



GUÍA DE ESTABLECIMIENTO VIVERO MORINGA (*Moringa oleifera*)



Manejo de Viveros de Marango

UNA ALTERNATIVA SOSTENIBLE DE ALIMENTACIÓN
ANIMAL ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO

Managua, Nicaragua - Septiembre 2018

Ing. Álvaro Noguera-Talavera; Nadir Reyes-Sánchez PhD; Bryan Mendieta-Araica PhD.

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA PROMARANGO



GUÍA DE ESTABLECIMIENTO Y MANEJO DE VIVEROS DE MARANGO

(*Moringa oleifera*) Guía Técnica No 21



Ing. Alvaro Noguera-Talavera; Nadir Reyes-Sánchez PhD; Bryan Mendieta-Araica PhD

Managua, Nicaragua
Septiembre 2018

ÍNDICE

Presentación.....	1
1. Introducción.....	2
2.- ¿Qué es un vivero?.....	3
2.1.- ¿Para qué hacer un vivero si podemos sembrar directamente la semilla en el campo donde queremos tener las plantas?.....	3
2.2.- Ventajas del vivero.....	3
3.-El ciclo de producción de plantas de <i>Moringa oleifera</i>	4
4.-Características y preparación del área vivero.....	5
4.1 Selección del sitio	5
4.2 Tamaño del vivero.....	5
4.3 Cerca para protección.....	5
4.4 Materiales y herramientas.....	5
5. Diseño y preparación del bancal.....	6
5.1 Limpieza del terreno.....	6
5.2 Remoción y nivelación del terreno.....	6
5.3 Orientación del banca.....	7
5.4 Diseño del bancal.....	7
5.5 Preparación del sustrato.....	7
5.6 Tamaño de bolsa.....	8
5.7 Llenado de las bolsas.....	9
5.8 Siembra de la semilla y riego.....	9
6. Aspectos relevantes de la semilla de Moringa.....	10
6.1 Tratamiento de la semilla de Moringa antes de la siembra.....	11
6.2 Proceso de germinación.....	11
7. Manejo de las plantas en el vivero.....	13
7.1 Repique o manejo de densidad.....	14
7.2 Monitoreo y control de insectos plagas.....	15
7.3 Enfermedades.....	15
8. Desarrollo de las plantas de Moringa.....	16
8.1 Primera, segunda y tercera semana de edad	17
8.2 Cuarta semana de edad.....	17
8.2.1 Movimiento de las plantas.....	18
8.3 Quinta y sexta semana de edad.....	18
8.3.1 Poda aérea y poda de raíz.....	19
8.4 Séptima semana de edad.....	19
9. Control de calidad	20
9.1 Antes del ciclo de producción.....	21
9.2 Durante el ciclo de producción.....	21
10. Bibliografía	26

Presentación

La Universidad Nacional Agraria, institución que promueven el desarrollo y fortalecimiento de la sociedad nicaragüense, en el campo agropecuario y forestal, ponen en manos de la sociedad nicaragüense la guía técnica establecimiento y manejo de vivero de marango (*Moringa oleifera*).

La información que se presenta en esta guía es fruto de la experiencia desarrollada por los Doctores Bryan Mendieta Araica y Nadir Reyes Sánchez, ambos profesores investigadores de la Universidad Nacional Agraria, especialistas en Nutrición Animal, además, cuenta con la participación del Ing. Álvaro Noguera, especialista en Agroecología, todos ellos miembros del proyecto PROMARANGO-UNA. Se presenta información sobre ventajas, características, diseño, orientación y actividades previas al establecimiento de viveros de Marango. La obra ofrece un aporte a técnicos agropecuarios que brindan asistencia técnica en el campo, así como a personas interesadas en conocer más acerca del establecimiento y manejo de plantas de Marango en fase de vivero.

El objetivo de la serie GUÍAS TÉCNICAS es apoyar a productores, técnicos y estudiantes en la toma de decisiones sobre la producción de los cultivos, la producción forestal, el manejo pecuario y los procesos agroindustriales que den mayor competitividad al sector agropecuario y forestal. De igual forma, contribuir al manejo integral de las fincas, desde una perspectiva agroecológica.

La publicación de las guías técnicas se constituye en una de las estrategias con las que cuenta la UNA para la difusión de su quehacer universitario. Estas se unen al Centro Nacional de Información y Documentación Agropecuaria (CENIDA), así como a la infraestructura y equipo para la investigación, (laboratorios y personal técnico), a los medios de divulgación de los resultados, eventos científicos y la Revista Científica La Calera.

Las guías técnicas han sido elaboradas con el propósito de hacerlas accesibles a una amplia audiencia, que incluye productores, profesionales, técnicos, y estudiantes, de tal forma que se constituyan en una herramienta de consulta, enseñanza y aprendizaje, que motiven la investigación y la adopción de tecnologías, y que contribuyan de la mejor manera el desarrollo agropecuario y forestal de Nicaragua.

Dirección de Investigación, Extensión y Posgrado
DIEP – UNA

2.- ¿Qué es un vivero?

El vivero se puede definir como el lugar donde se controlan todas las condiciones que garanticen una excelente germinación de la semilla y el crecimiento adecuado de las plántulas, hasta que tengan una edad y excelente calidad (fuertes y sanas) que, al ser trasplantadas al campo, a su lugar definitivo, crezcan bien para cumplir con el objetivo de la plantación.

2.1.- ¿Para qué hacer un vivero si podemos sembrar directamente la semilla en el campo donde queremos tener las plantas?

Sembrar directamente en el suelo tiene varios inconvenientes que implican riesgos y, en muchos casos, pueden llegar a incrementar los costos para el productor, sobre todo cuando el costo de la semilla es muy alto o cuando se requiere poca densidad y alta sobrevivencia

En el suelo la semilla está expuesta a condiciones ambientales adversas, como falta o exceso de lluvia, ataque de insectos, enfermedades ocasionadas por hongos y bacterias, a la competencia de plantas indeseables, lo cual puede ocasionar una baja germinación y una alta mortalidad de plantas en sistemas de siembra directa.

En el vivero, se pueden controlar las condiciones ambientales durante la etapa crítica de las plantas, desde la semilla, la calidad del sustrato para garantizar los nutrientes necesarios y un buen enraizamiento, proporcionándole el cuidado necesario a las plántulas para que crezcan sanas, fuertes y tengan una mayor resistencia cuando se realice el trasplante.

2.2.- Ventajas del vivero

- A las semillas se les brinda mejores condiciones para la germinación y crecimiento de las plántulas (nutrientes, agua, etc).
- Se obtiene una mayor proporción de plantas fuertes y saludables por cantidad de semilla disponible.
- Se pueden producir grandes cantidades de plantas fuertes y saludables en un espacio pequeño.
- Las semillas y plántulas se pueden proteger de plagas y enfermedades.
- Las plántulas se pueden regar fácilmente y se realizan adecuadamente todas las labores agronómicas.
- Se pueden seleccionar las mejores plantas (sanas, fuertes y vigorosas) para su establecimiento en el campo.

3.-El ciclo de producción de plantas de *Moringa oleifera*

La especie moringa, tiene un periodo de respuesta frecuentemente rápido (4 a 6 días) de germinación, con tiempo máximo de 15 días, cuando la semilla no es fresca; además, tiene rápido crecimiento de las plántulas, lo anterior posibilita que el ciclo de producción en el vivero sea corto. Por lo que se pueden realizar producciones hasta tres veces al año, considerando que cada ciclo dura un periodo máximo de ocho semanas desde la siembra, hasta la salida de las plantas, lo cual es presentado en el cronograma de la figura 1.

