



Universidad Estatal Península de Santa Elena

Facultad de Ciencias Agrarias

Carrera de Ingeniería Agropecuaria

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE CINCO SUSTRATOS EN
EL DESARROLLO DE PLANTAS DE MORINGA (*Moringa
oleífera Lam.*) EN VIVERO, EN LA COMUNA ENTRE
RÍOS, PROVINCIA DE SANTA ELENA**

TRABAJO DE TITULACIÓN

Previo a la obtención del título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

Autor: Bruno German Silvestre Oyola.

La Libertad, 2019



Universidad Estatal Península de Santa Elena

Facultad de Ciencias Agrarias

Carrera de Ingeniería Agropecuaria

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE CINCO SUSTRATOS EN
EL DESARROLLO DE PLANTAS DE MORINGA (*Moringa
oleífera Lam.*) EN VIVERO, EN LA COMUNA ENTRE
RÍOS, PROVINCIA DE SANTA ELENA**

TRABAJO DE TITULACIÓN

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

Autor: Bruno German Silvestre Oyola.

Tutor: Ing. Ángel León M.Sc.

La Libertad, 2019

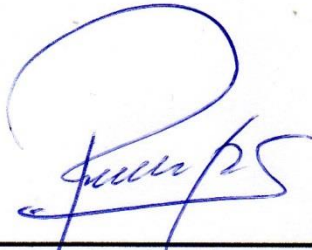
TRIBUNAL DE GRADO



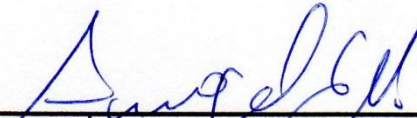
Ing. Andrés Drouet Candell, M.Sc.
DECANO DE LA FACULTAD
PRESIDENTE TRIBUNAL DE GRADO



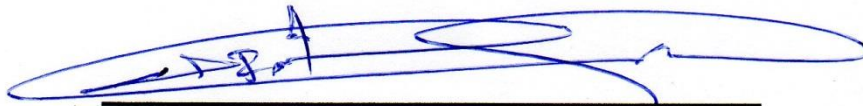
Ing. Juan Valladolid Ontaneda, M.Sc.
DIRECTOR (E) DE ESCUELA



Ing. Rosa Pertierra Iazo, Ph.D.
PROFESOR DEL ÁREA



Ing. Angel León Mejía, M.Sc.
PROFESOR TUTOR



Abg. Victor Coronel Ortiz Mgt.
SECRETARIO GENERAL

AGRADECIMIENTO

Agradezco en primer lugar a Dios por brindarme salud, fortaleza y capacidad; también mis más sinceros agradecimientos a los docentes que formaron parte a lo largo de mi educación superior, mismos que me brindaron las pautas para mi formación profesional.

A mi familia, que han respaldado y apoyado cada decisión tomada en el camino recorrido; y Génesis Martínez por ser esa gran mujer que es conmigo; todos ellos en conjunto son mis pilares.

A todos gracias...

Bruno Silvestre Oyola

DEDICATORIA

Terminar este proyecto no hubiera sido posible sin el apoyo profesional de mi tutor, el Ingeniero Ángel León Mejía, quién con paciencia encausó mi trabajo de investigación con sus conocimientos de alto nivel investigativo. A los docentes y personal administrativo del decanato; quienes me aconsejaron sin tener responsabilidad en el trabajo realizado. Y ejercieron presión para culminar el mismo.

Todos en conjunto me hicieron ver, que sin importar cuanto tiempo tome, se puede lograr si en verdad se quiere.

Bruno Silvestre Oyola

RESUMEN

Es bien conocido que la provincia de Santa Elena se caracteriza por tener un clima tropical con temperaturas que oscilan de 24°C a 32°C anualmente, permitiendo llevar a cabo el presente ensayo realizado en la comuna Entre Ríos del cantón Santa Elena. Con la finalidad de evaluar cinco sustratos en el desarrollo de plantas de *Moringa oleífera*. Para la ejecución de esta investigación se construyó un vivero donde el material base fueron cañas guadua y el uso de sarán (polisombra); las cañas fueron curadas para que el vivero tenga un tiempo de duración mayor; en el estudio se utilizó el diseño de bloques completos al azar (DBCA), utilizando bolsas de polietileno (0.20m X 0.30m) con cuatro repeticiones. Los datos fueron evaluados cada siete días durante siete semanas a partir de la emergencia de las semillas que provienen de la provincia del guayas, en la germinación y sobrevivencia de las mismas en el tiempo evaluado dan como conclusión que esta especie es adaptable a nuestro medio. El tratamiento dos; del sustrato (compost 50% - suelo 50%) mostro el mejor desarrollo y crecimiento en vivero. Sin embargo a nivel radicular y peso del mismo el sustrato de arena 50% - suelo 50% fue superior al sustrato del tratamiento dos. En el costo de producción el de mayor coste fue el tratamiento dos debido al requerimiento de mayor mano de obra para elaborar el compost. Se recomienda seguir evaluando con otros sustratos existentes.

Palabras clave: Costos de producción, temperatura, vivero, evaluación.

ABSTRACT

It is well known that the province of Santa Elena is characterized by having a tropical climate with temperatures ranging from 24oC to 32oC annually, allowing to carry out the present test carried out in the commune Entre Ríos of the canton Santa Elena. In order to evaluate five substrates in the development of oil-based Moringa plants. For the execution of this research a nursery was built where the base material were guadua reeds and the use of saran (polysombra); the reeds were healed so that the nursery would have a longer duration; In the study, random complete block design (DBCA) was used, using polyethylene bags (0.20m X 0.30m) with four repetitions. The data were evaluated every seven days for seven weeks from the emergence of the seeds that come from the guayas province, in the germination and survival of them in the evaluated time give as a conclusion that this species is adaptable to our medium. The Treatment two; substrate (compost 50% - soil 50%) Showed the best development and growth in nursery. However at root level and weight of it the sand substrate 50% - soil 50% was superior to the substrate of treatment two. At the cost of production the highest cost was treatment two due to the requirement of higher labor to make the compost. Further evaluation with other existing substrates is recommended.

Keywords: production costs, temperature, nursery, evaluation.

El contenido del presente trabajo de titulación es de mi responsabilidad, el patrimonio intelectual del mismo pertenece a la Universidad Estatal Península de Santa Elena

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	4
1.1.- Conceptos generales	4
1.2.- Agroecología	7
1.3.- Agrotecnia	10
1.3.1.- Sustrato agrícola	10
1.3.2.- Preparación de sustrato	10
1.3.3.- Siembra	11
1.3.4.- Fertilización	12
1.3.5.- Riego.....	12
1.3.6.- Control fitosanitario.....	12
1.3.7.- Sustratos.....	13
CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS	15
2.1.- Ubicación y descripción de la finca.....	15
2.2.- Datos climáticos de la zona	15
2.3.- Características agroquímicas de agua y suelo	16
2.4.- Establecimiento del vivero	16
2.5.- Material vegetal	17
2.6.- Sustratos.....	17
2.7.- Materiales y equipos	18
2.7.1.- Materiales	18
2.7.2.- Equipos	19
2.8.- Tratamiento en estudio y diseño experimental	19
2.8.1.- Delineamiento experimental.....	20
2.8.3.- Manejo del experimento	21
2.9.- Variables experimentales.....	22

2.9.1.- Porcentaje de germinación.....	22
2.9.2.- Porcentaje de sobrevivencia	22
2.9.3.- Altura de la planta.....	23
2.9.4.- Diámetro basal	23
2.9.5.- Número de hojas	23
2.9.6.- Comportamiento de la raíz	23
2.9.7.- Peso fresco y seco de la raíz	23
2.9.8. Costo de producción	24
CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIONES	25
3.1.- Resultados.....	25
3.1.1.- Porcentaje de germinación.....	25
3.1.2.- Porcentaje de sobrevivencia	25
3.1.3.- Altura de planta	26
3.1.4.- Diámetro basal.....	28
3.1.5.- Número de hojas por planta.....	29
3.1.6.- Diámetro de raíz	31
3.1.7.- Largo de raíz.....	32
3.1.8.- Peso fresco.....	34
3.1.9.- Peso seco.....	34
3.1.10.- Costo de producción	35
Discusión.....	38
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	39
Conclusiones	39
Recomendaciones	40
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación taxonómica de la moringa.	5
Tabla 2. Análisis del suelo campo experimental comuna Entre Ríos.....	16
Tabla 3. Esquema del análisis de varianza.	20
Tabla 4. Croquis de ubicación de tratamientos.....	21
Tabla 5. Categoría de sobrevivencia expresada en porcentajes.	22
Tabla 6. Porcentaje de germinación de semillas de moringa sembradas en 5 sustratos.	25
Tabla 7. Porcentaje de sobrevivencia de semillas de moringa.....	26
Tabla 8. Análisis de la varianza altura de plántulas de moringa.	27
Tabla 9. Altura de planta de plantas de moringa expresada en centímetros.	27
Tabla 10. Diámetro basal de plantas de moringa. Evaluado en 7 muestras después de la emergencia.	28
Tabla 11. Diámetro basal de plántulas de moringa expresada en mm.	29
Tabla 12. Número de hojas de plántulas de moringa.	30
Tabla 13. Número de hojas de plántulas de moringa.	30
Tabla 14. Evaluación variable diámetro de raíz de plántulas de moringa.	31
Tabla 15. Diámetro de raíz de plántulas de moringa expresada en centímetros.	32
Tabla 16. Días a la evaluación variable largo de raíz.	32
Tabla 17. Largo de raíz de plántulas de moringa expresada en centímetros.	33
Tabla 18. Evaluación peso fresco de raíz.	34
Tabla 19. Peso fresco en gramos.	34
Tabla 20. Evaluación peso seco de raíz.	35
Tabla 21. Peso seco en gramos.	35
Tabla 22. Costo de materiales y equipos usados en el experimento.	36
Tabla 23. Costo de Producción experimento.	37

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Descripción de la hoja y fruto.	6
Figura 2. Ubicación del experimento.	15

ÍNDICE DE ANEXOS

Figura 1. Descripción de la hoja y fruto.

Figura 2. Ubicación del experimento.

Figura 3A. Llenado de fundas con sustratos utilizados en el ensayo.

Figura 4A. Germinación y crecimiento de las plántulas de Moringa oleífera.

Figura 5A. Proceso de destrucción de terrón para tomar datos de variables estudiadas.

Figura 6A. Toma de datos parte aérea de variables estudiadas.

Figura 7A. Toma de datos parte radicular en ensayo.

Figura 8A. Pesado, enfundado y etiquetado de raíces de ensayo para secado en estufa.

Formato 1A. Informe de análisis de suelo del lugar del ensayo realizado (Atahualpa).

Formato 2A. Informe de análisis de suelo del lugar del ensayo realizado (Atahualpa).

Formato 3A. Informe de análisis de suelo del lugar del ensayo realizado (Atahualpa).

