

## EFFECTO DE TRES SUSTRATOS SOBRE EL CRECIMIENTO DE PLÁNTULAS DE CAOBA (*Swietenia macrophylla king*) EN VIVERO\*

Effect of three substrates on seedling growth mahogany (*Swietenia macrophylla king*) nursery

Carmen Giménez<sup>1</sup> y Thaida Berrío<sup>1</sup>

### RESUMEN

El trabajo se efectuó en la ciudad de Guanare, estado Portuguesa, en el sector La Comunidad Vieja, y tuvo como objetivo evaluar el efecto de tres sustratos sobre el crecimiento de plántulas de caoba (*Swietenia macrophylla King*) en vivero; el experimento fue instalado como un diseño completamente aleatorizado, se evaluaron tres tipos de sustratos: S<sub>1</sub> tierra negra (100 %). S<sub>2</sub>: tierra negra (50 %) y arena (50 %). S<sub>3</sub>: tierra negra (50 %), arena (30 %) y compost de bovino (20 %). Para cada uno se usaron 20 plantas (repeticiones) para un total de 60 plantas. A los sustratos se les determinaron las siguientes variables físicas: porosidad, contenido de humedad con base al peso, capacidad de retención de agua y variables químicas: pH y conductividad eléctrica. A las trece semanas de edad de las plántulas se evaluaron las siguientes variables morfométricas: altura, longitud de raíz, ancho, largo y número de hojas. Los resultados evidenciaron que los sustratos S<sub>1</sub> y S<sub>2</sub> favorecieron el desarrollo morfológico de las plántulas, ya que alcanzaron altura promedio de 21,5 cm, longitud de raíces de 21,95 cm y el número de hojas formadas por plántulas osciló entre 18 y 20.

**Palabras clave:** morfología, caoba, porosidad, semilla, Portuguesa

### ABSTRACT

The work was carried out in the city of Guanare, Portuguesa state, in the sector of the Comunidad vieja, and its objective was to evaluate the effect of three substrates on the growth of mahogany seedlings (*Swietenia macrophylla King*) in nursery; the experiment was installed as a completely randomized design, three types of substrates were evaluated: S<sub>1</sub> black earth (100 %). S<sub>2</sub>: black earth (50 %) and sand (50 %). S<sub>3</sub>: black earth (50 %), sand (30 %) and bovine compost (20 %). For each one, 20 plants (repetitions) were used for a total of 60 plants. The following physical variables were determined for the substrates: porosity, moisture content based on weight, water retention capacity and chemical variables: pH and electrical conductivity. At thirteen weeks of age of the seedlings the following morphometric variables were evaluated: height, root length, width, length and number of leaves. The results showed that substrates S<sub>1</sub> and S<sub>2</sub> favored the morphological development of the seedlings, as they reached an average height of 21.5 cm, root length of 21.95 cm and the number of leaves formed by seedlings ranged between 18 and 20.

**Key words:** morphology, mahogany, porosity, seed, Portuguesa

(\*)Recibido: 10-12-2017

Aceptado: 15-11-2018

<sup>1</sup>Programa Ciencias del Agro y del Mar, Universidad Ezequiel Zamora, UNELLEZ, Guanare 3350, Po., Venezuela. Email: [carmengimenez12@gmail.com](mailto:carmengimenez12@gmail.com); [thberrio@hotmail.com](mailto:thberrio@hotmail.com)

## INTRODUCCIÓN

La caoba (*Swietenia macrophylla* king) es un árbol que se reproduce fácilmente; un fruto puede contener entre 50 y 60 semillas. La sobreexplotación debido a la alta cotización de su madera, aunado a la destrucción de sus hábitats naturales para el establecimiento de viviendas y actividades agropecuarias, ha causado una disminución severa de sus poblaciones naturales (Harrington *et al.* 1994).

Esta especie está considerada en peligro crítico (Llamozas *et al.* 2003), se encuentra en veda según Resolución Ministerial (2006), a su vez, todas las poblaciones neotropicales de caoba están incluidas en el Apéndice II de CITES (2002), el cual rige la reglamentación para su comercio internacional.

