

UNIVERSIDAD AMAZONICA DE PANDO

AREA: CIENCIAS BIOLÓGICAS Y NATURALES

PROGRAMA: INGENIERÍA AGROFORESTAL



**COMPARACIÓN DE CINCO SUSTRATOS EN LA EMERGENCIA Y
CRECIMIENTO DE LA MORINGA (*Moringa oleífera.*) EN FASE DE
VIVERO.**

Tesis de Grado para optar al título de
Ing. Agroforestal

Presentado por la Univ. Judith Muzuco Baldelomar
Asesor: Ing. Griceldo Carpio Tancara

COBIJA – PANDO – BOLIVIA

2015

HOJA DE APROBACIÓN

.....
Ing. Mary Jesús Añez Campos

TRIBUNAL

.....
Ing. Tatiana Mónica Cardozo Rojas.

TRIBUNAL

.....
Ing. Marcelo Iván Saavedra Loma

TRIBUNAL

.....
Ing. Griceldo Carpio Tancara

ASESOR

Cobija _____ de _____ del 2015

DEDICACIÓN

Dedico primeramente a Dios por darme vida, Salud, sabiduría y el conocimiento necesario para concluir este trabajo

A mis queridos Padres: Ronald y Berna quienes con cariño y sacrificio supieron acompañarme a lo largo de mi vida y mis estudios profesionales.

A mi familia quienes me brindaron su apoyo moral incondicional, en el transcurso de mis estudios universitarios.

AGRADECIMIENTOS

Primero agradezco a Dios por haberme dado vida, salud, y guía por guardarme de todo peligro en el transcurso de esta investigación y en el camino de toda mi vida.

A mis padres, Ronald Muzuco Rodríguez y Berna Baldelomar Delgado, que para mí son mis súper héroes, por haberme educado, enseñado e inculcado el estudio desde niña, sin su ayuda no habría podido llegar a este momento tan importante de mi vida.

A mi novio Guedis Moreno Oliveira, por mostrarme que puedo lograr lo que me proponga, por su gran apoyo en la realización de este trabajo, pero por sobre todo agradezco su amor y su cariño.

A mi asesor de tesis: Ing. Griceldo Carpio Tancara Por sus consejos y orientaciones en la presente investigación.

A los miembros del tribunal: Ing. Mary Jesús Añez Campos, Ing. Tatiana Mónica Cardozo Rojas e Ing. Marcelo Saavedra Loma., por sus valiosas sugerencias en la revisión del trabajo.

A todos los docentes de la Carrera Ingeniería Agroforestal, por sus enseñanzas, su comprensión, sus sabios consejos y apoyo durante mi formación profesional.

A la Universidad Amazónica de Pando y particularmente al Área de Ciencias Biológicas y Naturales por haberme acogido y haberme dado la formación profesional.

A mis compañeros de la universidad: por las muchas experiencias vividas durante los años que hemos compartido juntos.

Finalmente a todas las personas que no por olvidarlas no menciono y que de una u otra manera en algún momento me apoyaron, pues las llevo en mi corazón.

INDICE

Hoja de Aprobación	i
Dedicatoria	ii
Agradecimientos	iii
Índice	iv
Lista de Cuadros	vi
Lista de Gráficos	vii
Lista de Fotos	viii
Resumen	ix
Abstract	x
1. INTRODUCCIÓN	1
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
2.1. Descripción de las especie	3
2.2. Usos y aprovechamiento de la moringa	5
2.3. Requerimientos ecológicos	7
2.4. Manejo Agronómico	11
2.5. La nutrición de la planta	19
3. MATERIALES Y MÉTODOS	23
3.1. Ubicación	23
3.2. Materiales empleados	26
3.3. Detalle del trabajo realizado	23
3.4. Métodos empleados en la recolección de datos	29
3.5. Diseño experimental	30
4. RESULTADOS	32
4.1. Condiciones climáticas	32
4.2. Características de los sustratos	34
4.3. Crecimiento en altura	36
4.4. Crecimiento en diámetro de tallo	40
4.5. Mortalidad de plantas	44

4.5. Daños por insectos y enfermedades	45
5. DISCUSIÓN	46
5.1. Condiciones ecológicas	46
5.2. Efecto de los sustratos en el crecimiento	47
5.3. Incidencia de plagas y enfermedades	48
6. CONCLUSIONES	50
7. RECOMENDACIONES	51
BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA	52
ANEXO N° 1. CROQUIS DE CAMPO	54
ANEXO N° 2. ANALISIS DE LABORATORIO	55

LISTA DE CUADROS

Nº	Título	Pág.
1	Registros de temperatura y precipitación pluvial	32
2	Resultados de análisis laboratorial de los sustratos	34
3	Resultados de análisis de la textura de los sustratos	35
4	Altura de planta inicial (cm)	36
5	Análisis de varianza para altura de planta inicial	36
6	Promedios de altura en las seis mediciones	37
7	Altura de planta a los 92 días	38
8	Análisis de varianza para altura de planta a los 92 días	38
9	Resultados de la prueba de Duncan para tratamientos 39	
10	Diámetro de tallo inicial (mm)	40
11	Análisis de varianza para diámetro de tallo inicial	40
12	Promedio de diámetro de tallo en las cinco mediciones	41
13	Diámetro de tallo a los 92 días	42
14	Análisis de varianza para diámetro de tallo a los 92 días	43
15	Resultados de la prueba de Duncan para tratamientos	43
16.	Mortalidad acumulada de plantas durante el estudio	44

LISTA DE GRAFICOS

Nº	Título	Pág.
1.	Promedio de temperaturas durante el estudio	32
2.	Precipitación pluvial, registrada durante el estudio	33
3.	Crecimiento en altura de planta	37
4.	Altura de planta a los 92 días	39
5.	Promedios de diámetro de tallo cada 15 días	41
6.	Diámetro de tallo a los 92 días	44
7.	Mortalidad acumulada	45

LISTA DE FOTOS

Nº	Título	Pág.
1.	Ubicación del área experimental	24
2.	Material vegetal	25
3.	Construcción del cerco perimetral	26
4.	Preparación de substratos	27
5.	Llenado de macetas	28
6.	Riego de macetas	28
7.	Medición de las características morfológicas	29
8.	Distribución de las unidades experimentales	

RESUMEN

La presente investigación titulada “ Comparación de cinco sustratos en la emergencia y crecimiento de la moringa (*Moringa oleífera*) en fase de vivero” realizada durante los meses junio a agosto de 2015, tuvo los siguientes objetivos específicos: a) evaluar el efecto de la fertilización orgánica sobre el desarrollo de las características morfológicas durante la fase de vivero, b) determinar el porcentaje de mortalidad de las plantas y sus causas durante el periodo de investigación y, c) Evaluar la incidencia de plagas y enfermedades durante el periodo de investigación.

La presente investigación se realizó en la propiedad privada del José Luis Muzuco C. ubicado en el barrio “Perla del Acre”, municipio Cobija, provincia Nicolás Suárez del departamento Pando, cuyas coordenadas geográficas son: latitud sur 11°02’45,4” longitud oeste: 68°47’25,8” los tratamientos consistieron en diferentes combinaciones entre mantillo, estiércol bovino en descomposición y aserrín, las variables de respuesta fueron: altura de planta, diámetro del tallo, mortalidad de plantas e incidencia de insectos y enfermedades, se empleó el diseño experimental de bloques al azar con seis tratamientos y cuatro repeticiones.

Los principales resultados indican que: Las condiciones de temperatura fueron favorables al desarrollo de la especie, mientras que fue necesario agregar riego adicional por la época seca en que se realizó el estudio. El promedio de altura de planta a los 92 días fue de 28,36 cm; mientras que el diámetro de tallo registró un promedio de 8,77 mm. El sustrato compuesto por 40% de mantillo + 30% de aserrín + 30% estiércol bovino, dió lugar a mayor crecimiento tanto en altura de planta como en diámetro de tallo alcanzando 39,8 cm y 9,94 mm, respectivamente. Se registró una mortalidad promedio de 4,2% causado por el hongo *Septoria lycopersici* que provocó la podrición de las raíces, la mayor proporción se registró en el testigo (11,1%), mientras que los tratamientos: 75% de mantillo + 25% de aserrín y, 70% de mantillo + 30% de estiércol bovino, no se registraron mortalidad.

Palabras claves: Efecto estiércol bovino, aserrín crecimiento, *Moringa oleífera*.

ABSTRACT

This research titled "Comparing five substrates in the emergence and growth of the Moringa (*Moringa oleifera*) in nursery phase" conducted during the months of June to August 2015, had the following specific objectives: a) to evaluate the effect of fertilization organic on the development of the morphological characteristics during the nursery phase, b) determine the percentage of plant mortality and its causes during the period of investigation and, c) Evaluate the impact of pests and diseases during the investigation.

This research was conducted in the private property of José Luis Muzuco C. located in the "Pearl of Acre" neighborhood, city Cobija province Nicolas Suarez Pando department, whose geographical coordinates are: latitude south 11°02'45,4 "west longitude : 68°47'25,8 "the treatments consisted of different combinations of mulch, rotting cattle manure and sawdust, the response variables were: plant height, stem diameter, plant mortality and incidence of insects and diseases, used the experimental randomized block design with six treatments and four repetitions.

The main results indicate that: The temperature conditions were favorable to the development of the species, while it was necessary to add additional irrigation during the dry season in the study. The average plant height at 92 days was 28.36 cm; while the stem diameter averaged 8.77 mm. The substrate comprises 40% of mulch sawdust + 30% + 30% cattle manure, resulted in more growth in both plant height and stem diameter alcandando 9.94 mm and 39.8 cm, respectively. 75% of mulch + 25: an average mortality of 4.2% caused by the fungus *Septoria lycopersici* prompting podrición roots, the highest proportion was recorded in the control (11.1%), while treatments recorded % sawdust and compost 70% + 30% bovine manure, no deaths were reported.

Keywords: Effect cattle manure, sawdust growth, *Moringa oleifera*.

1. INTRODUCCIÓN

La Moringa oleífera es un árbol originario del sur del Himalaya que se ha extendido en otras partes como en la India Occidental, y desde México a Perú, Paraguay y Brasil. Sus múltiples usos lo torna un cultivo atractivo, fundamentalmente porque sus semillas contienen un 31-47% de aceite. El alto tenor de ácido oleico del aceite indica que es adecuado para la obtención de biodiesel (Ramachandran *et al.*, 1980)

Es la especie más conocida del género Moringa que cuenta con 13 sp. Se la conoce con diferentes nombres triviales como: Behenbaum (alemán); West Indian ben (inglés); Benzolive (francés); Sándalo cerúleo (italiano); Cedra (Brasil); Árbol del ben, Morango, Moringa (español); Ángela (Colombia); Marango (Costa Rica); Palo Jeringa, Sajina (Fiji); Perlas, Paraíso blanco (Guatemala); Saijhan (Guyana). (Jahn *et al.*, 1986).

A nivel internacional es producida en grandes, medianas y pequeñas escalas en Argentina, Brasil, Colombia, Ecuador, África y en todos los demás países internacionalmente.

A nivel nacional, en Bolivia no es muy conocida solo existen plantaciones en los departamentos como Cochabamba, La Paz y Santa Cruz, en el departamento Pando el cultivo de moringa es casi nulo, a pesar de que las condiciones son aptas para el desarrollo de la planta. Como excepción, a ocho kilómetros de la ciudad de Cobija, en la propiedad del señor Sergio Condori se cuenta con cinco hectáreas de plantación, por iniciativa propia.

En este contexto un elemento básico para la promoción de este cultivo es tener información sobre la productividad y sostenibilidad de una plantación para ello, es necesario disponer de estudios locales, que puedan ser utilizados como guía o referencia.

En este departamento existe escasa información sobre el crecimiento de esta especie, específicamente se cuenta con un solo proyecto de investigación titulada “productos Derivados de la moringa” proyecto ejecutado en convenio entre la UAP, en asociación Programa de Investigación Estratégica en Bolivia (PIEB), por lo cual es muy poco conocida, por lo que la presente investigación se constituye la primera en la región.

El empleo de productos o abonos orgánicos, ecológicamente inocuos, las cuales logran significativos incrementos de los rendimientos agrícolas, ha cobrado un gran auge en la producción (Benítez *et al.* 2008).

El grupo de abonos orgánicos, existentes en la región provienen del bosque y de la ganadería a pequeña y mediana escala, entre ellos el aserrín en descomposición, los restos de troncos de árboles caídos, la turba o sedimento de orillas de río, cáscara de almendra, estiércol bovino, etc.

A partir de la problemática señalada en cuanto a la producción de Moringa (*Moringa oleífera*) en la amazonia y a los resultados alcanzados con el uso de abonos orgánicos en otras especies, se propone realizar el presente trabajo, con el propósito de evaluar su efecto en el crecimiento y desarrollo de este cultivo durante la fase de vivero.

Por todo lo descrito anteriormente, la presente investigación se plantea el siguiente problema: ¿Cuánto influyen los cinco tipos de sustratos en la emergencia y crecimiento de la moringa (*moringa oleífera*) en fase de vivero?