INTRODUCCIÓN

La *Moringa oleifera* conocida en nuestro país como “el árbol milagroso”, “el árbol de la vida”, es la especie más conocida del género *Moringa*; es originario del norte de la India. Actualmente se encuentra diseminado en gran parte del planeta incluyendo América del Sur. En Ecuador se conoce como: marango, malungay, palo jeringa, jazmín francés, entre otros. Es una planta que se caracteriza por sus múltiples usos alimentarios, por su adaptación a diferentes condiciones edafoclimáticas; además de sus usos como abonos verdes, cercas vivas, goma y productora de biocombustibles (etanol), (Pérez, 2009).

El contenido de sus numerosos nutrientes hace posible diversas aplicaciones en beneficio del ser humano como del suelo, agua y cría de ganados. Presentan grandes ventajas en la agricultura y su aplicación no presenta mayores dificultades tecnológicas y es un recurso de bajo costo de producción. Mediante esta especie se conseguirían mayores ganancias para el productor.

De forma general se puede decir que es una especie de gran variabilidad ecológica, ya que se encuentra en diferentes condiciones de suelo, precipitación y temperatura.

El sector agrícola de la Provincia de Santa Elena toma fuerza y se convierte en el puntal de desarrollo y crecimiento económico de la zona. Algunos la consideran como un granero, pero no de América sino de la Costa Ecuatoriana. La comuna Entre Ríos posee grandes extensiones de terreno no cultivadas debido a que los pocos agricultores sólo siembran en época de invierno; al ser una zona seca en verano.

Debido a la creciente demanda de plantas de *Moringa oleifera*, se debe buscar mayor eficiencia en las técnicas de propagación, tales como la utilización de bolsas de buen tamaño como contenedores de propagación en los viveros y buscar los adecuados sustratos que permitan producir plantas en menor tiempo, con mayor capacidad de soportar el estrés asociado con el trasplante en el campo y posibilitar un uso más eficiente de los recursos involucrados en la producción. Esto finalmente influye en la morfología y fisiología de la planta.

Las funciones básicas de los sustratos se pueden resumir en: proporcionar un medio apropiado para el desarrollo de raíces, que constituya a la vez el soporte de las plantas; Retiene el agua y los nutrientes necesarios para las plantas; permitir la circulación del aire para proporcionar el intercambio gaseoso de las raíces y actuar como amortiguadores de las reacciones químicas y los cambios de pH. Estas también son funciones inherentes al suelo, sin embargo, los sustratos lo superan con creces, (Martínez, 1994).

Los sustratos como medio de cultivo en general han ido evolucionando desde los primeros sustratos basados en suelo mineral hasta las actuales mezclas con proporción mayoritaria de componentes orgánicos como compost y estiércol. Estos nuevos sustratos se espera que proporcionen resultados superiores a los basados en tierra, siempre y cuando se conozcan sus características. Mulo & Ángulo (2015).

La moción de este trabajo es, promover una alternativa respecto a la utilización de sustratos adecuados y de bajo costo para la producción de plántulas de excelente calidad. Para ello se utilizarán diferentes sustratos para observar el crecimiento y desarrollo de plantas de moringa a partir de un análisis de previo del suelo donde se realiza el ensayo; con el fin de conocer las alteraciones en el crecimiento a nivel de la raíz y las hojas como agente restrictivo del crecimiento y encontrar un sustrato que ofrezca las mejores condiciones para el desarrollo de plántulas en vivero.

Si los resultados son favorables, se contribuirá como una alternativa de producción local, como otra actividad agropecuaria, mejorando de forma positiva la economía campesina.

Problema científico

¿Cuál de los sustratos producirá el mejor comportamiento en crecimiento y desarrollo de las plántulas de moringa a nivel de invernadero?

Objetivo general

Valorar el efecto de diferentes sustratos en la germinación y desarrollo de plantas de *Moringa oleifera* a nivel de vivero en la comuna Entre Ríos.

Objetivo específico

1. Evaluar las variables agronómicas de la moringa a nivel de vivero durante 49 días.
2. Determinar el sustrato de mejor comportamiento en el desarrollo de la moringa a nivel de vivero.
3. Realizar el costo de producción de las plántulas de moringa en vivero.

Hipótesis

Los sustratos utilizados en la producción de plántulas de moringa producen efectos diferentes en el desarrollo y crecimiento a nivel de vivero.

CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1.- Conceptos generales

En la última década, *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 rompe vientos y cercas vivas, (Martín *et. al.*, 2013).

La *Moringa oleifera* (Lam), conocida en Cuba como paraíso francés, entre otros nombres, es una planta con innumerables propiedades nutritivas y terapéuticas, por lo cual pudiera ser considerada como uno de los alimentos que contribuyen al bienestar y a la prevención de enfermedades por sus efectos antioxidantes. Es apremiante llamar a su cultivo, utilización y consumo racional, no solo por sus propiedades, sino también como parte de un estilo de vida sano, (Bonal, 2012).

Este es un árbol originario del sur del Himalaya, que se ha extendido a otras partes de India, Bangladesh, Afganistán, Pakistán, Sri Lanka, sudeste asiático, Asia Occidental, Península Arábiga, África del Este y del Oeste, sur de la Florida, Caribe, Centroamérica y gran parte de América del Sur. En América tropical se cultiva generalmente como planta ornamental, se cree que fue llevada de la India a África por los ingleses e introducida al Caribe por los franceses y de allí a Centroamérica. (Bolívar, 2012).

El autor antes mencionado indica que, también se utiliza como suplemento en la dieta de aves, cerdos, peces herbívoros, además de otros animales. Posee además propiedades alimenticias para los humanos.

Desde el punto de vista forestal, tiene capacidad para prosperar en terrenos baldíos y proporcionar una cobertura arbórea rápida, lo que podría ser una alternativa para muchos proyectos de reforestación en zonas secas. Probablemente, también sea un buen cultivo asociado para especies de crecimiento más lento que con el tiempo dominarán el sitio, (Godino, 2016).

Es uno de los árboles forrajeros de más rápido crecimiento y es tolerante a la sequía (Espinoza, 2012).

Tabla 1. Clasificación taxonómica de la moringa.

CLASIFICACIÓN CIENTÍFICA	
Reino:	<i>Plantae</i>
División:	<i>Magnoliophyta</i>
Clase:	<i>Magnoliopsida</i>
Orden:	<i>Brassicales</i>
Familia:	<i>Moringaceae</i>
Género:	<i>Moringa</i>

La planta de moringa es tolerante a las altas temperaturas y a la sequía; además es muy resistente a plagas y enfermedades. Su balance nutricional es excelente, principalmente por su aporte de proteínas, nutriente que más encarece los alimentos para las distintas ganaderías, (Pérez, 2010).

Entre sus características agronómicas, se encuentran su rápido crecimiento en vivero alcanzando hasta dos metros antes del primer año, soportan la sequía y tiene favorable respuesta en suelos ácidos y alcalinos, (Holguín, 2018).

El autor antes mencionado argumenta que el árbol alcanza de 7 a 12 m de altura y de 40 a 70 cm de diámetro, con una copa abierta, tipo paraguas, fuste generalmente recto. Las hojas son compuestas y están dispuestas en grupos de folíolos con 5 pares de estos acomodados sobre el pecíolo principal y un folíolo en la parte terminal. En los folíolos tenemos láminas foliares ovaladas de 200 mm de área foliar organizadas frontalmente entre ellas en grupos de cinco a seis, (Foidl *et al.*, 2005).

Los autores antes mencionados indican que, la planta presenta hojas compuestas son alternas tripinadas con una longitud total de 30 a 70 cm; flores bisexuales con pétalos blancos, estambres amarillos, perfumadas; frutos en cápsulas trilobuladas, dehiscentes de 20 a 40 cm de longitud, conteniendo de 12 a 25 semillas por fruto. Las semillas son de forma redonda y color castaño oscuro con 3 alas blanquecinas. Cada árbol puede producir de 15 000 a 25 000 semillas por año. El árbol de Marango (*Moringa oleifera*) posee un alto contenido de proteínas en sus hojas, ramas y tallos. Sus frutos y flores contienen vitaminas A, B y C y proteínas. Las semillas tienen entre 30 y 42% de aceite y su torta contiene un 60% de proteína.

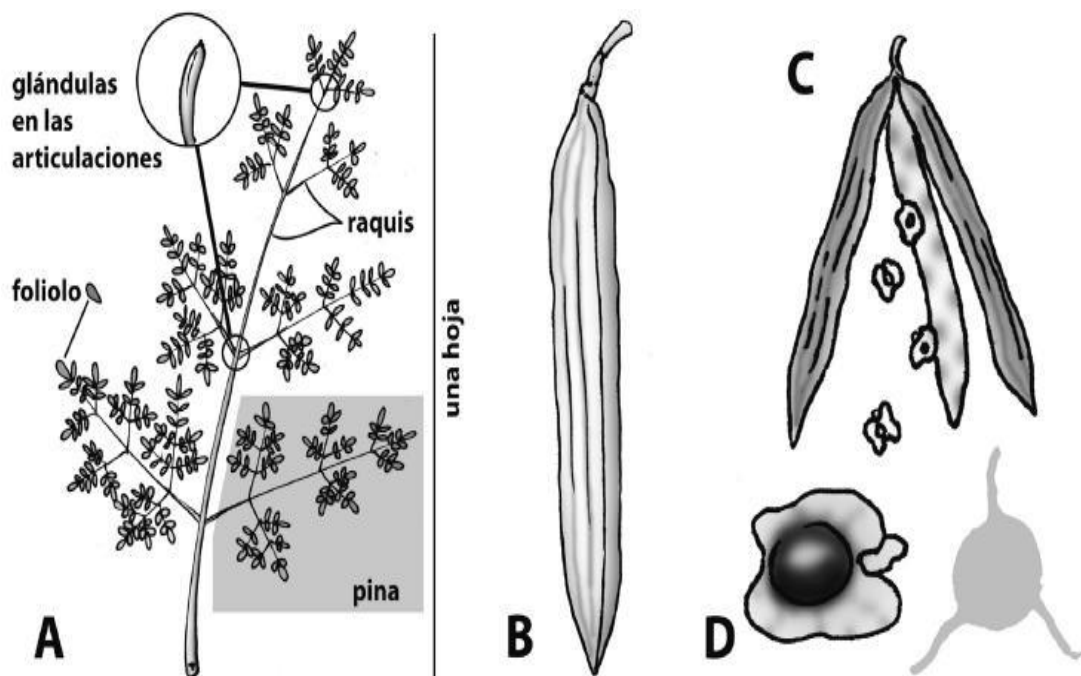


Figura 1. Identificación. La moringa (*Moringa oleifera*) es fácil de identificar por su combinación inconfundible de caracteres. A, hojas grandes, pinnadas, que pueden alcanzar unos 60 cm de longitud; están divididas en folíolos dispuestos sobre un raquis. En la articulación de cada raquis se encuentran pequeñas glándulas de 1 mm de longitud. B-D. Frutos y semillas. B, fruto, una cápsula ligera, leñosa y seca, que en la madurez mide de 10 a 30 o hasta 50 cm; C, el fruto se abre en 3 partes o valvas; D, semillas de 1.5-3 cm de diámetro con un centro de color café oscuro y 3 alas de color beige; la silueta muestra la configuración de las 3 alas. La moringa es la única planta en México con hojas pinnadas con glándulas en las articulaciones, frutos con 3 valvas y semillas con 3 alas.