En el vivero, la producción de plántulas de alta calidad requiere de buen material genético y de tecnología adecuada en el proceso de producción. En tal sentido, el sustrato en el que la caoba desarrollará sus primeros estadios de vida es fundamental para su buen desarrollo morfológico (Hartmann *et al.* 2010). El sustrato es el medio en el cual las raíces crecerán por un corto periodo de tiempo, siendo muy importante, porque de este depende la calidad inicial de las plántulas (Montoya y Cámara 2010).

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar en vivero el efecto de tres sustratos en el crecimiento de plántulas de caoba.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Selección de semillas

Los frutos fueron recolectados en el campus de la UNELLEZ-Guanare, ubicada en sector Mesa de Cavacas, municipio Guanare y provenían de plantas madres con buen estado fitosanitario, fuste recto, sin presencia de plagas y enfermedades. Una vez colectados se colocaron a la sombra hasta que presentaron su dehiscencia.

### Preparación de sustratos.

Se prepararon tres sustratos a partir de mezclas de los principales componentes de uso común y de fácil obtención en la zona. **Sustrato 1 (S<sub>1</sub>):** tierra negra (100 %), **Sustrato 2 (S<sub>2</sub>):** tierra negra (50 %) y arena (50 %), **Sustrato 3 (S<sub>3</sub>):** tierra negra (50 %), arena (30 %) y compost de bovino (20 %). De cada sustrato se recolectó una muestra de 1kg, luego se colocó en bolsas separadas e identificadas, posteriormente fueron procesadas y analizadas en el laboratorio de suelos de la UNELLEZ-Guanare.

### Ubicación del ensayo

Esta investigación se llevó a cabo en el sector La Comunidad Vieja, Guanare, estado Portuguesa Venezuela ubicado en las siguientes Coordenadas UTM: Este 0419428, Norte 1001933.

### Diseño Experimental

Se usó un diseño completamente al azar y se evaluaron tres sustratos (tratamientos), cada uno con 20 plantas (repeticiones) para un total de 60 plantas.

### Variables evaluadas a los sustratos

#### Físicas

Porosidad, contenido de humedad con base al peso y capacidad de retención de agua. Para el cálculo se empleó la metodología descrita por Bravo *et al.* (1996).

**Para los cálculos de las variables se emplearon las siguientes fórmulas:**

$$P_{\text{Total}} (\%) = \frac{\frac{M_{\text{sh}} - M_{\text{ss}}}{V_{\text{a}} + V_{\text{p}}}}{V_{\text{c}}}$$

$$V_{\text{a}} = V_{\text{c}} - V_{\text{w}} - V_{\text{s}}$$

$$V_s = \frac{M_{ss}}{D_r}$$

$$V_w = M_{sh} - M_{ss}$$

$$\Theta_m = \frac{M_{sh} - M_{ss}}{M_{ss}} \times 100 \%$$

$$CRA = \frac{M_{sh} - M_{ss}}{V_c} \times 100 \%$$

**Donde:**

$D_r$  = Densidad real (2,65g/cm<sup>3</sup>).

$M_{ss}$  = Masa del sustrato seco.

$M_{sh}$  = Masa del sustrato húmedo.

$V_c$  = Volumen del cilindro (293cm<sup>3</sup>).

$P_{Total}$  = Porosidad total.

$V_a$  = Volumen del aire.

$P_a$  = Peso específico del agua (1g x cm<sup>3</sup>).

$V_w$  = Volumen del agua.

$V_s$  = Volumen del suelo.

$\Theta_m$  = Contenido de humedad con base al peso (%).

$CRA$  = Capacidad de retención de agua (%).

**Químicas: pH (potenciométrico),** se pesaron 20 g de cada sustrato, se molió, tamizó y fueron colocadas cada una en beakers de 50 ml, se añadió 40 ml de agua destilada; se agitó con una varilla de vidrio hasta homogenizar; se dejó reposar por 30 min, finalmente se realizaron las lecturas con el pHmetro.