En consecuencia que el objetivo general fue: Comparar el efecto de cinco sustratos orgánicos en el crecimiento y emergencia de la Moringa (*Moringa oleífera*) en fase de vivero, mientras que los objetivos específicos fueron:

- Evaluar el efecto de la fertilización orgánica sobre el desarrollo de las características morfológicas durante la fase de vivero.
- Determinar el porcentaje de mortalidad de las plantas y sus causas durante el periodo de investigación.
- Evaluar la incidencia de plagas y enfermedades durante el periodo de investigación.

Las hipótesis planteadas fueron:

Ho: Los sustratos no influyen en la emergencia y crecimiento de las Plántulas de Moringa oleífera en fase de vivero.

Ha: Los sustratos influyen significativamente en la emergencia y crecimiento de las Plántulas de Moringa oleífera en fase de vivero.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Descripción de las especie

2.1.1. Descripción fenológica

Es un árbol perenne caducifolio. Presenta rápido crecimiento, unos 3 m en su primer año pudiendo llegar a 5 m en condiciones ideales; adulto llega a los 10 o 12 m de altura máxima (Falasca y Bernabé (2008)).

Tiene ramas colgantes quebradizas, la corteza corchosa 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, hojas compuestas de color verde claro y están dispuestas en grupos de folíolos, con cinco pares de éstos acomodados sobre el pecíolo principal y un folíolo en la parte terminal. Las hojas son alternas tripinnadas, con una longitud de 30-70 cm, con muchas hojas pequeñas de 1,3 a 2 cm de largo por 0,6 a 0,3 cm de ancho, raíz pivotante tuberosa, blanca y de aspecto hinchada (gruesa), con un olor picante característico, Las flores son bisexuales, con pétalos blancos y estambres amarillos. En algunas regiones florece una sola vez al año, pero puede florecer dos veces al año; tal es el caso de los países del Caribe, como Cuba. Las flores son polinizadas por abejas, otros insectos y algunas aves, la FAO-OMS (2005) reporta frutos en cápsulas trilobuladas, dehiscentes, de 20 a 40 cm de longitud. Contienen de 12 a 25 semillas por fruto y las semillas son de forma redonda y color castaño oscuro, con tres alas blanquecinas. Cada árbol puede producir de 15 000 a 25 000 semillas por año. (Falasca y Bernabé (2008))

Los árboles obtenidos de semillas presentan un sistema extenso de raíces laterales tuberosas y gruesas. (Falasca y Bernabé (2008))

2.1.2. Clasificación Taxonómica

Según (Keraudren y Gillett, 1963) esta especie tiene la siguiente clasificación taxonómica:

Reino: *Plantae*

Phylum: *Magnolióphida*

Orden: *Brassicales*

Familia: *Moringaceae*

Género: *Moringa*

Especie: *Moringa oleifera* (LAM. 1783)

2.1.3. Área de distribución natural de la especie.

Parrota (1993), Afirma que el área de distribución natural de la *Moringa oleifera* es muy restringida. Posee una gran capacidad de adaptación ecológica, tal y como recoge el epígrafe de Requerimientos edafoclimáticos de la especie.

Es un especie originaria del sur del Himalaya, donde crece desde el noreste de Pakistán (33 °N 73 °E), atravesando Nepal y norte de la India, hasta el noroeste de Bangladesh.

Más concretamente, en el subcontinente Indio se sitúa en el estado de Jammu y Cachemira, extendiéndose por las fronteras que forman los estados de Himachal Pradesh, hasta alcanzar las zonas de Agra y Oudh, en el estado de Uttar Pradesh, India (33 °N, 73 °E) según (Foild et al., 1999; Olson & Fahey, 2011; Parrota, 1993; Pérez, 2012; Ramachandran et al., 1980).

2.1.4. Área de distribución artificial de la moringa.-

En la actualidad, se encuentra diseminada en gran parte del planeta. En concreto, en las zonas de clima cálido delimitadas entre el trópico de Cáncer y el de Capricornio (Pérez, 2012).

Se cultiva y se ha naturalizado en otras partes de Pakistán, India y Nepal, así como en otros países del sur y este de Asia, incluyendo Afganistán, Bangladesh, Israel, Irán, China, Taiwán, Sri Lanka, Myanmar, Malasia, Filipinas, Tailandia, Camboya, Vietnam e Indonesia, la Península Arábiga (Fahey, 2005; Navie & Csurhes, 2010; Parrota, 1993).

En la actualidad, *Moringa oleifera* se ha establecido en diversas regiones del mundo. En el África subsahariana, se encuentra en concreto en Zimbabwe, Madagascar, islas de Zanzíbar, Sudáfrica, Tanzania, Malawi, Benín, Burkina Faso, Camerún, Chad, Gambia, Ghana, Guinea, Kenya, Liberia, Malí, Mauritania, Nigeria, Níger, Sierra

Leona, Sudán, Etiopía, Somalia, Zaire, Togo, Uganda y Senegal (Navie & Csurhes, 2010).

En el continente Americano se localiza en el sureste de los Estados Unidos (en Florida), en Méjico), en América Central (Belice, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Panamá), en Sudamérica (Colombia, Venezuela, Brasil, Paraguay, Chile, Perú, Argentina, Uruguay) (Fahey, 2005; Navie & Csurhes, 2010; Parrota, 1993).

2.2. Usos y aprovechamiento de la moringa:

Se estudiaron los diversos usos que proporciona la *Moringa oleifera*. De esta manera se trata de mostrar la cantidad de posibilidades que ofrece esta especie y por tanto, justificar el interés para su posible introducción en nuestro departamento de pando.

Son tantos los usos que se le atribuyen, que han hecho que se le conozca a la *Moringa oleifera* como “el árbol milagroso”, a continuación se detalla los usos correspondientes:

Utilidades:

- "Puede reconstruir huesos fuertes, enriquecer la sangre anémica y ayudar a las madres desnutridas a amamantar correctamente a sus bebés" Cabe mencionar que de los 20 aminoácidos que existen y de los cuales 9 son esenciales para el cuerpo humano en la moringa encontramos 18 de esos aminoácidos y entre ellas se encuentran las 9 esenciales para el cuerpo humano.
- La moringa oleífera y otras especies del género son una de las plantas más versátiles y uno de los proyectos de desarrollo más importantes de Agro-desierto.
- Comestibilidad: Todas las partes de la planta son comestibles. El contenido de proteínas, vitaminas y minerales es sobresaliente.
- Ornamentales: Se trata de árboles muy interesantes y de formas atractivas. Admite muy bien las podas. Se pueden utilizar como arboles de sombra, como setos, pantalla visual y auditiva, incluso como cortavientos.

- Muy útiles para proteger otros cultivos en sistemas agroforestales. Al no ser un árbol excluyente es un buen soporte para otras especies trepadoras. Es especialmente indicado para la modalidad de agricultura conocida como "alley cropping" o "cultivo en callejones", debido a ciertas características que lo hacen muy adecuado, como su crecimiento rápido, raíces verticales y profundas, pocas raíces laterales, escasa sombra y alta productividad de biomasa con alto contenido en nitrógeno que enriquece la tierra.
- La leña proporciona un combustible aceptable, especialmente para cocinar. Ligera, con una densidad media de 0.6 y un poder calorífico de 4.600 kcal/kg.
- La madera, frágil y blanda apenas tiene otro interés que la elaboración de carbón vegetal o pulpa de papel, de excelente calidad en ambos casos.
- Depuración de Aguas: Las semillas son de mucha utilidad como uno de los mejores floculantes naturales conocidos y se emplean ampliamente en la depuración y purificación de aguas fluviales y aguas turbias.
- La moringa es un buen seto, de desarrollo muy rápido. Aunque algo sensible al viento como árbol solitario, en agrupaciones es bastante resistente. También es utilizado como cerca viva empleando los tallos de las plantas a modo de postes vivos soportar los diversos elementos de cerramiento: alambres, vallas, etc.
- Aceite: La semilla de Moringa contiene un 35 % de aceite. Es un aceite de muy alta calidad, poco viscoso y dulce, con un 73 % de ácido oleico, de calidad por tanto similar al aceite de oliva.
- Fertilizante: Los subproductos derivados del procesado de la semilla forman una torta muy indicada como fertilizante natural con un alto contenido en nitrógeno.
- Forraje para animales: Las hojas de Moringa constituyen uno de los forrajes más completos que se puedan imaginar, muy ricos en proteína, vitaminas y minerales.
- Melífero: El árbol en flor es una importantísima fuente de néctar para las abejas.

- Fuente de Hormonas Promotoras de Crecimiento Vegetal: obtenidas a partir de extracto de hojas y tallos jóvenes. El principio activo es la Zeatina, una hormona vegetal del grupo de las Citoquininas. También es interesante hacer notar que las hojas de Moringa, incorporadas directamente al suelo previenen del ataque de ciertas plagas (*Pythium debaryanum*).

Otros usos:

- La Moringa tiene aplicaciones medicinales muy variadas, especialmente en sus países de origen. Las hojas son muy útiles en la producción de bio-gas.
- De la corteza se extraen fibras aptas para elaboración de cuerdas, esteras y felpudos. Las hojas trituradas se emplean en áreas muy remotas como agente de limpieza. De la madera se puede extraer un tinte azulado de interés industrial.
- También se extrae, de la corteza, una goma con varias aplicaciones. De esta goma y de la corteza en sí también se extraen taninos, empleados en la industria del curtido de pieles.

2.3. Requerimientos ecológicos

Se puede considerar que la *Moringa oleifera* es una especie de gran plasticidad ecológica, ya que se encuentra localizada en diferentes condiciones de suelo, precipitación, temperatura y altitud. En este apartado se procede a una recopilación de la literatura de los factores ecológicos abióticos en relación con la presencia de la especie según varios autores.

2.3.1. Temperatura.

La bibliografía existente en cuanto a requerimientos climáticos de la moringa no es muy extensa. La causa fundamental se debe a que los estudios realizados en las regiones donde se encuentra la planta, son muy limitados y los resultados muy variables. Lo que supone que la información disponible varíe de unos autores a otros, o que la información sea incompleta (p.e.: se habla de temperatura 15 °C, sin especificar si son temperaturas medias anuales, media diaria, etc.).

En su hábitat natural, la temperatura media anual suele tener grandes oscilaciones. Desde los -1 a 3 °C en los meses más fríos, tolerando heladas cortas y poco intensas,

hasta los 38-48 °C en los meses más cálidos. Crece mejor a temperaturas entre 25-35 (40) °C (Falasca & Bernabé, 2008; Parrota, 1993; Pérez, C., 2012).

En las regiones del sur de Asia donde se ha introducido, tolera temperaturas medias anuales desde los 12,6 °C hasta los 40 °C (Roloff et al., 2009). Valor muy similar al que afirman Falasca & Bernabé (2008), quienes aportan que temperaturas medias anuales superiores a 12 °C favorecen al crecimiento de la planta.

Para lograr una producción óptima de hojas y vainas, la *Moringa oleifera* requiere temperaturas diarias altas, en torno a 25-30 °C, mientras que el crecimiento se ralentiza con temperaturas por debajo de los 20 °C (Radovich, T. 2011).

A su vez, García Roa (2003) explica que en Centroamérica se encuentra en zonas con temperaturas de 6 a 38 °C. Es resistente al frío por corto tiempo, pero no menos de 2 a 3 °C. Con temperaturas menores de los 14 °C no florece ni germina, y sólo se puede reproducir por material vegetativo (por estacas) (Pérez et al., 2010).

Según Muhl et al., 2011, la temperatura es un factor que influye directamente en el crecimiento y productividad de la especie, al regular la velocidad de la respiración, directamente relacionada con la fotosíntesis.

Estos autores realizaron diversos estudios, sometiendo a las plantas a tres regímenes de temperatura con fluctuaciones día/noche. Estos regímenes fueron 10/20 °C, 15/25 °C y 20/30 °C. Observaron que el crecimiento de la planta se ve favorecido de las altas temperaturas y que la planta tiene adaptaciones fisiológicas para las bajas temperaturas, lo que resulta fundamental para lograr la supervivencia de plantaciones de moringa en climas fríos (Muhl et al., 2011).

Pruebas realizadas en la Escuela de Ingeniería Técnica Forestal de la U.P.M. (Godino et al., 2013), han mostrado que la parte aérea verde de la planta resiste temperaturas mínimas de hasta 0 °C mientras que la parte lignificada llega a tolerar hasta -3 °C puntuales. Aún no se tienen datos de resistencia a las heladas de las raíces. Respecto a las temperaturas medias mensuales, sobrevive entre los 8 °C y los 13 °C, pero no crece.

La *Moringa oleifera* crece y se desarrolla en climas tropicales y subtropicales, en las zonas de rusticidad USDA 9b a 12. En España, Sánchez de Lorenzo, considera su

cultivo como planta ornamental en la zona de rusticidad 11 (de 4 a 10 °C) (Pérez, 2012).

Radovich (2011), añade que la temperatura media anual mínima que tolera la planta son 15 °C, y que la temperatura media anual máxima son 30 °C. Los ejemplares jóvenes son sensibles a las heladas, mientras que los individuos adultos pueden sobrevivir bajas temperaturas de hasta 0 °C durante periodos cortos de tiempo viéndose afectado su crecimiento.