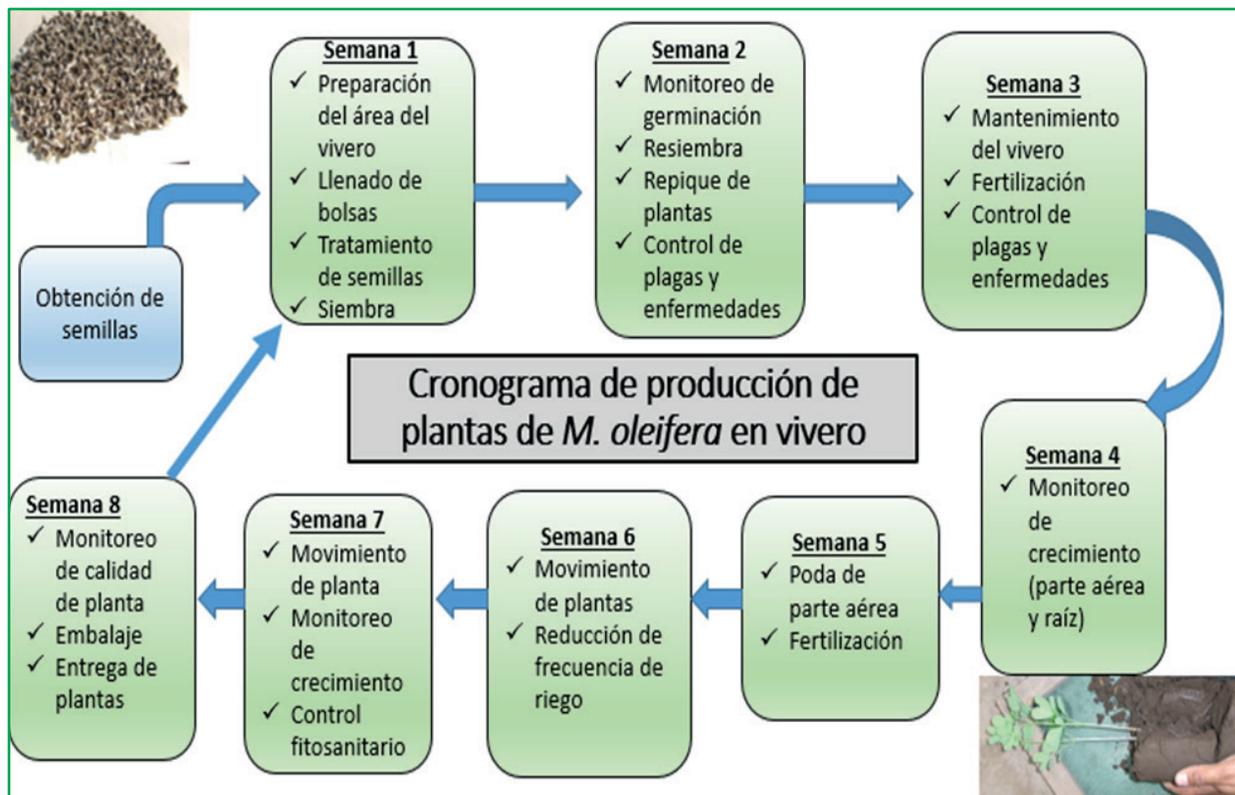


Figura 1. Cronograma de producción de plantas de *M. oleifera*: Procesos técnicos para el establecimiento y manejo del vivero.

Se debe mencionar que la importancia práctica de este cronograma tiene su lógica en la obtención de buenas condiciones fitosanitarias, buen crecimiento y plantas con alto potencial de adaptación a condiciones de campo.

La calendarización de la figura 1 muestra la secuencia de actividades que de manera semanal puede seguir el proceso de producción de plantas, considerando las ventajas de rápida germinación y crecimiento; además de otras características fisiológicas y morfológicas, como las actividades técnicamente apropiadas para preparar la planta para un ambiente de poca lluvia y suelos sobreexplotados.

4.-Características y preparación del área vivero

4.1 Selección del sitio: Para el establecimiento del vivero se debe seleccionar un sitio que cuente con las siguientes condiciones mínimas: Condiciones climáticas, similares a las del lugar donde se realizará la plantación definitiva de Moringa; terreno plano, con buen drenaje y una ligera pendiente, disponibilidad de una fuente cercana de agua, vía adecuada de acceso cercana para facilitar la salida de las plantas y el ingreso de insumos y materiales, sombra y cercanía al sitio de plantación.

4.2 Tamaño del vivero: Depende de la cantidad de plantas a producir y del tipo de bolsa o envase a utilizar, el área del vivero debe ser igual a la suma del área productiva, que es el espacio ocupado por los bancales, más el área no productiva, que es el espacio ocupado por las calles entre bancales, depósito de herramientas, mesa de trabajo, entre otros.

4.3 Cerca para protección: es conveniente que el vivero esté protegido por una cerca perimetral (Foto 1), que impida la entrada de animales domésticos y silvestres (garrobo, conejos, cerdos, cabras, vacas, caballos, entre otros), para evitar daños a las plantas ya que Moringa es muy apetecida por su alto valor nutritivo y palatabilidad. La cerca puede construirse con alambre de púa, varas de madera, troncos de árboles, entre otros recursos locales disponibles; se recomienda tener sombra natural controlada de árboles o arbustos para evitar la exposición solar directa.



Foto 1. Cerca perimetral

4.4 Materiales y herramientas: deben ser fáciles de conseguir, adecuadas para realizar el trabajo diario, y las reparaciones que se requieran, comúnmente son: machetes, palas, picos, carretillas, rastrillos, estacas, regaderas de mano, tijera de podar, zaranda con cedazo, tierra, arena y abono orgánico, entre otros.

5. Diseño y preparación del bancal

5.1 Limpieza del terreno: Antes de la preparación del bancal se debe realizar una limpieza del terreno eliminando las malezas existentes (Foto 2), ya que estas sirven para que se dispersen o crucen al área del vivero larvas de gusano peludo (*Stigmenea spp.*), gusanos de repollo (*Leptophobia spp.*), además de insectos adultos como grillos (Foto 3 y 4). Durante este proceso, se debe además localizar y planificar medidas de control de casas (troneras) de zompopo (*Atta spp.*) y hormigas.



Foto 2. Limpieza del terreno



Foto 3 y 4. Larvas de insectos

5.2 Remoción y nivelación del terreno: se debe remover y nivelar el terreno dejando una ligera pendiente del 3% para evitar que el suelo se encharque (Foto 5), con lo cual se previene el ataque de hongos, que es común en los viveros por exceso de humedad.



Fotos 5. Remocion y nivelacion del terreno

5.3 Orientación del bancal: debe tener una orientación de Este a Oeste del bancal será de este a oeste para que las plantas reciban la luz del sol durante la mayor parte del día, con el propósito de aprovechar la mayor cantidad e intensidad de luz solar.

5.4 Diseño del bancal: tendrá un diseño rectangular, las dimensiones dependen principalmente del tamaño de bolsa utilizado, el ancho entre bancales debe ser de 1 metro para permitir las labores agronómicas con las plantas y permitir el paso fácilmente con una carretilla, el largo puede ser de 2.5 metros.