**Conductividad eléctrica (conductimétrico):** se preparó una solución de cloruro de potasio 1N, para un litro de solución se disolvió 0,7456 g de KCL previamente secado a 105 °C, en 500 ml de agua destilada se agitó y se enrasó.

Del extracto obtenido en el análisis de pH sedimentado de las muestras de  $S_1$ ,  $S_2$  y  $S_3$ , transcurrido 6 h, se colocó el extracto en un cilindro graduado de 50 ml o en un tubo de centrifugar de 100 ml y se procedió a la lectura de conductividad eléctrica de los tres extractos.

**Variables morfométricas**

**Altura de plántula.** Se midió desde el nivel del cuello hasta la yema apical, tal como lo realizó Morales (2013), con frecuencia semanal, durante 13 semanas.

**Longitud de la raíz principal.** Se procedió a cortar la bolsa de polietileno, luego se lavaron las raíces hasta quedar expuestas, posteriormente se separaron de la base del tallo mediante cortes con navaja y se midió la longitud de la raíz principal de 10 plántulas tomadas al azar de cada sustrato. Esta variable se midió en la semana 13.

**Ancho de hoja.** Con una regla graduada se midió en la parte más ancha de las hojas adultas de 10 plántulas seleccionadas al azar de cada sustrato, esta variable se midió en la semana 13.

**Largo de hoja.** Con una regla graduada se midió el largo de las hojas adultas desde la base hasta el ápice, de cada una de las 10 plántulas seleccionadas al azar de cada sustrato, esta variable se midió en la semana 13.

**Número de hojas.** Consistió en contar el número de hojas completamente desarrolladas de 10 plántulas seleccionadas al azar. Observación realizada en la semana 13.

Con relación a las labores agronómicas, el riego se realizó de manera uniforme dos veces al día y el control de malezas fue manual.

**Análisis de datos**

Los datos fueron analizados mediante el programa estadístico Statistix versión 8.0 y los promedios se discriminaron mediante la pruebas de comparación de medias de Tukey (5 %).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Caracterización de los sustratos

#### Variables físicas

**Porosidad Total (PT):** todos los sustratos presentaron una PT superior al 50 %, siendo el S<sub>2</sub> menos poroso con 72 % y el más poroso S<sub>3</sub> con 76 % (Tabla 1), todos mostraron valores muy cercanos al valor óptimo señalado por García (2007), quien indicó como adecuado un rango entre 60 y 80 %. Es necesario conocer las mezclas y tipo de material de los sustratos, así habrá información sobre la cantidad de espacio poroso total disponible para una buena exploración y formación de raíces, así como también la cantidad de agua disponible para las plántulas Baudoin *et al.* (2002).

**Contenido de humedad con base al peso (CHP):** en el Tabla 1 se observa que los sustratos S<sub>1</sub> y S<sub>3</sub> presentaron mayor CHP (31 y 37%, respectivamente), mientras que S<sub>2</sub> presentó 20%; cantidad inferior a los rangos considerados como óptimos, según Baudoin *et al.* (2002). El valor de S<sub>2</sub> puede deberse a que estén asociados a pérdidas de agua por gravedad, por poros muy grandes que imposibilitan la extracción de agua por la planta ya que percola muy rápido (Abad 1993; Ansorena 1994).

**Tabla 1. Variables físicas y químicas de los sustratos.**

Sustratos	PT (%)	CHP (%)	CRA (%)	pH	C.E (Ds/m)
S <sub>1</sub>	75	31	21	6,2	1,46
S <sub>2</sub>	72	20	16	6,2	0,99
S <sub>3</sub>	76	37	22	6,3	1,16

PT= Porosidad total. CHP= Contenido de humedad con base al peso. CRA=Capacidad de retención de agua. CE= Conductividad eléctrica. (S<sub>1</sub>): tierra negra (100 %); (S<sub>2</sub>): tierra negra (50 %), arena (50 %), (S<sub>3</sub>): tierra negra (50 %), arena (30 %), compost de bovino

#### Caracterización de plántulas

**Altura:** se detectaron diferencias ( $p < 0,01$ ) en el tiempo por el natural crecimiento de las plántulas. Las del S<sub>2</sub> tuvieron las menores alturas al comienzo de las evaluaciones pero a partir de la sexta semana, comenzaron a superar las de los otros sustratos y esta diferencia aumentó progresivamente con el tiempo.