2.3.2. Precipitación

La moringa tolera una amplia gama de condiciones climáticas, crece en lugares con precipitaciones que varía desde 250 hasta 3000 mm de lluvia al año (Pérez 2012).

En cuanto a su ecología, se puede decir que es una planta resistente a la sequía, cultivada en zonas áridas y semiáridas de distintas regiones del mundo. Soporta una precipitación anual de 500 a 1500 mm y es resistente al frío por corto tiempo, pero no menos de 2 a 3°C. En las temperaturas menores de 14°C no florece y solamente se puede reproducir vegetativamente (por estacas). Se localiza desde el nivel del mar hasta 1 800 msnm y está adaptada a una gran variedad de suelos. Por lo que se puede observar, es una especie muy apta para el cultivo al ser resistente al frío, cambios de temperatura, precipitaciones y diversos suelos. La importancia del uso como forrajera se debe a sus buenas características nutricionales y a su alto rendimiento en producción de biomasa fresca (Alfaro y Martínez 2008).

2.3.3. Suelos.

En su hábitat natural crece a lo largo de los ríos más grandes, en aluviones. Con relación al pH del suelo, la moringa oleífera requiere de un tipo de suelo neutro o ligeramente ácido, no obstante en pruebas en arrecifes de suelos alcalinos del pacífico donde se ha introducido soporta pH incluso superior a 8,5.

Estos suelos generalmente tienen buen drenaje y bajo contenido en materia orgánica (Parrota, 1993).

Prefiere los suelos bien drenados, arenosos o franco-arenosos, donde el nivel freático permanece bastante alto todo el año, dentro de la zona de mayor profundidad de sus raíces (Parrota, 1993; Saint & Broin, 2010).

Muchos autores coinciden en que la moringa tolera suelos francos o franco arcillosos, pero no los arcillosos ni los vertisoles (Foild et al., 1999). Sin embargo, un estudio realizado en Nicaragua (Alfaro, 2008) constató que la planta se desarrolló bien en suelos con porcentajes elevados de arcilla (44 - 46%).

Coloniza rápidamente las orillas de los arroyos y áreas de sabana, pero no admite encharcamientos prolongados (Mejía & Mora, 2008).

En Puerto Rico crece 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. En Kenia, se obtuvieron resultados negativos sobre alfisoles² semiáridos (Parrota, 1993).

Se caracteriza por no ser exigente en fertilidad, soportando ser cultivada en terrenos pobres o baldíos. Se adapta bien a casi todo tipo de suelos, desde ácidos hasta alcalinos, con un rango de pH entre 4,5 y 9,0. Los mejores resultados se han obtenido en suelos de pH neutro o ligeramente ácido. Aunque tolera bien zonas con pH superior a 8,5 (Alfaro, 2008; Parrota, 1993; Saint Sauveur & Broin, 2010; Sitio web 3).

En términos generales, Alfaro (2008) propone como único factor limitante que el terreno donde se plante la moringa posea un buen drenaje.

Según Reyes (2006) la moringa es resistente a la sequía y tolera una precipitación anual de 500 a 1 500 mm. Además crece en un rango de pH de suelo entre 4,5 y 8, excepto en arcillas pesadas, y prefiere suelos neutros o ligeramente ácidos.

Por otra parte, Croess y Villalobos (2008) señalan que *Moringa* es un género de plantas con numerosas especies distribuidas en zonas áridas y semiáridas de la India, Pakistán y el sur de Himalaya.

Price (2000), en los informes sobre el Proyecto de Investigación BIOMASA (que se realiza en Nicaragua), plantea que la moringa puede sembrarse intensivamente. A este nivel de producción, los requisitos de nutrientes por hectárea por año son: 1,8 kg calcio; 0,5 kg cobre; 1,4 kg magnesio; 380 kg fósforo; 0,6 kg boro; 280 kg nitrógeno y

0,3 kg zinc. Es posible que los suelos en otras localidades proporcionen una parte de estos requisitos y los fertilizantes puedan ser distintos.

2.4. Manejo Agronómico

2.4.1. Semilla

La semilla no requiere tratamientos pre germinativo 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 Rains, 1982). Es una planta de rápido crecimiento y fácil de propagar, tanto por semilla como por material vegetativo. (Sharma y Rains, 1982).

Las semillas se seleccionan tomando en cuenta tres variables importantes, según la experiencia de los agricultores en el campo. Estas fueron tomadas en cuenta durante la experimentación y son las siguientes:

- Vainas de mayor tamaño,
- Semilla proveniente de la parte central de la vaina que son generalmente las semillas-grandes.
- Brillo de la semilla.

Durante el mes de agosto se puede empezar a identificar los mejores árboles productores de semilla, según el desarrollo y abundancia de flores. La época de producción de la semilla es a partir de octubre cuando empieza a madurar, prologándose hasta el mes de abril del siguiente año.

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 pres germinativos 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 Rains, 1982).

Se puede reproducir por estacas de 1 a 1,40 m de largo, como en el sur de la India (Ramachandran *et al.*, 1980), aunque para ser trasplantado en regiones áridas y semiáridas conviene obtener el árbol por semilla, porque produce raíces más profundas. En el caso de árboles obtenidos por estacas, los frutos aparecen a los seis meses después de plantados.

Los árboles cultivados para forraje se podan para restringir el desarrollo de la copa y promover el crecimiento de nuevas ramas (Ramachandran *et al.*, 1980). Después de cortados rebrotan vigorosamente y dan de cuatro a ocho renuevos por tocón (Nautiyal y Venhataraman, 1987).

En el caso de los pequeños productores, se puede sembrar por estacas o en las cercas vivas para posteriormente cosechar los rebrotes, los que se deben cortar entre 35 y 45 días, en dependencia del régimen de precipitación y fertilización. La siembra se debe realizar en forma escalonada para disponer en todo momento de forraje fresco.

2.4.2. Siembra:

Según (Sharma y Rains, 1982), Para el vivero se recomienda un substrato elaborado con 60% de arena y 40% de tierra negra, de tal manera que la textura del suelo sea franco arenoso. Esto puede lograrse, por ejemplo, con una mezcla elaborada con una parte de tierra, una de arena y una de materia orgánica, previamente cernida. Se utilizan bolsas de polietileno de 6 X 12 pulgadas, las cuales deben llenarse evitando espacios de aire o exceso de compactación de la tierra o tierra gredosa.

Se construyen los bancales colocando un bloque de ocho hileras cada uno y un espacio de 0.50 metros entre bloque. Para la desinfección de las bolsas llenas de tierra, se riega agua a 100 °C con regadera de mano. Después de 2 días se siembra la semilla directamente en la bolsa utilizando cuatro semillas por postura a una profundidad aproximada del doble del diámetro de la semilla. Esto puede ser de 1 a 2 cm. de profundidad. Se pueden utilizar dos semillas por bolsa. Es funcional también realizar por lo menos tres riegos profundos antes de colocar las semillas, para evitar espacios

de aire y para que germine las semillas de malezas en la bolsa y hacer luego el control manual. (Sharma y Rains, 1982).

La siembra de semillas se realiza directamente a la bolsa. De esta forma se evita hacer semilleros y se evita estrés en el trasplante del semillero a la bolsa, a la cual la planta es susceptible. Además, por el porcentaje de germinación reportado (mayor de 80%), se recomienda realizarlo directamente a la bolsa. En caso de que los viveros sean mantenidos a cielo abierto se recomienda, luego de haber depositado la semilla en la bolsa, colocar una cubierta de paja para mantener la humedad y evitar desenterrar las semillas durante el riego. La protección en vivero sólo se realiza después de la emergencia de la semilla y luego se descubre totalmente hasta el momento del trasplante. A fin de mantener húmedo el sustrato, se riega en los primeros quince días con una regadera, un día sí, otro no, iniciando al momento de la siembra y tomando en cuenta los días de precipitación pluvial, para no duplicar el riego. (Sharma y Rains, 1982).

2.4.3. Manejo en vivero:

El manejo del vivero consiste:

- En regar las plantas al menos dos veces por semana.
- Realizar el control manual de malezas dentro de la bolsa de polietileno y el control mecánico de las malezas entre los surcos.
- Además, el reacomodo de las bolsas que se desalinean en los surcos establecidos.
- Es importante retirar la cubierta o paja seca una semana después de haber emergido las plántulas, con lo cual se evita el alargamiento de las plantas (acción de fototropismo), y se favorece el crecimiento vigoroso. (Sharma y Rains, 1982).

Es importante para el control y manejo que las acciones correctivas sean realizadas en el momento oportuno, por ejemplo la resiembra, control de insectos, aplicación de soluciones nutritivas, etc. Si la presencia de larvas es generalizada en todo el vivero, se recomienda realizar un control con insecticidas biológicos o de contacto, existentes en el mercado. El buen crecimiento de las plantas se refleja en el crecimiento uniforme y verde y las plantas lucen sanas y vigorosas. (Sharma y Rains, 1982).

a) Factores que afectan el crecimiento de la planta en el vivero:

La planta es susceptible a los vientos, el exceso de humedad o lluvia provoca que las hojas bajas se tornen amarillentas previo a botarlas. La tierra negra promueve el buen crecimiento de la planta bajo las condiciones de vivero, la textura recomendada es la de un suelo franco-arenoso o franco arcilloso con buen drenaje. (Sharma y Rains, 1982).

Las plantitas pueden ser atacadas por el zompopo, especialmente las hojas y brotes tiernos. El control de este insecto se hace con la remoción de las troneras, aplicación de cal y control con fuego, así como con la aplicación de diversos productos químicos que están disponibles en el comercio. También es posible encontrar daño por Pieris (orugas cortadoras) en las hojas cuyo control se hace manualmente. Las bajas temperaturas, las constantes lluvias, y la velocidad del aire, afectan considerablemente el desarrollo de la planta y provocan el amarillamiento de las hojas bajas de la planta y en algunos casos, defoliación. La deficiencia de agua y el clima frío son tan perjudiciales como el anegamiento. Las semillas en los árboles son atacadas por hormigas y por pequeños gorgojos que comen las semillas y se anidan dentro de las vainas. (Sharma y Rains, 1982).

b) Tratamiento Pre-germinativo de la Semilla

Durante la producción controlada de esta planta, se colocó la semilla durante 24 horas en agua, a temperatura ambiente. Después de este tratamiento se procedió a sembrar cuatro semillas por bolsa, a un centímetro de profundidad. Este tratamiento se llamó Siembra en bolsa + escarificación con agua a temperatura ambiente por 24 horas. El trasplante a campo definitivo se realizó a los 90 días, aunque por la influencia del clima sobre el crecimiento, se recomienda utilizar la variable “altura” para definir el tiempo al trasplante y no los meses. De esta forma, las plantas se trasladan al campo definitivo cuando alcancen una altura entre 36 a 60 cm. (Sharma y Rains, 1982).

Después de una semana de haber germinado el total de las semillas, se entresacan las plantitas para dejar sólo una por bolsa. La eliminación de las plantas se realiza utilizando una navaja o tijera y no por arranque, porque puede afectar a la planta vigorosa debido al entrelace entre las raíces. Esta práctica evita el estrés de la planta

seleccionada pero promueve el rebrote de aquellas que fueron cortadas, por lo que se recomienda seguir podando estos rebrotes. (Sharma y Rains, 1982).

Los criterios de selección de la planta a dejar en la bolsa son: vigorosidad, ubicación lo más cercana al centro de la bolsa y la semilla no debe estar germinada tan superficialmente para evitar el acame por el viento. (Sharma y Rains, 1982).

2.4.4. Trasplante a campo definitivo:

Según (Sharma y Rains, 1982). El trasplante debe realizarse en horas frescas. Es recomendable por la tarde, así se evitará el estrés. Durante el trasplante debe tomarse en cuenta que el invierno ya esté totalmente establecido con lluvias frecuentes. Debe considerarse la época de cabañuela, la cual se presenta a finales de julio y durante el mes de agosto, como también la frecuencia de lluvia inestable, esto evitará pérdidas por insolación o estrés hídrico.

Conviene regar las plantas un día antes del trasplante. En los suelos arcillosos y rocosos, la planta puede adaptarse y desarrollarse a tal grado que a los nueve meses ya produce flores y las primeras vainas. En condiciones de suelos muy adversos puede agregar al suelo materia orgánica, o estiércoles ya compostado. El agujero para plantar en el campo definitivo debe tener de 40 a 50 cm de profundidad.

Al plantar debe tenerse cuidado de no dañar las raíces al romper la bolsa. Para ello debe cortarse diametralmente la base de la bolsa con una navaja afilada, luego prolongar la abertura a lo largo de un costado de la bolsa. La bolsa debe retirarse cuando la planta ya se encuentre ubicada en el agujero realizado en campo definitivo. (Sharma y Rains, 1982).

Deben evitarse bolsas de aire al momento del trasplante, los riegos deben ser al menos tres veces a la semana. Durante esta etapa la planta es muy propensa al acame o doblamiento, por lo que se recomienda poner tutores. Cuando la planta entra en estrés hídrico es normal que vote las hojas luego de un proceso de amarillamiento foliar. Si esto ocurre, debe aumentar la frecuencia de riegos y se observará en doce a diez y seis días, la aparición de nuevos brotes. (Sharma y Rains, 1982).

a) Distancia de plantación

El espaciamiento de los árboles depende de los propósitos de la plantación. Para fines de producción de semilla se debe sembrar a una distancia de 3 a 5 metros, pues ésta permitirá el desarrollo normal del follaje, sin interferencia entre los extremos de las ramas. (Sharma y Rains, 1982).

