** - Conjunto de instalaciones agronómicas en el cual se plantan, germinan, maduran y endurecen todo tipo de plantas.

- **Sustrato.** - Un sustrato es todo material sólido distinto del suelo, natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico, que, colocado en un contenedor, en forma pura o en mezcla, permite el anclaje del sistema radicular de la planta, desempeñando, por tanto, un papel de soporte para la planta. El sustrato puede intervenir o no en el complejo proceso de la nutrición mineral de la planta.
- **Gallinaza.** - Es considerado como uno de los fertilizantes más completos y que mejores nutrientes puede dar al suelo, debido a su importante contenido de nitrógeno, fósforo y potasio. Es importante destacar que, para su buen aprovechamiento, primero se debe hacer un buen curado o maduración. La gallinaza o estiércol de gallina, es uno de los componentes de origen natural que cuenta con mayor contenido de nutrientes entre todos los fertilizantes conocidos, además, como toda camada de gallina; contiene fuentes de carbono, que son responsables para la conversión del humus (Ing. Agr. Ken Moriya, 21 de septiembre de 2010 - 00:09)

NUTRIENTE	GALLINAZA KG/TON
<i>NITROGENO</i>	34.7
<i>FOSFORO (P2O5)</i>	30.8
<i>POTASIO (K2O)</i>	20.9
<i>CALCIO</i>	61.2
<i>MAGNESIO</i>	8.3
<i>SODIO</i>	5.6
<i>SALES SOLUBLES</i>	56

MATERIA ORGANICA	700
------------------	-----

Cuadro 01. Contenido nutrimental de la gallinaza castellanos (1980)

- **Compost.** - Es un proceso biológico mediante el cual es posible convertir residuos orgánicos en materia orgánica estable (composta madura), gracias a la acción de diversos microorganismos. Las aplicaciones más comunes del composteo incluyen el tratamiento de residuos agrícolas, de desechos de jardinería y cocina, de residuos sólidos municipales y de lodos. Sin embargo, desde hace unos 5 años, investigaciones a nivel laboratorio, piloto y a gran escala, han demostrado que el proceso de composteo, así como el uso de composta madura, es una solución de bajo costo y tecnológicamente efectiva para remediar suelos contaminados por residuos orgánicos peligrosos como los HTP, solventes, explosivos, pesticidas e HAP (Eweis et al., 1998; Semple et al., 2001).

NUTRIENTE	COMPOST DE CAFE
	KG
NITROGENO	0.5
FOSFORO (P2O5)	0.1
POTASIO (K2O)	1.0
CALCIO	1.7
FIERRO	1.0
MAGNESIO	0.5
Mn, Cu y Zn	(TRAZAS)

Cuadro 02. Componentes de pulpa descompuesta de café y transformada en compost (Datos para 100 kg de pulpa descompuesta). Castañeda, 1997.

- **Humus de lombriz.** - Es un abono orgánico que contiene nutrientes disponibles para la planta y es beneficioso para la flora y fauna microbiana del suelo. Es el resultado de la ingesta y digestión de la materia orgánica descompuesta (compost) por las lombrices de tierra. Es de color marrón a negruzco, granulado, sin olor (INIA, Primera Edición: enero 2008).

NUTRIENTE	HUMUS DE LOMBRIZ
<i>NITROGENO</i>	2,5 – 3,0 %
<i>FOSFORO (P2O5)</i>	1.8 – 2.9 %
<i>POTASIO (K2O)</i>	1,4 – 2,0 %
<i>CARBONO</i>	13,5 %
<i>HIERRO</i>	746,2 mg/100gr
<i>ZINC</i>	16,19 mg/100gr
<i>MANGANESO</i>	53,86 mg/100gr
<i>COBRE</i>	5,16 mg/100gr
<i>MAGNESIO</i>	832,48 mg/100gr

Cuadro 03. Valores nutritivos del humus de lombriz.

- **Tierra agrícola.** - Es aquel que se utiliza en el ámbito de la productividad para hacer referencia a un determinado tipo de suelo que es apto para todo tipo de cultivos y plantaciones, es decir, para la actividad agrícola o agricultura. El suelo agrícola debe ser en primer lugar un suelo fértil

que permita el crecimiento y desarrollo de diferentes tipos de cultivo que sean luego cosechados y utilizados por el hombre, por lo cual también debe ser apto por sus componentes para el ser humano (Cecilia Bembibre, 2011)

- **Ácido giberélico.** - El ácido giberélico es una hormona vegetal endógena de todas las plantas vasculares (superiores). Se encarga de regular el crecimiento y el desarrollo de todos los órganos de los vegetales. El ácido giberélico, perteneciente al grupo de hormonas vegetales conocidas como "giberelinas". Fue el segundo compuesto químico clasificado como una hormona vegetal (sustancia promotora del crecimiento) y, en conjunto, las giberelinas son unas de las fitohormonas más estudiadas en el área de la fisiología vegetal (**BRIAN, P. W. ,1958**).
- **Ácido sulfúrico.** - Escrito químicamente como H_2SO_4 , es un químico líquido viscoso y aceitoso. El ácido sulfúrico es un producto químico extremadamente peligroso que debe manejarse con precaución. Debido a que es un químico tan peligroso, los usos domésticos son pocos. Sin embargo, es un ingrediente importante en la fabricación de algunos productos domésticos comunes, y sin las propiedades reactivas que hacen que el ácido sulfúrico sea tan peligroso, el mantenimiento del hogar sería muy diferente. Su peso molecular es de 98.079 g/mol (**BRIAN, P. W. ,1958**).

2.4 FORMULACIÓN DE HIPOTESIS

2.4.1 Hipótesis general

- Los promedios del porcentaje de germinación en los tratamientos pre germinativos y los promedios de las variables en los tipos de

sustratos en la producción de plántones de moringa (*Moringa oleifera* Lam.) en vivero son iguales.

2.4.2 Hipótesis específicas

- Los tratamientos pre germinativos en la producción de plántones de moringa (*Moringa oleifera* Lam.) son iguales.
- Los tipos de sustrato usados en la producción de plántones de moringa (*Moringa oleifera* Lam.) en vivero son iguales.

2.5 IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

2.5.1 Variable independiente

- Tratamientos pre germinativos
- Tipos de sustratos

2.5.2 Variable dependiente

- Producción de plántones de moringa (*Moringa oleifera* Lam.) en vivero.

2.6 DEFINICIÓN OPERACIONAL DE VARIABLES E INDICADORES

Variable		Dimensión	Indicador
Independiente	Tratamientos pre germinativos	Remojo en agua destilada a 50 °C x 3 minutos	%
		Remojo en agua destilada fría a 4 °C x 24 horas	%
		Remojo en agua destilada ambiente x 48 horas	%
		Remojo en Ácido giberélico (AG3) a 1000 ppm x 24 horas	%

		Escarificación con ácido sulfúrico al 5% por 5 minutos	%	
		Escarificación manual (50% de la testa rota)	%	
	Tipos de sustratos	Tierra agrícola 50% + Arena 25% + Compost de café 25%	kg	
		Tierra agrícola 65% + Arena 25% + Gallinaza 10%	kg	
		Tierra agrícola 50% + Arena 25% + Cascarilla de arroz 25%	kg	
		Tierra agrícola 50% + Arena 25% + Humus de lombriz 25%	kg	
		Tierra agrícola 75% + Arena 25%	kg	
		Tierra agrícola 100% (Testigo)	kg	
	Dependiente	Producción de plántones de moringa (<i>Moringa oleifera</i> Lam.) en vivero.	Porcentaje de germinación	%
			Número de días a la germinación	Unid
Altura de planta		cm		
Longitud de raíces		cm		
Diámetro de tallo		mm		
Peso fresco de la planta		g		
Peso seco de la planta		g		

Para las variables en las que los datos se obtuvieron por conteo se transformaron con \sqrt{x} ; y los datos que se obtuvieron en porcentajes se transformaron con: $\text{sen}^{-1}\left(\sqrt{x/100}\right)$ para realizar el ANVA.

CAPITULO III

METODOLOGIA Y TECNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación al que pertenece el presente proyecto es experimental de campo, cuantitativo.

