

**Efecto de la aplicación de micorrizas arbusculares sobre la producción de posturas de Caoba antillana (*Swietenia mahagoni* L. Jacq)**  
**Effect of arbuscular mycorrhizal application on seedling production of West Indian mahogany (*Swietenia Jacq* L. Mahagoni).**

**Autores:** <sup>1</sup>Emir Falcón Oconor; <sup>2</sup>Manuel C. Riera Nelson; <sup>3</sup>Orfelina Rodríguez Leyva

**Organismo:** Universidad de Guantánamo. Facultad Agroforestal de Montaña.

**Teléfono:** 029- 43-23, 029 -41-81 **Dirección:** Km 6 ½ Carretera El Salvador

**Email:** [emir@fam.cug.co.cu](mailto:emir@fam.cug.co.cu)

**Resumen.**

El estudio se realizó en el vivero de "Sempre" perteneciente a la Empresa Forestal Integral Guantánamo, en los meses de enero a mayo del 2009, con el objetivo de evaluar el efecto de la aplicación de dos cepas de hongos formadores de micorriza arbusculares (HMA) sobre el desarrollo en vivero de la especie *Swietenia mahagoni* L. Jacq, en un suelo Pardo sialítico carbonatado, con una proporción suelo: materia orgánica 5:1 y 7:1. Se empleo un diseño completamente aleatorizado, empleándose 6 tratamientos 1- Testigo, 2- 5:1+ *Glomus hoi like*, 3- 5:1+ *Glomus intrarradices*, 4- 7:1+ Sin micorriza, 5- 7:1+ *Glomus hoi like* + 7:1 y 6- 7:1+ *Glomus intrarradices*. Se obtuvo que la combinación 7:1+ *Glomus Intrarradices* se comportó mejor en los atributos morfológicos y fúngicos (altura, diámetro del cuello de la raíz, número de hojas, ancho de copa, % de infección, densidad visual y masa del endófito arbuscular); así mismo este tratamiento promovió los mayores ahorros económicos.

**Palabras clave:** *Swietenia mahagoni*, caoba antillana, micorriza y vivero

**Abstract.**

The study was carried out in the nursery of "Sempre" belonging to the Integral Forest Company Guantánamo, in the months of January to May of the 2009. With the objective of evaluating the effect of the application the two strain of fungus form adores of mycorrhiza arbuscular (AMF) stages on species *Sweetie mahogany* L. Jacq development in nursery, on a soil Brown floor with carbonates, with a proportion soil : materiel organic 5:1 and 7:1. You employment a totally randomized design, being used 6 treatments 1- Witness, 2 -5:1+ *Glomus hoi like*, 3- 5:1+ *Glomus intrarradices*, 4- 7:1+ without mycorrhiza, 5- 7:1+ *Glomus hoi like* y 7:1+ *Glomus intrarradices*. It was obtained that the combination 7:1+ *Glomus intrarradices* behaved better in the attributes morphologies (height, diameter, number of leaves, wide of glass, % of infection mycorrhiza, visual density and I weigh of the entophyte arbuscular); likewise this treatment promoted the biggest economic.

**Key words:** *Sweetie mahogany*, caoba antillana, mycorrhiza and nursery.

## Introducción.

En Cuba la indiscriminada tala de los bosques desde la época de la colonia redujo su superficie considerablemente. La deforestación en las áreas agrícolas está trayendo serios problemas en la erosión de los suelos, ya que los bosques tropicales que cubren el 6 % de la superficie de la tierra son el hogar del 70 % o más de todas las especies (Toral *et al.*, 2007). El manejo forestal sostenible es una de las opciones de empleo que están siendo aplicadas en las tierras que anteriormente fueron cultivadas con caña de azúcar, es por ello que el desarrollo de los procesos de manejo del bosque nativo y el de plantaciones es una opción viable conjuntamente con el establecimiento de viveros para la reproducción de semilleros de especies de alto valor económico (Manso, 2007).

La protección y conservación de recursos naturales, como los suelos, las aguas, las zonas costeras, los recursos de la biodiversidad, el equilibrio ecológico y el mejoramiento del medio ambiente en general, son funciones insustituibles de los ecosistemas forestales (Herrero, 2003).

