

**Efectos de diferentes sustratos orgánicos en la producción de plántulas de *Caesalpinea violacea* en tubetes**

**Effects of different organic substrates in the production of *Caesalpinea violacea* seedlings in tubes**

**Autores:** Grabiél Céspedes-Correa<sup>1</sup>, Milagros Cobas-López<sup>2</sup>, Emir Falcón-Oconor<sup>1</sup>

**Organismo:** <sup>1</sup>Universidad de Guantánamo. Departamento de Ciencias Forestales de la Facultad Agroforestal, Guantánamo, Cuba. <sup>2</sup>Universidad de Pinar del Río "Hermanos Saíz Montes de Oca", Facultad de Ciencias Forestales y Agropecuarias. Pinar del Río, Cuba.

**E-mail:** [grabiél@cug.co.cu](mailto:grabiél@cug.co.cu), [emir@cug.co.cu](mailto:emir@cug.co.cu), [mcobas@upr.edu.cu](mailto:mcobas@upr.edu.cu)

**Resumen**

El presente estudio se desarrolló en el Centro de Estudio de Tecnología Agropecuaria y Forestal, perteneciente a la Universidad de Guantánamo realizado con plántulas de *Caesalpinea violacea* (Mill.) Standl, tuvo como objetivo evaluar el efecto de diferentes sustratos orgánicos en la producción de esta especie en tubetes. Los sustratos se elaboraron a partir de compuestos orgánicos como: humus de lombriz, fibra de coco y aserrín de *pinus cubensis* compostado. El experimento se estableció con un diseño completamente aleatorizado, consistió de cuatro tratamientos. Se determinaron los parámetros e índices morfológicos de las plántulas. En el tratamiento fueron empleados cuatro compuestos: humus de lombriz (30%), fibra de coco (60%), aserrín de *Pinus cubensis* compostado (10%) y cepa micorrízica *Glomus cubense* (10g). La especie mostró mejor respuesta a los valores alcanzados en los diferentes parámetros e índices morfológicos debido a la aplicación de *Glomus cubense* y un mayor porcentaje de fibra de coco.

**Palabras clave:** morfológicos; plántulas; sustratos; vivero tecnificado

**Abstract**

The present study was developed at the Center for the Study of Agricultural and Forestry Technology, belonging to the University of Guantánamo, carried out with seedlings of *Caesalpinea violacea* (Mill.) Standl. Its objective was to evaluate the effect of different organic substrates in the production of these species in tubes. The substrates were made from organic compounds such as: worm humus, coconut fiber and composted *Pinus cubensis* sawdust. The experiment was established with a completely randomized design, consisted of four treatments. The parameters and morphological indexes of seedlings were determined. For the treatment four composed were used: worm humus (30%), coconut fiber (60%), composted *pinus cubensis* sawdust (10%) and the mycorrhizal strain *Glomus cubense* (10g). The specie showed a better response to the values reached in the different morphological parameters and indexes due to the application of *Glomus cubense* mycorrhiza and a higher percentage of coconut fiber.

**Key words:** morphological; seedlings; substrates; technified nursery

## **Introducción**

Debido a los fuertes problemas de deforestación, a la pérdida de biodiversidad que sufren los países tropicales y a la gran necesidad de reforestar, los viveros pueden funcionar no solo como fuente productora de plantas sino como centros de investigación, lo que permitirá diseñar, conocer y adecuar las técnicas más sencillas para la propagación masiva de especies forestales (Paez, 2017).

La producción de plantas en contenedores constituye la principal vía para garantizar mayor calidad en las plantas y lograr mayores porcentajes de supervivencia en plantación, por lo que la política forestal de Cuba contempla en su programa de desarrollo hasta el año 2030 la producción de plantas en viveros forestales tecnificados (SEF, 2018).

En el marco del desarrollo forestal sostenible para la producción de *C. violacea*, el empleo de productos biológicos es beneficiosos sobre el medio ambiente y el hombre; que juegan un rol importante en la nutrición y desarrollo de las plantas en ecosistemas que están degradados.

Por tal razón, el objetivo del presente trabajo es evaluar el efecto de diferentes sustratos orgánicos en la producción de plántulas de *Caesalpineia violacea*, en tubetes, para su empleo en la reforestación.

## **Materiales y métodos**

El experimento se realizó entre los meses de julio a noviembre de 2019, bajo condiciones de umbráculo, situado en las instalaciones del Centro de Estudio de Tecnología Agropecuaria y Forestal perteneciente a la Universidad de Guantánamo, ubicado a 20°12'21'' de latitud norte y 75°13'37'' de longitud oeste a 87 metros sobre el nivel del mar (msnm). Las características climáticas del municipio del Salvador de forma general, las precipitaciones se comportan por encima de los 100 mm<sup>3</sup> mensuales, mientras los meses más secos se encuentran de enero a marzo y de noviembre a diciembre.