3.2 MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

El método de investigación utilizado en el presente proyecto es el método inductivo - deductivo.

3.3 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El Diseño experimental que se empleará será el Diseño de Bloques Completamente Randomizados con 6 tratamientos y 3 repeticiones.

3.3.1. Modelo aditivo lineal

$$Y_{ij} = \mu + t_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Es una observación cualquiera.

μ = Media poblacional.

t_i = Efecto aleatorio del i-ésimo tratamiento.

β_j = Efecto aleatorio de la j-ésima bloque.

ε_{ij} = Error experimental.

3.3.2. Análisis de variancia

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft	Sig.
Tratamientos	5					
Repetición	2					
Error	10					
Total	17					
S =		X =		C.V. =		

3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.4.1. Población

La población estuvo compuesta por 900 plantas de moringa.

3.4.2. Muestra

Para el presente trabajo de investigación la muestra estuvo compuesta de 180 plantas tomadas al azar de plantones de moringa.

3.5 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

La principal técnica que se utilizó en el desarrollo de la investigación fue la observación y el principal instrumento de recolección de datos que se utilizó fue la ficha de colección de datos.

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS						
FECHA						
INDICADOR	TRATAMIENTO					
	T - 1	T - 2	T - 3	T - 4	T - 5	T - 6
R - 1						
R - 2						
R - 3						

3.6 TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

El procesamiento y análisis de los datos, se realizaron mediante el análisis de varianza de los datos, utilizando el software estadístico SPSS.

3.7 TRATAMIENTO ESTADISTICO

Para comparar los promedios de los tratamientos y poder clasificarlos, se aplicó la prueba de significación de Duncan (5%).

3.8 ORIENTACIÓN ÉTICA

El desarrollo del trabajo de investigación que servirá de referencia para otros trabajos de investigación y que contribuirá al conocimiento en el cultivo de la moringa en selva central fue desarrollado siguiendo los valores éticos del investigador y es así que doy fe que lo que se expone en el presente documento está representado en sus resultados fiel a las evaluaciones realizadas en campo.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE CAMPO

4.1.1 Lugar de ejecución

El presente trabajo de investigación se ejecutó en el Vivero No 01 de la Escuela de Formación Profesional de Agronomía, ubicado en el campo experimental de la ciudad universitaria de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión – Filial La Merced, distrito de Chanchamayo, provincia de Chanchamayo y departamento de Junín.

A. Ubicación política

- Región : Junín
- Provincia : Chanchamayo
- Distrito : Chanchamayo
- Lugar : Pampa del Carmen

B. Ubicación geográfica

- Latitud sur : 11° 03' 00"
- Longitud oeste : 75° 18' 15"
- Altitud : de 750 m.s.n.m.

4.1.2 Materiales y equipos

A. Materiales de campo

- Tablero
- Fichas de datos
- Tijera de podar
- Cuchillo
- Chafle o machete
- Cinta métrica
- Baldes
- Cordel
- Bolsas para vivero 5 x 7
- Paletas de madera

B. Materiales de escritorio

- Libreta de campo
- Lápiz
- Reglas
- Ficha de recolección de datos
- Plumones indelebles
- Lapiceros
- Papel bond 75 gr.
- Resaltador
- CD's

- USB

C. Equipos

- Computadora
- Termómetro Digital
- Termómetro hidrómetro ambiental
- Cámara digital
- Balanza
- Vernier digital
- Mochila asperjadora

D. Insumos

- Semillas de moringa
- Ácido giberélico
- Ácido sulfúrico
- Agua destilada
- Tierra agrícola
- Arena (Rio de agua dulce)
- Compost de café
- Gallinaza
- Humus de lombriz

4.1.3 Tratamientos

A. Tratamientos pregerminativos

- Remojo en agua destilada a 50 °C x 3 minutos
- Remojo en agua destilada fría a 4 °C x 24 horas
- Remojo en agua destilada ambiente x 48 horas
- Remojo en Ácido giberélico (AG3) a 1000 ppm x 24 horas

- Escarificación con ácido sulfúrico al 5% por 5 minutos
- Escarificación manual (50% de la testa rota)

B. Tipos de sustrato

- Tierra agrícola 50% + Arena 25% + Compost de café 25%
- Tierra agrícola 65% + Arena 25% + Gallinaza 10%
- Tierra agrícola 50% + Arena 25% + Cascarilla de arroz 25%
- Tierra agrícola 50% + Arena 25% + Humus de lombriz 25%
- Tierra agrícola 75% + Arena 25%
- Tierra agrícola 100% (Testigo)

4.1.4 Descripción de los tratamientos

A. Tratamientos pregerminativos

No.	Tratamiento	Descripción de la conformación de los tratamientos
1	T1	Remojo en agua destilada a 50 °C x 3 minutos
2	T2	Remojo en agua destilada fría a 4 °C x 24 horas
3	T3	Remojo en agua destilada ambiente x 48 horas
4	T4	Remojo en Ácido giberélico (AG3) a 1000 ppm x 24 horas
5	T5	Escarificación con ácido sulfúrico al 5% por 5 minutos
6	T6	Escarificación manual (50% de la testa rota)

Al realizar los tratamientos pre germinativos, me permitió tomar la decisión de elegir la mejor opción de estimular la germinación de las plántulas de Moringa, a fin de obtener un muestreo más completo al evaluar las variables en la producción de plantones de moringa (*Moringa oleifera* Lam.) en vivero.

Siendo el tratamiento T3 (Remojo en agua destilada ambiente x 48 horas), la mejor opción para estimular la germinación de las plántulas de Moringa.

B. Tipos de sustratos

No.	Tratamiento	Descripción de la conformación de los tratamientos
1	T1	Tierra agrícola 50% + Arena 25% + Compost de café 25%
2	T2	Tierra agrícola 65% + Arena 25% + Gallinaza 10%
3	T3	Tierra agrícola 50% + Arena 25% + Cascarilla de arroz 25%
4	T4	Tierra agrícola 50% + Arena 25% + Humus de lombriz 25%
5	T5	Tierra agrícola 75% + Arena 25%
6	T6	Tierra agrícola 100% (Testigo)

C. Croquis de campo y distribución de las unidades experimentales



4.1.5 Evaluación de las variables

A. Porcentaje de germinación (%)

El porcentaje de germinación se midió tomando en consideración el número de semillas germinadas en cada tratamiento.

B. Número de días a la germinación (días)

El número de días a la germinación se midió tomando en consideración el número de días cuando las semillas germinaron en un 50% en cada tratamiento.

C. Altura de planta (cm)

La altura de la planta se midió desde el cuello de la planta hasta la parte más distal de la planta a los 30, 60 y 90 días después de la emergencia.

D. Longitud de raíces (cm)

La longitud de raíces se midió desde el cuello de la planta hasta el extremo distal máxima de la raíz a los 30, 60 y 90 días después de la emergencia.

E. Diámetro de tallo (cm)

El diámetro de tallo se midió a una altura de 5 centímetros del cuello de la planta a los 30, 60 y 90 días después de la emergencia.

F. Peso fresco de la planta (g)

El peso fresco de la planta se midió tomando en cuenta toda la planta a los 30, 60 y 90 días después de la emergencia.

G. Peso seco de la planta (g)

El peso seco de la planta se midió tomando en cuenta toda la planta a los 30, 60 y 90 días después de la emergencia.

4.1.6 Procedimiento y conducción del experimento

Para la ejecución del presente trabajo experimental se llevó a cabo las siguientes actividades:

A. Delimitación del área experimental

Para lograr uniformidad y evitar el efecto de factores extraños al trabajo de investigación, se delimitó el área del trabajo colocando barreras de bambú y malla a prueba de aves.

B. Limpieza

El lugar seleccionado para la instalación del trabajo experimental se limpió completamente, dejándolo listo para iniciar el trabajo.

C. Preparación del sustrato

La obtención de la muestra de suelos se realizó siguiendo el protocolo para obtención de muestra de suelo para su análisis en laboratorio.