**Capacidad de retención de agua:** la capacidad de retención de agua para los tres sustratos fue de 21; 16 y 22 % para S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub> y S<sub>3</sub> respectivamente (Tabla 1), hace deducir que tanto la tierra negra como el compost favorecen a las plántulas al disponer del agua necesaria para su crecimiento. En los sustratos interesa conocer la capacidad de retención de agua fácilmente disponible y no la capacidad de retención total de agua ya que su disponibilidad se manipula con la frecuencia y el volumen de riego, especialmente en contenedores de celda pequeña que están más expuestos a la desecación (Abad y Noguera 2000).

#### Variables químicas

**pH:** los sustratos S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub> y S<sub>3</sub> presentaron pH de 6,2; 6,2 y 6,3 respectivamente (Tabla 1), siendo estos valores ligeramente ácidos (Solórzano 2010). Un valor óptimo se ubicaría entre 5,5 y 6,8; aunque la mayoría de los nutrientes presentan su máximo nivel de asimilación entre 5,0 a 6,5 (Abad y Noguera 2000). Jiménez y Caballero (1990) indicaron que para la mayoría de las plantas, el pH óptimo se sitúa entre 5,5 y 6,5.

**Conductividad eléctrica:** los sustratos S<sub>1</sub> y S<sub>3</sub> presentaron 1,46 y 1,16 Ds/m, respectivamente (Tabla 1) considerados ambos como valores medios según Solórzano (2010).

Alcanzaron una altura promedio de 21,5 cm mientras que las de S<sub>1</sub> y S<sub>3</sub> alcanzaron 20 y 19,2 cm, respectivamente (Figura 1), esto nos hace llegar a la conclusión de Mateo *et al.* (2011), señalan que la caoba presenta problemas de crecimiento en sustratos de alto contenido de tierra negra; por otra parte es importante su consideración a largo plazo para observar las variaciones de alturas en función al sustrato (Figura 1).

De acuerdo con Gary y Thomas (2014) en los contenedores del mismo tamaño, la altura y el diámetro de tallo de la plántula han probado ser los

rasgos morfológicos más importantes que afectan la calidad, y por lo tanto, las dos variables más utilizadas para evaluaciones de clasificación.

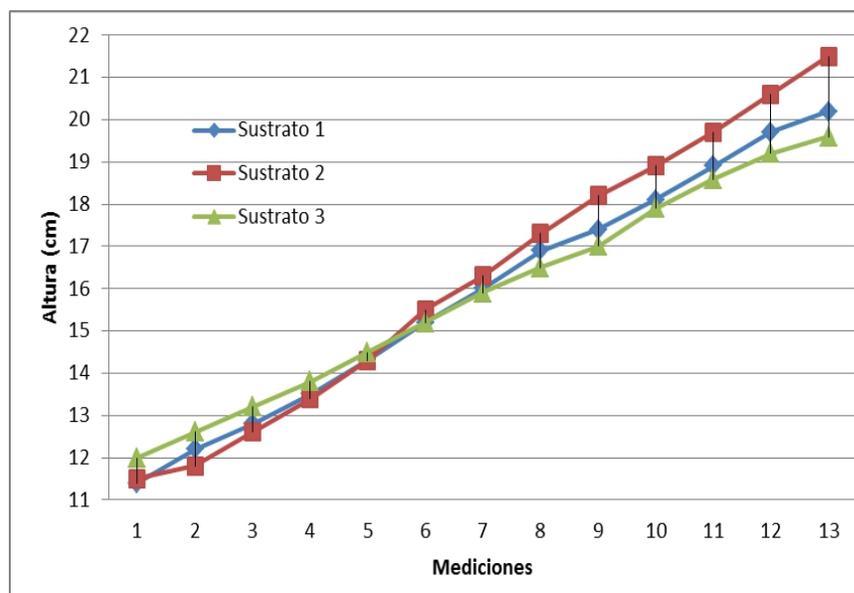


Figura 1. Promedio de altura de plántulas de caoba en tres sustratos.

