

ARTÍCULO ORIGINAL

Influencia de tres sustratos orgánicos en algunos parámetros morfológicos de la planta Moringa Oleífera (Acacia blanca) obtenida en viveros de contenedores



Influence of three organic substrates in some morphological parameters of the plant Moringa (White acacia) obtained in live-ros container

***Revista Cubana de Ciencias Forestales
Año 2013, Volumen 1, número 1***

Iris de la Caridad Castillo Martínez¹, María Adela Valdés Sáenz², José Manuel Pérez Melendez², Amelia Mederos Apaulaza³

¹Doctora en Ciencias Forestales. Profesora Titular. Universidad de Pinar del Río Hermanos Saíz Monte de Oca. Correo electrónico: iris@af.upr.edu.cu

²Universidad de Pinar del Río Hermanos Saíz Monte de Oca. Facultad de Forestal y Agronomía.

³Empresa de Acopio y Beneficio del Tabaco, Cuba.

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar la influencia de tres sustratos orgánicos, gallinaza, humus de lombriz y desechos orgánicos a diferentes combinaciones, en algunos parámetros morfológicos de las plantas de *Moringa oleífera* (acacia blanca) en viveros de contenedores, se desarrolló esta investigación en la Empresa Forestal Integral (EFI) Macurije, en el vivero Cuyaguaje km 72 carretera Luis Lazo. Se utilizaron semillas de *Moringa oleífera* obtenidas a través de la Dirección de la Granja Urbana Municipal bajo el programa provincial de siembra de esta especie para la obtención de semillas. En la etapa de vivero se efectuaron mediciones de altura y diámetro en cada una de las plantas, además se determinó el peso húmedo y seco en la parte aérea y radical, así como índices morfológicos. Los sustratos empleados no presentaron buenas propiedades químicas; pero sí buenas propiedades físicas. El de mejor comportamiento es sustrato M₂ compuesto por desecho orgánico 50% +humus de lombriz 50%, que mostró los mejores parámetros e índices morfológicos en las diferentes plantas.

Palabras clave: sustratos, *Moringa oleífera* (acacia blanca), viveros de contenedores y materiales orgánicos.

ABSTRACT

This investigation was developed in the Integral Forest Company (EFI) Macurije, in the nursery Cuyaguaje km 72 highway Luis Lazo with the objective of evaluating the influence of three organic substrates, hen grounds, worm humus and organic waste to different combinations, in some morphologic parameters of the plants *Moringa oleífera* (acacia blanca) obtained from the management of the municipal urban farm under the provincial program of sow of this species in order to get seeds.

During the nursery stage, there were done some measure of height and diameter in each one of the plants, the humid weight was also determined and the dried weight in the aerial and radical parts, as well as morphologic index. The used substratum didn't have good chemical properties but it has good physical properties. The best behaviour is the compound M₂ for waste organic 50% + humus of worm 50% that showed the best parameters and morphologic index in different plants.

Key Words: substrate, *Moringa oleifera* (Acacia Blanca), nursery of containers and organic materials.

INTRODUCCIÓN

Los viveros forestales son el punto de partida de un cambio necesario para revertir la degradación de los recursos naturales y mejorar la calidad de vida de la población. El vivero forestal es un lugar en el que se cultivan árboles hasta que estén listos para ser plantados. La producción de plantas en viveros de contenedores aminora la crisis postransplante, ya que el sistema radical inicial se conserva íntegramente y no hay interrupción en la alimentación de la planta, además utiliza mezclas de materiales orgánicos como sustratos mejorándose las propiedades de los mismos y por tanto la calidad de la planta.

Moringa oleifera Lam es la especie seleccionada para este estudio, es una planta perenne, de la familia *Moringaceae*, más conocida por moringa, aunque también se conoce como acacia-blanca. Es la especie de su género más cultivado debido a su valor alimenticio, fertilizador de suelos, fijadora de nitrógeno, forrajera y muy utilizada en la integración silvopastoril, decorativa (por sus flores); combustible (madera y aceite) y en el tratamiento de agua para el consumo humano. El productor encuentra en esta especie forestal un claro ejemplo de integración productiva por los variados beneficios y productos que aporta a la diversificación de la empresa agropecuaria además de poder ser utilizada en la reforestación de grandes áreas.