D. Evaluación

La evaluación de las variables se registró en una ficha de datos, luego se ordenaron dejándolos listos para su procesamiento, éste se realizó en el software estadístico SPSS.

4.2 PRESENTACIÓN, ANALISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.2.1 Porcentaje de germinación

Tabla No 4.1. Análisis de varianza para porcentaje de germinación

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F _{cal}	F _{tab}		Sig
					0.05	0.01	
Tratamientos	5	453.52	90.70	17.92	3.33	5.64	**
Bloques	2	20.90	10.45	2.06	4.10	7.56	n.s.
Error	10	50.60	5.06				
Total	17	525.02					
		S = 2.25	$\bar{x} = 85.05$	C.V. = 2.64 %			

En la Tabla 01, análisis de varianza para la variable porcentaje de germinación se observa que en la fuente de tratamientos existe diferencia estadística altamente significativa.

El coeficiente de variabilidad de 2.64% es considerado según Calzada Benza como coeficiente excelente, lo que nos indica que el porcentaje de germinación dentro de cada tratamiento es muy homogéneo, con un promedio en el porcentaje de germinación de 85.05 (98.39%).

La alta significación estadística en la fuente de tratamientos (Tratamientos pre germinativos) nos indica que al menos uno de los tratamientos es estadísticamente diferente, asimismo nos indica que los tratamientos pre germinativos tienen efecto sobre el porcentaje de germinación de semillas de moringa.

Tabla 02: Prueba de significación de Duncan al 5% para porcentaje de germinación

O.M.	Trat.	Prom.	Clasificación	
1	T2	90.00	a	
2	T1	88.09	a	
3	T3	88.09	a	
4	T6	88.09	a	
5	T5	78.52		b
6	T4	77.54		b

En la Tabla 02, prueba de significación de Duncan al 5% para los tratamientos (Tratamientos pre germinativos) para la variable porcentaje de germinación, se observa la presencia de 2 categorías, la categoría “a” conformado por los tratamientos T2 (Remojo en agua destilada fría a 4 °C x 24 horas), T1 (Remojo en agua destilada a 50 °C x 3 minutos), T3 (Tierra agrícola 50% + Arena 25% + Cascarilla de arroz 25%) y T6 (Escarificación manual (50% de la testa rota)); y la categoría “b” conformado por los tratamientos T5 (Escarificación con ácido sulfúrico al 5% por 5 minutos) y T4 (Remojo en Ácido giberélico (AG3) a 1000 ppm x 24 horas).

La presencia de 2 categorías nos indica que existe diferencia estadística entre los tratamientos pre germinativos para la variable porcentaje de germinación, asimismo, nos indica que los tratamientos pre germinativos tienen efecto en el porcentaje de germinación de semillas de moringa.

4.2.2 Número de días a la germinación

Tabla 03: Análisis de Varianza para número de días a la germinación

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F _{cal}	F _{tab}		Sig
					0.05	0.01	
Tratamientos	5	0.0445	0.0089	1.0000	3.33	5.64	n.s.
Bloques	2	0.0000	0.0000	0.0000	4.10	7.56	n.s.
Error	10	0.0890	0.0089				
Total	17	0.1335					
		S = 0.09	$\bar{x} = 2.71$	C.V. = 3.49 %			

En el Tabla 03, análisis de varianza para la variable número de días a la germinación se observa que en la fuente de tratamientos existe diferencia estadística no significativa.

El coeficiente de variabilidad de 3.49% es considerado según Calzada Benza como coeficiente excelente, lo que nos indica que el número de días a la germinación dentro de cada tratamiento es muy homogéneo, con un promedio en el número de días a la germinación de 2.71 (7.33 días).

La no significación estadística en la fuente de tratamientos (Tratamientos pre germinativos) nos indica que todos los tratamientos son estadísticamente iguales, asimismo nos indica que

los tratamientos pre germinativos no tienen efecto sobre el número de días a la germinación.

Tabla 04: Prueba de significación de Duncan al 5% para número de días a la germinación

O.M.	Trat.	Prom.	Clasificación
1	T3	2.65	a
2	T6	2.65	a
3	T1	2.71	a
4	T2	2.71	a
5	T4	2.77	a
6	T5	2.77	a

En la tabla 04, prueba de significación de Duncan al 5% para los tratamientos (Tratamientos pre germinativos) para la variable número de días a la germinación se observa la presencia de 1 categoría, la categoría "a" conformado por todos los tratamientos en estudio.

La presencia de 1 categoría nos indica que no existe diferencia estadística entre los tratamientos pre germinativos.

4.2.3 Altura de planta

Tabla 05: Análisis de Varianza para altura de planta

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F _{cal}	F _{tab}		Sig
					0.05	0.01	
Tratamientos	5	2503.27	500.65	14.97	3.33	5.64	**
Bloques	2	9.99	5.00	0.15	4.10	7.56	n.s.
Error	10	334.33	33.43				
Total	17	2847.59					
		S = 5.78	\bar{x} = 49.20	C.V. = 11.75 %			

En la Tabla 05, análisis de varianza para la variable altura de planta se observa que en la fuente de tratamientos existe diferencia estadística altamente significativa.

El coeficiente de variabilidad de 11.75% es considerado según Calzada Benza como coeficiente muy bueno, lo que nos indica que la altura de planta dentro de cada tratamiento es homogénea, con un promedio de altura de planta de 49.20 cm.

La alta significación estadística en la fuente de tratamientos (Tipos de sustrato) nos indica que al menos uno de los tratamientos es estadísticamente diferente, asimismo nos indica que los tipos de sustrato tienen efecto sobre la altura de planta.

Tabla 06: Prueba de significación de Duncan al 5% para altura de planta

O.M.	Trat.	Prom.	Clasificación de Duncan		
1	T1	64.91	a		
2	T4	62.67	a	b	
3	T2	53.49		b	
4	T5	40.99			c
5	T6	37.39			c
6	T3	35.75			c

En la Tabla 06, prueba de significación de Duncan al 5% para los tratamientos (Tipos de sustrato) para la variable altura de planta, se observa la presencia de 4 categorías, la categoría “a” conformado por el tratamiento T1 (Tierra agrícola 50% + Arena 25% + Compost de café 25%); la categoría “ab” conformado por el tratamiento T4 (Tierra agrícola 50% + Arena 25% + Humus de lombriz 25%); la categoría “b” conformado por el tratamiento T2 (Tierra agrícola 65%

+ Arena 25% + Gallinaza 10%) y la categoría “c” conformado por los tratamientos T5 (Tierra agrícola 75% + Arena 25%), T6 (Tierra agrícola 100% (Testigo)) y T3 (Tierra agrícola 50% + Arena 25% + Cascarilla de arroz 25%).

La presencia de 4 categorías nos indica que existe diferencia estadística entre los tipos de sustratos para la variable altura de planta.

4.2.4 Longitud de raíz

Tabla 07: Análisis de Varianza para longitud de raíz

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F _{cal}	F _{tab}		Sig
					0.05	0.01	
Tratamientos	5	26.06	5.21	1.14	3.33	5.64	n.s.
Bloques	2	7.95	3.98	0.87	4.10	7.56	n.s.
Error	10	45.86	4.59				
Total	17	79.87					
		S = 2.14	$\bar{x} = 8.88$	C.V. = 24.11 %			

En la Tabla 07, análisis de varianza para la variable longitud de raíz se observa que en la fuente de tratamientos existe diferencia estadística no significativa.

El coeficiente de variabilidad de 24.11% es considerado según Calzada Benza como coeficiente regular, lo que nos indica que la longitud de raíz dentro de cada tratamiento es tiende a ser heterogénea, con un promedio de longitud de raíz de 8.88 cm.

La no significación estadística en la fuente de tratamientos (Tipos de sustrato) nos indica que todos los tratamientos son estadísticamente iguales, asimismo nos indica que los tipos de sustrato no tienen efecto sobre la longitud de raíz.