Luego de medir y diseñar el bancal, instalar estacas en cada uno de los extremos del bancal y colocar dos hileras de cabuya (Fotos 6 y 7) con el objetivo de sostener las bolsas, ubicándolas en hileras y agrupándolas en grupos compactos.



Fotos 6 y 7. Diseño y dimensiones del bancal, con sus respectivas hileras de cabuya

5.5 Preparación del sustrato: El sustrato es esencial para la germinación de la semilla y crecimiento de las plántulas al 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, permite una buena circulación del aire para proporcionar el intercambio gaseoso de las raíces y actúa como amortiguador de las reacciones químicas y los cambios de pH. Estas también son funciones inherentes al suelo, sin embargo, los sustratos enriquecidos lo superan en calidad, porque los suelos pueden estar degradados o contaminados y tanto su composición física y química podría no ser la ideal para sustentar el crecimiento de una planta.

Los sustratos utilizados para el vivero de Moringa por el proyecto PROMARANGO son de origen orgánico: compost y estiércol bovino mezclados con tierra. La mezcla utilizada es una parte de compost o estiércol bovino con tres partes de tierra cernida (relación 1:3). La diferencia más notable entre los sustratos es el contenido de nitrógeno disponible que en el suelo + compost (0.36%) es dos veces mayor que en suelo + estiércol (0.18%) y 6 veces mayor que si solo se utilizara suelo (0.06 %).

En la preparación del sustrato para la producción de plantas de Moringa en vivero, hay que tomar en cuenta que la especie no soporta encharcamiento por largo tiempo, por lo que a la hora de elegir el sustrato debemos utilizar materiales como suelo + compost, compost + arena, compost + cascarilla de arroz, enfatizando la necesidad que el sustrato a utilizar tenga un buen contenido de nitrógeno disponible para el buen crecimiento de la planta.

Los sustratos anteriormente mencionados presentan la ventaja de una rápida infiltración del agua e intercambio con el medio, y por lo tanto no se da encharcamiento, son de fácil preparación en la finca y de bajo costos. Para la preparación del sustrato utilizado en el vivero, el suelo, el compost y/o estiércol se remueve y se tamiza (Foto 8), para luego combinarlo con el suelo en las proporciones anteriormente mencionadas, hasta obtener una mezcla homogénea.

La obtención de las proporciones mencionadas puede darse de diferentes formas, usted puede agregar a un saco de tierra 1/3 de compost o estiércol, si usa saco quintalero la relación establece que por cada saco (75 lb de suelo) se agrega 25 lb del otro material; y en forma más practica por cada 3 carretillas de suelo agregue 1 carretilla de compost o estiércol u otro material (Fotos 9 y 10). tilizar tenga un buen contenido de nitrógeno disponible para el buen crecimiento de la planta.



Fotos 8, 9 y 10. Tamizado y preparación de los sustratos

5.6 Tamaño de bolsa: Se utilizan bolsas de polietileno negro de 17 x 26 cm que permiten un excelente desarrollo radicular de las plántulas (Foto 11). El uso de este tipo de bolsas se justifica debido al rápido crecimiento de la raíz de Moringa, así como por su forma tuberosa o de rábano y la cantidad de raíces secundarias, que necesitan mayor espacio para absorber agua y nutrientes y más área para su crecimiento; aspecto que es un indicador de una planta de más calidad y por tanto menos riesgo de pérdida en el campo.



Foto 11. Bolsas de polietileno negro de 17 x 26 cm

5.7 Llenado de las bolsas: el llenado se realiza manualmente, haciendo uso de un envase plástico para depositar el sustrato dentro de cada una de ellas, una vez llena la bolsa con el sustrato, se apelmaza, procurando que queden más o menos apretadas, es muy importante el grado de la compactación del sustrato en la bolsa, ya que esta no debe ser demasiado compacta para que permita el crecimiento libre de la raíz, pero debe permitir la eliminación de las burbujas de aire y que no queden demasiados espacios porosos dentro de la bolsa, y evitar que con el riego y asentamiento de la tierra las plántulas se descalcen. Las bolsas deben llenarse con el medio de siembra hasta un centímetro del borde y acomodarlas en el bancal previamente diseñado.

5.8 Siembra de la semilla y riego: La siembra se realiza colocando una semilla en cada bolsa, a una profundidad de 2 cm (Fotos 12 y 13), al terminar la siembra se aplica un riego de aproximadamente 6 litros de agua por m² haciendo uso de regaderas (Foto 14), en las primeras tres semanas se realizan dos riegos, uno temprano por la mañana y uno al final de la tarde. En este periodo las semillas necesitan más humedad para su germinación y desarrollo; en la cuarta semana se riegan las plántulas una vez por día al final de la tarde y a partir de la quinta semana un solo riego día de por medio.



Fotos 12, 13 y 14. Siembra de semilla de Moringa, a 2 cm de profundidad y aplicación de riego

6. Aspectos relevantes de la semilla de Moringa: Las semillas son de forma redonda y de color castaño oscuro con 3 alas blanquecinas (Foto 15), que permiten su propagación en condiciones naturales (Morton, 1991). El peso de cada semilla es de 0.3 g las semillas medianas y 0.4 g las semillas grandes (Fotos 16 y 17).



Fotos 15, 16 y 17. Semilla de Moringa oleifera, peso de 100 semillas medianas y peso de 100 semillas grandes

Diversos estudios han demostrado que el peso de las semillas es un componente fundamental del crecimiento de las plantas y sus efectos se manifiestan principalmente durante la germinación y se mantienen en las plantas durante los primeros meses de su ciclo de vida (Logan y Pollard, 1979). Se ha observado que las semillas de mayor peso de diversas especies y cultivares de plantas herbáceas y leñosas presentan la tendencia a germinar en menor tiempo produciendo plantas grandes y vigorosas, mientras que las semillas de menor peso germinan lentamente y las plantas que producen son pequeñas y débiles (Maiti et al. 1990; Niembro, 1996). Cuando las diferencias en el peso de las semillas no son consideradas al momento de la siembra, se corre el riesgo de que las plantas resultantes presenten un crecimiento desordenado, carente de la uniformidad morfológica requerida, afectando la calidad del cultivo.

El tamaño de la semilla es otro factor importante que influye en la velocidad de germinación en Moringa se ha encontrado mayor número de emergencias con semillas grandes (Foto 18) que con semillas pequeñas (Foto 19)



Foto 18. Semilla de Moringa con mayor diámetro



Foto 19. Semilla de Moringa de menor diámetro

El uso de semillas previamente seleccionadas dentro de determinados márgenes de peso o tamaño reduce las variaciones que afectan su germinación, incrementando el potencial de crecimiento de las plantas que de ellas se originan, lo cual además de facilitar su manejo, disminuye los costos de su producción.

Las razones por las cuales las semillas de mayor peso y tamaño funcionan mejor que las semillas de menor peso y tamaño se deben en cierta medida a que las semillas más grandes y pesadas contienen mayor cantidad de sustancias de reserva, aunque en algunos reportes asocian dicho potencial con una mayor actividad metabólica (McDaniel, 1969). Para producir plantas de Moringa de excelente calidad en el vivero se debe asegurar el uso de semillas maduras, de buen peso y tamaño, máximo con seis meses de almacenamiento y que no presente daños o perforaciones por insectos.