¿Se podrán obtener plantas en vivero con una mayor calidad a partir de diferentes combinaciones de sustratos a partir de desechos orgánicos, gallinaza y humus de lombriz con un endurecimiento por riego, que sean capaces de adaptarse a las diversas condiciones de campo?

Este trabajo se propuso evaluar la influencia de tres sustratos orgánicos en algunos parámetros morfológicos de plantas *Moringa oleifera* (acacia blanca) obtenidos en viveros de contenedores.

MATERIAL Y MÉTODO

La investigación fue realizada en el municipio de Guane, provincia de Pinar del Río, en la Empresa Forestal Integral (EFI) Macurije, en el vivero Cuyaguaje en el km72 carretera Luis Lazo.

Se utilizaron semillas de *Moringa oleifera* obtenidas a través de la Dirección de la Granja Urbana Municipal bajo el programa provincial de siembra de esta especie para la obtención de semillas. La puesta de semilla fue el 6 de abril del 2012, se colocaron dos semillas por envases y se utilizó como material de cubierta aserrín. Se aplicó el riego de forma manual con regadera a capacidad de campo aplicando dos riegos diarios en toda la etapa de germinación y posteriormente uno, el agua

para el riego cumplía con los parámetros de calidad establecidos para su utilización. No se fertilizó durante la etapa de vivero. Los tubetes plásticos utilizados son de color negro con forma de pirámide de base circular (3,5 x 3,5 cm), altura de 10,5 cm con una relación altura - radio igual a 3, y un volumen total de 90 cm³. Los materiales utilizados en la composición de los sustratos presentan diferentes procedencias: la gallinaza proviene de la Granja Avícola de Molina en el municipio Guane, el humus del Centro Municipal de Lombricultura de la Dirección Municipal de la Granja Urbana, el aserrín era proveniente del Aserradero Combate La Tenería, con cierto grado de descomposición y el desecho orgánico (turba) del distribuido por Suministro Agropecuario a los productores de tabaco.

Las temperaturas máximas y mínimas, humedad media y las precipitaciones ocurridas durante el periodo de este estudio (mes de abril) fueron facilitadas por la estación meteorológica de Isabel Rubio, municipio Guane.

Las materias orgánicas empleadas en la elaboración de las mezclas estaban semi descompuestas con aproximadamente 2 años en proceso de descomposición antes de su utilización en el vivero. Los materiales que han estado sometidos durante largo tiempo a los procesos naturales de degradación biológica tienen estabilidad elevada y no existe riesgo de descomposición. Estos se mezclaron según el porcentaje seleccionado, (Moreno, 2002).

M1: desechos de materia orgánica (100%)

M2: humus de lombriz+ desechos de orgánicos (50%+50%)

M3: gallinaza +desechos orgánicos (50%+50%)

En el ensayo se analizaron los parámetros morfológicos: altura, diámetro, en el cuello de la raíz, número de hoja. La altura se comenzó a medir a partir de los 25 días de germinación, para lo cual se tomaron 10 plantas por tratamiento para el ensayo, de forma aleatoria cada 15 días.

Este parámetro se midió desde el cuello de raíz hasta el extremo de la yema apical, utilizándose una regla graduada de 30 cm.

En la etapa de vivero se efectuaron mediciones de altura y diámetro en cada una de las plantas, peso húmedo y seco de las plantas, peso seco de la parte radical, peso seco de la raíz. Así como parámetro e índice morfológicos.

Los índices morfológicos fueron:

-Índices de Dickson (I.D.). Este índice combina parámetros morfológicos de longitud y masa, y es posible calcularlo por la siguiente fórmula:

$$QI = \frac{Pst}{\frac{h}{d} + \frac{Psa}{Psr}}$$

Pst- masa seca total (g).

h- altura (cm)

Psa- masa seca aérea (g)

d- diámetro (mm).

Psr- masa seca de la raíz (g).

-Índice de esbeltez (H: D) que se determina a través de la relación altura/ diámetro del cuello de raíz.

H = altura (cm), d = diámetro (mm).