Figura 1. Descripción de la hoja y fruto.

Fuente: (Mark, 2011)

Esta especie también se ha usado como fertilizante, agente de limpieza, combustible biológico (biogás, biodiesel), clarificador de miel y del jugo de la caña de azúcar, así como pesticida; asimismo, la pulpa se emplea para hacer papel prensa y papel

celofán. También se usa como floculante, al purificar el agua y reducir su turbidez y la contaminación bacterial; como planta ornamental, por su forma atractiva, lo que pueden utilizar como árboles de sombra, como setos, pantalla visual y auditiva, incluso como cortavientos. El efecto coagulante de la semilla también se ha empleado en la preparación de quesos, (Rivera, 2012).

1.2.- Agroecología

1.2.1.- Condiciones edafoclimáticas

a) Altitud

La moringa es de zonas tropicales, de zonas bajas. La moringa crece de manera ideal cerca del nivel del mar o hasta 500 metros de altitud. En algunos lugares, las moringas podrían crecer relativamente bien hasta los 1 000 metros. Las plantas sobrevivirán hasta los 1 500 metros de altura, pero no crecerán muy bien. Por encima de los 1 500 metros es inviable una plantación de moringa. Hay que recordar que la moringa es una planta tropical y que estas elevaciones aplican solamente a las latitudes tropicales, es decir, entre los 23° norte y sur de latitud, (Olson, 2013).

Esta especie soporta alturas hasta de 1 000 msnm, (Cerrato, s.f.).

La moringa prospera en lugares al nivel del mar, hasta altitudes de 1 200 msnm, (López, 2014).

b) Temperatura

El autor antes mencionado indica que la moringa 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.

Denominado el reloj biológico de la planta; indica las distintas fases de la vida del árbol. Los procesos biológicos precisan unos intervalos térmicos; además cada proceso tiene su nivel óptimo, máximo y mínimo. Los daños empiezan a producirse en el momento que se supera el umbral mínimo, (Doussinague, 2002).

La moringa vive en climas con una amplia gama de temperaturas, siempre que su media anual sea superior a los 18,7 °C. Su óptimo de crecimiento se encuentra entre los 25 y 35 °C. Sensible a los fríos, pierde las hojas en invierno y soporta mal las heladas. Si estas se producen, deben ser ligeras y puntuales (hasta -3 °C); en este caso, la parte aérea muere pero rebrota con vigor con la llegada de la primavera. Las temperaturas inferiores a -4 °C, que se dan en las “zonas de rusticidad” 9 °C o inferiores, son letales para la planta. En cuanto a la temperatura máxima, esta puede llegar a los 48 °C, (Godino, 2016).

Los rangos diarios promedio ideales son entre 20 y 35 °C. La temperatura máxima anual es importante por el efecto que tiene en la temperatura promedio, pero no es causa de tanta preocupación como las temperaturas más bajas. Las moringas no mueren por temperaturas muy altas; ni siquiera tirarán sus hojas mientras exista humedad en el suelo.

De cualquier forma, las áreas tropicales tienen climas más moderados que los desiertos y otros lugares extremos, así es que cualquier lugar con una temperatura mínima que sea suficientemente buena para una moringa tendrá una temperatura alta que esté también en el rango correcto, (Olson, 2013).

c) Precipitación

El autor antes mencionado indica que, la moringa crece de manera ideal en zonas que tienen menos de 1 500 mm de precipitación por año y donde las lluvias caen en una o dos estaciones. Lluvias distribuidas a lo largo del año no son tan buenas para las moringas. El trópico húmedo, como los bosques tropicales lluviosos donde se cultiva

cacao, té, palma de aceite o pimienta, son usualmente demasiado lluviosos para el crecimiento de la moringa.

La falta de agua afecta la actividad general del desarrollo vegetativo. Casi todas las especies son veceras. Con un riego bien ejecutado se disminuye este efecto. (Carretero, 2002).

La precipitación anual para la moringa oscila entre 750 y 2 200 mm, (Parrotta, 2011).

La Moringa prospera en un amplio rango de precipitaciones (300 a 3 000 mm/año), estando su óptimo entre los 500 y 1 500 mm, (Godino, 2016).

d) pH del suelo

El pH del suelo que necesita el cultivo oscila entre 5.5 y 7.5, (Armengol *et al.*, 2010).

El cultivo de moringa tolera un amplio rango de condiciones de suelo, pero prefiere uno que tenga un pH entre neutral a ligeramente ácido (pH 6.3 a 7.0), (Ortiz, 2014).

Esta especie tiene capacidad de desarrollarse en gran variedad de suelos desde ácidos hasta alcalinos cualidad que favorecerá al proyecto que se desea realizar.

e) Textura

Las moringas no toleran tener agua estancada alrededor de sus raíces, o suelo pesado y fino que impida a sus raíces respirar. A las moringas les encanta un suelo con buen drenaje, de grano grueso, que permita buena aireación alrededor de las raíces. Suelo de grava de drenaje rápido es perfecto para las moringas. También les irá bien creciendo en suelos arenosos, (Olson, 2013).

La moringa se cultiva en la mayoría de suelos con textura de ligera a mediana, pero el mejor crecimiento ocurre en francos arenosos, (Parrotta, 2011).

La Moringa crece en todo tipo de suelos, duros o pesados, ácidos hasta alcalinos (pH 4.5 - 8), con poca capacidad de retención de humedad y hasta en aquellos que presentan poca actividad biológica, no obstante, la mejor respuesta en desarrollo y productividad se obtiene en suelos neutros o ligeramente alcalinos, bien drenados o arenosos y donde el nivel freático permanece bastante alto por todo el año; incluso, tolera suelos arcillosos, pero no encharcamientos prolongados, (Espinosa, 2014).

La moringa puede crecer en casi todo tipo de suelos, pero prefiere los arenosos y bien drenados. Tolerancia los suelos arcillosos pero sufre daño por hongos o ahogamiento cuando el terreno se inunda por periodos prolongados. El nivel de pH parece no afectarle, aunque los suelos neutros o ligeramente alcalinos son los mejores. Prefiere zonas en donde el nivel de agua del subsuelo permanece alto durante todo el año, (Pérez, 2010).

1.3.- Agrotecnia

1.3.1.- Sustrato agrícola

Es todo material sólido distinto al suelo, ya sea 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 un papel de soporte para la planta.

1.3.2.- Preparación de sustrato

Se recomienda emplear tierra de bosque o tierra negra o sustratos preparados. Si se usa tierra se sugiere desinfectarla. Una vez que la tierra haya sido tratada se prepara una mezcla de 50% de tierra, 25% de turba y 25% de algún tipo de abono orgánico (como humus de lombriz o estiércol de vaca). Si se desea prevenir la presencia de alguna enfermedad, el abono también se debe desinfectar mediante el mismo método con el que se trata la tierra. Los ingredientes se incorporan mediante una pala hasta lograr un producto homogéneo. Después de esta labor se puede iniciar la siembra.

El suelo constituye uno de los recursos más importantes para la vida en el planeta, ya que es la base para la explotación agropecuaria y forestal. La producción de alimentos depende de un alto porcentaje del uso que se le dé a los suelos, (Martín, 2006).

Dependiendo de las características del suelo, se realizarán labores de piqueo y rastreo (doble o triple); estos trabajos se deberán realizar de preferencia al final de la temporada de secas o al inicio de la época de lluvias.

1.3.3.- Siembra

Las semillas se siembran a 2 cm de profundidad y deben germinar en 1-2 semanas. Las tasas de germinación son muy buenas, pero pueden ser nulas después de 2 años. Se recomienda sembrar las semillas directamente, los árboles jóvenes son frágiles, al igual que las plantas de semillero y con frecuencia no sobreviven al trasplante. La germinación es mayor en la media sombra que con mucho sol, (Montesinos, 2016).

La disposición de los árboles en la plantación incluye, por un lado la densidad de la plantación es decir, el número de plantas por hectárea y por otro la ordenación de las mismas en la plantación determinadas por el marco de plantación que se vaya a implementar, (Villena, 2002).

a) Distancias de transplante

El terreno, se marca para colocar los árboles con una distribución entre surcos y entre plantas de 2.5 por 2.5 a 4 por 4 metros. En una hectárea plantada a 2.5 por 2.5 metros se podrán obtener hasta 1 600 plantas, mientras que en una con separaciones a 4 por 4 metros se establecen 625; para optar por una u otra densidad de siembra se debe tener en cuenta el manejo que se le proporcionará al cultivo, por ejemplo la distribución 2.5 por 2.5 metros requerirá mayor cantidad de podas, pero con esta distribución se necesita menor espacio para producir la misma cantidad de semilla

que en separaciones 4 por 4, así como menor inversión en infraestructura de riego (en caso de instalarse algún sistema). Pérez (2010)

Para la producción intensiva de Moringa, plantar el árbol a 3x3 metros, en dirección este-oeste. Para asegurarse de la luz solar y el flujo de aire suficiente, (Summ, 2014).

1.3.4.- Fertilización

a) Requerimientos nutricionales

Para aumentar los rendimientos en el cultivo se puede fertilizar una vez al año, con una formulación apropiada para el suelo en el que está sembrado. los fertilizantes utilizados por hectárea 105 kg de fosfato monoamónico, 17.5 kg de urea 17.5 kg de nitrato de potasio y 17.5 kg de sulfato de amonio, (Enrique, 2010).

1.3.5.- Riego

Durante el trasplante es necesario mantener los riegos dos a tres veces por semana, dependiendo de las condiciones de lluvia en el lugar. La planta no demanda demasiado riego (1.5 litros/riego). Cuando se presenta amarillamiento de hojas viejas o bajeras en la planta son señales de estrés hídrico, (Pérez, 2010).

1.3.6.- Control fitosanitario

Desde que nació la agricultura el objetivo es conseguir cada vez mayores producciones y tener los menos problemas posibles en los cultivos. También desde el principio aparecieron organismos cuyos hábitos alimentarios están muy relacionados con las plantas que se cultivan. Con el paso del tiempo han evolucionado tanto las denominadas plagas como los cultivos y se ha vuelto una especie de competencia por la supervivencia. Seguirá siendo así de forma indefinida a pesar de los medios que se toman para acabar con estos organismos tan molestos (Flores, 2009).