6.1 Tratamiento de la semilla de Moringa antes de la siembra: Al identificar que la testa o cubierta seminal de la semilla de Moringa es altamente permeable, no se reconoce la necesidad de someterla a tratamientos pre-germinativos como raspado manual, inmersión en agua caliente, etc; sin embargo, en algunas especies arbóreas, cuando las semillas tienen mucho tiempo de almacenamiento, se produce una disminución en el porcentaje de germinación y se hace necesario someterla a tratamientos pre-germinativos para ayudar a la reactivación del embrión e incrementar el potencial de germinación. Con Moringa mediante la inmersión de la semilla en agua a temperatura ambiente por 24 horas se logra acelerar la germinación, registrando alto porcentaje de germinación entre los días 3 y 5 después de la siembra; mientras que sin tratamiento la germinación ocurre del séptimo al décimo segundo día.

6.2 Proceso de germinación: Desde el punto de vista agronómico se considera que una semilla ha germinado cuando a partir de ella se origina una planta adulta capaz de alcanzar la fase reproductora, es decir, capaz de producir nuevas semillas (Durán y Pérez, 1984). La International Seed Testing Association (ISTA) considera el proceso de germinación de una semilla como el establecimiento de un estado metabólicamente activo, manifestado fisiológicamente por la división celular y la diferenciación (ISTA, 2005). La primera expresión de este proceso es la emergencia de la radícula.

Moringa oleifera a diferencia de otras especies de la familia Moringaceae, presenta un tipo de germinación hipogea, lo que significa que durante el proceso los cotiledones permanecen enterrados en el suelo envueltos en la cubierta seminal o testa (Ver Figura 2) y el tallo blanquecino que se observa por encima de la superficie del suelo es una yema apical (provocada por alargamiento del epicótilo) que contiene hojas verdaderas y no cotiledones lo que da una ventaja adaptativa de crecimiento a la planta por la capacidad de realizar fotosíntesis desde un inicio.

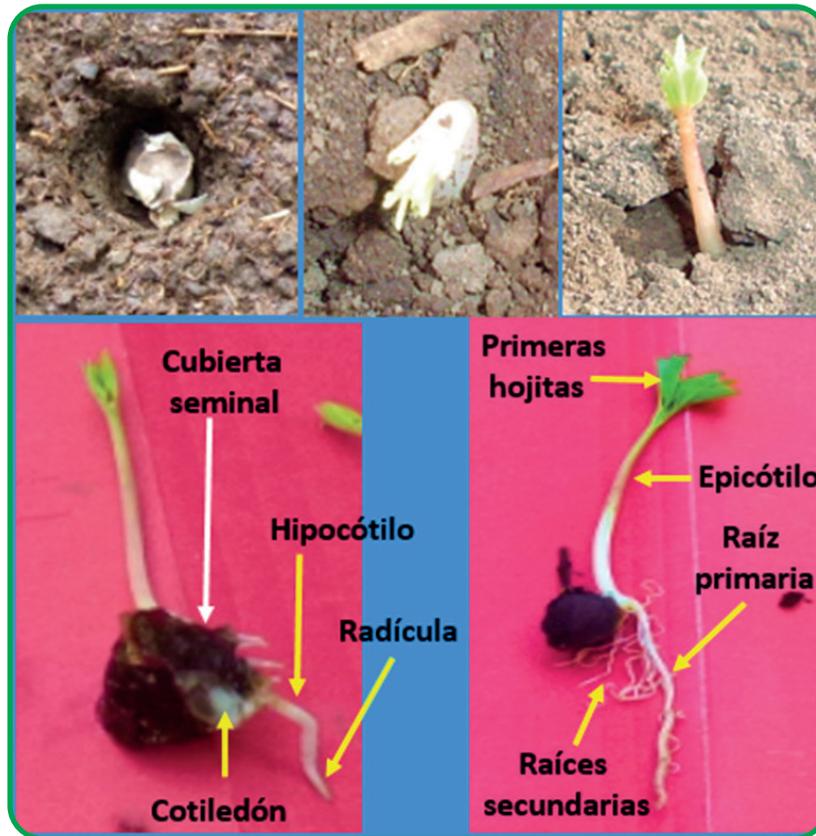


Figura 2. Germinación hipogea de la semilla de *Moringa oleifera*

Las semillas de *Moringa* en general, presentan altos porcentajes de germinación (superior al 90%), poder germinativo de 99.5% y vigorosidad de 99% cuando la semilla es fresca, con 4 a 6 meses de haber sido cosechada y mantenida en buenas condiciones de almacenamiento, sin embargo, otros autores reportan valores inferiores a 85% en lotes de semillas cuya edad es superior a los 6 meses, rebelando así un problema de pérdida de viabilidad que es relacionada con su contenido de aceite (30 a 40%) según Nouman *et al.*, 2012.

En trabajos realizados por PROMARANGO se obtuvo porcentaje de germinación del 100% con el sustrato suelo + compost, 98% en con el sustrato suelo y 97% para el sustrato suelo + estiércol (Tabla 1). En ensayos comparativos de semillas de dos cultivares Moringa acriollada y Moringa mejorada PKM1 colectados por PROMARANGO, se encontró mayor porcentaje de germinación en Moringa acriollada (98.3%) que en la Moringa mejorada PKM1.

La tasa de sobrevivencia que se define como el número de plantas vivas al final del período en el vivero con relación al total de semillas germinadas al inicio del período expresada en porcentaje, fue de 98% para el sustrato suelo + compost, 96% para solo suelo y 94% para suelo + estiércol.

Tabla 1. Efecto del tipo de sustrato sobre la tasa de germinación y tasa de sobrevivencia de Moringa oleifera

Sustratos	Germinación (%)	Tasa de sobrevivencia (%)	Número de plantas por cada 100 semillas sembradas
Suelo + compost	100	98	98
Suelo	98	96	94
Suelo + estiércol	97	94	91

7. Manejo de las plantas en el vivero

Las prácticas de manejo para producir plantas de Moringa oleifera de excelente calidad, en vivero, son garantizar la concentración de elementos nutricionales que necesita la planta, adecuado espaciamiento entre riegos y cantidad de agua por riego, correcta proporciones y mezcla de sustratos, tamaño de bolsa y la densidad de planta por metro cuadrado (UAEH, 2010).

La germinación inicia a partir del tercer día, con mayor número de germinaciones entre los días 9 y 11, se puede prolongar hasta los 15 y 17 días como tiempo máximo de respuesta (Ver Figura 3)



Figura 3. Tamaño de la plántula de Moringa oleífera, una semana posterior a la germinación

7.1 Repique o manejo de densidad: tiene como propósito general, disminuir la competencia entre plantas al manejar una planta por bolsa. La actividad de repique es necesaria en vivero cuando se toma la decisión de sembrar dos o más semillas por bolsas, esto se realiza cuando la semilla de Moringa no es fresca (almacenada por 6 o más meses), y por tanto el porcentaje de germinación tiende a disminuir (menor a 85%).

El repique consiste en dejar una sola planta por bolsa eliminando la planta extra. La planta que se elimina es la que mediante la observación se visualice con menos crecimiento (Foto 20), menor vigor o con defectos.

El repique en vivero de Moringa es una actividad que requiere de mucho cuidado, porque muchas veces no es suficiente con cortar la parte área del tallo, ya que, por su capacidad de rebrote y rápido crecimiento, es común que retoñe nuevamente, siendo necesario extraer de raíz la planta a repicar.