Relación parte aérea / parte radical (PA/PR). Es la producción de materia seca concentrada en las raíces respecto al total de la planta y es determinada de la forma siguiente:

PA/PR = (masa seca del tallo + masa seca de la hoja) masa seca de la raíz.

El diseño experimental utilizado fue completamente al azar con tres tratamientos y tres réplicas con 250 tubetes.

RESULTADOS

Se muestran los valores medios obtenidos de las variables meteorológicas durante el período de investigación. (Tabla 1).

Tabla 1. Comportamiento de algunas variables meteorológicas durante la investigación.

Parámetros meteorológicos medios en el mes de abril	
Temperatura mínima	19.4 °C
Temperatura seca	24.8 °C
Precipitación	35.1 mm
Humedad relativa	70%

Fuente: Elaboración propia.

Analizando la caracterización física de estos sustratos, se le confiere una mayor importancia a un grupo de parámetros tales como: la densidad real, densidad aparente, la porosidad y al tamaño de las partículas.

El mayor porcentaje de porosidad lo presenta el sustrato M3 no teniendo mucha diferencia con el resto. (Tabla 2)

Tabla 2. Propiedades físicas de los diferentes sustratos utilizados en el vivero.

Sustratos	dg/cm ³		Porosidad %
	da	dr	
M1	0,1192	1,565	92,38
M2	0,1202	1,555	92,38
M3	0,1233	1,631	92,44

Fuente: Elaboración propia.

Analizando el tamaño de las partículas, figura 1, en todos los sustratos, la fracción predominante dentro de la mezcla es la que tiene el mayor diámetro (0,05-0,2mm), presentando igual distribución.

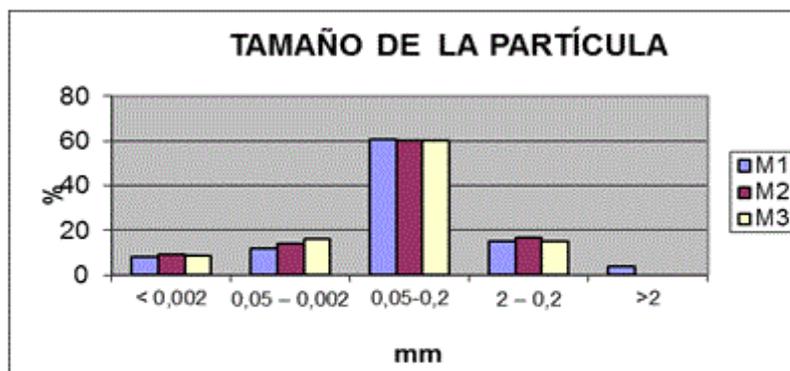


Fig. 1. Análisis granulométricos de los diferentes sustratos utilizados en el vivero.
Fuente: Elaboración propia.

Se presentan los resultados de la composición química de los diferentes componentes orgánicos. (Tabla 3)

Tabla 3. Características de los abonos orgánicos utilizados para el llenado de tubetes (datos en base de materia fresca)

Compuestos	pH H ₂ O	ms/cm		mg/kg		%			
		Ce	CL	Hy	MO	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺
D	7.40	1.69	859.1	10.49	32.35	0.069	5.83	1.21	0.10
G	10.0	5.97	545.81	6.84	16.01	1.34	18.94	2.14	0.46
H	5.62	1.90	536.76	8.10	40.06	0.079	0.75	0.70	0.034

Fuente: Elaboración propia.

Los valores de los incrementos medios en altura de las plantas se observan en la figura 2. El menor incremento en altura se obtiene en el sustrato M1, lo que puede deberse a que el mismo no posee las propiedades químicas necesarias para el mejor desarrollo de las plantas por presentar una elevada acidez, afectando la asimilación de muchos nutrientes, en especial el fósforo.

Las plantas alcanzaron los mayores incrementos en altura con el sustrato M2, lo que está dado por las excelentes propiedades físicas y químicas que se lograron alcanzar con ellos ya que es una combinación de humus de lombriz y desecho orgánico. (Tabla 4)

Tabla 4. Altura media y diámetro del cuello de la raíz a los 20 días.