El papel de la simbiosis es fundamental en la captación de elementos minerales de lenta difusión en los suelos, como los fosfatos solubles, el Zn y el Cu. La absorción de N también se favorece con la micorrización. Otros elementos como el K y el Mg se encuentran a menudo en concentraciones más altas en las plantas micorrizadas. La absorción de Ca es estimulada también con la simbiosis MA (López y Barceló, 2007).

Por tan razón el objetivo del presente trabajo consistió en evaluar el efecto de la aplicación de dos cepas de hongos formadores de micorriza arbusculares (HMA) sobre el desarrollo en vivero de la especie *Swietenia mahagoni* L. Jacq.

## Materiales y Métodos.

El presente trabajo se realizó en el vivero de "Sempre" de la Unidad Silvícola Guantánamo, perteneciente a la Empresa Forestal Integral Guantánamo, en los meses comprendidos entre enero y mayo del 2008, en canteros de 20 m de largo por 1 m de ancho. En la misma se efectuó la siembra de semillas en bolsas de polietileno (15x20) de la especie *Swietenia mahagoni* L. Jacq. (Caoba del país), obtenidas de la nave de semillas de la Empresa Forestal Integral de Guantánamo, analizadas en el Laboratorio del Instituto de Investigaciones Forestales de Baracoa, según lo que establecen las Normas Cubanas de muestreo (71-03:87) y método de ensayo (71-06:87).

## Características edáficas del suelo.

El suelo utilizado para el desarrollo de la fase experimental se clasifica como Pardo sialítico carbonatado, según la Nueva Versión de Clasificación Genética de los Suelos de Cuba. MINAGRI, Instituto de Suelos (Hernández, *et al* 1999) y sus características químicas se presentan en la **Tabla 1**.

**Tabla 1.** Característica del suelo utilizado en el experimento.

Tipo de suelo	pH (KCL)	cmol.Kg <sup>-1</sup>				M.O (%)
		Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	
Psc	5.9	47.15	6.95	0.49	0.40	3.68

**Psc:** Pardo sialítico carbonatado

### Tratamientos Conformados

A partir de un diseño completamente aleatorizado se trabajaron 6 tratamientos con dos factores: el factor A (3 cepas: *G. hoi like*, *G. intraradices* y sin inocular) y B (2 proporciones: 5:1 y 7:1). Los datos se procesaron mediante un análisis de varianza bifactorial con test de rangos múltiples de Duncan (5%), utilizando dos proporciones de suelo: estiércol vacuno, descompuesto a razón de 5:1 y 7:1, molinados y tamizados por una malla de 2 mm al inicio de cada experimento. El suelo se depositó en una plataforma de cemento y se la adicionó la cantidad de materia orgánica necesaria para formular las dosis deseadas, posteriormente se voltearon varias veces para homogenizarlas. Se tuvo en cuenta las dosificaciones de materia orgánica para el cultivo en este tipo de suelo, la cual fue de 5:1, según las consideraciones del Manual de Viveros Forestales (2007).

A 100 plantas por cada tratamiento se le aplicaron 10 (g) de micorrizas arbusculares de la especie *Glomus hoi like* y *Glomus intraradices* por debajo a la semilla, procedentes del INCA, con una calidad de 20 esporas / gramos de suelo para un 50% de colonización radical. Se utilizaron como testigo 100 plantas no micorrizadas.