Tabla 08: Prueba de significación de Duncan al 5% para longitud de raíz

O.M.	Trat.	Prom.	Clasificación
1	T1	11.00	a
2	T4	9.77	a
3	T2	8.83	a
4	T3	8.45	a
5	T6	7.78	a
6	T5	7.47	a

En la Tabla 08, prueba de significación de Duncan al 5% para los tratamientos (Tipos de sustrato) para la variable longitud de raíz se observa la presencia de 1 categoría, la categoría “a” conformado por todos los tratamientos en estudio.

La presencia de 1 categoría nos indica que no existe diferencia estadística entre los tipos de sustratos en estudio en la variable evaluada longitud de raíz, asimismo nos indica que los tipos de sustratos no tienen efecto en la longitud de raíz en el cultivo de moringa.

4.2.5 Diámetro de tallo

Tabla 09: Análisis de Varianza para diámetro de tallo

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F _{cal}	F _{tab}		Sig
					0.05	0.01	
Tratamientos	5	0.10	0.02	1.88	3.33	5.64	n.s.
Bloques	2	0.00	0.00	0.20	4.10	7.56	n.s.
Error	10	0.11	0.01				
Total	17	0.22					
		S = 0.10	\bar{x} = 0.46	C.V.= 22.87 %			

En la Tabla 09, análisis de varianza para la variable diámetro de tallo se observa que en la fuente de tratamientos existe diferencia estadística no significativa.

El coeficiente de variabilidad de 22.87% es considerado según Calzada Benza como coeficiente regular, lo que nos indica que el diámetro de tallo dentro de cada tratamiento tiene tendencia a ser heterogéneo, con un promedio de diámetro de tallo de 0.46 cm.

La no significación estadística en la fuente de tratamientos (tipos de sustratos) nos indica que todos los tratamientos en estudio son estadísticamente iguales, asimismo nos indica que los tipos de sustratos no tienen efecto sobre el diámetro de tallo.

Tabla 10: Prueba de significación de Duncan al 5% para diámetro de tallo

O.M.	Trat.	Prom.	Clasificación	
1	T1	0.56	a	
2	T4	0.55	a	b
3	T2	0.47	a	b
4	T3	0.40	a	b
5	T5	0.40	a	b
6	T6	0.36		b

En la Tabla 10, prueba de significación de Duncan al 5% para los tratamientos (tipos de sustratos) para la variable diámetro de tallo, se observa la presencia de 3 categorías, la categoría “a” conformado por el tratamiento T1 (Tierra agrícola 50% + Arena 25% + Compost de café 25%); la categoría “ab” conformado por los tratamientos T4 (Tierra agrícola 50% + Arena 25% + Humus de lombriz 25%), T2 (Tierra agrícola 50% + Arena 25% + Humus de lombriz 25%), T2 (Tierra agrícola 65% + Arena 25% + Gallinaza 10%), T3 (Tierra

agrícola 50% + Arena 25% + Cascarilla de arroz 25%) y T5 (Tierra agrícola 75% + Arena 25%); y la categoría “b” conformado por el tratamiento T6 (Tierra agrícola 100% (Testigo)).

La presencia de 3 categorías nos indica que existe diferencia estadística entre los tipos de sustratos para la variable diámetro de tallo.

4.2.6 Peso fresco de la planta

Tabla 11: Análisis de Varianza para peso fresco de la planta

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F _{cal}	F _{tab}		Sig
					0.05	0.01	
Tratamientos	5	0.029	0.006	8.02	3.33	5.64	**
Bloques	2	0.010	0.005	7.24	4.10	7.56	*
Error	10	0.007	0.001				
Total	17	0.046					
		S = 0.03	$\bar{x} = 0.08$	C.V. = 32.97 %			

En la Tabla 11, análisis de varianza para la variable peso fresco de la planta se observa que en la fuente de tratamientos existe diferencia estadística altamente significativa.

El coeficiente de variabilidad de 32.97% es considerado según Calzada Benza como coeficiente muy malo, lo que nos indica que el peso fresco de la planta dentro de cada tratamiento es heterogéneo, con un promedio de peso fresco de la planta de 0.08 kg

La alta significación estadística en la fuente de tratamientos (tipos de sustratos) nos indica que al menos uno de los tratamientos es estadísticamente diferente, asimismo nos indica que los tipos de sustratos tienen efecto sobre el peso fresco de la planta.

Tabla 12: Prueba de significación de Duncan al 5% para peso fresco de la planta

O.M.	Trat.	Prom.	Clasificación de Duncan			
1	T1	0.153	a			
2	T5	0.098		b		
3	T4	0.092		b	c	
4	T2	0.069		b	c	d
5	T6	0.043			c	d
6	T3	0.031				d

En la Tabla 12, prueba de significación de Duncan al 5% para los tratamientos (tipos de sustratos) para la variable peso fresco de la planta, se observa la presencia de 6 categorías, la categoría “a” conformado por el tratamiento T1 (Tierra agrícola 50% + Arena 25% + Compost de café 25%); la categoría “b” conformado por el tratamiento T5 (Tierra agrícola 75% + Arena 25%); la categoría “bc” conformada por el tratamiento T4 (Tierra agrícola 50% + Arena 25% + Humus de lombriz 25%), la categoría “bcd” conformada por el tratamiento T2 (Tierra agrícola 65% + Arena 25% + Gallinaza 10%); la categoría “cd” conformada por el tratamiento T6 (Tierra agrícola 100% (Testigo)) y la categoría “d” conformada por el tratamiento T3 (Tierra agrícola 50% + Arena 25% + Cascarilla de arroz 25%).

La presencia de 6 categorías nos indica que existe diferencia estadística entre los tipos de sustratos para la variable peso fresco de la planta.

4.2.7 Peso seco de la planta

Tabla 13: Análisis de Varianza para peso seco de la planta

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F _{cal}	F _{tab}		Sig
					0.05	0.01	
Tratamientos	5	0.0085	0.0017	9.54	3.33	5.64	**
Bloques	2	0.0005	0.0002	1.33	4.10	7.56	n.s.
Error	10	0.0018	0.0002				
Total	17	0.0108					
		S = 0.01	$\bar{x} = 0.04$	C.V. = 32.78 %			

En el Tabla 13, análisis de varianza para la variable peso seco de la planta se observa que en la fuente de tratamientos existe diferencia estadística altamente significativa.

El coeficiente de variabilidad de 32.78% es considerado según Calzada Benza como coeficiente muy malo, lo que nos indica que el peso seco de la planta dentro de cada tratamiento es heterogéneo, con un promedio de peso seco de la planta de 0.04 kg

La alta significación estadística en la fuente de tratamientos (tipos de sustratos) nos indica que al menos uno de los tratamientos es estadísticamente diferente, asimismo nos indica que los tipos de sustratos tienen efecto sobre el peso seco de la planta.

Tabla 14: Prueba de significación de Duncan al 5% para peso seco de la planta

O.M.	Trat.	Prom.	Clasificación	
1	T1	0.075	a	
2	T4	0.067	a	
3	T2	0.033		b
4	T3	0.027		b
5	T5	0.025		b
6	T6	0.018		b

En la Tabla 14, prueba de significación de Duncan al 5% para los tratamientos (tipos de sustrato) para la variable peso seco de la planta, se observa la presencia de 2 categorías, la categoría “a” conformado por los tratamientos T1 (Tierra agrícola 50% + Arena 25% + Compost de café 25%) y T4 (Tierra agrícola 50% + Arena 25% + Humus de lombriz 25%); y la categoría “b” conformado por los tratamientos T2 (Tierra agrícola 65% + Arena 25% + Gallinaza 10%), T3 (Tierra agrícola 50% + Arena 25% + Cascarilla de arroz 25%), T5 (Tierra agrícola 75% + Arena 25%) y T6 (Tierra agrícola 100% (Testigo)).