En los ensayos realizados por PROMARANGO, se identificó como momento ideal para el repique, cuando las plantas tenían altura promedio de 5 a 10 centímetros, que frecuentemente Moringa los alcanza a los 5 a 7 días después de la emergencia del tallo a la superficie, entonces como recomendación general, el repique se debe planificar para 20 días después de realizada la siembra.



Foto 20. Repique de la planta de Moringa con menos crecimiento y vigor

7.2 Monitoreo y control de insectos plagas: debe ser orientado hacia la identificación de la presencia e incidencia de larvas e insectos defoliadores. Posterior a la emergencia de las plántulas, se pueden presentar larvas de lepidópteros, zomposos, y con menos incidencias hormigas. El control de estos defoliadores se puede lograr mediante la aplicación insecticidas como lorsban (zomposos) cipermetrina, engeo, triasofos, o azadiractin en baja concentración 20 a 30 cc por bomba de 20 litros.

7.3 Enfermedades: El monitoreo de enfermedades debe realizarse buscando síntomas como chancros en hojas y tallos, marchitez (Foto 21), manchas (Fotos 22 y 23), amarillamiento, y pudrición, principalmente causados por hongos botritis, fusarium o phitophtora. En caso de hongos el tratamiento puede ser preventivo al realizar aplicación de phyton o trichoderma a las semillas durante la siembra o aplicaciones una vez detectada la afectación.



Fotos 21, 22 y 23. Plantas de Moringa con hojas amarillentas, marchitas y manchadas
litros.

8. Desarrollo de las plantas de Moringa.

Entre los indicadores de adaptabilidad que se resaltan en *Moringa oleifera* se considera la raíz, que al igual que otras partes de la planta crece rápidamente, siendo una raíz pivotante en forma de rábano, el mecanismo de resistencia a ciertos periodos de sequía.

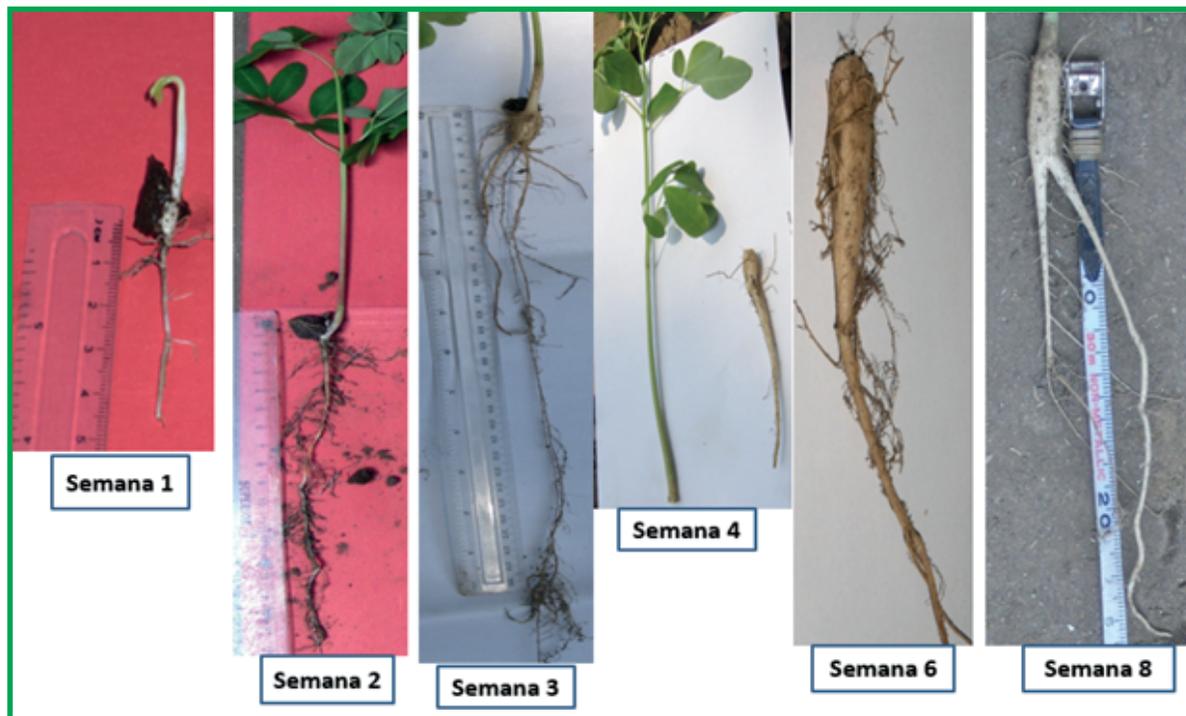


Figura 4. Secuencia de los cambios morfológicos de la raíz de *M. oleifera*, durante un periodo de evaluación de 8 semanas.

La secuencia en la forma de la raíz, mostrada en la figura 4 y con influencia en el potencial adaptativo de la planta, asegura que en vivero la planta esté lista en la semana 8. También, el desarrollo de la raíz nos permite identificar el momento en que esta aporta la suficiente energía a parte de crecimiento del tallo y hojas, por lo que es un indicador de la capacidad de reaccionar a tratamientos como la poda de la parte aérea, lo que según la figura 2 estaría dado a partir de la semana 4 o la semana 6.

Tanto a partir de la semana 6 como la 8, la raíz tiene un desarrollo apropiado para facilitar el establecimiento de la planta en campo, sin embargo, es importante complementar este desarrollo con los tratamientos indicados en la figura 1; para asegurar una planta de calidad.

8.1 Primera, segunda y tercera semana de edad: En las fotos 24, 25, 26 y 27 podemos observar el desarrollo de las plántulas Moringa oleífera (altura de la planta, diámetro del tallo, hojas, desarrollo del raíz principal y raíces secundarias) a la primera, segunda y tercera semana de edad.



Foto 24. Plantas de Moringa de una semana de edad



Foto 25. Plantas de Moringa de dos semanas de edad



Fotos 26 y 27. Plantas de Moringa de tres semanas de edad

8.2 Cuarta semana de edad: posterior a la germinación, se inicia el desarrollo definitivo de la raíz (Fotos 28 y 29), por lo que como parte del manejo en esta semana se puede realizar una primera poda del tallo y movimiento de la planta o cambio de bancal.



Fotos 28 y 29. Plantas de Moringa de cuatro semanas de edad

8.2.1 Movimiento de las plantas: consiste en cambiarlas de un bancal a otro, el propósito es romper el efecto de borde (reduciendo la densidad de plantas por bancal) y promover similar crecimiento y desarrollo de las plantas; además crear cierto efecto de estrés (expresado en decaimiento de hojas y parte apical del tallo), lo que hace que las plantas soporten el traslado a campo y la diferencia de condiciones de manejo, en comparación con el que tenían en vivero. En Moringa, esta actividad de manejo puede realizarse después de la cuarta semana de haberse dado la germinación; y para hacer más eficiente y rentable el uso de la mano de obra se puede combinar con otras medidas de manejo como poda, fertilización, y control de plagas.

8.3 Quinta y sexta semana de edad: A partir de la quinta semana, la planta ya tiene una raíz con la suficiente energía para mejorar el crecimiento del grosor y largo del tallo (Fotos 30 y 31), se puede planificar un segundo movimiento en la sexta semana y combinar con poda, es el momento óptimo para evaluar la planta y para establecer las plantas en el campo con siete semanas de edad.