Las semillas utilizadas fueron recolectadas por trabajadores de la Unidad Empresarial de Base Manuel Tamez, las cuales fueron certificadas según lo establecido por las Normas Cubanas de muestreo en el Laboratorio del Instituto de Investigación Agroforestal de Baracoa, donde se emplearon tubetes negros (**figura 1**) con capacidad de 200 cm<sup>3</sup>, los cuales fueron colocados en bandejas plásticas.



**Fig. 1.** -Tipo de tubete y bandeja

### Diseño experimental

El experimento se estableció con un diseño completamente aleatorizado, consistió de cuatro tratamientos. El tamaño de la unidad experimental fue de 10 plántulas, haciendo un total de 30 individuos por tratamiento, para un total de 120 plántulas. Se utilizaron dos mezclas para la confección de los tratamientos quedando de la siguiente manera (**tabla 1**).

**Tabla 1.** Composición de los tratamientos empleados.

<b>Tratamiento</b>	<b>Abreviatura</b>	<b>Composición</b>
<b>T1 (HL60)</b>	HL + Fc + As	60%+ 30% + 10%
<b>T2 (HL60)</b>	HL + Fc + As + Gc	60%+ 30% + 10% + 10g
<b>T3 (HL30)</b>	HL + Fc + As	60%+ 30% + 10%
<b>T4 (HL30)</b>	HL + Fc + As + Gc	60%+ 30% + 10% + 10g

*Leyenda:* HL: Humus de lombriz, Fc: Fibra de coco, As: Aserrín, Gc: *Glomus cubense*.

### Caracterización química del sustrato

Se realizaron los análisis químicos de los sustratos a partir de las Normas Cubanas (NC) (NC-XX 2009) en el laboratorio provincial de suelos del Ministerio de la Agricultura en Guantánamo, donde se determinó: porcentaje de Materia Orgánica (MO) a partir del porcentaje de ceniza (Cza), contenido de potasio (K) y sodio (Na) por fotometría de llama, fósforo (P) por el método de colorimetría, calcio (Ca) por el método de volumetría, nitrógeno (N) a partir del porcentaje de materia orgánica, pH por el método del potenciométrico y conductividad eléctrica (CE) por el método del conductímetro.

### Aplicación de micorriza

Se utilizó la cepa *Glomus cubense*, procedentes del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), con una calidad de 20 esporas/gramos de suelo, para un 50 % de colonización radical. La inoculación se aplicó en el momento de la siembra, por el método directo (Gianinazzi y Vosatka, 2004).

### Germinación

Se siguió la germinación hasta los 30 días de sembradas las semillas, fecha en que se realizó el entresaque después de dar un riego abundante con el propósito de disminuir las posibilidades de daño al sistema radical, dejando una planta por tubete (la más al centro y con mejores características fenotípicas). La capacidad germinativa fue determinada a través de la siguiente fórmula:

$$\text{Capacidad germinativa} = (G / N) * 100$$

### Evaluación de los parámetros e índices morfológicos

Las variables morfológicas utilizadas en el análisis fueron evaluadas a los 30 y 120 días tales como: altura (cm), diámetro del cuello de la raíz (cm), se seleccionaron plántulas las cuales se fragmentaron en dos partes la parte aérea y la parte radical y fueron secadas en una estufa para determinar el peso seco aéreo, peso seco de la raíz principal, sugeridas por Gomes *et al.* (2013) como esenciales para el monitoreo de la calidad de las plántulas en vivero, con estos datos se calcularon las siguientes relaciones.

Con los datos obtenidos se determinaron los siguientes Índices Morfológicos

Esbeltez o relación altura diámetro: H/DCR

Relación parte aérea – parte radical en peso: PSA/PSR

Índice de calidad de Dickson (QI)

$$Q_i = \frac{PT}{\left(\frac{\text{long}}{\text{Diam}} + \frac{PSA}{PSR}\right)}$$

### Análisis estadístico

Los resultados experimentales fueron normalizados y evaluados mediante el programa estadístico Statistical Package for Social Science (SPSS) ver. 23 para Windows. A partir de los valores obtenidos de la germinación de la especie *Caesalpinia violacea* se realizó un análisis de varianza para determinar la significancia de los efectos principales e interacciones de los factores y a una comparación de medias, mediante la prueba de Tukey ( $\alpha = 0.05$ )

## Resultados y discusión

### Caracterización química de los sustratos

En la tabla 2 se aprecian las propiedades químicas de los sustratos utilizados donde los valores de pH se encuentran en el rango a los informados por Abad *et al.* (2001) citado por Pérez *et al.* (2015) los cuales plantean que entre 5,2 y 6,3 es donde se desarrolla mejor la mayoría de los cultivos.