4.3 PRUEBA DE HIPÓTESIS

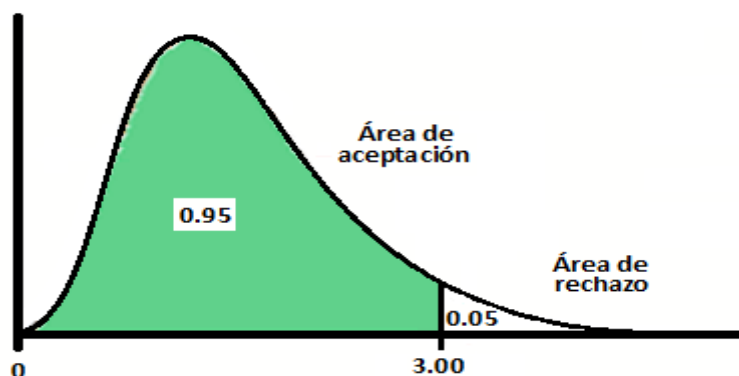
Para realizar la prueba de hipótesis del trabajo de investigación, realizaremos el planteamiento de la hipótesis estadística a partir de la hipótesis planteada.

Así tenemos:

Ho: *Todas las medias de los tratamientos son menores o iguales a $f = 3.00$*

Ha: *Al menos una media de un tratamiento es diferente.*

4.3.1 Regla de decisión



Si $f \leq 3.00$, se acepta la H_0 , y se rechaza la H_a

Si $f > 3.00$, se rechaza la H_0 , y se acepta la H_a

Evaluación	f_{cal}	f_{tab}	Decisión
Porcentaje de germinación	17.92	3.33	Se rechaza la H_0
Días a la germinación	1.00	3.33	<i>Se acepta la H_0</i>
Altura de planta	14.97	3.33	Se rechaza la H_0
Longitud de raíz	1.14	3.33	<i>Se acepta la H_0</i>
Diámetro de tallo	1.88	3.33	<i>Se acepta la H_0</i>
Peso fresco de la planta	8.02	3.33	Se rechaza la H_0
Peso seco de la planta	9.54	3.33	Se rechaza la H_0

4.4 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En la presente investigación, se evaluó tratamientos pre germinativos y tipos de sustratos en la producción de plántones de moringa (*Moringa oleifera* Lam.) en vivero.

Mediante el análisis de varianza se determinó que para la variable porcentaje de germinación, los tratamientos T2 (Remojo en agua destilada fría a 4 °C x 24 horas), T1 (Remojo en agua destilada a 50 °C x 3 minutos), T3 (Tierra agrícola 50% + Arena 25% + Cascarilla de arroz 25%) y T6 (Escarificación manual (50% de la testa rota)) no se diferencian con un

promedio de 90.00, 88.09, 88.09, y 88.09 respectivamente; sin embargo estos tratamientos obtienen los más altos porcentajes de germinación respecto de los demás tratamientos, todos los tratamientos en base de 100 semillas por unidad experimental, por otro lado estos valores de germinación no son similares a los encontrados por Toral et al. (2013), quienes obtuvieron porcentajes de germinación por debajo del 85% en base de 25 semillas por unidad experimental. Las diferencias en los valores de germinación están relacionadas 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 la moringa disminuye su potencial de germinación o la viabilidad después de los dos meses de almacenamiento,

En la variable número de días a la germinación, todos los tratamientos son similares con un promedio de días a la germinación de 7.33 días para todos los tratamientos, estos valores difieren de los reportados por Toral et al. (2013), quienes encontraron 21 días a la germinación, sin embargo, los valores encontrados son similares a los reportados por Salgado y Salgado (2017), quienes reportan 4 días a la germinación de semillas de moringa bajo el tratamiento de remojo en agua por 48 horas.

En la variable altura de planta, se reporta que el tratamiento T1 (Tierra agrícola 50% + Arena 25% + Compost de café 25%), es el mejor con una altura de planta de 64.91 cm. los valores encontrados son similares a los reportados por Salgado y Salgado (2017), quienes reportan 20.3 cm a los 3 meses de edad.

En la variable longitud de raíz el análisis de varianza muestra que no existe diferencia estadística entre los tratamientos, con un promedio 8.88 cm en promedio, los valores encontrados difieren de los reportados por Cervantes (2017), siendo el T3 70 % suelo, 20 % humus de lombriz, 10 % cascarilla de arroz quien obtuvo la mayor longitud de la raíz con un 22,8 cm.

Para la variable diámetro de tallo, se reporta que el tratamiento T1 (Tierra agrícola 50% + Arena 25% + Compost de café 25%), es el mejor con 0.56 cm, este valor se confirma con los valores encontrados por Cervantes (2017), en donde el T3 70 % suelo, 20 % humus de lombriz, 10 % cascarilla de arroz alcanzó el mayor promedio en las evaluaciones realizadas con valores de 0,582 cm.

En la variable peso fresco de la planta, el análisis de varianza nos muestra que existe diferencia entre los tratamientos, donde el tratamiento T1 (Tierra agrícola 50% + Arena 25% + Compost de café 25%), muestra el mejor peso con 0.153 g; los valores encontrados difieren los encontrados por Barrios (2016), quien manifiesta que STA es el tratamiento con mejor respuesta al obtener 142.6 g seguido de SA con 129,6 g. Mientras SCA fue el tratamiento que reporto menor biomasa total con 55,3 g. El porte robusto y crecimiento rápido de esta especie se evidencia desde sus primeros estadios, están características hacen que sea una especie que tolera condiciones adversas y se priorice en agroforestaría en el trópico seco.

Para la variable peso seco de la planta, el análisis de varianza nos muestra que existe diferencia estadística entre los tratamientos donde el tratamiento T1 (Tierra agrícola 50% + Arena 25% + Compost de café 25%) y el tratamiento T4 (Tierra agrícola 50% + Arena 25% + Humus de lombriz

25%), muestran los pesos mas altos con 0.075 y 0.067 kg respectivamente; estos valores, son confirmados por Gonzales 2014, quien manifiesta que no hay diferencias significativas en el peso seco de las plantas.

CONCLUSIONES

- Existe diferencia estadística altamente significativa entre los tratamientos pre germinativos de semillas de moringa, los tratamientos más óptimos en la determinación del porcentaje de germinación en la producción de plántones de moringa (*Moringa oleifera* Lam.) fueron los tratamientos T2 (Remojo en agua destilada fría a 4 °C x 24 horas), T1 (Remojo en agua destilada a 50 °C x 3 minutos), T3 (Tierra agrícola 50% + Arena 25% + Cascarilla de arroz 25%) y T6 (Escarificación manual (50% de la testa rota)) con un promedio de 99.75% (88.57% (dato transformado)) de germinación.
- Existe diferencia estadística altamente significativa entre los tipos de sustratos en la producción de plántones de moringa (*Moringa oleifera* Lam.) en vivero para las variables: altura de planta, peso fresco de la planta y peso seco de la planta, donde se observa que el tratamiento T1 (Tierra agrícola 50% + Arena 25% + Compost de café 25%) muestra los mejores promedios de 64.91 cm, 0.153 kg y 0.075 kg respectivamente. En contraste para las variables longitud de raíz y diámetro de tallo, no se presenta diferencia estadística significativa, lo que nos quiere decir que los tipos de sustratos no tienen efecto en estas dos variables evaluadas, presentando como promedios de 8.88 cm para la longitud de raíz y 0.46 cm. para diámetro de tallo respectivamente.

RECOMENDACIONES

1. Continuar con trabajos de investigación similares buscando confirmar el mejor tipo de sustrato para la producción de la moringa a nivel de vivero.
2. Promover el cultivo de moringa por las propiedades alimenticias que posee y que puede ser una alternativa alimenticia para combatir la desnutrición y como cultivo que puede generar ingresos económicos en las familias productoras.
3. Promover el consumo de la moringa por poseer cualidades alimenticias muy importantes, que pueden ayudar a combatir la desnutrición en los niños menores de 5 años.