Fotos 30 y 31. Plantas de Moringa con 6 semanas de edad

8.3.1 Poda aérea y poda de raíz: La poda aérea de plantas en vivero tiene como propósito retardar el crecimiento en altura y raíz; y por otro lado acelerar el crecimiento de diámetro basal o grosor, promoviendo con esto una especie de lignificación o tallo más fuerte; en el caso de Moringa se logra también un incremento en el número de yemas productoras de hojas y rebrotes, dando así mayor ventaja para su sobrevivencia en campo.

En Moringa, la poda aérea se recomienda realizar entre la cuarta y quinta semana de edad o cuando la planta tenga más de 20 centímetros de altura. De manera práctica, la poda consiste en un corte de la parte apical o extremo superior del tallo, siendo la medida del corte de 5 a 7 centímetros (2 a 3 pulgadas). Debido a la succulencia del tallo de Moringa el corte puede hacerse con tijera de podar o navaja.

La poda de raíz será necesaria, si la planta permanece en el vivero por más de 12 semanas (3 meses). La poda de raíz en bolsa se realiza cortando el excedente de raíz que sobresale de la bolsa. Así UAEH, (2010) recomienda que, para cualquier especie, esta actividad se debe realizar al menos de 15 a 20 días antes de sacar la planta a campo para disminuir el estrés de las plantas al momento de llevarlas al lugar definitivo.

La principal recomendación en relación a la poda tanto aérea como de raíz consiste en la necesidad de supervisar continuamente el filo de las tijeras para evitar que rompa o dañe el tallo o la raíz al momento de la poda, ya que, al provocar heridas por mala poda, la planta queda propensa a la entrada de enfermedades y organismos enemigos.

Para lograr un mayor efecto de la poda, después de esta se puede aplicar activadores metabólicos como Everest o Biogip, o realizar fertilización foliar a través de Amino Plus o Amino zinc, potenciando de esta manera el efecto de la poda sobre la calidad de la planta.

8.4 Séptima semana de edad: la planta reúne las características morfológicas y fisiológicas adecuadas para sobrevivir y crecer satisfactoriamente bajo las condiciones ambientales y ecológicas del lugar donde serán plantadas. En las fotos 32, 33 y 34 puede observarse la calidad adecuada del sistema radicular de una planta de Moringa para ser trasplantada de forma definitiva al campo.



Fotos 32, 33 y 34. Cantidad de raíces secundarias, longitud y diámetro de raíz principal de planta de Moringa, con siete semanas de edad.

Según la UAEH, 2010, una planta que reúne características morfológicas y fisiológicas adecuadas para sobrevivir y crecer satisfactoriamente bajo las condiciones ambientales y ecológicas del lugar donde serán plantadas, debe tener: Un diámetro de cuello grande (> 6 mm), bajo valor de esbeltez (cociente altura/diámetro del tallo, un sistema radical fibroso, abundantes raíces secundarias y con buen desarrollo de la raíz principal o de sustentación, un valor alto del cociente biomasa de raíz/biomasa aérea.

En las fotos 35 y 36 se puede observar una planta de *Moringa oleifera* de siete semanas de edad, desarrollada en vivero en un sustrato de suelo + compost al momento del establecimiento en definitivo en campo, La planta tiene 77 cm de altura del tallo, 9.54 mm de diámetro del tallo y con un desarrollo radicular como el observado en las fotos 32, 33 y 34.



Fotos 35 y 36. Planta de *Moringa oleifera* desarrollada en vivero, en sustrato suelo + compost, con 7 semanas de edad

9. Control de calidad

Como parte del seguimiento que el técnico y/o productor puede dar a las actividades de manejo del material reproductivo en vivero, se orientan una serie de mediciones o registros, actividades que forman parte de todo un proceso llamado control de calidad.

El Control de calidad consiste en la implementación de un sistema de monitoreo y evaluación continua del grado de cumplimiento de actividades de producción y administración en el proceso de producción de plantas. Entre los principales objetivos del control de calidad se pueden resaltar:

- ✓ Obtener una alta producción de plantas
- ✓ Optimizar recursos
- ✓ Disminuir la mortalidad de plantas
- ✓ Obtener plantas de calidad (fisiológica y morfológicamente adecuadas para alta sobrevivencia en campo)

El proceso de control de calidad en la producción de plantas puede ser dividido en diferentes momentos durante un ciclo o varios ciclos de producción. Tal clasificación se presenta a continuación:

9.1 Antes del ciclo de producción:

- Capacitación al personal de campo y/o administración del vivero
- Mantenimiento de bancales

9.2 Durante el ciclo de producción:

- Seguimiento diario del grado de cumplimiento del plan de producción
- Monitoreo de disponibilidad de materiales e insumos
- Registro del flujo de plantas (salidas, en desarrollo, resiembra)
- Control de malezas y vegetación circundante al vivero (chapia, manejo de la sombra, cortinas rompe-viento, extracción de plantas de ciclos productivos anteriores)
- Eliminación de residuos de sustrato (s) de ciclos anteriores
- Monitoreo de la germinación, sobrevivencia, longitud, grosor del tallo y grado de lignificación del tallo, número de hojas.
- Monitoreo y evaluación de daños o síntomas de enfermedades en viveros
- Monitoreo de crecimiento y momento óptimo de salida de plantas (parámetros e índices de calidad)

Las pruebas morfológicas de calidad de planta se destacan por ser fáciles de realizar, la mayoría de ellas no son destructivas, se evalúa la forma o estructura de la planta o de cualquiera de sus partes. Para cada método se usan indicadores, variables o atributos que permiten reconocer los aspectos más importantes para que la planta con buena calidad en el vivero, tenga una buena sobrevivencia, crecimiento y productividad en el campo. La calidad de las plantas desde el punto de vista morfológico puede estimarse a partir del seguimiento al crecimiento del tallo o altura, del grosor del tallo (diámetro basal) y crecimiento de la raíz, y conteo del número de hojas.

La figura 5, muestra un ejemplo de la forma en que se puede dar seguimiento y analizar el crecimiento del diámetro de las plantas de *Moringa oleifera*, bajo la influencia de tres sustratos.

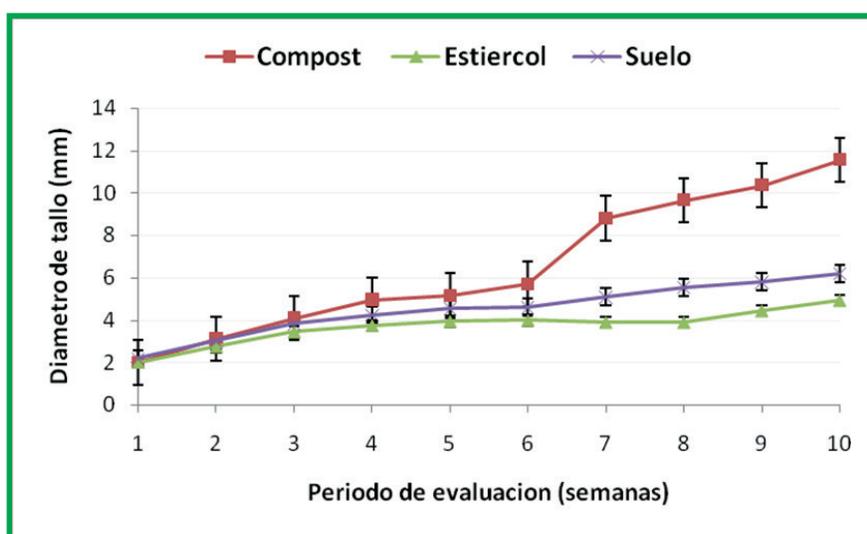


Figura 5. Crecimiento del tallo de *M. oleifera* en tres tipos de sustratos en producción en vivero.