Si bien es cierto que la moringa es muy resistente a plagas y enfermedades, debe realizarse: inspección visual a los semilleros y a la plantación una vez trasplantada, (Pérez, 2010).

a) Plagas

El mismo autor argumenta que las plagas más comunes son hormigas (*Atta* sp.) y gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*). Existen otras plagas y enfermedades que atacan el cultivo, especialmente en invierno y primavera, como gusano barrenador del tallo (*Diatraea* sp.) y mosca blanca (*Bemisia* sp.). La afectación que causa esta última no es grave; generalmente la planta se recupera por sí sola.

b) Enfermedades

El autor antes mencionado también indica que algunos hongos que provocan pudrición de tallo y raíz (*Phytophthora* sp.) pudieran afectar a las plántulas de moringa, por lo que se debe estar pendiente de la aparición de cualquier síntoma, como marchitamiento y caída de hojas o pudrición de la base del tallo.

1.3.7.- Sustratos

Los sustratos son materiales que permiten el anclaje, almacenamiento, suministro de agua y aire al sistema radical de las plantas. Una buena mezcla de sustratos permite obtener un material vegetativo sano y vigoroso, con las características deseables para un buen desarrollo vegetativo a nivel de plantación comercial, (Coto & Garbanzo, 2017).

Es todo material sólido diferente al suelo, puede ser natural o sintético, mineral u orgánico. Permite el anclaje de las plantas a través de su sistema radicular. La característica del mismo se diferenciará según la función que se le destine; ya sea en semilleros, enraizamiento de estaquillas o al crecimiento y desarrollo de las plantas, (Sáez, 1999).

El compost es una sustancia muy completa desde el punto de vista de la fertilización porque mejora la estructura, la retención de agua, la aireación, aumenta la capacidad de retención de nutrientes en el suelo para el beneficio de la planta. Flores (2009).

CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1.- Ubicación y descripción de la finca.

El experimento se llevó a cabo en la comuna Entre Ríos, parroquia Atahualpa, provincia de Santa Elena. El lugar experimental está ubicado a una altura de 49 msnm.; Datum WGS 1984. 17 M coordenadas UTM: Norte 9 743 868 y Este 0 522 792.



Figura 2. Ubicación del experimento.

Fuente: Google (2019)

2.2.- Datos climáticos de la zona

El clima tropical megatérmico árido a semiárido es el más representativo de la provincia de Santa Elena. Las temperaturas medias anuales son de aproximadamente 24 °C, las máximas rara vez superan 32 °C y las mínimas son del orden de 16 °C. Las precipitaciones anuales son inferiores a 500 mm y están concentradas en una sola estación lluviosa, de Enero a Abril, (GAD Atahualpa, 2015).

2.3.- Características agroquímicas de agua y suelo

El análisis indica que el suelo tiene un pH 7.8 ligeramente alcalino, con textura franco-arcilloso, los nutrientes (macro y micro) al igual que la materia orgánica (M.O.) se describen en el tabla 1.

Tabla 2. Análisis del suelo campo experimental comuna Entre Ríos.

Nutrientes	Contenido	Interpretación
N	9 ug/ml	Bajo
P	22 ug/ml	Alto
K	223 ug/ml	Alto
Ca	2204 ug/ml	Alto
Mg	727 ug/ml	Alto
S	27 ug/ml	Alto
Zn	0,8 ug/ml	Bajo
Cu	6,2 ug/ml	Alto
Fe	28 ug/ml	Medio
Mn	12,0 ug/ml	Medio
B	0,38 ug/ml	Bajo
pH	7,8	Ligeramente Alcalino
M.O	2,20%	Bajo

Fuente: INIAP-Estación Experimental del Litoral Sur (2016).

2.4.- Establecimiento del vivero

El éxito en el establecimiento de un vivero debe considerarse que el mismo tenga fácil acceso, una buena exposición al sol, protección contra vientos. La topografía debe ser plana con labores para evitar el exceso de agua en el suelo, disposición de agua entre otros considerándolos estos como principales, (Coto & Garbanzo, 2017).

En esta investigación, como primera labor se midió el espacio (7x5 metros) donde se construyó el vivero utilizando cinta métrica, flexómetro, estaquillas entre otros materiales para esta labor. Seguido se usó machetes, palas, excavadora manual para la limpieza y el establecimiento para los pilares (postes) del vivero.

El material base para su construcción fueron cañas, cuyas dimensiones fueron: siete metros de largo, cinco metros de ancho y dos metros de alto. Las cañas fueron curadas con diésel y aceite quemado para evitar el rápido deterioro. La malla o sarán (polisombra) que se utilizó, aportó con un 65% de luminosidad. Esta polisombra viene en la presentación de cuatro metros de ancho por 100 metros de largo, ideal para el proyecto ejecutado. El vivero también contó con disponibilidad de agua y protección contra animales.

Además el vivero se estableció en un suelo con un mínimo de inclinación para evitar el estancamiento del agua. También se utilizaron clavos y alambres para darle mayor firmeza generando que el tiempo de vida útil del vivero sea mayor.

2.5.- Material vegetal

Las semillas Moringa procedieron de la provincia del guayas de una plantación que se dedica a la venta de las mismas en presentaciones de libra o kilo. Cada libra trajo 300 semillas, en esta investigación se uso un total de 2 libras. Las semillas son de tamaño grande característico de esta especie (oleífera) el peso de 100 semillas es de 151.197 gramos. El uso de este material fue en estado fresco. El productor indico que el material llevaba 1 semana de ser cosechado. Dando así mas fiabilidad al momento que se tome las variables del caso.

2.6.- Sustratos

Los sustratos a utilizados se prepararon en el vivero. El tratamiento uno que es de estiércol se removió y tamizo, mezclado con el suelo; en una proporción de 50% (estiércol) y 50% (suelo), hasta obtener una mezcla homogénea.

En el caso del tratamiento dos (compost) se realizó el mismo procedimiento anterior, combinando 50% compost y 50% suelo hasta obtener una mezcla uniforme el mismo que permita tener un buen anclaje para las plantas.

En el tercer tratamiento, el tamo pasó por un proceso de desinfección que consistió en estar expuesto al sol por 3 días siendo removido dos veces al día para generar aireación y todo el material reciba de forma uniforme el tratamiento. Se utilizará 50% de tamo (cascarilla de arroz) y 50% de suelo hasta obtener una mezcla equilibrada.

En el cuarto tratamiento consiste en 50% arena (arena dulce de río) y 50% de suelo no recibió ningún manejo y sólo se mezclaron hasta lograr una mezcla homogénea.

2.7.- Materiales y equipos

2.7.1.- Materiales

Para la instalación del área experimental se utilizaron:

- Machetes
- Palas
- Rastrillos
- Flexómetro
- Libreta de campo
- Lápiz
- Bolígrafos
- Letreros
- Cinta métrica
- Pintura
- Brochas
- Caña
- Alambre
- Clavos
- Martillos

- Fundas de siembra
- Sarán

2.7.2.- Equipos

- Bomba de mochila (20 litros)

2.8.- Tratamiento en estudio y diseño experimental

Se utilizó en esta investigación un diseño completamente al azar (DBCA) con cinco tratamientos y cuatro repeticiones, los mismos, que fueron estudiados durante 7 semanas (49 días). Los tratamientos son sustratos valorados en porcentaje con respecto a volumen:

- Tratamiento I: 50% Suelo + 50% Estiércol
- Tratamiento II: 50% Suelo + 50% Compost
- Tratamiento III: 50% Suelo + 50% Tamo
- Tratamiento IV: 50% Suelo + 50% Arena (dulce de río)
- Tratamiento V: 100% Suelo (testigo)

Se utilizaron un total de 500 plantas para el experimento, 100 por cada tratamiento (sustrato), 50 se utilizaron para determinar la tasa de germinación y de sobrevivencia.

De estas se seleccionaron e identificaron 10 plantas por tratamiento para la evaluación de altura de plantas, diámetro de tallo y número de hojas.

Las 50 plantas restantes por cada tratamiento fueron utilizadas para las mediciones semanales de longitud de la raíz principal, diámetro de la raíz principal, número de raíces, peso seco de la parte aérea y peso seco de la raíz.

Tabla 3. Esquema del análisis de varianza.

Fuente de variación	Fórmula	Grados de libertad (g.l)
Tratamiento	$(t-1)$	4
Repeticiones	$(r-1)$	3
Error	$(r-1)(t-1)$	12
Total		19

2.8.1.- Delineamiento experimental.

- Tipo de diseño DBCA
- Número de tratamientos 5
- Número de repeticiones 4
- Total, de unidades experimentales 25
- Área de cada unidad experimental 1 m²
- Forma de cada unidad experimental Cuadrado
- Área total del experimento 35 m²
- Área útil del experimento 25 m²
- Área de pasillos 10 m²

2.8.2.- Croquis de campo

La ubicación de cada tratamiento fue en base al tipo de diseño elegido en esta investigación se utilizó el diseño de bloques completamente al azar (DBCA) y estuvo distribuido como se muestra el siguiente cuadro.

Tabla 4. Croquis de ubicación de tratamientos.

R1	T3	T4	T1	TEST	T2
R2	T1	T3	TEST	T2	T4
R3	TEST	T2	T4	T3	T1
R4	T2	TEST	T1	T4	T3

***R (Repetición)**

2.8.3.- Manejo del experimento

a) Preparación del terreno.- Para alojar la semilla en el suelo, así como facilitar su arraigo y los primeros pasos de su crecimiento, se deben modificar las condiciones del suelo (sustrato); para esto se realizó de forma manual la preparación de los sustratos con un azadón, rastrillo y pala.

b) Llenado de fundas.- El llenado se realizó de forma manual, haciendo uso de un envase plástico para depositar el sustrato dentro de la misma, facilito el llenado y manejo de las fundas polietileno de color negro y sus dimensiones fueron de 0.20 m x 0.30 m. Una vez llena la funda se apelmazo con la finalidad de eliminar burbujas de aire evitando el daño de las raíces y posteriormente se las ubico en el lugar respectivo.

c) Riego.- Se regó de forma manual (100 ml/día); periodos establecidos tomando en cuenta las condiciones climáticas donde se realizó el experimento.

d) Siembra.- Se sembró dos semillas por funda como ya está establecido en el literal de procedimiento de campo.

e) Control de malezas.- Se realizó cada vez que se requería y de forma manual.

f) Control de plagas y enfermedades.- Se realizó un monitoreo semanal y no fue necesario se suministrar control preventivo para el cultivo.

2.9.- Variables experimentales

Las variables a estudiarse en el experimento fueron:

2.9.1.- Porcentaje de germinación

El porcentaje de germinación se lo realizó mediante el conteo semanal de las plántulas que emerjan en relación a la cantidad de semillas sembradas por funda (dos semillas por bolsa). Esta variable se contabilizó hasta los 15 días, sembrada de forma directa en las fundas con sustrato.