BIBLIOGRAFIA

1. **AGRAWAL, A. K.; JOSHI, A. P.; KANDWAL, S. K.; DHASMANA, R. 1986.**
An ecological analysis of Malin riverain forest of outer Garhwal Himalaya (western Himalaya). Indian Journal of Ecology. 13(1): 15-21.
2. **AGRODESIERTO. 2011.** Programas Agroforestales, Moringa – *Moringa oleifera*. Disponible en:
<http://www.agrodesierto.com/moringa.descripcion.html>
3. **BANDANA, BOSE; SRIVASTAVA, R. C.; MATHUR, S. N. 1987.** Nodulation and nitrogenase activity in *Vigna mungo* in response to seed-soaking and root-dressing treatments of *Moringa* leaf extracts. Indian Journal of Plant Physiology. 30(4): 362-367.
4. **BARRIOS N. 2016.**Tesis: Caracterizacion fenológica en etapa de vivero de moringa (*Moringa oleífera* Lam), trupillo (*Prosopis juliflora*), neem (*Azadirachta indica*), gualanday (*Jacaranda caucana* Pittier) y ceiba bonga (*Ceiba pentandra*), especies forestales adaptadas al tropico como estrategia de mitigación al cambio climatico. UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA - UNAD ESCUELA DE CIENCIAS AGRICOLAS PECUARIAS Y MEDIO AMBIENTE ECAPMA. Santa Marta
5. **BENTHALL, A. L. 1933.** The trees of Calcutta and its neighborhood. Calcutta: Thacker Spink and Co. 513 p.
6. **BODERO, V. 1980.** Viveros Forestales. Establecimiento y Manejo. MAG. Dirección General de Desarrollo Forestal. Conocoto. Quito. Ecuador. 60pp.

7. **BOOTH, F. E. M.; WICKENS, G. E. 1988.** Non-timber uses of selected arid zone trees and shrubs in Africa. FAO Conservation Guide 19. Rome: Food and Agriculture Organization. 176 p.
8. **BRIAN, P. W. (1958).** Gibberellic acid: A new plant hormone controlling growth and flowering. Journal of the Royal Society of Arts, 106(5022), 425-441.
9. **BUTANI, DHAMO K.; VERMA, SHASHI. 1981.** Insect pests of vegetables and their control—drumsticks. Pesticides. 15(10): 29-32.
10. **CASTELLANOS, J.Z.; PRATT, P.F. 1981.** Mineralization of Manure Nitrogen-Correlation with Laboratory Indexes. Soc. Am. J. 45: 354-357.
11. **CECILIA BEMBIBRE** | Sitio: Definición ABC | Fecha: febrero. 2011 | URL: <https://www.definicionabc.com/medio-ambiente/suelo-agricola.php>
12. **CERVANTES, P. 2017.** Tesis: Efecto de sustratos sobre la propagacion sexual del cultivo de moringa (*Moringa oleífera*) en etapa de vivero en la zona de Vinces-Ecuador. Universidad de Guayaquil.
13. **CHAMPION, H. G. 1936.** Indian forest records. 1: a preliminary survey of forest types of India and Burma. New Delhi: Government of India Press. 286 p.
14. **CONCYT. 2008.** Uso potencial de la Moringa (*Moringa oleífera* LAM) para la producción de alimentos nutricionales y mejorados. Consultado el 28 de septiembre de 2011. Disponible en: www.sica.int/busqueda/busqueda_archivo.aspx?Archivo=libr...3.
15. **DASTUR, J. F. 1962.** Medicinal plants of India and Pakistan. Bombay: D.B. Taraporevala Sons and Co. 212 p.

16. **Eweis, J.B., S.J. Ergas, D.P. Chang and E.D. Schroeder (1998):**
Bioremediation Principles. McGraw-Hill International Editions, 296 pp.
17. **FLORES, G. 1994.** Manual del Extensionista Forestal Andino. Tomo I. Proyecto Regional. FAO- Holanda. Desarrollo Forestal Participativo de los Andes. Quito. Ecuador. Cap. V. 28-35p.
18. **FOID, N.; MAYORGA, L.; VASQUEZ W.; 1998.** Utilización del Marango (*Moringa oleífera*) como forraje fresco para ganado. Disponible en: <http://www.moringanews.org/documents/foildspanish.pdf>
19. **FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. 1982.** Fruit-bearing forest trees: technical notes. FAO For. Pap. 34. Rome: Food and Agriculture Organization. 177 p.
20. **FRANCIS, JOHN K.; LIOGIER, HENRI A. 1991.** Naturalized exotic tree species in Puerto Rico. Gen. Tech. Rep. SO-82. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 12 p.
21. **GARCÍA ROA, M. 2003.** Producción de semillas forestales de especies forrajeras enfatizadas en sistemas silvopastoriles. Nicaragua. INAFOR. 37 p. Disponible en: <http://www.inafor.gob.ni/index.php/publicaciones>.
22. **ING. AGR. KEN MORIYA, (*)** Especialista en Mantenimiento, Conservación y Recuperación del Suelo-MAG, 21 de Septiembre de 2010 - 00:09
23. **INIA.** Dirección de Investigación Agraria Subdirección de Recursos Genéticos Y Biotecnología, Primera Edición: Enero 2008.
24. **JAHN, SAMIA AL AZHARIA; MUSNAD, HASSAN A.; BURGSTALLER, HEINZ. 1986.** The tree that purifies water: cultivating multipurpose Moringaceae in the Sudan. Unasylva. 38(2): 23-28.

25. **JAIN, S. K.; TARAFDER, C.R. 1970.** Medicinal plant-lore of the Santals. *Economic Botany*. 24(3): 241-278.
26. **JAMA, BASHIR; NAIR, P. K. R.; KURIRA, P. W. 1989.** Comparative growth performance of some multipurpose trees and shrubs grown at Machakos, Kenya. *Agroforestry Systems*. 9(1): 17-27.
27. **JOTHI, P. V.; ATLURA, J. B.; REDDI, C. S. 1990.** Pollination ecology of *Moringa oleifera* (Moringaceae). *Proceedings of the Indian Academy of Sciences, Plant Sciences*. 100(1): 33-42.
28. **KRISHNASWAMY, V. S. 1956.** Sixty-six trees for Vana Mahotsava. Dehra Dun, India: Forest Research Institute and Colleges. 175 p.
29. **LAHJIE, A. M.; SEIBERT, B. 1987.** Kelor or horse radish tree (*Moringa oleifera* Lam.). A report from East Kalimantan and German Forestry Group, Mulawarman University; GFG Rep. 6: 41-43.
30. **LITTLE, ELBERT L., JR.; WADSWORTH, FRANK H. 1964.** Common trees of Puerto Rico and the Virgin Islands. *Agric. Handb.* 249. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 548p.
31. **LOPEZ, J. y QUIÑONES, L. 2013.** Estudio del mercado norteamericano para la comercialización de *Moringa oleifera* Lam. como producto nutracéutico. Universidad Católica Santo Toribio De Mogrovejo. Facultad de Ciencias Empresariales. Chiclayo, Perú.
32. **LOPEZ, U. J. 2014.** Evaluación de tres densidades del cultivo de *Moringa oleifera*, en el Suroccidente de Guatemala. Universidad Rafael Landívar. Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas. Coatepeque, Guatemala.
33. **MAHAJAN, S and SHARMA, Y.K. 1984.** Production of rayon grade pulp from *Moringa oleifera*. *Indian Forester*. 10(3):303-306.

34. **TAB MAHATAB, S. N.; ALI, A.; ASADUZZAMAN, A. H. M. 1987.** Nutritional potential of sajna leaves in goats. *Livestock Advisor*. 12(12): 9-12.
35. **MARTÍN, C.; Moure, A.; Martín, G.; Carrillo, E.; Domínguez, H. & Parajó, J.C. 2010.** Fractional characterisation of jatropha, neem, moringa, trisperma, castor and candlenut seeds as potential feedstocks for biodiesel production in Cuba. *Biomass and Bioenergy*. 34: 533.
36. **MARTIN, FRANKLIN W.; RUBERTÉ, RUTH M. 1979.** Edible leaves of the Tropics. 2a ed. Mayaguëz, PR: U.S. Department of Agriculture, Science and Education Administration, Agricultural Research, Southern Region. 234 p.
37. **MORTON, JULIA F. 1991.** The horseradish tree, *Moringa pterygosperma* (Moringaceae)—A boon to arid lands? *Economic Botany*. 45(3): 318-333.
38. **NASIR, E.; ALI, S. I., EDS. 1972.** Flora of West Pakistan: an annotated catalogue of the vascular plants of West Pakistan and Kashmir. Karachi, Pakistan: Fakhri Printing Press. 1028 p.
39. **NAUTIYAL, B. P.; VENHATARAMAN, K. G. 1987.** Moringa (drumstick)—an ideal tree for social forestry. 1: Growing conditions and uses. *Myforest*. 23(1): 53-58.
40. **PALANISAMY, V.; KUMARESAN, K.; JAYABHARATHI, M.; KARIVARATHARAJU, T.V. 1985.** Studies on seed development and maturation in annual *Moringa*. *Vegetable Science*. 12(2): 74-78.
41. **PATIÑO, F. 1983.** Guía para la recolección y manejo de semillas de especies forestales. Boletín divulgativo. México DF. 60pp.
42. **RAJAN, B. K. C. 1986.** Apiculture and farm forestry in semiarid tracts of Karnataka. *Myforest*. 22(1): 41-49.