Para la producción de follaje de manera intensiva puede sembrarse de 5, 10 o 20 centímetros entre planta de manera lineal por unos 10 surcos de manera consecutiva y calles de 50 cm para el manejo de malezas y posteriores recolecciones de semilla. Esto permite el manejo de brotes y follaje. Si se ha destinado el uso para cerco vivo debe sembrarse de 1.5 a 2.0 metros entre planta o estaca, esto permite que el cerco tenga firmeza, especialmente si se encuentran dentro del patio animales bovinos. Si el objetivo es tener sombra dentro del patio de la casa, se recomienda dejarlo a una distancia de 5 metros o más. Se ha observado que en algunas viviendas del área rural en Guatemala, Nicaragua u otros países se tienen de dos a tres árboles por patio y ha servido para sombra, ornato y como “bramadero”, es decir, como lugar para amarrar a un cerdo o ternero. (Sharma y Rains, 1982).

b) 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 bajas en la planta son señales de estrés hídrico. (Sharma y Rains, 1982).

c) Fertilizantes:

El árbol crece sin necesidad de fertilizantes. Sin embargo, se recomienda la aplicación de fuentes nitrogenadas para favorecer la formación de la proteína, que es el potencial de esta planta. En India han demostrado que una aplicación de 7.5 Kg. de estiércol más 0.37 Kg. de sulfato de amonio por árbol permite triplicar el rendimiento de vaina. (Sharma y Rains, 1982).

2.4.5. Propagación por estacas para cerco vivo:

Se utilizan rebrotes que tengan de 1.5 a 2 pulgadas de diámetro y altura de 1.6 a 2 metros, que coincide con la altura del cerco ya establecido. La profundidad de siembra es de 15 a 20 centímetros, lo cual es una profundidad muy superficial. Sin embargo, para sostener los tallos – semillas, se entrelazan entre los hilos de alambre espigado o ramas de otros árboles mientras se produce el enraizamiento del tallo. La separación entre cada tallo-semilla, es aproximadamente de 125 a 140 centímetros, lo cual garantiza buen desarrollo del área foliar y protección en los cercos. La época de poda y siembra se realiza a comienzos de la época lluviosa. Si el objetivo es producir el árbol en estacas, pero en bolsa, la estaca debe tener de 2.5 de diámetro y 30 cm de longitud. El corte en las estacas debe ser justamente a la altura de una yema y la época recomendada es a principios de la época lluviosa. El riego debe ser tres veces a la semana y luego de dos meses puede reducirse a dos veces. (Sharma y Rains, 1982).

Manejo del cerco vivo:

Cuando la planta alcanza alturas de 8 a 10 metros, los árboles se podan y por la capacidad de reproducción asexual, se siembran las estacas – ramas alrededor del cerco, esto tiene como finalidad delimitar el terreno, como también evitar el ingreso de animales a las parcelas bajo siembra. Las ramas se cortan con una longitud aproximada de 1.50 metros y diámetro de 2 a 3 pulgadas. (Sharma y Rains, 1982).

2.4.6. Floración y fructificación

La moringa normalmente florea y fructifica una vez al año, pero en algunas regiones lo hace dos veces. El periodo de floración inicia en agosto y se prolonga a enero. La mejor época se observa en los meses de septiembre a noviembre. Durante el primer año un árbol crece hasta cuatro metros logrando florear y fructificar. Si no se poda, puede crecer hasta diez metros, con un tronco fuerte de hasta 20 a 30 cm. de diámetro. Las nuevas plantas comenzarán a florecer y dar frutos un año después de sembradas, variando la producción entre 1,000 y 5,500 semillas por planta por año. (Sharma y Rains, 1982).

Insectos asociados a la floración: El árbol de moringa es ideal como suplemento de néctar y polen y hábitat para abejas, congó, doncellas, chinches, homópteros: hormigas,

lepidópteros, y otros insectos. Aunque no fue objeto de estudio realizar el conteo de los insectos fue notoria la presencia de abundantes abejas del género *Aphis* en la inflorescencia de la moringa, esto es importante tomando en cuenta que en esta fecha no existen muchos árboles en época de floración. (Sharma y Rains, 1982).

2.4.7. Plagas y enfermedades:

Según (Bosch, H. 2009) sostiene que las plagas y enfermedades más frecuentes en los viveros son:

a) Insectos

- El zompopo (*Atta sp.*) que comen los brotes y hojas tiernas.
- La palomilla blanca (*Pieris sp.*), cuyas larvas comen el follaje,
- Termitas y coleópteros (*Dendroctonus sp.*) que se encontraron en vainas secas.
- Saltamontes, langostas y orugas. Estos insectos consumen hojas, brotes, flores, frutos y semillas, provocando daños importantes en la planta, e incluso la interrupción del flujo de savia. Estos ataques se acentúan al inicio de la estación seca, cuando los insectos encuentran más difícilmente brotes verdes. La mejor solución en este caso es cortar los árboles hasta dejarlos sin parte verde.
- El anegamiento o encharcamiento produce pudrición de la raíz. Los cortes realizados en la poda hacen a la planta vulnerable a hongos. Durante el mes de agosto se determinó la presencia de la *Pierismonuste*. Este insecto en estado larvario se alimenta del follaje de la planta apeteciendo los brotes tiernos. Este insecto ataca los pastos por lo que se cree que éste se encontraba en el pasto *Brachiaria brizantha* que rodea al vivero y se trasladó al experimento.

b) Enfermedades:

Las enfermedades más comunes que atacan a la Moringa son las de tipo fúngico. Se manifiestan como puntos negros que pueden acabar amarilleando la hoja por completo (*Cercospora sp.* y *Septoria lycopersici*) o como manchas negras en círculos concéntricos (*Alternaria solari*). En ambos casos, la defoliación es muy rápida y difícil de tratar.

2.4.8. Cosecha.

La Moringa florea y fructifica siempre que tenga humedad disponible. Si las lluvias son continuas a lo largo del invierno, el rendimiento será constante y la floración puede marcarse dos veces. En condiciones de aridez puede inducirse la floración por medio de riegos. En ocasiones, es necesario podar algunas ramas para evitar el desgaje, por exceso de producción de vainas. Cuando se produce semilla para la reproducción, las vainas deben dejarse secar en el árbol hasta que se pongan color café. La cosecha debe realizarse antes de que las vainas se abran y caigan las semillas. Los costales con la semilla deben guardarse en lugares ventilados y secos bajo sombra. Durante el proceso de cosecha debe evitarse el jaloneo de las vainas, pues esto desgaja las ramas. Debe tenerse presente que la madera es frágil, poco densa, por lo que es quebradiza (durante la cosecha evitar subirse al árbol o sostenerse en las ramas de menor diámetro). (Sharma y Rains, 1982).

2.5. La nutrición de la planta.

Según (Navarro-Pedreño 1995), el abonado químico puede ser útil cuando se detectan carencias o deficiencias, mediante análisis de suelo y hojas, los cuales, nos indicarán las características y proporciones a utilizar. La eficacia de un abono químico, está siempre ligada a la naturaleza del suelo y de su fertilidad. Tratar de mantener la fertilidad de un suelo, casi inerte, mediante abonado químico, aunque es posible, no es fácil, ni suele ser duradero, pues, generalmente las plantas vegetan con dificultad y muchas suelen ser objeto de debilidades, plagas y enfermedades, quedando la esperanza de vida de las plantas muy reducida, y llevando todo ello a que el mantenimiento sea muy costoso.

2.5.1. Substratos para el crecimiento

En la selección de componentes y sus proporciones, para la formulación de sustratos, se deben tomar en cuenta las características que definen las cuatro funciones básicas de un medio para cultivo en recipientes: anclaje, retención de humedad, porosidad e intercambio de nutrientes para la planta. (Bosch, H. 2009)

Por lo anterior, solo interesa saber las características que posee el medio y no cuáles son los materiales que lo componen, como erróneamente se acostumbra. Hay cuatro

funciones con las que debe cumplir un medio para mantener un buen crecimiento de las plantas.

- a) Proporcionar un anclaje y soporte para la planta.
- b) Retener humedad de modo que esté disponible para la planta.
- c) Permitir el intercambio de gases entre las raíces y la atmósfera.

Algunos materiales individuales pueden ofrecer todas las cuatro funciones pero no en el grado requerido. Por lo que se deben realizar ajustes que compensen estos requerimientos, lo cual se logra mediante mezclas. (Bosch, H. 2009).

a) Aserrín.

Según Kononova (1982), Es el residuo de la madera más común y más ampliamente distribuido. Tiene muchas características que lo hacen deseable para la preparación de sustratos. La especie de árbol, del cual deriva, influencia la durabilidad del aserrín y la cantidad de nitrógeno complementario requerido para mantener un crecimiento normal de las plantas. Algunas especies contienen toxinas que pueden tener efectos negativos sobre las plantas cultivadas.

En la mayoría de las mezclas, el efecto del aserrín sobre la acidez es ligero; ocasionalmente el pH del sustrato es elevado seguido a la descomposición. La turba es más ácida que la mayoría de los aserrines. El pH del aserrín puede variar con la especie de origen entre 4,8 a 6,8.

Todos los tipos de aserrín mejoran las condiciones físicas del sustrato. El tamaño de partícula del aserrín permite que sea fácil su mezcla con otros componentes. Es comparable con la turba en su efecto favorable sobre la densidad, porosidad y aireación. Después de la descomposición ocurre un aumento en la agregación e intercambio de cationes en sustratos enmendados con él. El contenido muy bajo de nitrógeno del aserrín excluye cualquier dificultad con la estabilidad química y biológica posterior a la pasteurización. Más aún, el aserrín con alto contenido de lignina es una forma relativamente durable de materia orgánica. (Hernández, 1996)

La solución obvia al problema de reducción del nitrógeno es agregar nitrógeno a las mezclas con aserrín. La adición de nitrógeno de 1 a 2 % de N por peso de aserrín compensará la reducción de nitrógeno.

La cantidad de nitrógeno que debe ser agregado para compensar la merma de nitrógeno por el aserrín puede elevar las sales solubles a concentraciones fito tóxicas. Este problema es crítico especialmente cuando son usadas formas inorgánicas solubles de nitrógeno. Las fuentes orgánicas de nitrógeno por lo general no aumentan las concentraciones salinas inmediatamente, pero su uso presenta problemas si la mezcla, con el fertilizante orgánico agregado, es pasteurizada. Se forman cantidades tóxicas de amonio poco después de la pasteurización, causando daño severo a las plántulas y los esquejes. El nitrógeno orgánico puede ser aplicado después de la pasteurización, pero esto es contrario a los programas recomendados para el control de enfermedades en los cuales todos los materiales agregados a la mezcla deben ser pasteurizados.

Otra forma de resolver el problema de la reducción de nitrógeno es el compostado del aserrín antes de ser incorporado a una mezcla de sustrato.

Es necesario pasteurizar las mezclas que contienen aserrín para eliminar las esporas y micelio de hongos de la madera que pueden estar presentes. Estos hongos crecen rápidamente en las condiciones de temperatura y humedad encontradas en el invernadero y desarrollan grandes estructuras reproductivas sobre la superficie de la mezcla. El crecimiento de la planta no es afectado por estos hongos, pero las estructuras reproductivas pueden interferir la aplicación de agua a la superficie del sustrato. También reducen la apariencia de las plantas en potes. (Yagodin, 1986)

El aserrín debe comportarse porque en estado fresco su tasa de descomposición y demanda de nitrógeno es alta y puede contener sustancias tóxicas como resinas, taninos, o turpentina.

Existen algunos montones de aserrín abandonado disponibles. Si un montón ha permanecido por un año o más, el aserrín debajo la superficie debe estar bien compostado. Se debe tener cuidado de evitar áreas sin lixiviar, en la profundidad del montón, que son fuertemente ácidas y dañinas a las plantas. Estas áreas no reciben suficiente oxígeno durante la fermentación, y como resultado, se forman ácidos

orgánicos volátiles que son atrapados aquí. Estas áreas problemáticas son identificadas por el color oscuro del aserrín y su olor picante. (Sánchez y Moreno 1997).

b) Estiércol

El estiércol no es recomendado como fuente de materia orgánica para preparar medios de cultivo. La materia orgánica en el estiércol es alta en proteínas y otros compuestos nitrogenados que con facilidad son convertidos en amonio y nitritos. Este proceso de conversión, que comienza tan pronto es producido el estiércol, continúa a un ritmo rápido después que es mezclado con el sustrato. (Julca *et al.*, 2001)

Los estiércoles son caros y a veces difíciles de obtener. Desde el punto de vista de estandarización del medio de cultivo, los estiércoles varían considerablemente en composición y textura. Si se comparan con turba, son relativamente bajos en el porcentaje de materia orgánica contenida. El tipo de animal, su edad, condición, y la alimentación que consume afectan la calidad del estiércol. La cama utilizada varía en su capacidad de absorción para conservar la orina y los efectos que sus propiedades tienen en el producto final. Los métodos de manipulación y almacenado también tienen un efecto marcado en la calidad del estiércol. Puesto que estos factores cambian a través del año, es casi imposible asegurar partidas comparables. (Tang, 1993)

El estiércol descompuesto de vacuno es el mejor tipo para utilizar en invernadero. Otros tipos son más fuertes y deben ser utilizados con cautela y en pequeñas cantidades. Siempre, como en el caso de la gallinaza, el contenido de amonio es muy alto y causa pudrición y daño al follaje. El estiércol de vacuno es incorporado a un sustrato a una tasa del 10 al 15 % por volumen. El medio después es pasteurizado con vapor o fumigante químico para eliminar organismos que causan enfermedades, insectos, nematodos, y semillas de malezas. Seguido a la pasteurización, es muy importante que cada vez que se requiere agua, se debe aplicar una cantidad suficiente para asegurar un lixiviado de manera que no ocurra una acumulación de nitrógeno amoniacal originado en el estiércol (Hernández, 1996).