Sustratos	Altura (cm)	Diámetro (mm)
M1	11,2a	3,62a
M2	14,0a	4,00a
M3	12,8a	3,96a
Sig	0.060	0.102

Letras iguales no difieren significativamente para $\leq 0,05$

Fuente: Elaboración propia.

Se observa el índice de esbeltez, relación parte aérea, parte radical, relación altura diámetro y el índice de Dickson (QI). (Tabla 5)

Tabla 5. Índices morfológicos, esbeltez, relación PA/PR y QI.

Sustrato	Esbeltez	PA/PR	QI	H/D
M1	3,17a	3,04ab	0,067a	3,17a
M2	3,54a	1,76a	0,095a	3,54a
M3	3,21a	1,68a	0,089a	3,21a
Sig	0,427	0,236	0,232	0,427

Letras iguales no difieren significativamente para $p \leq 0,05$

Fuente: Elaboración propia.

Se observan algunos parámetros morfológicos relacionados con el sistema radical de la planta. Como se puede apreciar la mayor longitud de la raíz se obtienen con los sustratos M2 (11cm). El menor valor de longitud de la raíz se obtiene en el sustrato M3 (9,80 cm). (Tabla 6)

Tabla 6. Parámetros morfológicos de la raíz.

Sustrato	Masa seca (g)	Largo (cm)	Volumen (cm ³)
M1	0,13a	10,40a	0,16b
M2	0,20a	11,00a	0,30a
M3	0,16a	9,80a	0,22ab
Sig	0,310	0,166	0,164

Letras iguales no difieren significativamente para $p \leq 0,05$

Fuente: Elaboración propia.

DISCUSIÓN

Según los resultados observados en la tabla 2 fueron muy escasas las precipitaciones ocurridas y los demás parámetros se encuentran en el rango óptimo de desarrollo para la especie. El promedio de temperaturas óptimas para la especie en verano se encuentra entre 20 y 27°C con una máxima de 30 y 38°C. El promedio de temperaturas de invierno varía entre 2 y 8 °C, con una mínima extrema de 10 a 25°C, según Rangel, (2010).

Analizando la caracterización física de estos sustratos (tabla 3), Ansorena (1994), plantea que los valores de la densidad aparente deben encontrarse por debajo de 0,40, y la densidad real entre 1,45 y 2,65. Montoya y Cámara (1996), dan valores a la porosidad de 6080%. El menor valor de densidad aparente se obtiene en el sustrato M1 y los mayores valores se obtienen en el sustrato M3. Los valores de densidad aparente permiten conocer la cantidad de sustrato contenido en un volumen determinado así como estimar el grado de descomposición de la materia orgánica en los mismos. En cuanto a la densidad real en todos los casos se encuentran en el rango óptimo definido por el citado autor.

En relación con el porcentaje de poros, todos los sustratos se hallan por encima del rango entre el 60 al 80% planteado por Montoya y Cámara (1996). La porosidad es de vital importancia dentro de las características del sustrato, pues de ella depende la retención del agua (microporos) y la aireación (macroporos), lo cual tiene una influencia directa en el desarrollo del sistema radical y de la planta en su conjunto.

En relación al tamaño de la partícula (Figura 1), Ansorena (1994) plantea que el tamaño de las partículas dentro del sustrato es de vital importancia ya que la presencia de partículas muy pequeñas hace que disminuya la porosidad total y aumente la cantidad de agua retenida ya que crece el número de microporos o huecos pequeños, que son los que retienen el agua, también se reducirá la porosidad ocupada por aire al disminuir el volumen de los huecos entre partículas o macroporos que son los de mayor tamaño.