- 43. RAMACHANDRAN, C.; PETER, K. V.; GOPALAKRISHNAN, P. K. 1980.** Drumstick (*Moringa oleifera*): a multipurpose Indian vegetable. Economic Botany. 34(3): 276-283.
- 44. Semple, K.T., B.J. Reid and T.R. Fermor (2001):** Impact of composting strategies on the treatment of soils contaminated with organic pollutants. Environ. Pollution, 112: 269-283.
- 45. SHARMA, G. K. & RAINA, V. 1982.** Propagation techniques of *Moringa oleifera* Lam. In: Improvement of forest biomass: Proceedings of a Symposium. (Ed. P.K. Khosla). Indian Society of Tree Scientists. p. 175.
- 46. SINGH, UMRAO; WADHWANI, A. M.; JOHRI, B. M. 1983.** Dictionary of economic plants in India. 2a ed. New Delhi: Indian Council of Agricultural Research. 288 p.
- 47. SUAREZ, F. 1985.** Evaluación de calidad y comportamiento de la semilla de *Juglans neotropica*. Diels. Recolectadas en la Provincia de Chimborazo, Tungurahua y Azuay. Tesis Ing. Agrónomo. Riobamba, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales. 158p.
- 48. SUTHANTHIRAPANDIAN, I. R.; SAMBANDAMURTHY, S.; IRULAPPAN, I. 1989.** Variations in seedling populations of annual moringa (*Moringa pterygosperma* Gaertn.). South Indian Horticulture. 37(5): 301-302.
- 49. SZOLNOKI, T.W. 1985.** Food and fruit trees of the Gambia. Hamburg, Germany: Bundesforschungsanstalt für Forstund Holzwirtschaft. 132 p.
- 50. TORAL, O.; CEREZO, Y.; REINO, J. y SANTANA, H. 2013.** Caracterización morfológica de ocho procedencias de *Moringa oleifera* (Lam.) en condiciones de vivero. Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey" Matanzas, Cuba.

51. **TROUP, R. S. 1921.** The silviculture of Indian trees. Oxford, UK: Clarendon Press. 1195 p. 3 vol.
52. **ULLASA, B. A.; RAWAL, R. D. 1984.** *Papaver rhoeas* and *Moringa oleifera*, two new hosts of papaya powdery mildew. Current Science, India. 53(14): 754-755.
53. **VERMA, S. C.; BANERJI, R.; MISRA, G.; NIGAM, S. K. 1976.** Nutritional value of *Moringa*. Current Science. 45(21): 769-770.

ANEXOS

MATRIZ DE CONSISTENCIA

EVALUACIÓN DE TRATAMIENTOS PRE GERMINATIVOS Y TIPOS DE SUSTRATOS EN LA PRODUCCIÓN DE PLANTONES DE MORINGA (*MORINGA OLEIFERA* LAM.) EN VIVERO

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	OPERACIONALIZACION		
			VARIABLES Y SUBVARIABLES	INDICADORES	METODOLOGIA, TECNICAS E INSTRUMENTOS
<p>Problema Principal:</p> <p>¿Cuál es el efecto de los tratamientos pre germinativos y los tipos de sustratos en la</p>	<p>Objetivo General:</p> <p>Evaluar el efecto de tratamientos pre germinativos y tipos de sustratos en la producción de</p>	<p>Hipótesis General:</p> <p>Los promedios del porcentaje de germinación en los tratamientos pre germinativos y</p>	<p>Variables de la investigación:</p> <p>Variable independiente:</p> <p>V11.- Tratamientos pre germinativos.</p>	<p>Para la variable independiente:</p> <p>V1: Indicador %</p> <ul style="list-style-type: none"> - Remojo en agua destilada a 50°C x 3 minutos. - Remojo en agua destilada fría a 4°C x 24 horas. - Remojo en agua destilada ambiente x 48 horas. 	<p>Tipo de investigación:</p> <p>Experimental de campo, cuantitativo.</p> <p>Métodos de investigación:</p>

<p>producción de plantones de moringa (<i>Moringa oleífera, Lam</i>) en vivero?</p> <p>Problema</p> <p>Específico:</p> <p>P1.- ¿Cuál es el tratamiento pre germinativo más óptimo en la producción de plantones de moringa</p>	<p>plantones de moringa (<i>Moringa oleífera, Lam.</i>) en vivero.</p> <p>Objetivo</p> <p>Específico:</p> <p>O1.- Determinar el tratamiento pre germinativo más óptimo en la producción de plantones de moringa</p>	<p>los promedios de las variables en los tipos de sustratos en la producción de plantones de Moringa (<i>Moringa oleífera, Lam.</i>) en vivero son iguales.</p> <p>Hipótesis</p> <p>Específica:</p> <p>H1.- Los tratamientos pre</p>	<p>VI2.- Tipos de sustratos.</p> <p>Variable dependiente:</p> <p>VD1.- Producción de plantones de moringa (<i>Moringa oleífera, Lam.</i>) en vivero.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Remojo en ácido giberelico (AG3) a 1000 ppm x 24 horas. - Escarificación con ácido sulfurico al 5% por 5 inutos. - Escarificación manual (50% de la testa rota) <p>V2: Indicador Kg</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tierra agrícola 50% + arena 25% + compos de café 25%. - Tierra agrícola 65% + arena 25% + gallinaza 10%. - Tierra agrícola 50% + arena 25% + cacarilla de arroz 10%. - Tierra agrícola 50% + arena 25% + humus de lombriz 25%. 	<p>Inductivo – Deductivo.</p> <p>Diseño de investigación:</p> <p>Bloques Completamente Randomizados con 6 tratamientos y 3 repeticiones.</p> <p>- Modelo aditivo lineal</p> <p>- Análisis de variancia.</p>
---	--	---	---	--	--

<p>(Moringa oleífera, Lam.) en vivero?</p> <p>P2.- ¿Cuál es el tipo de sustrato más óptimo en la producción de plantones de moringa (Moringa oleífera, Lam.) en vivero?</p>	<p>(<i>Moringa oleífera, Lam.</i>). O2.- Determinar el tipo de sustrato más óptimo en la producción de plantones de moringa (<i>Moringa oleífera, Lam.</i>) en vivero.</p>	<p>germinativos en la producción de plantones de moringa (<i>Moringa oleífera, Lam.</i>) son iguales.</p> <p>H2.- Los tipos de sustrato usados en la producción de plantones de moringa (<i>Moringa oleífera, Lam.</i>)</p>		<ul style="list-style-type: none"> - Tierra agrícola 75% + arena 25%. - Tierra agrícola 100% (testigo). <p>Para la variable dependiente:</p> <p>V1:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Indicador % Porcentaje de germinación. - Indicador unid. Número de días de la germinación. - Indicador cm Altura de planta. - Indicador cm Longitud de raíces. - Indicador mm 	<p>Población y muestra:</p> <ul style="list-style-type: none"> - La población estuvo compuesta por 900 plantas de moringa. - La muestra estuvo compuesta de 180 plantas tomadas al azar de plantones de moringa.
--	---	--	--	--	---

		en vivero son iguales.		<p>Diámetro de tallo.</p> <p>- Indicador g</p> <p>Peso fresco de la planta.</p> <p>- Indicador g</p> <p>Peso seco de la planta.</p>	<p>Técnica e instrumento de recolección:</p> <p>- La técnica utilizada fue de observación.</p> <p>- El instrumento utilizado fue la ficha de recolección de datos.</p>
--	--	------------------------	--	---	---