2.9.2.- Porcentaje de sobrevivencia

Se calculó en cada uno de los tratamientos, mediante el conteo de plantas vivas y muertas durante la primera y última medición, (Boby & Valdivia, 2005).

$$\% S = \frac{n_2 * 100}{n_1}$$

Dónde:

% S = Porcentaje de sobrevivencia

n₁ = Individuos encontrados en la primera medición

n₂ = Individuos encontrados en la segunda medición

Tabla 5. Categoría de sobrevivencia expresada en porcentajes.

Categoría	Sobrevivencia (%)
Excelente	90 a 100
Bueno	75 a 90
Regular	60 a 75

Fuente: Boby & Valdivia (2005).

2.9.3.- Altura de la planta

Esta variable se empezó a tomar a partir del día 21 después de la siembra. Se evaluó mediante el uso de una regla milimetrada. Se realizaron mediciones directas de 10 plántulas al azar por cada tratamiento, las cuales se marcaron con etiquetas para monitorearlas por un periodo de siete semanas, obteniendo mediciones cada siete días en dicha variable. La medición abarca desde el área basal hasta el ápice terminal de la planta, (Boby & Valdivia, 2005).

2.9.4.- Diámetro basal

Se tomó estos datos utilizando un calibrador vernier metálico (calibre - calibrador), realizando la medición (una vez por semana); al ras de la base de la planta durante las siete semanas tiempo que duró el experimento.

2.9.5.- Número de hojas

El número de hojas se determinó mediante conteo visual cada siete días durante las siete semanas.

2.9.6.- Comportamiento de la raíz

El sistema radicular de la plántula se midió con una regla milimetrada, tomando en cuenta el diámetro (mm), largo (cm) de la raíz principal y el número de raíces por planta, para lo cual cada siete días durante las siete semanas se destruyó el terrón de diez plantas de cada tratamiento investigado.

2.9.7.- Peso fresco y seco de la raíz

Esta variable se determinó mediante el peso en fresco mediante una balanza analítica.

Para el peso seco se procedió a colocar las raíces en la estufa a 65 °C por 24 horas. Esto se realizó en la séptima semana de la investigación

2.9.8. Costo de producción

Se realizó el costo de producción; donde se realizó el costo de materiales y equipos utilizados en construcción del vivero y manejo del ensayo y el costo de producción que generó cada tratamiento estudiado.

CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIONES

3.1.- Resultados

3.1.1.- Porcentaje de germinación

La emergencia de las plántulas ocurrió del séptimo al décimo cuarto día para los sustratos compost y arena, para los sustratos de suelo, tamo y estiércol fueron al octavo al décimo quinto día posterior a la siembra.

El porcentaje de germinación para el compost, arena y tamo fue de 100, 97 y 96% respectivamente. Para el suelo se obtuvo 95% y en el sustrato de estiércol la germinación fue del 92% tal como se muestra en el la tabla 4.

Tabla 6. Porcentaje de germinación de semillas de moringa sembradas en 5 sustratos.

Sustratos	N° plantas germinadas	Porcentaje germinación (%)
T1 (suelo + estiércol)	92	92
T2 (suelo + compost)	100	100
T3 (suelo + tamo)	96	96
T4 (suelo + arena)	97	97
T5 (suelo)	95	95

3.1.2.- Porcentaje de sobrevivencia

Se sembraron 100 plantas por tratamiento y la variable se evaluó a los 21 días después de la siembra (siete días después que las plantas germinaron); se comprobó

de manera visual y por conteo directo el porcentaje de sobrevivencia, el tratamiento dos (suelo + compost) obtuvo el mejor resultado con 98%. Seguido del tratamiento 4 con un 94% y por último los tratamientos 3, 5 y 1 con 92%, 91% y 90% respectivamente como se muestran en tabla 5; los resultados son excelentes, asumiendo la buena adaptabilidad de la especie con los sustratos.

Tabla 7. Porcentaje de sobrevivencia de semillas de moringa.

Sustratos	Plantas sembradas por tratamiento	N° plantas vivas	Porcentaje de sobrevivencia (%)
T1 (suelo + estiércol)	100	90	90
T2 (suelo + compost)	100	98	98
T3 (suelo + tamo)	100	92	92
T4 (suelo + arena)	100	94	94
T5 (suelo)	100	91	91

3.1.3.- Altura de planta

El análisis de la varianza de altura de planta, se puede observar en la Tabla 6, a los 14, 28, 35, 42 y 49 días haber emergido la semilla, la variable muestra diferencia estadística significativa al 1% de probabilidades. Así mismo, al día 21; se nota diferencia significativa al 5% y en la evaluación del día 7 no se presenta diferencia estadística significativa en los días evaluados, respectivamente.

Tabla 8. Análisis de la varianza altura de plántulas de moringa.

Días evaluados	Grados de libertad	F. Calculada		F. Tabulada	
				5%	1%
7 días	4	4.27	NS	6.26	15.52
14 días	4	10.34	**	6.26	15.52
21 días	4	8.9	*	6.26	15.52
28 días	4	40.07	**	6.26	15.52
35 días	4	44.06	**	6.26	15.52
42 días	4	16.87	**	6.26	15.52
49 días	4	60.36	**	6.26	15.52

La prueba de Tukey al nivel del 5% de significancia estadística que se observa en la Tabla 7; señala al tratamiento al T2 (compost 50% - suelo 50%) como el de mejor desempeño en los diferentes días en que se realizó la evaluación, obteniendo una altura de planta promedio de 56.33 centímetros a los 49 días después de la germinación, seguido de los tratamientos T4 (arena 50% - suelo 50%) y T5 (suelo 100%) con valores de 36 y 26 centímetros respectivamente en la última evaluación.

Tabla 9. Altura de planta de plantas de moringa expresada en centímetros.

Tratamientos	Altura de planta: Días después de la emergencia						
	7	14	21	28	35	42	49
T1	9.93 b	15.70 b	17.53 b	19.35 bc	17.25 b	17.75 b	19.00 c
T2	16.23 a	21.98 a	29.55 a	49.58 a	68.25 a	68.50 a	56.33 a
T3	13.08 ab	12.50 b	12.33 b	13.50 c	15.25 b	16.25 b	21.58 c
T4	12.03 ab	12.63 b	17.45 b	25.50 b	26.00 b	28.50 b	36.23 b
T5	10.23 b	11.90 b	16.05 b	20.30 bc	18.00 b	24.00	26.40 c

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

3.1.4.- Diámetro basal

De acuerdo a los resultados del ANDEVA de diámetro basal, se puede observar en la Tabla 8, que a los 28, 35, 42 y 49 días evaluados, la variable muestra diferencia estadística significativa al 1% de probabilidades y en la evaluación a los días 7, 14 y 21, no presenta diferencias significativa con 2.88; 1.34 y 3.08 milímetros en los días evaluados, respectivamente.

Tabla 10. Diámetro basal de plantas de moringa. Evaluado en 7 muestras después de la emergencia.

Días evaluados	Grados de libertad	F. Calculada		F. Tabulada	
				5%	1%
7 días	4	2.88	NS	6.26	15.52
14 días	4	1.34	NS	6.26	15.52
21 días	4	3.08	NS	6.26	15.52
28 días	4	86.71	**	6.26	15.52
35 días	4	18.45	**	6.26	15.52
42 días	4	11.49	**	6.26	15.52
49 días	4	25.14	**	6.26	15.52

En la evaluación realizada y que muestra la Tabla 9, los resultados de la prueba de Tukey al nivel del 5% significancia. Donde a los 7 días de evaluación el diámetro basal el T2 (compost 50% - suelo 50%) muestra diferencia estadística con 4 mm; superando a los demás tratamientos los T1 (estiércol 50% - suelo 50%), T3 (tamo 50% - suelo 50%), T4 (arena 50% - suelo 50%) y T5 (suelo 100%) con 3.50; 3.25; 3.25; 2.50 milímetros respectivamente. Al día 14 todos los tratamientos fueron estadísticamente iguales con 3.75; 4.25; 3.00; 4.50; 3.25 milímetros respectivamente.

Mientras que al día 21 los tratamientos presentaron igualdad estadística con 3.75; 6.50; 3.50; 4.25; 3.75 milímetros respectivamente. Al día 28 el T2 muestra diferencia estadística con 7.75 mm concluyendo que fue el mejor, seguido de T1,

T3, T4 y T5 con sus respectivas longitudes en milímetros de 3.50; 3.00; 5.00; 3.75 respectivamente.

En el día 35 el T2 fue el mejor con 8,00 milímetros repitiendo a diferencia estadística del día 28; seguido de los T1, T3, T4 y T5 con 3.50; 4.00; 5.50; 5.50 milímetros respectivamente. Al día 42 el T2 vuelve mostrarse como el mejor con 8.25 mm seguido de los T1, T3, T4 y T5 con 3.75; 4.25; 6.00; 5.75 milímetros respectivamente.

A los 49 días después de la germinación el T2 (compost 50% - suelo 50%) como el de mejor desempeño promedio de 7 mm a los 49 días después de la germinación, seguida de los tratamientos T4 (arena 50% - suelo 50%) con 5.7 mm y el de menor desempeño fue el T5 (suelo 100%) con promedio de 4 milímetros.

Tabla 11. Diámetro basal de plántulas de moringa expresada en mm.

Tratamientos	Diámetro basal: Días después de la emergencia						
	7	14	21	28	35	42	49
T1	3.50 ab	3.75 a	3.75 a	3.25 c	3.50 c	3.75 b	4.75 bc
T2	4.00 a	4.25 a	6.50 a	7.75 a	8.00 a	8.25 a	7.00 a
T3	3.25 ab	3.00 a	3.50 a	3.00 c	4.00 bc	4.25 b	4.25 c
T4	3.25 ab	4.50 a	4.25 a	5.00 b	5.50 b	6.00 ab	5.75 b
T5	2.50 b	3.25 a	3.75 a	3.75 a	5.50 b	5.75 b	4.00 c

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

3.1.5.- Número de hojas por planta.

Se puede observar en la Tabla 10 los resultados del ANDEVA de la variable número de hojas. Este solo indica al día 28 diferencia significativa al 5% estadística. No se presenta diferencias estadísticas significativas en los periodos restantes de evaluación no presenta diferencia significativa; se sitúan en 6.38 hojas por planta en los días evaluados respectivamente.

Tabla 12. Número de hojas de plántulas de moringa.

Días evaluados	Grados de libertad	F. Calculada		F. Tabulada	
				5%	1%
7 días	4	2.20	NS	6.26	15.52
14 días	4	2.37	NS	6.26	15.52
21 días	4	2.50	NS	6.26	15.52
28 días	4	6.38	*	6.26	15.52
35 días	4	4.14	NS	6.26	15.52
42 días	4	2.76	NS	6.26	15.52
49 días	4	0.93	NS	6.26	15.52

La Tabla 11, muestra los resultados de la prueba de Tukey al nivel del 5% de significancia. Esta, muestra diferencia significativa al día 28 después de la germinación destacando el tratamiento T2 (compost 50% - suelo 50%) muestra diferencia estadística con 9 hojas por rama.