Para la comparación de medias se empleo el paquete estadístico STATGRAPHICS Plus 5,1 y los tratamientos quedaron conformados de la siguiente forma:

### Tratamientos

- T<sub>1</sub>- Testigo (Suelo: materia orgánica en una proporción 5:1)
- T<sub>2</sub>- Suelo: materia orgánica en una proporción 5:1 más aplicación de *Glomus hoi like*
- T<sub>3</sub>- Suelo: materia orgánica en una proporción 5:1 más aplicación de *Glomus intraradices*
- T<sub>4</sub>- Suelo: materia orgánica en una proporción 7:1 sin aplicación de micorriza
- T<sub>5</sub>- Suelo: materia orgánica en una proporción 7:1 más aplicación de *Glomus hoi like*
- T<sub>6</sub>- Suelo: materia orgánica en una proporción 7:1 más aplicación de *Glomus intraradices*

De cada tratamiento se evaluaron 20 plantas a los 120 días después de la germinación, las variables a estudiar fueron:

- Altura de la planta (cm): esta medición se efectuó desde la base hasta el último brote de hojas en el ápice del tallo, utilizando para ello una cinta métrica
- Diámetro del tallo: aproximadamente a 1 cm del cuello de la raíz con un Pie de Rey.
- Número de hojas (und): se evaluaron por unidades enteras a partir del conteo visual.
- Ancho de copa (cm): se realizó en dos direcciones N-S y E-O, posteriormente le determinó la media de estas dos mediciones, para esto se utilizó una cinta métrica.
- Porcentaje de colonización (%): se tomaron muestras compuestas de raicillas de 15 plantas de cada parcela a los 120 días después de la germinación. Para las determinaciones se tomaron

aproximadamente 200 mg de raicillas por tratamiento que fueron secadas a 70°C, para ser teñidas según la metodología descrita por Phillips y Hayman (1970). La evaluación se realizó por el método de los interceptos, desarrollado por Giovanetti y Mosse (1980), mediante el cual se determinó el porcentaje de colonización micorrízica o frecuencia de colonización.

- Densidad visual (Dv): se realizó según metodología descrita por (Trouvelot y col., 1986).
- Masa del endófito arbuscular (E.A): se aplicó la metodología descrita por Herrera *et al.* (1995), la cual se basa en la cuantificación de los segmentos infectados teniendo en cuenta los niveles de infección (densidad u ocupación visual), al ser referido al peso inicial de las raicillas, permite conocer la masa del simbiote. Los valores fueron expresados como mg de EA. g de suelo<sup>-1</sup>.

### Valoración económica

Para realizar la valoración económica se partió de la carta tecnológica de vivero (vigente) con su ficha de costo aparejada, según la metodología propuesta por (Suros, 2005).

### Resultados y Discusión.

Se observó una fuerte interacción entre los factores por lo que se procedió al análisis por tratamientos, donde los valores más altos se aprecian con la aplicación del hongo micorrizógeno en ambas proporciones de suelo: materia orgánica (5:1 y 7:1) en los diferentes parámetros morfológicos: altura, diámetro del tallo, ancho de copa y número de hojas, aunque los resultados del tratamiento 6 (suelo: materia orgánica con una proporción 7:1 más aplicación de *Glomus intraradices*) fueron los mayores, existiendo diferencia significativa con respecto a los demás tratamientos y al testigo (Tabla 2), hecho que puede estar dado ya que el estiércol vacuno durante los procesos de descomposición, los ácidos orgánicos producidos sirven para disolver los nutrientes, principalmente P, Ca, Mg y ponerlos a disposición de las plantas, constituyendo de manera indirecta al mejoramiento del status nutritivo del suelo. Estos resultados coinciden con lo encontrado por (Mitchell, 2007).

Siempre el fenómeno de micorrización fue más efectivo donde las plantas se desarrollaron en condiciones de más baja disponibilidad de nutrientes, relación estudiada (suelo: abono orgánico 7:1), donde existió una mayor ganancia neta para las plantas con ésta asociación. El hongo utilizó los productos del metabolismo de la planta para realizar sus funciones y a su vez le retribuyó a ésta con el incremento en la absorción y traslocación de nutrientes, aportados por el estiércol, necesarios para realizar sus funciones vitales, fenómeno que coincide con lo encontrado por (Siqueira y Franco, 1988).

La combinación de hongos micorrizicos arbusculares con diferentes proporciones de materia orgánica aplicados en el comportamiento del desarrollo fisiológico de la planta, permite que las mismas sean más resistentes a los diferentes cambios adverso, resultado este que puede estar dado por la efectividad de la cepa *Glomus intraradices* en los suelos Pardos, superando inclusive en muchos casos a las posturas obtenidas en el tratamiento recomendado en las normas técnicas (5:1) que contiene un mayor porcentaje de materia orgánica, lo que corrobora lo obtenido por Rivera *et al.* (2006) relacionado con la efectividad de esta cepa en este tipo de suelo.