Esta figura muestra que mediante la medición semanal de las plantas en el vivero se puede tomar decisiones sobre el mejor sustrato para tener plantas de mayor calidad, y también para identificar en que semana se da el crecimiento óptimo para la aplicación de ciertas medidas de manejo de las plantas. En la figura 5, se puede observar que tanto con el sustrato compost+suelo, como con suelo sin adicionar nada, la planta experimenta un crecimiento mayor en comparación al sustrato estiércol. La utilidad del monitoreo de plantas muestra que a partir de la semana 5, inicia una aceleración del crecimiento, por lo que la actividad de poda puede ser realizada en ese momento, por lo que la forma en que el diámetro crece constantemente garantiza que posterior a la poda, la planta retomará su crecimiento de manera óptima.

La medición y evaluación del crecimiento tanto de la parte aérea (tallo y hojas), y de los cambios en la raíz permite calcular un valor que se denomina "Índice de Calidad de Dickson". Este índice es una relación entre la biomasa de la parte aérea y la biomasa de la parte radicular; y por lo tanto indica el cambio en calidad que experimenta la planta en diferentes momentos, para así a través de un valor definir la calidad ideal en el momento indicado para que la planta tenga el vigor y desarrollo para ser llevada a campo. Todo lo explicado, está representado en la figura 6.

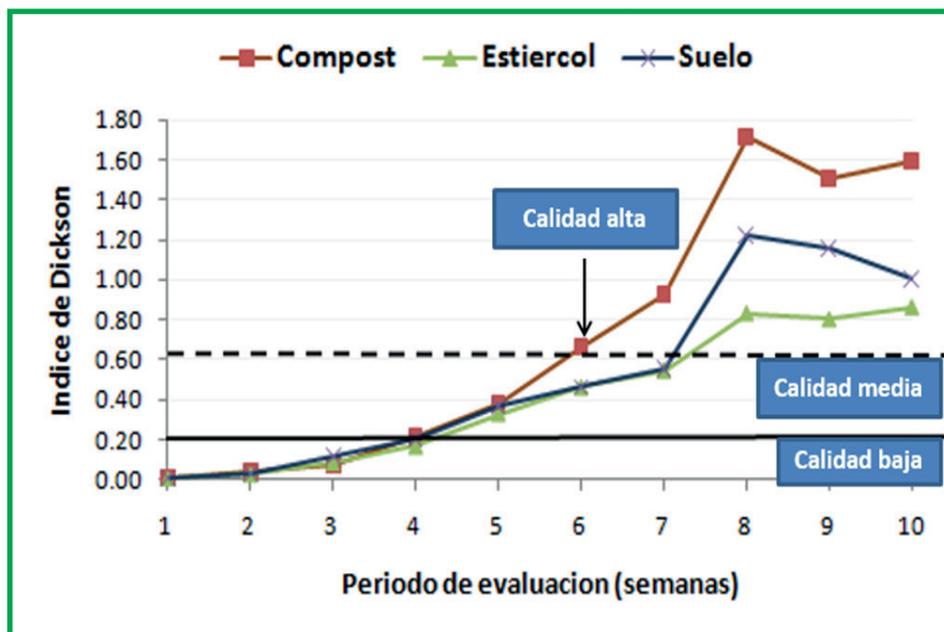


Figura 6. Relación entre la calidad de plantas de Marango (según el índice de Dickson) en diferentes sustratos y momentos de evaluación.

La figura 6, indica que según las características de crecimiento de *Moringa oleifera* el valor del índice de Dickson puede presentar los siguientes rangos: (0 a 20) que es definido como plantas de baja calidad, (0.2 a 0.6) que se define como calidad media, y mayor a 0.6 como alta calidad. El valor mayor a 0.6 indica que las plantas tendrán la suficiente vigorosidad (altura y diámetro) para resistir fuertes vientos, y que la raíz tendrá el suficiente desarrollo para resistir periodos secos o poca humedad en el suelo, y la energía necesaria para que la parte aérea, a pesar del estrés hídrico se pueda establecer.

Para el ejemplo presentado, las plantas muestran una calidad similar en las primeras 5 semanas, independientemente del tipo de sustrato; sin embargo, a partir de ese momento el comportamiento es diferente, dándose que en el sustrato compost+suelo, las plantas llegaron más rápidamente (seis semanas) al valor de calidad deseado; es decir al registrar una proporción balanceada en el crecimiento de la biomasa de la parte aérea y raíz.

Según la experiencia de PROMARANGO/UNA con *Moringa oleifera* el sustrato más efectivo para obtener plantas de calidad fue la mezcla de compost + suelo. En este sustrato las plantas presentaron mayor grosor y altura del tallo, mayor cantidad de hojas, mayor longitud y diámetro de la raíz principal, mayor cantidad de raíces secundarias (Tabla 2); y lo más importante con seis semanas de edad las plantas presentan excelente calidad para ser trasplantadas a campo, lo que reduce considerablemente la permanencia de las plántulas en vivero.

Tabla2. Características promedio de las plantas *Moringa oleifera* obtenidas en vivero con el sustrato suelo + compost a las siete semanas de edad.

Altura de planta	77.1 cm
Diámetro del tallo	8.8 mm
Número de hojas	13.4
Longitud de la raíz principal	36.6 cm
Diámetro de la raíz principal	9.54 mm
Número de raíces	94
Peso seco de la parte aérea	8.01 g
Peso seco de las raíces	4.96 g

Utilizando solo suelo como sustrato los resultados son buenos pero la calidad de plantas de *Moringa oleifera* a las siete semanas es menor en comparación con las plantas de *Moringa* desarrolladas en el sustrato compost + suelo. En el sustrato solo suelo las plantas de *Moringa* alcanzan una calidad muy buena hasta la décima semana de edad (Tabla 3), bastante similar al desarrollo que alcanzan las plantas de *Moringa* con el sustrato suelo + compost a la séptima semana de edad.

Tabla 3. Características promedio de las plantas obtenidas con el sustrato suelo a las decima semana de edad

Altura de planta	59.7 cm
Diámetro del tallo	6.20 mm
Número de hojas	12.85
Longitud de la raíz principal	37 cm
Diámetro de la raíz principal	10.21 mm
Número de raíces	87
Peso seco de la parte aérea	3.96 g
Peso seco de las raíces	5.20 g

Las plantas de Moringa desarrolladas en vivero con el sustrato suelo + estiércol bovino, presentan una menor calidad que las plantas desarrolladas en el sustrato solo suelo. Inclusive a la décima semana de edad presentan características morfológicas y fisiológicas no adecuadas para sobrevivir y crecer satisfactoriamente (Tabla 4).

Tabla 4. Características promedio de las plantas obtenidas con el sustrato suelo + estiércol bovino a la décima semana de edad.