Tabla 13. Número de hojas de plántulas de moringa.

Tratamientos	Número de hojas: Días después de la emergencia						
	7	14	21	28	35	42	49
T1	7.50 a	7.75 a	7.00 a	7.50 ab	7.00 b	7.50 a	6.75 a
T2	7.00 a	9.00 a	9.50 a	9.00 a	9.00 a	10.00 a	6.25 a
T3	5.50 a	6.25 a	7.00 a	6.50 b	7.50 ab	7.00 a	6.50 a
T4	5.75 a	6.25 a	6.50 a	7.50 ab	8.50 ab	9.00 a	6.75 a
T5	5.75 a	7.25 a	7.25 a	5.50 b	7.75 ab	8.25 a	6.00 a

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

3.1.6.- Diámetro de raíz

De acuerdo a los resultados del análisis de varianza del diámetro de raíz, se puede observar en la Tabla 12 que, durante los 28 y 35 días evaluados, la variable muestra diferencia estadística significativa al 1% de probabilidades. Así mismo, al día 7, 14 y 49; se nota diferencia significativa al 5% y en la evaluación del día 21 y 42 no se presentaron diferencias las mismas que fueron de 28.33; 14.20; 9.11; 7.30; 7.60; 4.56; 3.66 en los días evaluados, respectivamente.

Tabla 14. Evaluación variable diámetro de raíz de plántulas de moringa.

Días evaluados	Grados de libertad	F. Calculada		F. Tabulada	
				5%	1%
7 días	4	9.11	*	6.26	15.52
14 días	4	7.30	*	6.26	15.52
21 días	4	4.56	NS	6.26	15.52
28 días	4	28.33	**	6.26	15.52
35 días	4	14.20	**	6.26	15.52
42 días	4	3.36	NS	6.26	15.52
49 días	4	7.60	*	6.26	15.52

Usando la prueba de Tukey al nivel del 5% significancia. Los resultados que se muestran en la tabla 13, a los 7 días de evaluación que, en el diámetro de raíz, el T3 (tamo 50% - suelo 50%) muestra diferencia estadística con 0,6 cm; superando a los demás tratamientos.

Hacia el final del periodo de evaluación mantuvo su mejor respuesta el tratamiento tres frente a los tratamiento uno y dos 1,45 milímetros.

Tabla 15. Diámetro de raíz de plántulas de moringa expresada en centímetros.

Tratamientos	Diámetro de raíz: Días después de la emergencia						
	7	14	21	28	35	42	49
T1	0.48 ab	0.48 b	0.58 b	0.38 c	0.63 b	0.70 a	0.95 c
T2	0.50 ab	0.75 a	1.08 a	1.38 a	0.68 b	0.75 a	1.10 bc
T3	0.60 a	0.53 b	1.00 ab	0.93 b	0.65 b	0.73 a	1.45 a
T4	0.35 bc	0.43 b	0.75 ab	1.00 b	1.08 a	1.13 a	1.35 ab
T5	0.23 c	0.45 b	0.60 ab	0.80 b	0.68 b	0.75 a	1.20 abc

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

3.1.7.- Largo de raíz

En la tabla 14 se puede observar los resultados del ANDEVA de largo de raíz que, durante los 14, 28, 35 y 42 días evaluados, la variable muestra diferencia estadística significativa al 1% de probabilidades con 12.25; 10.24; 36.18; 14.80. Así mismo, al día 21; se nota diferencia significativa al 5% con 8.95.

En la evaluación del día 7 y 49 no se presenta diferencias estadísticas significativas con 1.63 y 5.30 centímetros en los días evaluados respectivamente.

Tabla 16. Días a la evaluación variable largo de raíz.

Días evaluados	Grados de libertad	F. Calculada		F. Tabulada	
				5%	1%
7 días	4	1.63	NS	6.26	15.52
14 días	4	12.25	**	6.26	15.52
21 días	4	8.95	*	6.26	15.52
28 días	4	10.24	**	6.26	15.52
35 días	4	36.18	**	6.26	15.52
42 días	4	14.80	**	6.26	15.52
49 días	4	5.30	NS	6.26	15.52

En lo que respecta a la prueba de Tukey al nivel del 5% significancia. Los resultados mostrados en la Tabla 15 indican que a los 7 días de evaluación la variable largo de raíz; todos los tratamientos estadísticamente fueron iguales con 4.88; 4.18; 5.40; 6.28; 5.45 centímetros.

Al día 14 se nota diferencia estadística entre los tratamientos, siendo el T2 (compost 50% - suelo 50%) el mejor con 7.70 cm; seguido de los T1 (estiércol 50% - suelo 50%), T3 (tamo 50% - suelo 50%), T4 (arena 50% - suelo 50%) y T5 (suelo 100%) con 6.18; 4.55; 4.85; 4.60 respectivamente.

Mientras al día 21 el T2 con 7,58 cm fue el mejor, seguido del T4 con 6,50 cm y los tratamientos que presentaron la menor longitud fueron T1, T3 y T5 con 5.95; 4.53; 4.80 respectivamente.

Al día 28 se vuelve a notar que el T2 con 8.03 cm fue el mejor, seguido de T1, T3, T4 y T5 con sus respectivas longitudes en centímetros de 5.08; 5.15; 6.35; 7.63.

En el día 35 el T4 fue el mejor con 7.68 cm; seguido de los T1, T2, T3 y T5 con 6.43; 6.50; 5.35; 3.90 centímetros respectivamente. Al día 42 en el T4 vuelve mostrarse como el mejor con 8.43 cm seguido de los T1, T2, T3 y T5 con 7.38; 6.70; 5.45; 4.03 centímetros respectivamente.

En el día 49 el T4 muestra superioridad a diferencia del resto de tratamientos con 13.48 centímetros seguido de T1, T2, T3, T5 con 9.80; 11.00; 11.48; 9.28 cm.

Tabla 17. Largo de raíz de plántulas de moringa expresada en centímetros.

Tratamientos	Largo de raíz: Días después de la emergencia						
	7	14	21	28	35	42	49
T1	4.88 a	6.18 ab	5.95 abc	5.08 b	6.43 b	7.38 ab	9.80 b
T2	4.18 a	7.70 a	7.58 a	8.03 a	6.50 b	6.70 ab	11.00 at
T3	5.40 a	4.55 b	4.53 b	5.15 b	5.35 c	5.45 bc	11.48 at
T4	6.28 a	4.85 b	4.85 b	6.35 ab	7.68 a	8.43 a	13.48 a
T5	5.45 a	4.60 b	4.60 b	7.63 b	3.90 d	4.03 c	9.28 b

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

3.1.8.- Peso fresco

El resultado del ANDEVA de peso fresco, se puede observar en la tabla 16 que, la variable muestra una diferencia estadística significativa al 1% de probabilidades, con una F. calculada de 14.07 gramos en el día evaluado.

Tabla 18. Evaluación peso fresco de raíz.

Días evaluados	Grados de libertad	F. Calculada		F. Tabulada	
49 días	4	14.07	**	6.26	15.52

En la evaluación realizada a los 49 días, los resultados obtenidos mediante la prueba de Tukey al 5% de significancia que se muestran en la tabla 17. El T4 (arena 50% - suelo 50%) muestra significancia estadística siendo el de mayor promedio con 29.35 gramos, superando los demás tratamientos.

Tabla 19. Peso fresco en gramos.

Tratamientos	Peso seco: después de la emergencia
Día 49	
T1	9.95 c
T2	18.38 bc
T3	22.63 ab
T4	29.35 a
T5	19.55 b

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

3.1.9.- Peso seco

El resultado de la variable de peso seco obtenida del ANDEVA que se muestra en la tabla 18, indica que no existe diferencia estadística significativa al 1% de probabilidades con una F. calculada de 5.11 gramos.

Tabla 20. Evaluación peso seco de raíz.

Días evaluados	Grados de libertad	F. Calculada	NS	F. Tabulada	
				6.26	15.52
49 días	4	5.11			

El análisis general utilizando la prueba de Tukey al 5% de significancia, muestra el de mejor resultado; el T4 (arena 50% - suelo 50%) con 11.15 gramos concluyendo que fue el mejor seguido de T3, T5, T2 y T1 con sus respectivos pesos 7.90; 7.70; 6.05 y 3.53 gramos respectivamente tal como se observa en la tabla 19.

Tabla 21. Peso seco en gramos.

Tratamientos	Peso seco: después de la germinación	
	Día 49	
T1	3.53 b	
T2	6.05 ab	
T3	7.90 ab	
T4	11.15 a	
T5	7.70 ab	

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

3.1.10.- Costo de producción

Los resultados mostrados en la Tabla 20 indican principalmente los costos generados para la construcción y manejo del vivero. Mientras que en la tabla 21 muestra los costos de producción por cada tratamiento donde el tratamiento dos es el de mayor gasto debido a la preparación del compost por la mano de obra utilizada; por ser un sustrato descompuesto su tiempo de obtención es mayor que los demás estudiados en esta investigación.

Tabla 22. Costo de materiales y equipos usados en el experimento.

Rubro	Unidad	Cantidad	Valor Unitario	Depreciación	Valor
Insumos					
Machetes	Unidad	2	3.50	1 año	1.16
Palas	Unidad	1	5.00	1 año	0.82
Rastrillos	Unidad	1	6.50	1 año	1.08
Flexómetro	Unidad	1	4.65	1 año	0.77
Libreta de campo	Unidad	1	1.00		1.00
Lápiz	Unidad	1	0.50		0.50
Bolígrafos	Unidad	2	0.35		0.70
Letreros	Unidad	20	0.50		10.00
Cinta métrica	Unidad	1	9.00	2 años	0.75
Pintura	Unidad	2	2.00		4.00
Brochas	Unidad	1	3.50		3.50
Cañas sin tratar	Unidad	12	2.50	5 años	1.00
Alambre	Unidad	2	1.00		2.00
Clavos	Libra	2	1.00		2.00
Martillos	Unidad	2	5.50	2 años	0.91
Fundas de siembra	Unidad	500	0.04	2 años	1.66
Sarán	Metro	64	1.25	5 años	2.66
Equipos					
Bomba de mochila	Unidad	1	115.00	2 años	9.58
		Total costo materiales y equipos:			44.09

Tabla 23. Costo de Producción experimento.

Labores / Actividades	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	T1	T2	T3	T4	T5
Análisis de laboratorio	Análisis	1		0	0	0	0	26.50
Preparación de sustrato (mezclado + enfundado)	Jornal	1	15	15	*60	15	15	15
Semilla	Lb/300	0.4	25	10	10	10	10	10
Manejo de ensayo (riego + control de maleza)	Jornal	5	15	75	75	75	75	75
Costo de agua	m ³	1	0.60	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Costo parcial tratamientos				100.60	145.60	100.60	100.60	127.10
Costo parcial materiales y equipos				8.82	8.82	8.82	8.82	8.82
Costos administrativos	5%			5.48	7.73	5.48	5.48	6.80
Costos financieros	12%			13.13	18.53	13.13	13.13	16.31
COSTOS TOTALES (USD)				128.03	180.68	128.03	128.03	159.03
COSTO POR PLANTA		100		1.28	1.80	1.28	1.28	1.59

*T2 (compost 50% + suelo 50%): proceso de preparación de compost + enfundado y llenado.