Hay que destacar la marcada especificidad que mostraron las cepas en este tipo de suelo, quedando claramente definido a través del desarrollo de las posturas de caoba teniendo en cuenta el alto grado de influencia del suelo sobre el efecto y eficiencia de las cepas en cuestión, aspecto este que regula la recomendación de cepas para obtener una alta respuesta a la micorrización y que se conoce como especificidad suelo- cepa eficiente de HMA (Rivera et al. 2006).

**Tabla 2. Evaluación de los parámetros morfológicos en la especie *Swietenia mahagoni* L. Jacq. a los 120 días en vivero.**

Tratamientos	Altura (cm)	Diámetro del tallo (mm)	Número de hojas (und)	Ancho de copa(cm)
1	10.0 d	3.91 c	12.75 d	20.25 d
2	15.0 c	4.59 b	19.22 b	25.30 c
3	18.45 b	4.80 b	16.50 c	30.80 b
4	9.95 d	3.71 c	12.02 d	19.25 d
5	14.85 c	4.74 b	16.87 c	24.85 c
6	<b>20.6 a</b>	<b>5.70 a</b>	<b>21.75 a</b>	<b>35.75 a</b>
EE ±	0,14*	0.15 *	0.49 *	0,24 *

Letras iguales no tienen diferencia significativa según Dócima de Duncan para  $p < 0,05$

La tabla 3 muestra el comportamiento de los diferentes parámetros fúngicos sobre las especies *Swietenia mahagoni* L. Jacq, donde de forma general al aplicar las diferentes cepas de micorrizas se aprecian resultados satisfactorios, aunque el tratamiento 6 (suelo: materia orgánica en una proporción 7:1 más aplicación de *Glomus intrarradices*) mostró los valores más altos, con respecto a las demás combinaciones y el tratamiento sin inocular.

Esto puede estar dado por que el contenido de materia orgánica en el suelo Pardo sialítico carbonatado está evaluado de alto por lo que se debe aplicar la relación suelo: abono orgánico (7:1) la cual aporta menores cantidades de nutrientes al suelo, donde la inoculación resulta ser más eficiente, resultado que coincide con lo planteado por Barea et al. (1991), en que como criterio general, los HMA con una buena eficiencia logran una mayor absorción de nutrientes en condiciones de suelo con baja disponibilidad de nutrientes.

En los tratamientos no inoculados los valores de los parámetros fúngicos, fueron más bajos, indicativas de la baja micorrización natural alcanzada por las posturas y por ende en presencia de una baja micorrización natural las plantas necesitan de un mayor suministro de nutrientes para alcanzar su óptimo desarrollo, siendo por tanto necesarias las relaciones ricas en aportes de abono orgánico.

En cuanto a la masa del Endófito, las dos cepas mostraron un comportamiento similar. Los mayores valores se encontraron en los tratamientos inoculados con la mayor relación suelo: abono orgánico y los menores valores en los testigos sin inocular. Es decir en los tratamientos inoculados en la relación 7:1 con mayor efectividad de la micorrización se encontraron los mayores valores del Endófito Arbuscular (EA), estableciéndose como es lógico una relación



directa entre la eficiencia micorrizógena obtenida y los valores de la masa del Endófito encontrados.

Estos resultados permiten plantear que la masa del endófito es un indicador adecuado para evaluar la eficiencia micorrizica y expresar el grado de funcionamiento de la simbiosis, hecho que corrobora lo planteado por Herrera et al. (1994) donde la variable (E.A) se cuantifica mediante niveles visuales de ocupación fúngica demostrando la intensidad con la que el microorganismo coloniza el interior radical, a diferencia del porcentaje de colonización que solo expresa la presencia del simbiote en la raíz.