**Longitud de las raíces:** no se encontraron diferencias significativas para la longitud de las raíces, no obstante para S<sub>1</sub> y S<sub>3</sub> los valores fueron mayores (21,95 y 21,21cm, respectivamente) que los de S<sub>2</sub> (20,47 cm) (Tabla 2). Según Gonzáles (1995), mayor longitud y número de raíces garantizaría mejor desempeño en campo, ya que cuanto más grande sea el sistema radicular de la planta, más puntos de crecimiento se tendrán y habrá mayor capacidad de explorar el suelo para captar nutrientes. La obtención en vivero de sistemas radicales más abundantes y mejor desarrollados tiene una estrecha relación con la capacidad absorbente de la planta, por lo que

garantiza mejor supervivencia en campo (Oliet 2000).

**Ancho, largo y número de hojas:** sólo para LH hubo diferencias ( $p < 0,01$ ), las plántulas crecidas en el S<sub>1</sub> presentaron el mayor valor (11,47 cm), este sustrato a su vez propició mayor número de hojas (20), pero fueron menos anchas, lo cual no favorece la captación de luz solar, ya que mientras más área foliar presente la planta, mayor será su capacidad fotosintética, lo cual se verá reflejado en la disponibilidad de azúcares para el crecimiento radical y aéreo; razón por la cual el S<sub>2</sub> es considerado como el mejor (8,7 y 10,64 cm para AH y LH, respectivamente).

Tabla 2. Valores morfométricos alcanzados por plántulas de caoba hasta la semana trece.

SUSTRATO	LR (cm)	AH (cm)	LH (cm)	NH( N°)
S <sub>1</sub>	21,95 a	5,08 a	11,47 a	20 a
S <sub>2</sub>	20,47 a	8,17 a	10,64 ab	18 a
S <sub>3</sub>	21,21 a	7,44 a	9,60 b	15 a

LR= longitud de la raíz. AH= Ancho de hoja. LH= Largo de hoja. NH=Número de hojas. (S<sub>1</sub>): tierra negra (100 %); (S<sub>2</sub>): tierra negra (50 %) y arena (50 %), (S<sub>3</sub>): tierra negra (50 %), arena (30 %) y compost de bovino (20 %).

## CONCLUSIONES

Las variables físicas y químicas presentaron poca variación entre los sustratos, sólo resalta el S<sub>2</sub> con menor contenido y retención de agua, cantidad suficiente para suplir las necesidades de la plántula.

Los sustratos utilizados no indujeron variaciones importantes en la longitud de raíz, ancho de hoja y número de hojas de las plántulas de caoba, no obstante, las que crecieron en el S<sub>2</sub> (50% de tierra negra y 50% de arena) presentaron hojas más anchas y la altura de las plántulas fue mayor a partir de la sexta semana, es decir, exhibieron mejor comportamiento, seguidas por las plántulas establecidas en S<sub>1</sub>.

El S<sub>3</sub> (50 %; 30 % y 20 % de tierra negra, arena y compost de bovino, respectivamente) fue el menos favorable, las plántulas presentaron menor altura, número y largo de hojas.