Discusión

En la variable porcentaje de sobrevivencia el promedio del porcentaje obtenido en el estudio de la especie de moringa es de 92.8%; concordando con el resultado descrito por Medina, et al. (2007); al presentar que el sustrato de compost fue el mejor, se asume debido a la textura del mismo, el material vegetal tuvo mejor adaptabilidad.

Los valores de altura de planta obtenidos en esta investigación son inferiores a los presentados por Barrios (2016) quien obtiene a los 64 días una altura de 98.2 centímetros en promedio en su investigación; comparados con los 68.5 que mostro el tratamiento dos (compost 50% - suelo 50 %) al día 42 de la investigación.

El diámetro basal obtenido en este estudio coloca al tratamiento dos (compost 50% - suelo 50%) como el mejor con 7.0 milímetros a los 49 días después de la siembra superando a los resultados obtenidos por Contreras, et al. (2015).

El número de hojas por planta obtenido en esta investigación fue de 9.00 lo que difiere con los datos registrados por González (2013) en su investigación. Esto puede justificarse por la presencia de hormigas en el lugar del ensayo.

En la investigación realizada el mejor tratamiento fue el de tamo 50% - suelo 50% (T3) con 1.43 centímetros de diámetro de raíz; superando a los resultados presentados por González (2013) en su investigación donde su mejor resultado fue de 8.6 milímetros.

El tratamiento cuatro (arena 50% - suelo 50%) mostró el mejor resultado de la investigación en cuanto al largo de raíz; esta información difiere de lo presentado por González (2014) quién presenta resultados que superan en 2:1 a la séptima semana de su investigación.

En la variable peso seco de raíz el promedio general es de 7.26 g, el tratamiento cuatro (arena 50% - suelo 50%) mostró mejor desempeño con 11.15 g superando a los valores registrados González (2013) quien con sustrato de 70% arena – 30% suelo alcanzó 2,05 g.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

El comportamiento de la especie de *Moringa oleífera* en el estudio realizado presento resultados favorables en la etapa de germinación y sobrevivencia. Demostrando gran adaptabilidad a los sustratos en estudio.

El mejor desarrollo vegetativo y crecimiento en el estudio realizado en el vivero se obtuvo en el sustrato del tratamiento dos de compost 50% - suelo 50% con la mayor altura, número de hojas y diámetro basal logrado a los 49 días después de la emergencia. Sin embargo, en las variables longitud de raíz, diámetro de raíz, peso fresco y seco de raíz destacó el tratamiento cuatro (arena 50% - suelo 50%.)

El análisis económico efectuado a los tratamientos fue mediante el costo de producción; este, el de mayor inversión fue el del tratamiento dos (compost 50% - suelo 50%). Donde el costo por planta del tratamiento dos está en \$ 1.80 siendo el más alto y el menor coste es de \$ 1.28.

Recomendaciones

La adaptabilidad mostrada por esta especie en los sustratos utilizados en el ensayo deja como punto de partida para seguir estudiándola y realizar más investigaciones con otros tipos de sustratos.

Evidenciado con los resultados obtenidos del tratamiento dos se recomienda variar los porcentajes utilizados en el sustrato; con el fin de estudiar si existe un mejor desarrollo (resultados) a lo descrito en esta investigación.

En la magnitud que hay avances tecnológicos y nuevas ideas de desarrollar investigaciones en vivero puede variar el costo de producción de la investigación de esta especie de forma favorable y alterna para poder obtener más información de los beneficios y funcionalidades que se puede obtener de la especie estudiada.

Se recomienda generar más investigaciones para estudiar y mejorar el costo de producción por planta, con miras a la accesibilidad de productores de moringa para sus diversos usos agrícolas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agrocolombiano (Dirección). (2014). *La moringa* [Película]. Obtenido de <https://www.youtube.com/channel/UCo-wmrFG1GeqUMDnDXU3Fzg>
- Armengol, N., Sánchez, T., Pérez, A., & Reyes, F. (Diciembre de 2010). Características y potencialidades de Moringa oleifera. *Pastos y forrajes*, 33(4), 2. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942010000400001
- Barrios, N. (2016). CARACTERIZACION FENOLOGICA EN ETAPA DE VIVERO DE MORINGA , TRUPILLO, NEEM , GUALANDAY Y CEIBA BONGA, ESPECIES FORESTALES ADAPTADAS AL TROPICO COMO ESTRATEGIA DE MITIGACION AL CAMBIO CLIMATICO.
- Boby, M., & Valdivia, E. (2005). Evaluación del comportamiento de tres especies forestales a nivel de vivero. 53. Managua.
- Bolívar Carrion, M. E. (2012). Moringa oleifera: a healthy option for the well-being.
- Carretero, I. (2002). El clima en la plantación. En *Técnico en Agricultura* (pág. 387). Madrid: Cultural S.A.
- Contreras Cisneros, A. J., Trejo Calzada, R., Reveles Hernández, M., Ruiz-Torres, J., & Pedroza Sandoval, A. (2015). Evaluación de altura y diámetro de plántula de tres genotipos de moringa (*Moringa oleífera* Lam) en la Comarca Lagunera. Zacatezas.
- Coto Álvarez, Á., & Garbanzo Solís, M. (2017). *Manual para el establecimiento y manejo de un vivero de Aguacate*. San José.
- Doussinague, C. (2002). El medio ecológico. En *Técnico en Agricultura* (pág. 383). Madrid: Cultural S.A.

- Enrique. (2010). *Moringa, recomendaciones de cultivo*.
- Espinosa, N. (2014). *ÁREAS CON ALTO POTENCIAL AGROECOLÓGICO PARA EL CULTIVO DE MORINGA OLEIFERA*. Chiaoas.
- Espinoza, L. (Diciembre de 2012). *Producción de plantas de la especie moringa oleifera lam. bajo las condiciones del vivero coloradito de la empresa Maderas del Orinoco C.A.- Edo. Anzoátegui*, 48.
- Flores, J. (2009). En *Agricultura Ecológica*. Barcelona: Mundi-Prensa.
- Foidl, N., Mayorga, L., & Vásquez, W. (2005). *Utilización del marango (Moringa oleifera) como forraje fresco para ganado*. Managua.
- GAD Atahualpa. (2015). *Climatología en parroquia Atahualpa*.
- Godino, M. (2016). MORINGA OLEIFERA: árbol multiusos de interés forestal para el sur de la península ibérica. *ADNagro*(020).
- González Rivas, V. A. (2013). *Comportamiento de dos poblaciones de Moringa oleifera en sus primeras etapas de crecimiento en condiciodes de vivero*. Managua.
- Google. (2019). *Google Maps*. Obtenido de <https://www.google.com/maps/@-2.2932938,-80.7809264,406m/data=!3m1!1e3>
- Holguín, V. A. (2018). *Árboles y arbustos para silvopasturas : Uso, calidad y alometría*. Obtenido de <https://ebookcentral.proquest.com>
- López, J. (Octubre de 2014). Evaluación de tres densidades del cultivo de Moringa oleifera, en el suroccidente de Guatemala. *Tesis de grado*. Guatemala.
- Madrid Blogs. (26 de Octubre de 2010). *Un Universo invisible bajo nuestros pies*. Obtenido de <http://www.madrimasd.org/blogs/universo/2010/10/26/136863>

- Mark, O. &. (2011). *Moringa oleifera: un árbol multiusos para las zonas tropicales secas*. Mexico. Obtenido de <http://www.scielo.org.mx/pdf/rmbiodiv/v82n4/v82n4a1.pdf>
- Martín, C., Moure, A., Martín, G., Carrillo, E., Domínguez, H., & Parajó, J. (Diciembre de 2013). *Scielo*. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942013000400002
- Martin, N. &. (2006). *Generalidades más importantes de las ciencias del suelo*. Cuba: Disciplina Ciencias del Suelo.
- Martinez, L. D. (1994). Cultivos en sustratos. *ACEA*. Recuperado el Junio de 2017, de <http://acea.com.mx/articulos-tecnicos/alex-j-pacheco/86-cultivo-en-sustratos-ii>
- Medina, M. G., García, D. E., Clavero, T., & Iglesias, J. M. (Junio de 2007). Estudio comparativo de *Moringa oleifera* y *Leucaena leucocephala* durante la germinación y la etapa inicial de crecimiento. *Zootecnia Tropical*, 25(2).
- Montesinos, S. (2016). *Moringa oleifera: Árbol promisorio para la ganadería*. *Asociación Cubana de producción animal*(20).
- Mulo, J. A., & Angulo, J. R. (2015). Manual clásico para horticultores modernos. En *El huerto en estado puro*.
- Olson, M. (15 de Octubre de 2013). ¿Dónde crece *Moringa oleifera*? *The International Moringa Germplasm Collection*. Obtenido de <http://moringaceae.org/blog-de-la-coleccioacuten-internacional-de-moringa/-ndde-crece-moringa-oleifera-parte-1-exteriores>
- Ortiz, M. (2014). *Pura moringa "La planta mas nutritiva del planeta"*. Obtenido de <http://puramoringapr.com/moringa-forte-plus-pura-moringa-puerto-rico/informacion-de-la-moringa-en-puerto-rico/el-cultivo-de-la-moringa-puerto-rico.html>

- Parrotta, J. (2011). Clima. *Moringa oleifera, resedá árbol de rábano*, 366.
- Pérez, Á. R. (2010). *Moringa oleifera, una alternativa forrajera para Sinaloa*, 16.
- Pérez, A. S. (2009). *Características y potencialidades de moringa oleifera, lamark : Una alternativa para la alimentación animal. pastos y forrajes* (Vol. 33).
Obtenido de <https://ebookcentral.proquest.com>
- Proyecto tierra nueva. (s.f.). Obtenido de <https://sites.google.com/site/productotierranueva/home/proyecto-tierra-nueva-recomendaciones-de-siembra-de-la-moringa-informacion-general-de-la-moringa-oleifera-nombre-cientifico-moringa-oleifera-lam-m-moringa-mill-m-pterygosperma-gaetth-usos-las-hojas-pa>
- Rivera, R. (16 de Octubre de 2012). Moringa oleifera: una opción saludable para el bienestar. *Medisan*, pág. 1596.
- Sáez, J. N. (1999). Utilización de sustratos en viveros. *Terra Latinoamericana*.
- Summ, D. (2014). Espaciamiento entre arboles de moringa (Producción de semilla).
En *Moringa Oleifera. Manual siembra, cuidados, usos y aplicaciones*.
- Villena, E. (2002). Diseño de plantaciones. *Cultivos Agrícolas*, III(3), 396.