Similares resultados encontró Hernández y Salas (2009) en los diferentes parámetros morfológicos y porcentaje de infección micorrizico evaluados en varias especies forestales con aplicación de micorriza del género *Glomus*.

**Tabla 3. Evaluación de los diferentes parámetros fúngicos.**

Tratamientos	<i>Swietenia mahagoni</i> L.Jacq.		
	% de infección (%)	Densidad visual (%)	Endófito arbuscular (mg.g <sup>-1</sup> )
1 Testigo	11.66 d	0.13 d	0.26 d
2 5:1 + <i>G. hoi like</i>	40.00 c	3.92 c	7.95 c
3 5:1 + <i>G. intrarradices</i>	50.13 b	5.48 b	10.98 b
4 7:1+ Sin inocular	10.16 d	0.12 d	0.25 d
5 7:1+ <i>G. hoi like</i>	40.00 c	3.89 c	7.78 c
6 7:1+ <i>G. intrarradices</i>	60.00 a	6.48 a	12.97 a
EE ±	0,45 *	0,09 *	0,18 *

*Letras iguales no tienen diferencia significativa según Dócima de Duncan para p<0,05)*

### Valoración económica

La tabla 4 refleja la valoración económica, donde se destaca que con la aplicación combinada de micorriza y proporción suelo: materia orgánica (5:1 y 7:1) disminuyeron significativamente los gastos en 36.96 y 44.88 pesos respectivamente con respecto a las combinaciones no micorrizadas y a la norma técnica (suelo: materia orgánica 5:1).

Al realizar los respectivos análisis de costo de producción de una postura se determinó que la combinación de micorriza y proporción (7:1) disminuyó los gastos incurridos y el costo por pesos siendo de \$ 0.20, por debajo de la norma técnica establecida para vivero (5:1) que se invierten \$ 0.29 (Tabla 4).

Hay que señalar que el gastos total sin aplicación de micorriza y proporción suelo: materia orgánica 7:1 (\$ 118.80) disminuyó con respecto a la norma técnica (\$ 174.90), reduciendo considerablemente los volúmenes de materia orgánica en este tipo de suelo.

**Tabla 4.** Gastos incurridos para la producción de posturas y el costo de producción de una, en las diferentes tecnologías.

Conceptos	UM	Gastos sin aplic. de micoriza y prop. 5-1	Gastos sin aplic. de micoriza y prop. 7-1	Gastos con aplic. de micoriza y prop. 5-1	Gastos con aplic. de micoriza y prop. 7-1
Materias Primas y Materiales	Pesos	27,60	22,80	37,80	33,00
Combustibles	Pesos	3,60	3,60	3,60	3,60
Gastos de Fuerza de Trabajo	Pesos	127,80	122,40	84,00	71,40
<b>Total de Gastos Directos</b>	<b>Pesos</b>	<b>159,00</b>	<b>148,80</b>	<b>125,40</b>	<b>108,00</b>
Gastos Indirectos	Pesos	15,90	14,88	12,54	10,80
<b>Gasto Total</b>	<b>Pesos</b>	<b>174,90</b>	<b>163,68</b>	<b>137,94</b>	<b>118,80</b>
<b>Costo de una postura.</b>	<b>Pesos</b>	0,29	0,27	0,23	0,20

### Conclusiones.

- Los mayores valores alcanzados en todas las variables tanto morfológicas como fúngicas se obtuvieron con la combinación suelo: materia orgánica en una proporción 7:1 más aplicación de *Glomus intrarradices*.
- Se encontró que las condiciones más adecuadas para lograr una micorrización efectiva estuvieron asociadas con la relación suelo: materia orgánica (7:1) que aportaron menores cantidades de nutrientes.
- El costo que mejor se comportó fue donde se aplicó la combinación suelo: materia orgánica en una proporción 7:1 más aplicación de *Glomus intrarradices*. con un costo total de \$ 118.80 pesos.