Datos para las variables evaluadas

Porcentaje de germinación

Porcentaje de germinación						
Bloques	T1	T2	T3	T4	T5	T6
I	100.00	100.00	100.00	96.00	97.00	100.00
II	99.00	100.00	99.00	95.00	95.00	100.00
III	100.00	100.00	100.00	95.00	96.00	99.00

Número de días a la germinación

Número de días a la germinación						
Bloques	T1	T2	T3	T4	T5	T6
I	7	8	7	8	7	7
II	7	7	7	8	8	7
III	8	7	7	7	8	7

Altura de planta

Altura de planta - cm						
Bloques	T1	T2	T3	T4	T5	T6
I	71.20	51.33	29.33	65.50	41.50	34.00
II	56.22	55.67	46.25	63.14	39.40	40.78
III	67.31	53.46	31.67	59.38	42.08	37.39

Longitud de raíz

Longitud de raíz - cm						
Bloques	T1	T2	T3	T4	T5	T6
I	8.35	8.33	10.08	11.63	7.18	9.05
II	12.55	11.25	5.90	11.35	8.75	7.58
III	12.10	6.90	9.38	6.33	6.48	6.70

Diámetro de tallo

Diámetro de tallo - cm						
Bloques	T1	T2	T3	T4	T5	T6
I	0.66	0.54	0.36	0.58	0.39	0.36
II	0.42	0.48	0.35	0.71	0.40	0.34
III	0.59	0.41	0.50	0.37	0.40	0.39

Peso fresco de la planta

Peso fresco de la planta - kg						
Bloques	T1	T2	T3	T4	T5	T6
I	0.147	0.107	0.044	0.102	0.125	0.047
II	0.174	0.081	0.020	0.119	0.150	0.059
III	0.137	0.020	0.030	0.054	0.020	0.024

Peso seco de la planta

Peso seco de la planta - kg						
Bloques	T1	T2	T3	T4	T5	T6
I	0.060	0.030	0.030	0.075	0.025	0.020
II	0.075	0.050	0.020	0.085	0.030	0.025
III	0.090	0.020	0.030	0.040	0.020	0.010

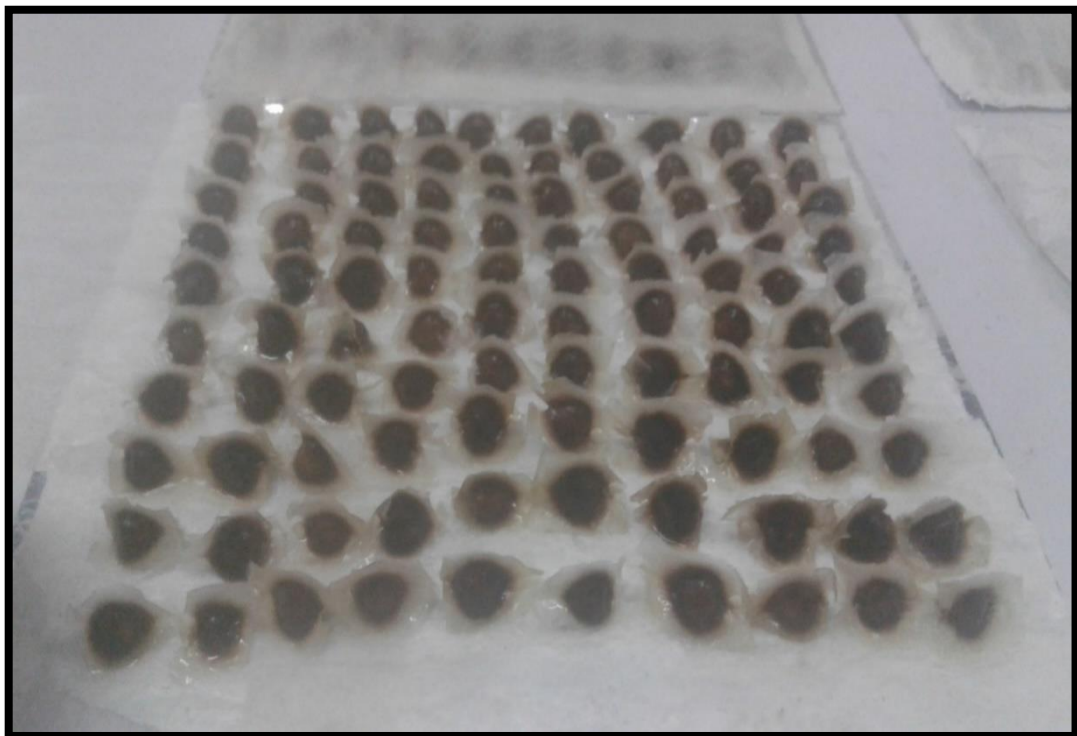


Foto N° 1. Instalación de tratamientos pre germinativos

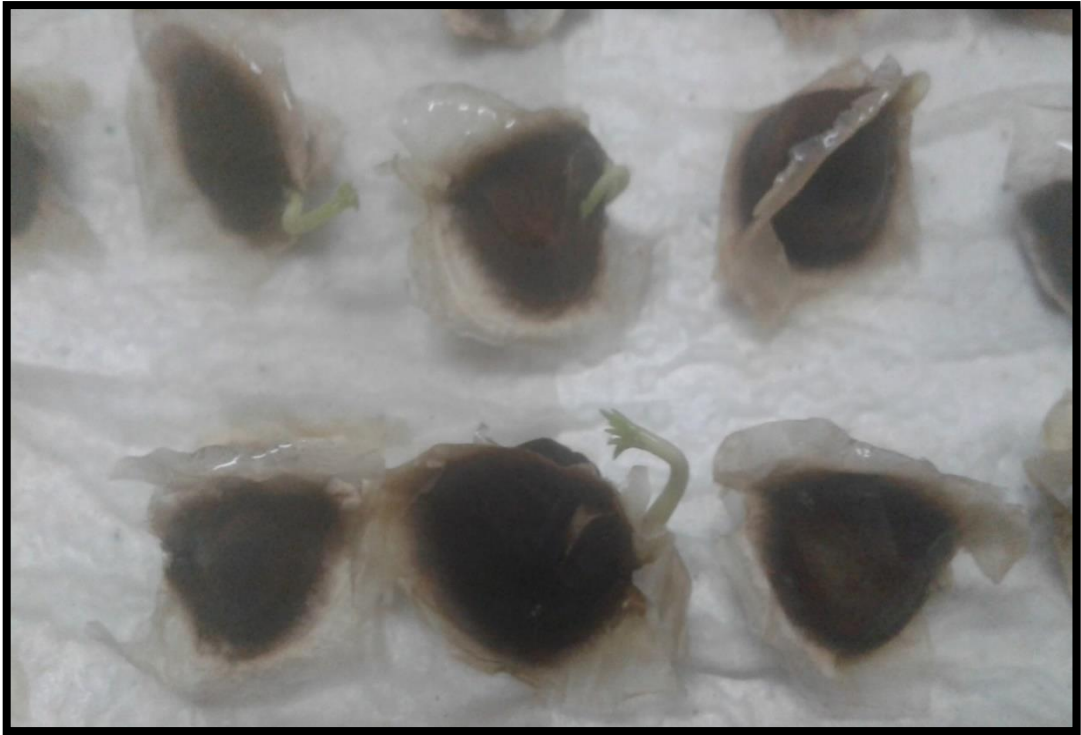


Foto N° 2. Evaluación del porcentaje de germinación



Foto N° 3. Preparación de los tipos de sustrato



Foto N° 4. Embolsado de los tipos de sustrato



Foto N° 5. Instalación de los tratamientos



Foto N° 6. Siembra de las semillas de moringa



Foto N° 7. Instalación del sistema de riego



Foto N° 8. Plantas de moringa listas para evaluación



Foto N° 9. Evaluación del grosor de tallo



Foto N° 10. Evaluación de la altura de planta



Foto N° 11. Plantones de Moringa en sus respectivos tratamientos.