2.5.2. Carencias de minerales en moringa.

Según Price (2000), en los informes sobre el Proyecto de Investigación BIOMASA (que se realiza en Nicaragua), todas las especies necesitan trece elementos químicos

esenciales que toman del substrato o de la tierra. Si falta alguno de ellos, mostrará algunos de los siguientes signos carenciales:

- Nitrógeno: Poco crecimiento y las hojas más viejas palidecen.
- Fósforo: Similares síntomas que la carencia de Nitrógeno.
- Potasio: Aparición de manchas necróticas en las hojas inferiores (las más viejas).
- Calcio: Da lugar a una planta achaparrada con las hojas nuevas deformadas y los folíolos necróticos.
- Magnesio: Únicamente permanecen verdes el raquis y los nervios y al final toda la hoja se vuelve amarilla. En hojas viejas.
- Azufre: Se manifiesta por la palidez total de las hojas nuevas y necrosis de los ápices.
- Micronutrientes: Las deficiencias de Hierro, Manganeso, Boro, Zinc, Cobre no ofrece síntomas claros, precisa un análisis de laboratorio.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación

La presente investigación se realizó en la propiedad privada del Ing. José Luis Muzuco Crespo, ubicada en el barrio “Perla del Acre” de la ciudad de Cobija, cuya jurisdicción es la siguiente;

Municipio: Cobija

Provincia: Nicolás Suárez

Departamento: Pando

Las coordenadas geográficas son:

Latitud sur (s): 11°02'45,4''

Latitud oeste (w): 68°47'25,8''



Foto 1. Ubicación del área experimental

3.2. Materiales empleados

3.2.1. Material vegetal

El material vegetal utilizado fueron semillas de Moringa (*Moringa oleífera*) adquiridas en la ciudad de Santa Cruz-Bolivia, de plantaciones ubicadas en la zona Norte de ésta ciudad, en consecuencia el material vegetal corresponde a plantaciones existentes en Bolivia ya adaptadas a las condiciones del departamento de Santa Cruz.



Foto 2. Material vegetal

3.2.2. Equipos y herramientas

- Carretilla
- Calibrador
- Pala
- Azadón
- Estacas de 4 x 4 cm.
- Regadera
- Machete
- Cinta métrica
- Lampa
- Martillo
- Clavos
- Rastrillo
- Malla semi-sombra

3.2.3. Material para substratos

- Estiércol bovino en descomposición.
- Aserrín en descomposición.
- Fundas o bolsitas negras de polietileno de 25 cm de diámetro por 17 cm de alto.

3.2.4. Material de gabinete.

Cámara fotográfica digital

Material de escritorio (papel bond, tinta para impresora)

Computadora

Memoria extraíble

3.3. Detalle del trabajo realizado

3.3.1. Construcción del cerco perimetral

Para evitar el daño por animales domésticos, se construyó un cerco perimetral colocando estacas de 2 x 2 pulgadas x 2.5 m de altura, a cada 3 metros de distancia una de la otra, abarcando un área total de 78,11 m² osea un área de 10,7 m de largo por 7,3 de ancho, para el cerco perimetral se utilizó malla de alambre y posteriormente malla semi-sombra.



Foto 3. Construcción del cerco perimetral

3.3.2. Preparación de los sustratos orgánicos

La tierra superficial empleada en la preparación de sustratos se obtuvo del bosque, para la preparación de las mezclas se limpió un área de 4 x 4 metros de superficie aproximadamente. Una vez obtenida la tierra superficial se procedió al preparado de los sustratos con las diferentes proporciones materiales orgánicos de aserrín en descomposición y estiércol bovino.

La composición de los sustratos orgánicos fue el objeto de estudio, los mismos que se detallan en el siguiente acápite, fueron elegidos por su disponibilidad en el medio y de fácil obtención.



Foto 4. Preparación de sustratos

La preparación de los cinco tipos de sustrato se efectuó de la siguiente forma:

- Testigo = 100% mantillo o tierra superficial
- Tratamiento A = 75% mantillo + 25% aserrín
- Tratamiento B = 50% mantillo + 50% aserrín
- Tratamiento C = 75% mantillo + 25% estiércol bovino
- Tratamiento D = 70% mantillo + 30% estiércol bovino
- Tratamiento E = 40% mantillo + 30% aserrín + 30% estiércol bovino

3.3.3. Llenado de envases

Para el llenado de bolsas de polietileno de 25 cm de diámetro y 17 cm de altura, primeramente se procedió al mezclado de la tierra con las proporciones de aserrín y estiércol descrito en el párrafo anterior.

3.3.4. Siembra

En las bolsitas de polietileno llenadas con los sustratos se procedió a la siembra, depositando dos semillas por bolsa a una profundidad aproximada de 2 cm, para posteriormente una vez emergida proceder al raleo de la planta más débil dejando la más vigorosa.



Foto 5. Llenado de bolsitas de polietileno

3.3.5. Riego

Esta actividad se realizó empleando una regadera manual, utilizando el agua del tanque dispuesto para este propósito, la frecuencia del riego durante el periodo seco fue de un riego por día, en los horarios de 7:00 a 8:00 a.m.



Foto 6. Riegos en el vivero

3.4. Métodos empleados en la recolección de datos

3.4.1. Datos climáticos

Durante el periodo de investigación se registraron los datos diarios correspondientes a: temperatura y precipitación pluvial. Esta información fue obtenida de fuentes secundarias como es la página web oficial de Servicio Nacional de Meteorología e hidrología (SENAMHI). <http://www.senamhi.gob.bo/sismet/index.php>

3.4.2. Características de los sustratos

Durante la preparación de los sustratos se tomó una muestra de un kilogramo **de** cada uno de ellos, estas muestras fueron analizadas en los laboratorios de suelos dependiente del Área de Ciencias Biológicas y Naturales de la Universidad Amazónica de Pando.

3.4.3. Crecimiento en altura de la planta:

Se midió la altura desde el nivel del suelo hasta el ápice del talluelo, cada 15 días, hasta que alcanzaron una altura adecuada para ser trasladadas al lugar definitivo, que según la bibliografía es de 25 a 40 cm. La medición se efectuó en nueve plántulas de cada unidad experimental.

3.4.4. Crecimiento en diámetro del tallo

Con la ayuda del calibrador se midió el diámetro del tallo conjuntamente con la medición de la altura de planta, esta medición también se realizó a 9 plántulas por unidad experimental.



Foto 7. Medición de las características morfológicas

3.4.5. Incidencia de insectos y enfermedades

Para evaluar la incidencia de insectos y enfermedades se efectuaron observaciones directas una vez por semana y se registraron en las planillas de datos, indicando el grado de severidad.

3.5. Diseño experimental

Para el análisis de los datos se utilizó el diseño experimental de “bloques al azar” con las siguientes características:

Tratamientos	6
Repeticiones	4
Nº de unidades experimentales	24
Tamaño de la unidad experimental	1,44 m (1,2 m x 1,2 m)
Nº de plantas por unidad experimental	25
Nº de plantas a evaluar por unidad exp.	9
Nº total de plantines	600
Separación entre tratamientos	0,5
Separación entre repeticiones	0,5
Área total del experimento	78,11 m ² (7,3 m x 10,7 m)
Croquis de campo	Ver Anexo N° 1.



Foto 8: Distribución de las unidades experimentales

3.5.1. Análisis Estadístico

Los datos de las diferentes variables fueron sometidos al análisis de varianza (ANAVA) y contraste de promedios mediante la prueba de Duncan, considerando un 5% de significancia del error:

El modelo lineal adoptado fue el siguiente: $Y = \mu + R_i + N_j + \xi$

Donde:

Y = Cualquier valor obtenido en una unidad experimental

μ = Promedio general

R_i = Efecto del i-esimo bloque o repetición

N_j = Efecto del j-ésimo tratamiento o tipo de substrato

ξ = Error experimental

3.5.2. Análisis y procesamiento de datos

Los datos obtenidos fueron transcritos en una hoja electrónica EXCEL y posteriormente analizados mediante el paquete estadístico SPSS Versión 18 en español.

4. RESULTADOS

4.1. Condiciones climáticas

Los datos correspondientes a las temperaturas registradas durante el periodo de investigación, se detalla en el Cuadro N° 1, en el mismo se observa que la temperatura promedio fue de 28,1°C, la mínima media de 20,7°C y la máxima media de 35,6°C.

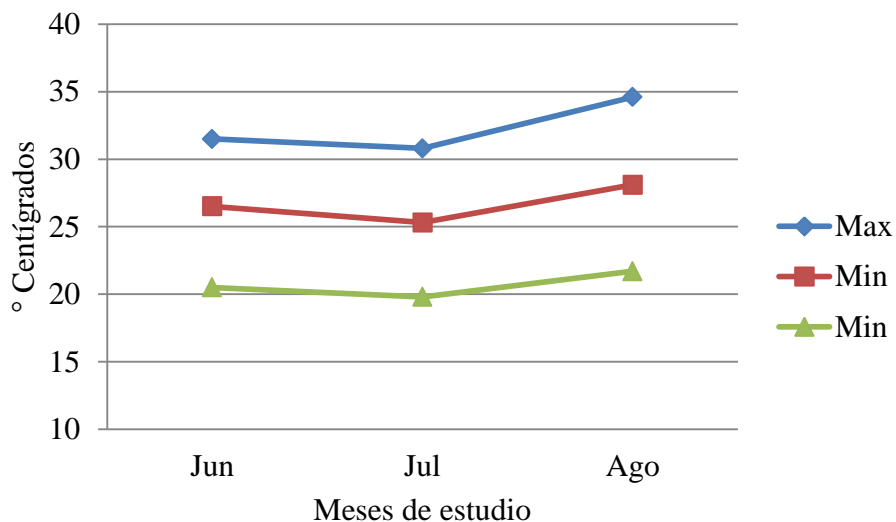
Cuadro N° 1. Registros de Temperatura y Precipitación Pluvial

Meses	Temperatura			Precipitación	
	Mínima	Promedio	Máxima	Mensual	Media/Dia
Junio	20,5	26,8	33,1	41,5	1,38
Julio	19,8	28,1	36,4	13,1	0,42
Agosto	21,7	29,5	37,3	37,3	1,20
Total				91,9	
Promedio	20,7	28,1	35,6		1,00

Fuente: SENHAMI 2015.

El Gráfico N° 1, permite observar que el mes de agosto se registró la mayor temperatura, mientras que en el mes de Junio se registró la temperatura más baja.

Gráfico N° 1. Promedios de Temperatura



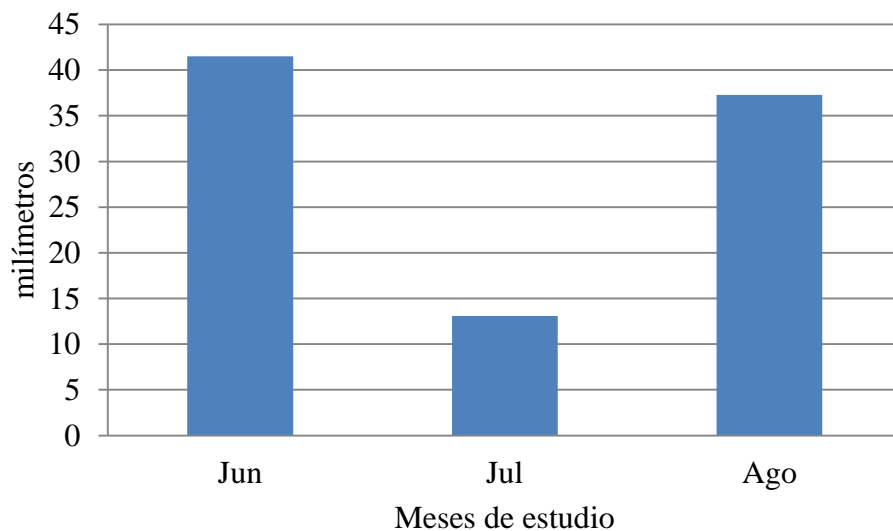
Los datos correspondientes a la precipitación pluvial que se detalla en el Cuadro N° 1 y Gráfico N° 2, indican que durante el periodo de estudio, se registró una precipitación total de 91,9 mm, equivalente a 1 mm/día.