## BIBLIOGRAFÍA

- Abad, M. 1993. Sustratos. Características y propiedades. Instituto de Estudios Almerienses. FIAPA, España. pp 47-62.
- Abad, M. y Noguera, P. 2000. Los sustratos en los cultivos sin suelo. Grupo Mundi Prensa. Almería, España. pp. 137-184.
- Ansorena, J. 1994. Sustratos. Propiedades y caracterización. Madrid: Mundi-Prensa. 171 p.
- Baudoin, W., Nisen, M., Verlodt, R., Jiménez, O., De Villele, G., La Malfa, V., Zabeltitz, P., Martínez, J. y Monteiro, A. 2002. El cultivo protegido en el clima mediterráneo. In: Medios y Técnicas de Producción. Suelo y Sustratos. FAO. Roma. pp 143-182.
- Bravo, S., Delgado, F., González, R., Pérez, J., Schargel, R. 1996. Manual de prácticas de edafología. Editorial universitaria REUNELLEZ. Barinas, Vicerrectorado de Producción Agrícola 250 p.
- Convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres (CITES). 2002. Apéndice II. [documento en línea]. En: <http://www.cites.org/esp/app/appendices.php>. [enero de 2015].
- García, M. 2007. Importancia de la calidad del plantín forestal. In: XXII Jornadas Forestales de Entre Ríos. Área Forestal de la EEA Concordia del INTA. Concordia, Entre Ríos, Argentina. [Documento en línea]. En: <http://www.inta.gov.ar/concordia/info/Forestales/contenido/pdf/2007/312.II.GARCIA.pdf> [septiembre de 2015].
- Gary, R. y Thomas, L. 2014. Evaluación de la calidad de la planta. Manual de viveros para la producción de especies forestales en contenedor. [Libro en línea]. En: [https://rngr.net/publications/ctnm/espanol/volumen-uno/PDF.2004-07-16.1726/at\\_download/file](https://rngr.net/publications/ctnm/espanol/volumen-uno/PDF.2004-07-16.1726/at_download/file) [octubre de 2015].
- González, K. 1995. Tipos de envases en viveros forestales. In: Viveros forestales. Publicación especial No. 3. Centro de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Eco sistemas Forestales. INIFAP -SAGARPA. México, D. F. pp. 26-30.
- Handreck, K., y Black, N. 2002. Growing media for ornamental plants and turf. University of New South Wales Press Ltd. Australia. 542 p.
- Hartmann, H., Kester, D. y Ambrosio, E. 2010. Propagación de plantas: principios y prácticas. CECSA. México, D.F. 760 p.
- Harrington, J., Mexal, J., Fisher, T. 1994. Propagación de especies de explotación agroforestal. Árbol Plantadores Notas 45: 121-124.
- Jiménez, R. y Caballero, M. 1990. El Cultivo Industrial de Plantas en Maceta. Ediciones

de Horticultura SL. Barcelona, España. pp. 90-100.

Llamozas, S., Duno, R., Meier, W., Riina, R., Stauffer, F., Aymard, G., Huber, O. y Ortiz, R. 2003. Libro Rojo de la Flora Venezolana. 1<sup>da</sup> edición. Fundación Empresas Polar. Fundación Instituto Botánico de Venezuela. Caracas. 557 p.

Mateo, J., Bonifacio, R., Pérez, S., Mohedano, L. y Capulin, J. 2011. Producción de *Cederela odorata* L y *Swietenia macrophylla* en respuesta al tipo de sustrato en vivero. En sustrato a base de aserrín crudo en sistema tecnificado en Tecpan de Galeana, Guerrero, Mexico. Ra Ximhai 7(1): 123-138. [Documento en línea]. En: <http://www.redalyc.org/pdf/461/46116742012.pdf>[ abril de 2018].

Montoya, J. y Cámara, O. 2010. La planta y el vivero forestal. Ediciones Mundi- prensa. España. 127 p.

Morales, E. 2013. Indicadores de calidad de plantas en cuatro viveros forestales del estado de Tamaulipas. Facultad de ciencias forestales Universidad Autónoma de Nuevo León. México, DF. 62 p.

Oliet, J. 2000. La calidad de la postura forestal en vivero. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y de Montes de Córdoba. España. 93 p.

Resolución Ministerial 2006. Vice-Ministerio de Ordenación y Administración Ambiental. Resolución Ministerial N ° 217 de fecha 23/05/2006.

Solorzano, M. 2010. Comportamiento de sustratos para el cultivo de plantas ornamentales en vivero. Tesis Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado. Barquisimeto. 97 p.