En la tabla 3 aparecen las características de los abonos orgánicos utilizados para el llenado de tubetes (datos en base fresca), cuyos valores de pH en KCl van desde 5,62 (ligeramente ácido) en el humus de lombriz, hasta 10 en la gallinaza, el desecho orgánico presenta un pH de 7,40, según clasificación de Cairo y Fundora (2007). La disponibilidad máxima de nutrientes ocurre a un pH de 5,0 a 5,5 encontrándose solamente el humus de lombriz cercano al óptimo. Las especies forestales toleran un intervalo relativamente amplio de valores de pH, pero las coníferas crecen mejor en un pH alrededor de 5,5 y las latifolias prefieren valores relativamente mayores, alrededor de 6,55 (Landiset. - *al.*, 2000). El porcentaje de materia orgánica en los materiales utilizados está en el rango de 16 a 40%, los valores más altos lo alcanzan el humus de lombriz con 40,06%. La materia orgánica mejora la estructura, los espacios porosos y disminuye la densidad, lo que trae consigo una mejor permeabilidad del sustrato. En el caso de la conductividad eléctrica se encuentra evaluado como no salino el humus de lombriz y el desecho orgánico, en el caso de la gallinaza resultó moderadamente salino. Referente a los cloruros solo en el humus de lombriz sus concentraciones son adecuadas para el desarrollo de las especies forestales.

En la tabla 4 se observa la altura alcanzada por la planta a los 20 días después de la siembra. La altura es un indicador del grado de desarrollo de la parte aérea, que determina los procesos fotosintéticos y de transpiración de la planta, Thompson, (1985) y Pineda-Ojeda *et al.*, (2004), plantean que plantas grandes mejoran la constitución morfológica y mayor supervivencia y crecimiento en campo, pero que implica mayor tiempo y espacio dentro del vivero donde se busca producir la mayor cantidad de plantas en el menor tiempo y más bajo costo posible; ello va en detrimento de la calidad de las plantas producidas, quien además añade que la altura no es un buen predictor de la supervivencia. Con respecto al diámetro en el cuello de la raíz, los mayores valores se obtuvieron en el sustrato M3 (4,01 mm) y el menor (3,3mm) coincide con el sustrato compuesto por desecho orgánico coincidiendo con la menor altura. La norma general es la utilización de plantas con altura comprendida entre 15 y 25 cm y un calibre (diámetro en cuello de la raíz) mínimo de 2 mm.

En la tabla 5 se observa el índice de esbeltez, relación parte aérea- parte radical, relación altura- diámetro y el índice de Dickson (QI). La esbeltez, permite estimar la resistencia física de las plantas durante las operaciones de plantación y su resistencia al efecto mecánico del viento según indican Aranda *et. - al.* , (2005). (Guifan, 1997) citado por Gonzales, (2006) agrega que una planta de buena calidad debe tener un valor de diámetro de cuello relativamente alto y un índice de esbeltez bajo. En este estudio el diámetro y el Índice de esbeltez presentan casi el mismo valor. Fernández y Royo (1998), citado por González, 2006), consideran que el valor de esbeltez no debe ser mayor a 6 y Mitchelet *al.* (1990), citado por Himmelbauer, Loiskandl y Kastanek (2004), señalan que la esbeltez debe ser menor o igual a 8 para que la planta esté equilibrada. Según ese criterio, todas las plantas de *Moringa oleífera* presentaron una esbeltez inferior a 6. La relación parte aérea/parte radical (PA/PR) proporciona una información importante en relación con las posibilidades de la planta de desarrollarse en sitios secos. El índice de calidad de Dickson (QI) integra los aspectos de masa total de la planta, esbeltez (diámetro del cuello de la raíz y altura de la planta) y el peso seco de la raíz, con el objetivo de explicar la potencialidad de las plantas tanto para sobrevivir, como de crecer, Oliet, (2000), cita que el Índice de Dickson expresa equilibrio entre masa y robustez.

En la tabla 6 se observan algunos parámetros morfológicos relacionados con el sistema radical de la planta El largo de la raíz está estrechamente asociado con el tamaño del contenedor por lo que es posible variar el tamaño de la raíz variando el tamaño del contenedor según Castillo *et.-al.*, (2006). El consumo de nutrientes por parte de las plantas depende de la habilidad de las raíces para absorberlos, de la capacidad del sustrato para suministrarlo y de la accesibilidad de los mismos, lo que está determinado por el tamaño y la configuración del sistema radical (Ramírez y Rodríguez, 2004). Las propiedades de estos atributos, dada su estrecha relación con la capacidad absorbente de la planta, son más adecuados para pronosticar la supervivencia en plantación que los atributos de la parte aérea, de modo que la obtención en vivero de sistemas radicales más y mejores desarrollados puede constituir una garantía de actividad de la planta, especialmente en zonas de plantación con condiciones adversas (Oliet, 2000).