Sin embargo se observa que el mes de junio se registró la máxima precipitación con 41,5 mm, luego fue bajando hasta alcanzar llegar al mínimo en el mes de julio con 13,1 mm y luego ascender a 37,3 en el mes de agosto.

Estas condiciones hicieron que fuera necesario agregar agua por riego, principalmente en los meses de menor precipitación pluvial, utilizando 60 litros de agua en todo el experimento equivalente a 0,1 litros por planta los días sin lluvia.

Gráfico N° 2

Precipitación pluvial, registrada durante el estudio



4.2. Características físico-químicas de los sustratos

Un resumen de los resultados de análisis laboratorial de los contenidos de macronutrientes presentes en los sustratos se muestra en el cuadro siguiente:

Cuadro N° 2
Resultados de análisis laboratorial de los sustratos

Elementos	100% Man	75% Man + 25% As	50% Man + 50% As	75% Man + 25% Es	70% Man + 30% Es	40% Man + 30% As + 30% Es
pH	5,61	6,89	6,48	7,03	7,34	6,92
M.O. (%)	2,80	3,83	5,33	5,49	5,46	5,49
N (%)	675	2471	1003	2684	1824	1256
K(meq/100 g)	1,64	1,28	1,32	15,06	26,36	15,82
Ca (meq/100 g)	5,03	4,07	2,94	8,09	7,01	6,88

Fuente: Laboratorio de suelos del ACBN-UAP

Potencial de Hidrogeniones (pH): Los resultados indican que el tratamiento 70% de mantillo + 30% de estiércol bovino dio lugar al mayor valor (7,23 neutro) y el testigo o 100% mantillo registró el menor valor (5,61 ligeramente ácido).

Nitrógeno Total (N) y Materia Orgánica (M.O.). Los mayores valores también se obtuvieron en el tratamiento 70% de mantillo + 30% de estiércol bovino, mientras que los menores valores se registraron en el testigo o 100% de mantillo.

Contenido de Potasio (K). El tratamiento 70% de mantillo + 30% de estiércol bovino registró el mayor valor mientras que el menor se registró en el tratamiento 75% de mantillo + 25% de aserrín.

Los efectos de los tratamientos o composición de sustratos sobre el crecimiento en altura de planta y diámetro de tallo se analizan en el capítulo correspondiente a las Discusiones.

Cuadro N° 3

Resultados de análisis de la textura de los sustratos

Componentes	75% Man + 25% As	50% Man + 50% As	75% Man + 25% Es	70% Man + 30% Es	40% Man + 30% As + 30% Es	100% Man.
Arena	78	81	83	81	88	84
Limo	10	10	9	9	3	7
Arcilla	12	9	8	10	9	9
Interpretación	Arenoso	Arenoso	Arenoso	Arenoso	Arenoso	Arenoso

Fuente: Laboratorio de suelos de la Universidad Amazonica de Pando.

A pesar de que todos presentan una textura arenosa, en el tratamiento 75% de mantillo + 25% de aserrín se registró la mayor presencia de arcilla, mientras que en los tratamientos 75% de mantillo + 25% de aserrín y 50% de mantillo + 50% de aserrín registraron mayor contenido de limo.

4.3. Crecimiento en altura

La primera evaluación se efectuó a los 20 días después de la siembra, toda vez que la emergencia de las plántulas tuvo lugar entre los 10 a 15 día, de manera homogénea entre los diferentes tratamientos o sustratos.

4.3.1. Altura de planta inicial

Cuadro N° 4. Altura de planta inicial (cm)

Tratamientos	Repeticiones				Promedio
	I	II	III	IV	
100% Man.	4,89	7,54	8,00	8,22	7,16
75% Man + 25% As	9,31	7,91	6,49	6,82	7,63
50% Man + 50% As	6,98	7,06	7,59	7,77	7,35
75% Man + 25% Es	7,01	7,08	7,42	7,60	7,26
70% Man + 30% Es	8,22	7,68	7,54	7,78	7,81
40% Man + 30% As + 30% Es	8,36	8,44	7,69	8,98	8,37
Promedio	7,46	7,62	7,46	7,86	7,60

Fuente: elaboración propia.

La altura inicial de planta promedio fue de 7,60 cm y varió desde 7,16 cm en el testigo hasta 8,37 cm en el tratamiento 40% mantillo + 30% aserrín + 30% estiércol bovino

Cuadro N° 5. Análisis de varianza para altura de planta inicial

Fuentes de varianza	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Fc	Ft
Repetición	0,652037	3	0,2173	0,25	3,29
Tratamiento	3,956214	5	0,7912	0,90	2,90
Error	13,13691	15	0,8758		
Total	17,74516	23			

Fuente: Elaboración propia.

El análisis de varianza al 5% de probabilidad de error no indica diferencia estadística significativa entre repeticiones ni entre tratamientos, lo que representa una homogeneidad de las plantas en altura al inicio a la emergencia en fase de vivero.

4.3.3. Altura de planta a los 92 días

El promedio de altura de planta a los 92 días fue de 28,36 cm y varió desde 22,20 cm en el testigo, hasta 39,83 cm en el tratamiento 40% de mantillo + 30% de aserrín + 30% de estiércol.

Cuadro N° 7

Promedios de altura de planta (cm) a los 92 días.

Tratamientos	Repeticiones				Promedio
	I	II	III	IV	
100% Man	27,06	17,29	24,96	19,50	22,20
75% Man + 25% As	27,81	27,30	27,47	29,26	27,96
50% Man + 50% As	28,28	26,26	30,99	22,50	27,01
75% Man + 25% Es	22,94	28,73	22,48	21,04	23,80
70% Man + 30% Es	30,20	29,39	37,41	20,39	29,35
40% Man + 30% As + 30% Es	40,64	40,78	35,67	42,21	39,83
Promedio	29,49	28,29	29,83	25,82	28,36

Fuente: elaboración propia

Los resultados del análisis de varianza indican que existe diferencia estadística significativa entre tratamientos y significativa entre repeticiones, al 5% de probabilidad de error.

Cuadro N° 8

Análisis de varianza para la altura de planta a los 180 días

Fuentes de varianza	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Fc	Ft
Repeticiones	59,41	3	19,80	1,19	3,29
Tratamientos	772,63	5	154,53	9,31	2,90
Error	248,93	15	16,59		
Total	1080,97	23			

Fuente: Elaboración propia.

Los promedios fueron sometidos a la prueba de Duncan, cuyos resultados indican que los sustratos resultantes de la combinación de estiércol bovino y aserrín son estadísticamente iguales entre sí y diferentes al tratamiento 40% Man + 30% As + 30% Es.

Cuadro N° 9

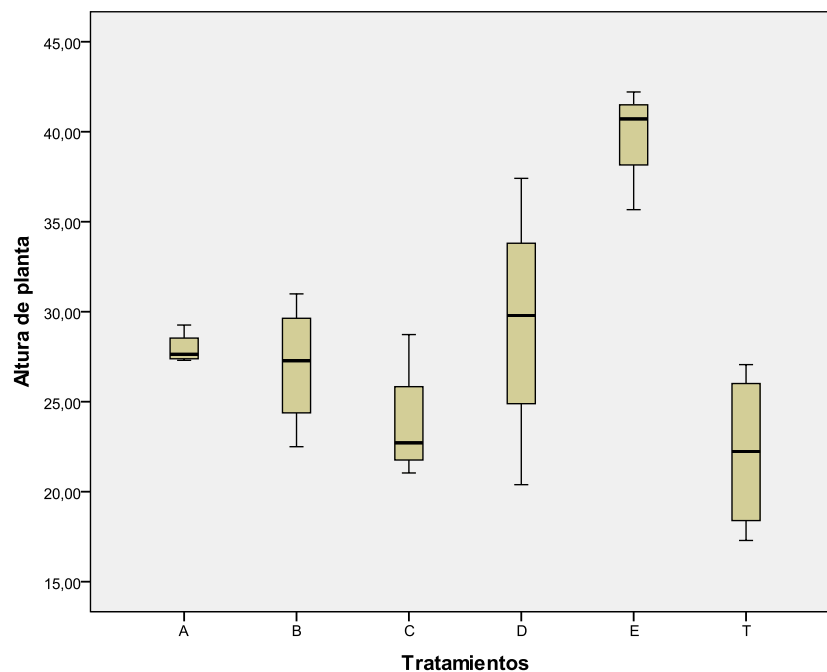
Resultados de la prueba de Duncan para Tratamientos

Tratamientos	Prom.	
40% Man + 30% As + 30% Es	39,83	a
70% Man + 30% Es	29,35	b
75% Man + 25% As	27,96	b c
50% Man + 50% As	27,01	b c
75% Man + 25% Es	23,80	b c
100% Man	22,20	c

Fuente: elaboración propia.

Gráfico N° 4

Altura de planta a los 92 días



4.4.Crecimiento en diámetro

4.4.1. Diámetro de tallo inicial

El diámetro de tallo inicial promedio fue de 2,54 mm y varió desde 2,08 mm en el 100 % de mantillo hasta 2,86 mm en el tratamiento 40% mantillo + 30% aserrín + 30% estiércol.

Cuadro N° 10
Diámetro de Tallo Inicial (mm)

Tratamientos	Repeticiones				Promedio
	I	II	III	IV	
100% Man	1,75	2,22	2,33	2,00	2,08
75% Man + 25% As	3,78	2,22	3,22	2,00	2,81
50% Man + 50% As	2,78	2,33	2,56	2,56	2,56
75% Man + 25% Es	2,67	1,89	2,00	1,89	2,11
70% Man + 30% Es	2,67	2,33	3,89	2,44	2,83
40% Man + 30% As + 30% Es	2,78	2,78	2,89	3,00	2,86
Promedio	2,74	2,30	2,81	2,31	2,54

Fuente: Elaboración propia.

Los datos del diámetro inicial fueron sometidos al análisis de varianza, los resultados al 5% de probabilidad de error indican que no existe diferencia estadística significativa entre repeticiones ni entre tratamientos, lo que representa una homogeneidad de las plantas en diámetro al inicio hasta la emergencia de plantas.

Cuadro N° 11
Análisis de varianza para diámetro de tallo inicial

Fuentes de varianza	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Fc	Ft
Repetición	1,344	3	0,448	2,20	3,29
Tratamiento	2,635	5	0,527	2,58	2,90
Error	3,059	15	0,204		
Total	7,038	23			

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro y gráfico anterior se observa que en el testigo 100% de mantillo pasó de 2,08 mm a 7,56 mm con un crecimiento absoluto de 5,48 mm en los tres meses, durante las cinco medidas que se realizó; mientras que el mayor crecimiento se observó en el tratamiento 40% mantillo + 30% aserrín + 30% estiércol, que pasó de 2,86 mm a 9,94 mm, con incremento absoluto de 7,08 mm.

4.4.3. Diámetro de tallo a los 92 días

En el cuadro N° 13 se detallan los promedios de diámetro de tallo a los 92 días, en el mismo se observa que al cabo de los tres meses, las plantas alcanzaron un promedio de 8,77 mm y varió desde 7,56 mm en el testigo (100% mantillo) hasta 9,94 mm en el tratamiento 40% mantillo + 30% aserrín + 30% estiércol.

Cuadro N° 13
Diámetro de tallo a los 92 días (mm)

Tratamientos	Repeticiones				Promedio
	I	II	III	IV	
100% Man	7,00	7,63	7,75	7,88	7,56
75% Man + 25% As	9,11	9,44	9,22	9,25	9,26
50% Man + 50% As	8,33	8,43	8,78	8,89	8,61
75% Man + 25% Es	7,67	7,78	8,00	8,11	7,89
70% Man + 30% Es	9,11	9,22	9,33	9,89	9,39
40% Man + 30% As + 30% Es	8,78	9,33	9,78	11,86	9,94
Promedio	8,33	8,64	8,81	9,31	8,77

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados del análisis de varianza al 5% de probabilidad de error a los 92 días después de la siembra (última evaluación), indican diferencia estadística no significativa entre repeticiones y significativa entre tratamientos o sustratos.

Cuadro N° 14
Análisis de varianza para diámetro de tallo a los 92 días

Fuentes de varianza	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Fc	Ft
Repetición	3,018	3	1,0062	4,18	3,29
Tratamiento	16,967	5	3,3934	14,10	2,90
Error	3,609	15	0,2406		
Total	23,595	23			

Fuente: Elaboración propia.