### Referencias Bibliográficas.

- 1- Barea, J. (1991). Morfología, anatomía y citología de las micorrizas va. en la fijación y movilización de nutrientes. Madrid. Tomo I. p 150-173.
- 2- Giovanetti, M y Mosse, B. (1980). An evaluation of techniques for measuring vesicular-arbuscular mycorrhizal infection in roots. New Phytol. 84: 489.
- 3- Hernández, W y Salas, E. (2009). La inoculación con *Glomus fasciculatum* en el crecimiento de cuatros especies forestales en vivero y campo. Agronomía Costarricense 33(1): 17-30. ISSN:0377-9424 / 2009. www.mag.go.cr/rev agr/inicio. htm www.cia.ucr.ac.cr. [Consulta: enero, 20 2009].
- 4- Herrero, J .A (2003). Fajas tropicales hidroreguladoras. Dirección Nacional Forestal MINAG La Habana. p 52.
- 5- Hernández, A. J. (1999). Caracterización de suelos dedicados a viveros en la zona de Tope de Collantes. Informe Técnico. Instituto de Suelos, (Ciudad Habana). p 11.
- 6- Herrera, R. A. (1994). Ecología de la micorriza en ecosistemas tropicales XVII reunión latinoamericana de Rhizobiología (RELAR). Ciudad Habana. p46

- 7- López, C. y Barceló, A. (2007). Sostenibilidad, micorrizas y sus ventajas. Estudios Universitarios sobre micorriza. <http://ecofintec.blogspot.com> (Consultada: 20 de diciembre del 2008).
- 8- Manso, R. (2007). La silvicultura; tendencia y desarrollo nacional. Disponible en [www.radiohc.cu/agricultura8agriculturaencuba.htm](http://www.radiohc.cu/agricultura8agriculturaencuba.htm) (Consultada: 20 de diciembre del 2008)
- 9- Mitchell, N. M. (2007). Estudio del comportamiento de la calidad de *Swietenia macrophylla*. King. cultivada en diferentes sustratos. Trabajo de Diploma en Opción al Título de Ingeniero Forestal. Universidad de Pinar del Río. p 53
- 10-Norma Cubana 71-03 (1987). Silvicultura. Semillas Forestales. Muestreo. Comité Estatal de Normalización. p 7.
- 11-Norma Cubana 71-06. (1987). Silvicultura. Semillas Forestales. Método de ensayo. Comité Estatal de Normalización. p 14.
- 12-Phillips, D.M. y Hayman, D.S. (1970). Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular micorrhizal fungi for rapid assessment of infection. Trans. Er. Mycol. Soc. 55: 158-161.
- 13-Rivera, R.; Fernández, F.; Ruiz, L.; Sánchez, C.; Hernández, A.; Fernández, K.; Plana, R.; y col. (2006). El manejo efectivo de la simbiosis micorrizicas en la producción agrícola. Avances y retos inmediatos. Conferencia de biofertilización, Gtmo.
- 14-Siqueira, J. O y Franco, A. (1988). Biotecnología do solo, fundamentos e perspectivas. Ciências nos Trópicos Brasileiros. Serie Agronomía. p. 235
- 15-Suros, R. E. (2005). Bases teóricas metodológicas para determinar las dimensiones de las Unidades de Base. Estudio de caso: Unidad Macurije. Tesis presentada en opción al Grado científico de Doctos en Ciencias Forestales. UPR. Cuba. p 93.
- 16-Toral, O. Iglesias, J. Pentón, G. y Sánchez, T. (2007). Evaluación de árboles y arbustos forrajeros con potencial agrosilvopastoril en diferentes agroecosistemas de Cuba. Disponible en: [www.cipav.org.co/redagrofor/memorias99/ToralO.htm](http://www.cipav.org.co/redagrofor/memorias99/ToralO.htm) [Consulta: diciembre, 20 - 2008].
- 17-Trouvelot, A., Kough, J., Gianinazzi-Pearson, V. (1986). Mesure du taux de mycorrhization VA d'un systeme radicaire. Recherche de methodes d'estimation ayant une signification fonctionnelle. Proc. 1st Eur. Symp. on Mycorrhizae: Physiological and genetical aspects of mycorrhizae, Dijón. INRA, Paris.

**Fecha de recibido: 16 jul. 2010**  
**Fecha de aprobado: 23 sept. 2010**