CONCLUSIONES

Los sustratos empleados poseen buenas propiedades físicas, con un porcentaje de porosidad superior al 92 y un tamaño de partícula comprendida entre 0.05-0.2 mm presentando una buena retención de agua y un buen drenaje interno.

Las plantas alcanzaron los mayores incrementos en altura y diámetro en el sustrato M2 empleados compuesto por humus de lombriz + desecho orgánico, aunque no existen diferencias significativas entre los tres sustratos. En cuanto a los índices morfológicos evaluados como son índice de esbeltez, relación parte aérea, parte radical, relación altura diámetro y el índice de Dickson, no existen diferencias significativas entre los tres sustratos empleados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ansorena, M. J. 1994. Sustratos, propiedades y caracterización. Ediciones Mundi-prensa. España, 172 p.
- Aranda, L.; Castro, M.; Pardos, L.; Gil y J.A. Pardos. 2005. Effects of the interaction between drought and shade on water relations, gas exchange and morphological traits in cork oak (*Quercus suber* L.)

- Cairo, P. y Fundora, O. 2007. Edafología. Editorial Pueblo y Educación, Ciudad de la Habana. 476 p
- Castillo, M. I. 2006. Efecto del sustrato en el cultivo de la especie *Eucalyptus grandis* en vivero utilizando tubetes plásticos en el EFI Guanahacabibes. Pinar del Río. Tesis (en opción al Título académico de Master en Ciencias Forestales). Universidad de Pinar del Río 84 p.
- González, E. 2006. Memoria científica semestral del proyecto Metodología para el cultivo en vivero de diferentes especies forestales 1er semestre. 18 p.
- Himmelbauer, M. L, Loiskandl, W. y F. Kastanek, F. 2004. Estimating length, averaged diameter and surface area of roots using two different image analysis systems. *Plant and Soil* 260: 111-120.
- Landis, T.; Tinus, S.; Barnett, J.; Nesley, R.; Rodríguez, T.; Sánchez, V.; Aldana, B. 2000. Manual de vivero para la producción de especies forestales en contenedores. Vol. 2. Contenedores y medios de crecimiento. Handbook 674. 126 p.
- Montoya, J. M. y Cámara, M. A. (1996) La planta y el vivero forestal. Ediciones Mundi-Prensa. España. 126 p.
- Moreno, J. M. 2002. La materia orgánica y la capacidad de retención de humedad en sustratos. *Revista Agricultura Orgánica*, 8:23-25.
- Oliet, J. A. 2000. La calidad de la planta forestal en vivero. Ed. ETSIAM. Córdoba. España. 93 p.
- Pineda, O., V.; Cetina A., M.; VERA C.; Cuauhtémoc J., T.; Cervantes M.Z. 2004. The transplanting container-container (1+1) and container-bareroot (p+1) in *Pinus greggii* Engelm. Seedling production. *Agrociencia*. 38:(6), 8-17.
- Ramírez, A. y Rodríguez T., D. A. 2004. Efecto de calidad de planta, exposición y micro-sitio en una plantación de *Quercus rugosa*. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*. 10: (1), 13-23.
- Rangel M. *Moringa oleifera*, un purificador natural de agua y complemento alimentario para el nordeste de Brasil. [En línea] mayo 2010. Disponible en: <http://buenastareas.com/ensayo/info-moringa-oleifera/251935.htm> [Consultado junio, 2013.]
- Thompson, B. E. 1985. Seedling morphological evaluation. What can you tell by looking? In: *Evaluating seedling quality: principles, procedures and predictive abilities of major test*. M.L. Duryea eds. Forest Research Laboratory. Oregon State University. 59-69 p.

Recibido: 13 de junio de 2013.

Aprobado: 27 de junio de 2013.

Iris de la Caridad Castillo Martínez. Doctora en Ciencias Forestales. Profesora Titular. Calle 229 final Nro. 23308, Reparto Fontanar, municipio Boyeros. Universidad de Pinar del Río Hermanos Saíz Monte de Oca. Correo electrónico: iris@af.upr.edu.cu