Altura de planta	32.7 cm
Diámetro del tallo	4.95 mm
Número de hojas	7.60
Longitud de la raíz principal	31.13 cm
Diámetro de la raíz principal	9.60 mm
Número de raíces	49
Peso seco de la parte aérea	2.89 g
Peso seco de las raíces	2.34 g

El estiércol bovino retiene mucha humedad lo que probablemente permite el desarrollo de hongos, ocasionando amarillamiento en las plantas, manchas en las hojas, pérdida de hojas, susceptibilidad a enfermedades y como consecuencia plantas poco vigorosas y con bajo crecimiento y desarrollo.

Recomendamos que para el uso de estiércol bovino como sustrato debe supervisarse el tratamiento previo al que es sometido, probar con menores proporciones de este material al momento de la preparación del sustrato (posiblemente 80% suelo + 20% estiércol bovino) y disminuir la cantidad y frecuencia de riego.

En conclusión, con el sustrato suelo + compost se obtienen un mayor número de plantas de excelente calidad, listas para trasplantar a campo, a la séptima semana de edad, las cuales según las variables evaluadas son de mucho mejor calidad que las plantas del sustrato suelo que alcanzan similares características hasta la décima semana de edad. Finalmente, las plantas de Moringa en el sustrato suelo + estiércol, aun a las 10 semanas de edad no alcanzan la calidad adecuada para su establecimiento en campo.

Finalmente, podemos considerar como medidas de campo para determinar de forma práctica la calidad óptima de una planta de Moringa desarrollada en vivero, para su posterior establecimiento en campo, las siguientes: altura de plantas de 60 centímetros, diámetro de tallo 6 mm, al menos 13 hojas y un buen grado de lignificación (se determina visualmente por la coloración y rugosidad del tallo). Las plantas de Moringa en el sustrato compost la alcanzan estos aproximadamente a la sexta semana de edad, con el sustrato suelo a la octava semana de edad y con el sustrato estiércol posterior a la doceava semana de edad.

10. Bibliografía

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

Logan, K. T. y D. F. W. Pollard. 1979. Components of growth and their relationship to early testing. En: Tree Improvement Symposium. Ontario Ministry on Natural Resources and Great Lakes Forest Research Centre. COJFRC Symposium Proceedings O-P-7. Canadian Forestry Service. Department of the Environment. p.p. 181-188.

Maiti, R. K., P. S. Raju y F. R. Bidinger. 1990. Seedling vigor in pearl millet. Role of seed size. Turrialba 40 (3): 353-355.

McDaniel, R. G. 1969. Relationship of seed weight, seedling vigor and mitochondrial metabolism in barley. Crop Science 9: 823-827.

Morton J.F. 1991. The horseradish tree, *Moringa pterygosperma* (Moringaceae)-A boon to arid lands? Econ. Bot. 45: 318-333.

Niembro, R. A. 1996. Germinación y crecimiento inicial del ramón "*Brosimum alicastrum* Sw." en relación al peso fresco de sus semillas. En: Memoria de la Novena Reunión Científica, Tecnológica, Forestal y Agropecuaria. INIFAP. Villahermosa, Tabasco. México. p.p. 35-41.

Noguera-Talavera, A., Reyes-Sánchez, N., Membreño, J.J., Duarte-Aguilar, C., Mendieta-Araica, B. 2014. Calidad de plántulas de tres especies forrajeras (*Moringa oleifera* Lam., *Leucaena leucocephala* y *Cajanus cajan*) en condiciones de vivero. Revista La Calera, Vol.14, No 22, p. 21-27. Disponible en línea: <http://www.lamjol.info/index.php/CALERA/article/view/2652/2403>

Noguera-Talavera, A., Reyes-Sánchez, N., Mendieta-Araica, B. 2017. Comportamiento de dos poblaciones de *Moringa oleifera* (material acriollado y mejorado PKM1) en sus primeras etapas de crecimiento en condiciones de vivero (Manuscrito para ser sometido a la Revista La Calera)

Reyes-Sánchez N. 2004. Marango: cultivo y utilización en la alimentación animal. 1er edición. Universidad Nacional Agraria. 24 p.:Il. Serie Técnica No 5. UNA. Managua, Nicaragua. Disponible en línea: <http://repositorio.una.edu.ni/2410/1/nf01r457m.pdf>

Reyes-Sánchez, N., Noguera-Talavera, A., Membreño, J.J., Mendieta-Araica, B. 2017. Evaluación del efecto de tres sustratos en el desarrollo de plantas de *Moringa oleifera* en vivero. (Manuscrito para ser sometido a la Revista La Calera)

Rocha-Molina, L., Reyes-Sánchez, N., Mendieta-Araica, B. 2017. Efecto del tamaño de semillas de Marango (*Moringa oleifera* Lam.) sobre la germinación y crecimiento inicial de plantas en vivero. (Manuscrito para ser sometido a la Revista La Calera)

Introducción

Existe en la actualidad un interés por mejorar las opciones productivas y por tanto de alimentación tanto humana como animal en zonas secas de Nicaragua, por lo que es importante la selección y promoción de especies con múltiples propósitos y adaptadas a condiciones de una zona de vida con muchas limitantes como lo es la zona seca. Es debido a estas premisas que el gobierno de Nicaragua a través de una estrategia, promueve la producción, comercialización y consumo de Moringa o Marango como es conocida a lo interno de nuestro país, identificándose la necesidad de generar información local para cumplir los objetivos.

La producción de plantas de moringa en vivero es de importancia estratégica debido a que cada vez la zona seca apta para este cultivo presenta sequías más prolongadas y precipitaciones irregulares durante el periodo lluvioso. Asociado a esto, la degradación del suelo y los costos de mantenimiento por aplicación de insumos para fertilización y control de plagas y enfermedades justifican la necesidad de producir plantas de calidad que aseguren el establecimiento de los diferentes sistemas productivos en donde moringa sea el cultivo principal.

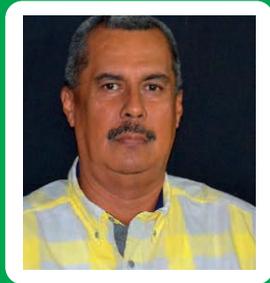
Moringa oleifera (Marango) es una especie que se desarrolla igual que cualquier especie de árboles; sin embargo, se diferencia de otras por el tipo de tallo que no es de consistencia leñosa o lignificada; por eso, aunque la planta tenga un buen grosor al momento del trasplante a campo siempre se corre el riesgo que la planta se marchite o incluso muera, si las condiciones en el vivero no fueron óptimas, o no se preparó (a través de manejo en vivero) la planta para el trasplante; es por ello que la producción en vivero es una alternativa para productores a diferentes escalas y propósitos; siempre que se desarrolle un programa de establecimiento y manejo siguiendo los elementos técnicos de alto nivel de calidad que signifiquen tomar en cuenta el conocimiento de las particularidades del proceso.

El presente documento tiene como propósito servir de guía que oriente el paso a paso a productores y técnicos para la producción de plantas de moringa en vivero. Los conocimientos referenciados están basados en la experiencia local de PROMARANGO-UNA en áreas de zona seca, por lo que considera todos los elementos necesarios para obtener plantas de calidad.

AUTOR



Bryan Mendieta Araica PhD
Coordinador Nacional PROMARANGO



Nadir Reyes Sánchez PhD
Coordinador Investigación PROMARANGO



Ing. Álvaro Noguera Talavera
Coordinador de Plantación PROMARANGO

CONTACTOS

<https://.redmarango.una.edu.ni>
bryan.mendieta@ci.una.edu.ni
nadir.reyes@ci.una.edu.ni
alvaro.noguera@ci.una.edu.ni