ANEXOS

Figura 1A. Construcción de vivero para ensayo.



Figura 2A. Selección de semillas viables para el ensayo.



Figura 3A. Llenado de fundas con sustratos utilizados en el ensayo.



Figura 4A. Germinación y crecimiento de las plántulas de Moringa oleífera.

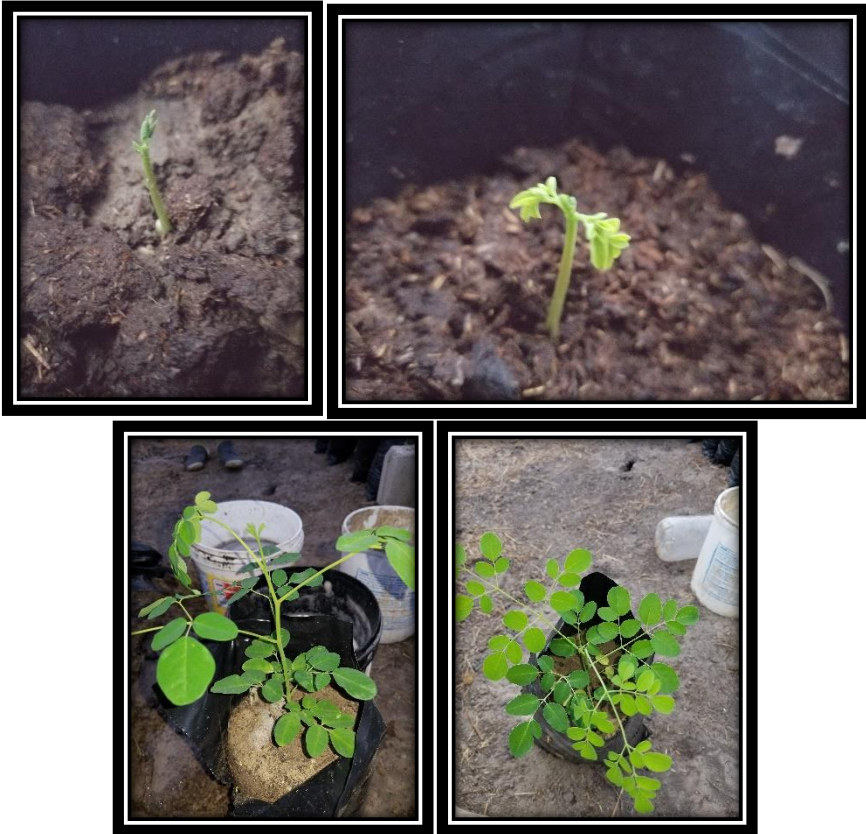


Figura 5A. Proceso de destrucción de terrón para tomar datos de variables estudiadas.



Figura 6A. Toma de datos parte aérea de variables estudiadas.



Figura 7A. Toma de datos parte radicular en ensayo.



Figura 8A. Pesado, enfundado y etiquetado de raíces de ensayo para secado en estufa.



Formato 1A. Informe de análisis de suelo del lugar del ensayo realizado (Atahualpa).



ESTACIÓN EXPERIMENTAL DEL LITORAL SUR
"DR. ENRIQUE AMPUERO PAREJA"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
 Km. 26 Vía Durán - Tambo Apdo. Postal 09-01-7069 Yaguachi - Guayas - Ecuador
 Teléfono: 042724260 - 042724119 e-mail: labsuelos.eels@iniap.gob.ec



INFORME DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		DATOS DE LA MUESTRA			
Nombre :	BRUNO SILVESTRE	Nombre :	SILVESTRE	Informe No. :	019080	Factura No. :	02685
Dirección :	N/E	Provincia :	SANTA ELENA	Responsable Muestreo :	Cliente	Fecha Análisis :	28/11/2016
Ciudad :	SANTA ELENA	Cantón :	SANTA ELENA	Fecha Muestreo :	08/11/2016	Fecha Emisión :	28/11/2016
Teléfono :	N/E	Parroquia :	ATAHUALPA	Fecha Ingreso :	08/11/2016	Fecha impresión :	28/11/2016
Fax :	N/E	Ubicación :	COMUNA ENTRE RÍOS	Condiciones Ambientales :	T°C: 25.4 %H: 63.0	Cultivo Actual :	Suelo Costa

N° Laborat.	Identificación del Lote	pH	ug/ml											
			* NH ₄	* P	K	* Ca	* Mg	* S	* Zn	Cu	*Fe	* Mn	* B	* Cl
62364	MUESTRA 1	7.8 LAI	9 B	22 A	223 A	2204 A	727 A	27 A	0.8 B	6.2 A	28 M	12.0 M	0.38 B	

Interpretación	pH	
NH ₄ , P, K, Ca, Mg, S	MAc = Muy Acido	N = Neutro
Zn, Cu, Fe, Mn, B, Cl	Ac = Acido	LAI = Lig. Alcalino
B = Bajo	MeAc = Med. Acido	MeAl = Med. Alcalino
M = Medio	LAc = Lig. Acido	Al = Alcalino
A = Alto	PN = Prac. Neutro	RC = Requiere Cal

Determinación	Metodología	Extractante
NH ₄ , P	Colorimetría	Olsen
K, Ca, Mg	Absorción	Modificado
Zn, Cu, Fe, Mn	Atómica	pH 8.5
S	Turbidimetría	Fosfato de Ca
B	Colorimetría	Monobásico
Cl	Volumetría	Pasta Saturada
pH	Potenciométrica	Suelo: agua (1:2.5)

Niveles de Referencia Optimos			
Medio (ug/ml)			
NH ₄	20 - 40	Mg	121,5 - 243
P	10 - 20	S	10 - 20
K	78 - 156	Zn	2,0 - 7,0
Ca	800 - 1600	Cu	1,0 - 4,0
Fe	20 - 40	Mn	5 - 15
B	0,5 - 1,0	Cl	17 - 34

N/E = No entregado

<LC = Menor al Límite de Cuantificación

Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) sometida(s) al ensayo

Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación solicitado al OAE

Las opiniones, interpretaciones, etc. que se indican a continuación, están fuera del alcance de acreditación solicitado al OAE

** Ensayo subcontratado

Se prohíbe la reproducción parcial, si se va a copiar que sea en su totalidad

Responsable Técnico del Laboratorio
 Mgs. Diana Acosta

Formato 2A. Informe de análisis de suelo del lugar del ensayo realizado (Atahualpa).

 <p>INIAP Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias</p>	<p>ESTACIÓN EXPERIMENTAL DEL LITORAL SUR "DR. ENRIQUE AMPUERO PAREJA" LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS Km. 26 Vía Durán - Tambo Apdo. Postal 09-01-7069 Yaguachi - Guayas - Ecuador Teléfono: 042724260 - 042724119 e-mail: labsuelos.eels@iniap.gob.ec</p>	 <p>Servicio de Acreditación Ecuatoriano Acreditación N° DAE LE C 11-007 LABORATORIO DE ENSAYOS</p>
--	--	--

INFORME DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		DATOS DE LA MUESTRA			
Nombre :	BRUNO SILVESTRE	Nombre :	SILVESTRE	Informe No. :	019080	Factura No. :	02685
Dirección :	N/E	Provincia :	SANTA ELENA	Responsable Muestreo :	Cliente	Fecha Análisis :	28/11/2016
Ciudad :	SANTA ELENA	Cantón :	SANTA ELENA	Fecha Muestreo :	08/11/2016	Fecha Emisión :	28/11/2016
Teléfono :	N/E	Parroquia :	ATAHUALPA	Fecha Ingreso :	08/11/2016	Fecha Impresión :	28/11/2016
Fax :	N/E	Ubicación :	COMUNA ENTRE RÍOS	Condiciones Ambientales :	T°C:25.4 %H: 63.0	Cultivo Actual :	Suelo Costa

N° Laborat.	Identificación	* Textura (%)			* Clase Textural	meq/100ml			mS/cm	C.E.	meq/100ml					Ca	Mg	Ca+Mg							
		Arena	Limo	Arcilla		* Al+H	* Al	* Na			* M.O.	K	* Ca	* Mg	Σ Bases				Mg	K	K				
62364	MUESTRA 1	36	22	42	Arcilloso						2.20	B	0.57	A	11.02	A	5.98	A	17.58	1.84	B	10.46	A	29.74	M

Interpretación	
Al+H, Al, Na	C.E.
Ad = Adecuado	NS = No Salino
Lt = Ligeram. Tóxico	LS = Lig. Salino
T = Tóxico	S = Salino
	MS = Muy Salino

Abrreviaturas
C.E. Conductividad Eléctrica
M.O. Materia Orgánica
CIC Capacidad de Intercambio Catiónico

Determinación	Metodología	Extractante
M.O.	Walkley Black	Dicromato de K
CIC		Acetato de Amonio
Na		Cloruro de Bario
C.E.	Extracto de pasta saturada	Agua

Lig. Tóxico meq/100mL	Niveles de Referencia				
	Lig. Salino (ds/m)		Medio	Medio (meq/100mL)	
Al+H	0.51 - 1.5	C.E. 2.0 - 4.0	Ca/Mg 2.0 - 8.0	K 0.2 - 0.4	
Al	0.31 - 1.0	Medio (%)	Mg/K 2.5 - 10.0	Ca 4 - 8	
Na	0.5 - 1.0	M.O. 3.1 - 5.0	(Ca+Mg)/K 12.5 - 50.0	Mg 1 - 2	

N/E = No entregado

<LC = Menor al Límite de Cuantificación

Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) sometida(s) al ensayo.

Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación solicitado al OAE.

Las opiniones, interpretaciones, etc, que se indican a continuación, están fuera del alcance de acreditación solicitado al OAE

** Ensayo subcontratado.

Se prohíbe la reproducción parcial, si se va a copiar que sea en su totalidad



Responsable Técnico del Laboratorio

Mgs. Diana Acosta

Formato 3A. Informe de análisis de suelo del lugar del ensayo realizado (Atahualpa).



LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS, PLANTAS Y AGUAS

Propietario: BRUNO SILVESTRE
Remitente: SR. BRUNO SILVESTRE
Predio: SILVESTRE
Localización: ATAHUALPA, SANTA ELENA
Cultivo: PASTO Y MORINGA


Factura No.: 02685
F/Muestreo: 08/11/2016
F/Ingreso: 08/11/2016
F/Salida: 29/11/2016

REPORTE DE ANALISIS

# Laboratorio	Identificación de muestras	Densidad aparente gm/cm3
62364	MUESTRA 1	1.37

Nota: El Laboratorio no se responsabiliza por la toma de las muestras

Atentamente,


Ing. Diana Acosta Jaramillo
Responsable Técnico del Laboratorio Suelos
Tejidos Vegetales y Aguas.