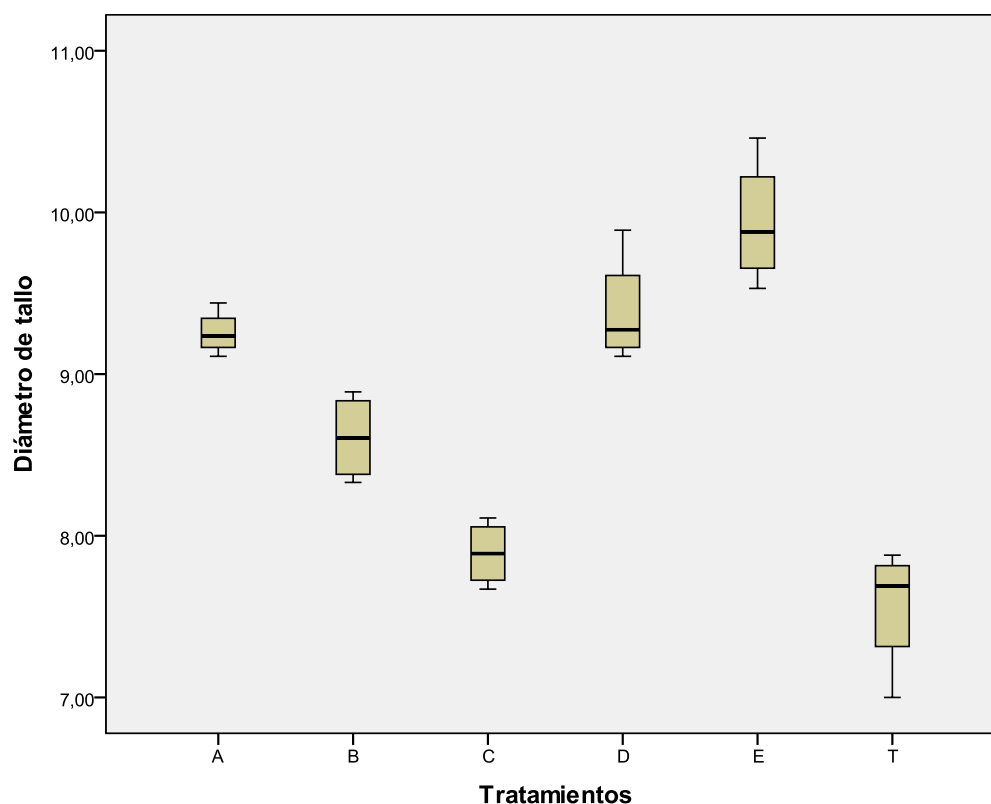
Los promedios de diámetro de tallo por tratamientos fueron sometidos a la prueba de Duncan cuyos resultados indican que los sustratos resultantes de la combinación de 40% mantillo + 30% aserrín + 30% estiércol fue estadísticamente superior a los demás tratamientos.

Cuadro N° 15
Resultados de la prueba de Duncan para diámetro de tallo a los 92 días

Tratamientos	Prom.	
40% Man + 30% As + 30% Es	9,94	a
70% Man + 30% Es	9,39	b
75% Man + 25% As	7,89	b
50% Man + 50% As	8,61	b c
75% Man + 25% Es	9,26	c
100% Man	9,94	c

Fuente: elaboración propia.

Gráfico N° 5
Diámetro de tallo a los 92 días



4.5. Mortalidad de plantas

Cuadro N° 16

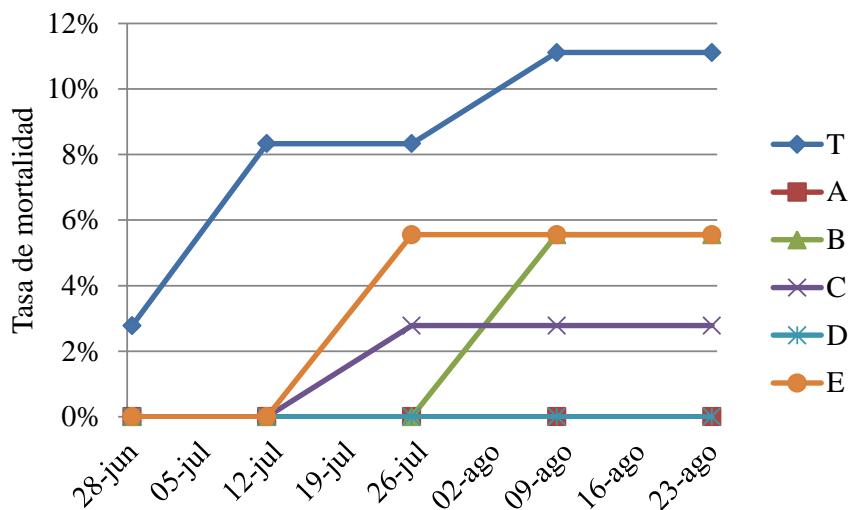
Mortalidad acumulada de plantas durante el estudio

Tratam.	28-jun		11-jul		25-jul		08-ago		23-ago	
T	1	2,8%	3	8,3%	3	8,3%	4	11,1%	4	11,1%
A	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
B	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	2	5,6%	2	5,6%
C	0	0,0%	0	0,0%	1	2,8%	1	2,8%	1	2,8%
D	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
E	0	0,0%	0	0,0%	2	5,6%	2	5,6%	2	5,6%
Total	1	0,5%	3	1,4%	6	2,8%	9	4,2%	9	4,2%

Fuente: Elaboración propia

La mortalidad de plantas a los 92 días en promedio alcanzó a 4,2%; la mayor mortalidad se registró en el testigo o 100% de mantillo, mientras que los tratamientos 75% de mantillo + 25% de aserrín y 70% de mantillo + 30% estiércol ovino, no registraron mortalidad alguna. La mortalidad se debió a la pudrición de las raíces a causa del hongo *Septoria lycopersici*; Para determinar el porcentaje de mortalidad se dividió el número de plantas muertas entre el número de plantas que deberían estar presentes en el las cuatro repeticiones de cada tratamiento, entre los factores que dieron origen a la aparición de este hongo es posible mencionar el bajo contenido de materia orgánica y elevado contenido de arcilla en los sustratos, haciéndolos compuestos con mayor retención de humedad. Comparando entre promedios de cada 15 días, se observa que la mortalidad fue similar en los cinco tratamientos y el testigo, incrementando paulatinamente la tasa de mortalidad, sin embargo se observa también que en los últimos 15 días no hubo incremento en la mortalidad:

Gráfico N° 6.
Mortalidad acumulada



4.6. Daños por insectos y enfermedades

Durante el estudio se observaron la presencia de insectos propios de la región, como son la hormiga zompopo (*Atta sp.*) que comen los brotes y hojas tiernas, la palomilla blanca (*Pieris sp.*), cuyas larvas comen el follaje sin embargo estas no causaron daño significativos en las plántulas de moringa, en consecuencia no hubo necesidad de efectuar control fitosanitario.

5. DISCUSIÓN

5.1. Condiciones climáticas

Según Pérez (2012), la *Moringa oleifera* crece y se desarrolla en climas tropicales y subtropicales, en las zonas de rusticidad. A su vez, García Roa (2003) explica que en Centroamérica se encuentra en zonas con temperaturas de 6 a 38°C. Es resistente al frío por corto tiempo, pero no menos de 2 a 3 °C. Con temperaturas menores de los 14°C no florece ni germina, y sólo se puede reproducir por material vegetativo (por estacas). En las regiones del sur de Asia donde se ha introducido, tolera temperaturas medias anuales desde los 12,6°C hasta los 40°C (Roloff *et al.*, 2009).

Durante el periodo de la presente investigación comprendida entre los meses de junio a agosto, la temperatura promedio fue de 28,1°C, la mínima media de 20,7°C y la máxima media de 35,6°C, en el mes de agosto se registró la mayor temperatura, mientras que en el mes de junio se registró la temperatura más baja.

En consecuencia las temperaturas registradas durante el periodo de investigación se enmarcan a lo mencionado por la bibliografía, en consecuencia se puede afirmar que las temperaturas del área de estudio son favorables para el desarrollo de esta especie.

Según Pérez (2012), la moringa tolera una amplia gama de condiciones climáticas, crece en lugares con precipitaciones que varía desde 250 hasta 3000 mm de lluvia al año. Por su parte, Alfaro y Martínez (2008), afirman que es una planta resistente a la sequía, cultivada en zonas áridas y semiáridas de distintas regiones del mundo. Soporta una precipitación anual de 500 a 1500 mm y es resistente al frío por corto tiempo

En la presente investigación, durante el periodo de estudio, se registró una precipitación total de 91,9 mm, equivalente a 1 mm/día, el mes de junio se registró la máxima precipitación con 41,5 mm, luego fue bajando hasta alcanzar llegar al mínimo en el mes de julio con 13,1 mm y luego ascender a 37,3 en el mes de agosto. Estos datos no se pueden ser comparadas con lo que menciona la bibliografía toda vez que este último hace referencia a un periodo anual, mientras que los datos de la presente investigación corresponden a tres meses secos del año. Sin embargo información secundaria como

ZONISIG (2009), indican que en la ciudad de Cobija, la precipitación media varía entre 1500 a 1800 mm anuales. Por lo que fue necesario agregar agua mediante riego a razón de 0,1 litros/planta en los días con escasa precipitación.

5.4. Efecto de los sustratos en el crecimiento

Según Bosch (2009), en la selección de componentes y sus proporciones, para la formulación de sustratos, se deben tomar en cuenta las características que definen las cuatro funciones básicas de un medio para cultivo en recipientes: anclaje, retención de humedad, porosidad e intercambio de nutrientes para la planta.

Por lo anterior, solo interesa saber las características que posee el medio y no cuáles son los materiales que lo componen, como erróneamente se acostumbra. Hay cuatro funciones con las que debe cumplir un medio para mantener un buen crecimiento de las plantas: a) proporcionar un anclaje y soporte para la planta; b) retener humedad de modo que esté disponible para la planta y, c) permitir el intercambio de gases entre las raíces y la atmósfera.

Por su parte Hernández (1996), afirma que todos los tipos de aserrín mejoran las condiciones físicas del sustrato. El tamaño de partícula del aserrín permite que sea fácil su mezcla con otros componentes. Es comparable con la turba en su efecto favorable sobre la densidad, porosidad y aireación. Después de la descomposición ocurre un aumento en la agregación e intercambio de cationes en sustratos enmendados con él. El contenido muy bajo de nitrógeno del aserrín excluye cualquier dificultad con la estabilidad química y biológica posterior a la pasteurización. Más aún, el aserrín con alto contenido de lignina es una forma relativamente durable de materia orgánica. La solución obvia al problema de reducción del nitrógeno es agregar nitrógeno a las mezclas con aserrín. La adición de nitrógeno de 1 a 2 % de N por peso de aserrín compensará la reducción de nitrógeno.

Según Tang, (1993), el estiércol es alta en proteínas y otros compuestos nitrogenados que con facilidad son convertidos en amonio y nitritos. Este proceso de conversión, que comienza tan pronto es producido el estiércol, continúa a un ritmo rápido después que es mezclado con el sustrato. Desde el punto de vista de estandarización del medio de cultivo, los estiércoles varían considerablemente en composición y textura. Si se

comparan con turba, son relativamente bajos en el porcentaje de materia orgánica contenida. La cama utilizada varía en su capacidad de absorción para conservar la orina y los efectos que sus propiedades tienen en el producto final. Los métodos de manipulación y almacenado también tienen un efecto marcado en la calidad del estiércol.

En la presente investigación, el potencial de hidrogeniones (pH): Los resultados indican que el tratamiento 70% de mantillo + 30% de estiércol bovino dio lugar al mayor valor (7,23 neutro) y el testigo o 100% mantillo registró el menor valor (5,61 ligeramente ácido). Respecto a los macronutrientes, en el nitrógeno total (N) y materia orgánica (M.O.) los mayores valores también se obtuvieron en el tratamiento 70% de mantillo + 30% de estiércol bovino, mientras que los menores valores se registraron en el testigo o 100% de mantillo; el contenido de Potasio (K). El tratamiento 70% de mantillo + 30% de estiércol bovino registró el mayor valor mientras que el menor se registró en el tratamiento 75% de mantillo + 25% de aserrín.

Habiéndose observado una correlación de los resultados donde la mayor altura de planta y diámetro de tallo se obtuvieron en el tratamiento 40% de mantillo + 30% de aserrín + 30% de estiércol bovino y la menor en el testigo o 100% de mantillo, es posible afirmar que los contenidos de materia orgánica y nitrógeno influyeron en el crecimiento de la moringa en la fase de vivero.

5.3. Incidencia de plagas y enfermedades

En la presente investigación, la mortalidad de plantas en los 92 días de siembra en promedio alcanzó a 4,2%, la mayor mortalidad se registró en el testigo o 100% de mantillo, mientras que los tratamientos 75% mantillo + 25% aserrín y 70% mantillo + 30% estiércol no registraron mortalidad alguna, esta mortalidad se debió a la pudrición de las raíces a causa del hongo *Septoria lycopersici*. También se presentaron insectos propios de la región que no causaron daños significativos en la fase de vivero.

Al respecto Bosch, (2009) sostiene que las plagas y enfermedades más frecuentes en los viveros son: Saltamontes, langostas y orugas. Estos insectos consumen hojas, brotes, flores, frutos y semillas, provocando daños importantes en la planta, e incluso la interrupción del flujo de savia. Estos ataques se acentúan al inicio de la estación seca, cuando los insectos encuentran más

difícilmente brotes verdes. La mejor solución en este caso es cortar los árboles hasta dejarlos sin parte verde, el zompopo (*Atta. sp.*) que comen los brotes y hojas tiernas, la palomilla blanca (*Pieris sp.*), cuyas larvas comen el follaje y termitas y coleópteros (*Dendroctonus sp.*) que se encontraron en vainas secas.

6. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos, el análisis e interpretación de los mismos permiten efectuar las siguientes conclusiones:

- Las condiciones climáticas del área de estudio, cuya temperatura media fue de 20,7°C son favorables para el crecimiento de la moringa (*Moringa oleifera*) en la fase de vivero, mientras que la precipitación pluvial que fue de 91,9 mm, equivalente a 1 mm /día, hizo que se tenga que agregar riego a razón 0,1 litros/planta.
- Los sustratos empleados tuvieron efectos en el crecimiento de las plántulas, toda vez que: el potencial de hidrogeniones (pH): en el tratamiento 70% de mantillo + 30% de estiércol bovino dio lugar al mayor valor (7,23 neutro) y el testigo o 100% mantillo registró el menor valor (5,61 ligeramente ácido). Respecto a los macronutrientes, en el nitrógeno total (N) y materia orgánica (M.O.) los mayores valores también se obtuvieron en el tratamiento 70% de mantillo + 30% de estiércol bovino, mientras que los menores valores se registraron en el testigo o 100% de mantillo; el contenido de Potasio (K). El tratamiento 70% de mantillo + 30% de estiércol bovino registró el mayor valor mientras que el menor se registró en el tratamiento 75% de mantillo + 25% de aserrín.
- El promedio de altura de planta a los 92 días fue de 28,36 cm y varió desde 22,20 cm en el tratamiento 100% de mantillo hasta 39,83 cm en el tratamiento 40% mantillo + 30% aserrín + 30% estiércol; mientras que diámetro de tallo registró un promedio de 8,77 mm y varió desde 7,56 mm en el testigo (100% mantillo) hasta 9,94 mm en el tratamiento 40% mantillo + 30% aserrín + 30% estiércol.
- Durante el periodo se registró una mortalidad 0,5 % en la primera evaluación llegando a 4,2 % en la ultima toma de datos, en los tratamientos que consisten en mezclas de 75 % mantillo + 25% aserrín y 70 % mantillo + 30% estiércol no se registro mortalidad alguna, en el testigo o 100% de mantillo se registro el mayor % de mortalidad debido al hongo *Septoria lycopersici*, que provocó la podrición de las raíces. Asimismo se presentaron insectos propios de la región, cuya incidencia no fue significativa.

7. RECOMENDACIONES

Considerando que la presente investigación es uno de los primeros en la región, de manera preliminar se efectúan las siguientes recomendaciones:

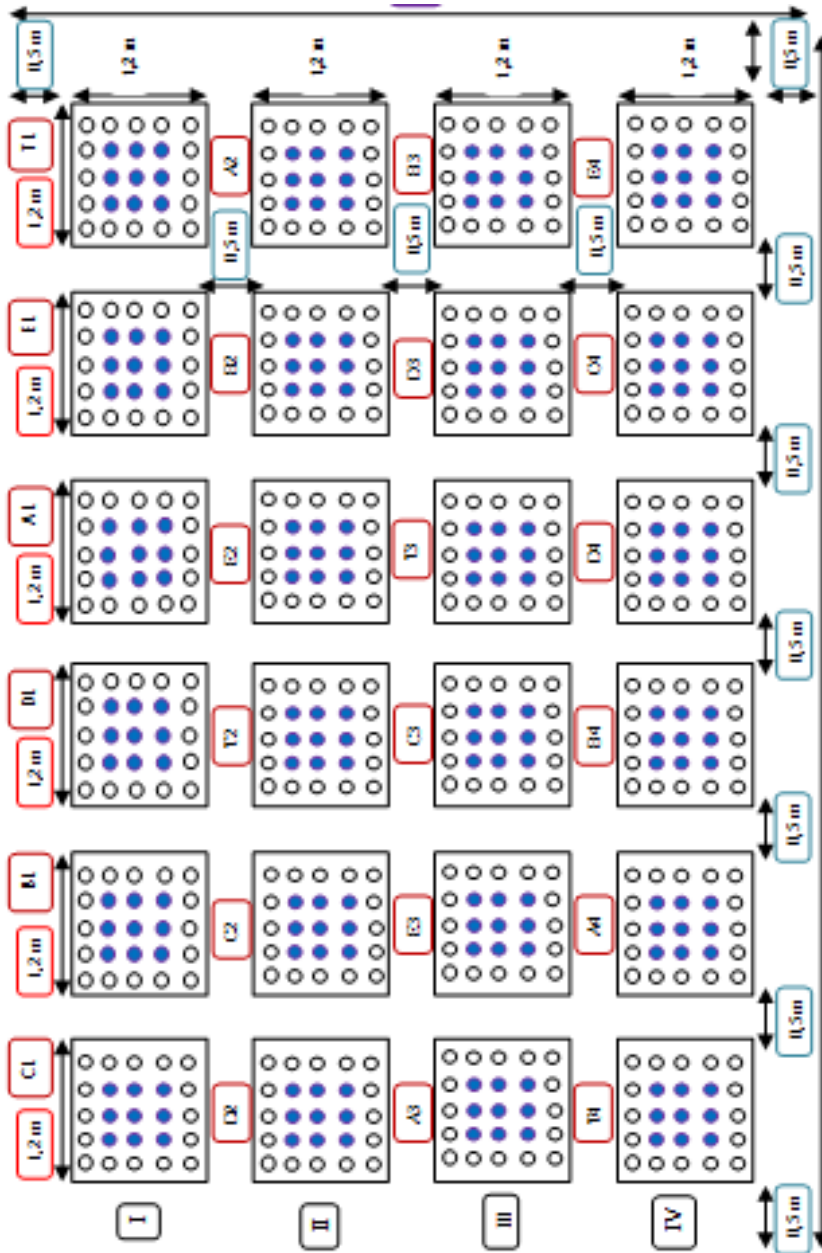
- Considerando que la presente investigación se efectuó en época seca (junio a agosto), se sugiere realizar estudios similares en época lluviosa, para evitar o reducir al mínimo la necesidad de riego adicional
- Se recomienda continuar con la siguiente fase de la presente investigación es decir el establecimiento en sitio definitivo y como parte de sistemas agroforestales en combinación con especies de cultivos anuales, frutales promisorios y forestales de alto valor comercial.
- Continuar con estudios para ver el comportamiento del crecimiento de esta especie y particularmente bajo el efecto de otros tipos de sustratos como la cáscara de arroz o castaña, sedimentos de río, troncos en descomposición, etc., con diferentes intensidades de riego, etc, etc.
- También se recomienda estudiar o comparar diversos tratamientos silviculturales en sitio definitivo.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- Alvarado, D. 1999. Preparación y desinfección de sustratos para la preparación de plantas hortícolas. Curso de Horticultura I. Facultad de Agronomía. Universidad de costa rica San Pedro. 5p.
- Becker. 1996. Studies on protein and fiber degradabilities and antinutritional factors in Moringa oleifera leaves. Institute for Animal Production in the tropics and Subtropics. University of Hohehheim. Germany.
- Becker. 1995. Studies on utilization of Moringa oleifera leaves as animal feed. Institute for Animal Production in the tropics and Subtropics. University of Hohehheim. Germany.
- Bosch, H. Útil aporte para elevar uso de postes vivos en la ganadería. Periódico Granma. La Habana, miércoles 24 de junio de 2009. Año 13, No. 175. 2009
- Croess, Rubelis& Villalobos, Nuris. Caracterización en cuanto a edad y altura de corte del moringo (Moringa oleifera) como uso potencial en la alimentación animal. Instituto Universitario de Tecnología de Maracaibo. Trabajo especial de grado para optar al Título de Técnico Superior Universitario en Ciencias Agropecuarias. Mención Agropecuaria. Maracaibo. http://www.moringa.es/pageID_7271377.html. 2008
- Duke, James, A. (1987) Moringa oleífera Lam.; Handbook of Energy Crops. Pardue University. Consultado el 18 de febrero de 2013.
- Falasca, Silvia & Bernabé, María A. Potenciales usos y delimitación del área de cultivo de Moringa oleifera en Argentina. Revista Virtual de REDESMA. p. 1. <http://revistavirtual.redesma.org/vol3/pdf/investigacion/Moringa.pdf>.2008.
- Hernández Cienfuegos, C. R. (1997), "*Evaluación de las Características Antimicrobianas de Teberinto (Moringa oleifera) para el Tratamiento de Aguas de Ríos* ", Trabajo de Graduación Facultad de Química y Farmacia, Universidad de El Salvador.
- Magaña Benítez, Wilberth (2012) *Aprovechamiento Poscosecha de la Moringa (Moringa oleífera)* Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, vol. 13, núm. 2, pp. 171-174 Asociación Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, S.C. Hermosillo, México.

- Pérez, R. Avanza validación de moringa como alternativa forrajera para ovinos. Fundación Produce. Sinaloa, México. <http://www.w3.org/TR/xhtml1/DTD/xhtml1-transitional.dtd>. 2010
- Price, M.L. The Moringa tree. Educational Concerns for Hunger Organization (ECHO). Technical Note. 1985 (revised 2000). <http://www.echotech.org/technical/technotes/moringabiomasa.pdf>.2000.
- Ramachandran, C. et al. Drumstick (*Moringa oleifera*) a multipurpose Indian vegetable. *Economic Botany*. 34 (3):276. 1980
- Reyes Sánchez, N. (2004), *Marango: Cultivo y utilización en la alimentación animal*, Guía técnica N° 5, Universidad Nacional Agraria (UNA), Dirección de Investigación, Extensión y Posgrado (DIEP), Nicaragua.
- ZONISIG – PANDO (1997). Zonificación Agroecológica y Socioeconómica del departamento Pando. Prefectura del departamento Pando. La Paz.

ANEXO N° 1
CROQUIS DE CAMPO



Tratamiento	Tierra negra o Mantillo	Aserrín	Estrécol
Tratamiento A	75%	25%	
Tratamiento B	50%	50%	
Tratamiento C	75%		25%
Tratamiento D	70%		30%
Tratamiento E	40%	30%	30%
Testigo	100%		



UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO
ÁREA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y NATURALES

"La Preservación de la Amazonía es parte de la Subsistencia de la Vida del Progreso y Desarrollo de la Selva Alta Andina"



SOLICITANTE: Judith Muzuco B.
 NIT/C.I.: 1769166 PD
 MUNICIPIO: Cobija
 TELÉFONO: 72936562
 PROYECTO: TESIS DE INVESTIGACIÓN

FECHA DE MUESTREO: 11/09/15
 CULTIVO ANTERIOR:
 CULTIVO ACTUAL:
 FECHA DE INGRESO: 21/10/15
 FECHA DE IMPRESIÓN: 19/11/15

ANEXO Nº 2
ANÁLISIS DE LABORATORIO

ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO DE SUELOS

NÚMERO DE LABORATORIO	TIPO DE MUESTRA	PH EN AGUA DESTILADA 1:5	C.E. MÚLTON 1:5	Carbonatos LIBRES	M.O. %	COEFIC. DE ABSORCIÓN	N. TOTAL (ppm)	Al (mg/100g)	Ca (mg/100g)	Mg (mg/100g)	Na (mg/100g)	K (mg/100g)	T.B.I.	C.I.C.	SAT. BAS. %	DENSIDAD REAL g/cc	DENSIDAD APARENTE g/cc	POROSIDAD %	ARENA %	LIJO %	ARCILLA %
2015084	SUELO (1)	6,89	106,10	P	3,83	2,22	247,119	1,23	4,07	0,25	0,22	1,28	5,62	6,85	82,05	2,01	1,35	32,84	78,09	9,91	12,00
2015085	SUELO (2)	6,48	104,70	P	5,33	3,09	1003,81	0,66	2,94	2,70	0,22	1,32	5,02	5,68	88,39	3,89	1,19	89,41	81,32	9,69	8,99
2015086	SUELO (3)	7,03	1277,00	P	5,49	3,18	2664,72	1,62	8,09	0,80	1,06	15,06	24,33	25,95	93,76	2,61	1,28	50,96	82,93	8,80	8,27
2015087	SUELO (4)	7,34	###	P	5,46	3,17	1824,82	1,19	7,01	1,14	1,17	26,36	34,77	35,96	96,69	2,38	1,28	46,22	81,32	8,44	10,24
2015088	SUELO (5)	6,92	401,00	P	5,49	3,18	1256,64	1,03	6,88	0,25	1,65	15,82	24,40	25,48	95,95	2,61	1,25	52,11	87,72	3,23	9,05
2015089	SUELO (6)	5,61	230,00	P	2,80	1,62	675,11	1,22	5,03	0,10	1,47	1,64	8,16	9,38	86,99	2,50	1,37	45,20	85,58	7,48	8,99

C.E.: Conductividad Eléctrica

M.O.: Materia Orgánica

N.T.: Nitrogeno Total

T.B.I.: Total Bases Intercambiables

C.I.C.: Capacidad de Intercambio Catiónico

SAT. BAS.: Saturación de Bases

A : Arenoso

AF : Arenoso Franco

FA : Franco Arenoso

FYA : Franco Arcilloso Arenoso

YA : Arcilloso Arenoso

L : Limoso

FL : Franco Limoso

FYL : Franco Arcilloso Limoso

YL : Arcilloso Limoso

Y : Arcilloso

F : Franco

FY : Franco Arcilloso



Dr. David Gómez Roca
 RESPONSABLE LABORATORIO DE SUELOS
 Universidad Amazónica de Pando

Handwritten signature and date: "Fecha: 20-10-2015"

Telef: 3842-4977

Cel.: 74661351-76217418

Av. Las Palmas - pando -Bolivia