**Tabla 2.** Caracterización química de los sustratos.

Sustratos	PH	MO (%)	N (%)	CA (%)	P (%)	K (%)
HL30	6,61 <sup>b</sup>	46,59 <sup>a</sup>	2,32 <sup>a</sup>	4,38 <sup>b</sup>	0,64 <sup>b</sup>	0,48 <sup>b</sup>
HL60	7,34 <sup>a</sup>	40,05 <sup>b</sup>	2,00 <sup>b</sup>	5,01 <sup>a</sup>	0,78 <sup>a</sup>	0,61 <sup>a</sup>

\*Letras iguales en una misma columna no tienen diferencias significativas según Dócima de Tukey para  $p \leq 0,05$ ; E.S= Error estándar.

Leyenda: HL30: Humus de lombriz (60%), Fibra de coco (30%), Aserrín de *Pinus cubensis* compostado (10%), HL60: Humus de lombriz (30%), Fibra de coco (60%), Aserrín de *Pinus cubensis* compostado (10%)

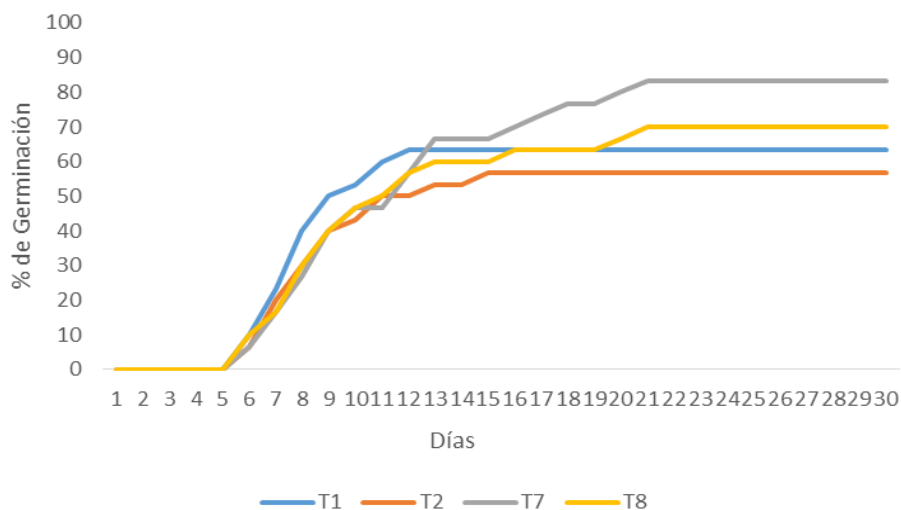
Según Landis *et al.* (2000), citado por Pérez *et al.* (2015) las especies forestales toleran un intervalo relativamente amplio de valores de pH. Las coníferas crecen mejor en un pH alrededor de 5,5, mientras las latifolias prefieren valores relativamente mayores, alrededor de 6,5.

El contenido de Materia Orgánica (MO) mostró diferencias significativas, aunque siendo adecuado para cada sustrato. Dos Santos *et al.* (2014), citado por Falcón *et al.* (2019), plantean que el contenido de materia orgánica es un componente activo del sustrato, contribuye a la mejora de la estructura del espacio poroso, disminuye la densidad y conserva la humedad, lo que trae consigo una mejor permeabilidad.

El contenido de los elementos nitrógeno, fósforo, potasio, sodio, calcio resultó menor en el sustrato HL30 y mayor en el HL60, pero siendo adecuados por encontrarse entre los rangos aconsejados por Landis (1989), citado por Ribeiro *et al.* (2016).

La germinación (**figura 2**) comenzó a los 5 días de sembradas las semillas, los resultados del análisis para determinar la influencia de la micorriza sobre la germinación no mostraron influencia de este factor sobre la variable en los sustratos estudiados. Donde el tratamiento

tres (HL30% + Fc60% + As10%) fue el de mayor porcentaje con un 83,33% de las semillas germinadas a los 15 días. Estos resultados se encuentran en los rangos alcanzados por Betancourt (1987), quien reporta 80-90 % para la especie *Switenia mahagoni*.



**Figura 2.** Comportamiento de la germinación de la especie *Caesalpinea violacea*.

Muñoz (2007) citado por Falcón *et al.* (2018) demostraron que componentes como la fibra de coco y la corteza de pino, tiene una marcada influencia sobre la germinación de las semillas de *Eucalyptus globulus*, coincidiendo con los criterios de Guerrini y Trigueiro (2004), quienes exponen que sustratos formados a base de residuos orgánicos presentan predominio de microporos en detrimento de los macroporos.

Cobas (2001) citado por Forteza (2009) comprobaron que componentes como el humus de lombriz y la corteza de pino compostada, tiene una marcada influencia sobre la germinación de las semillas de majagua (*Hibiscus elatus*).

#### Caracterización de los atributos morfológicos de la planta

Teniendo en cuenta la altura, el análisis estadístico (**tabla 3**) demostró que a los 30 día se evidencio diferencia significativa entre el tratamiento cuatro con respecto a los otros sin embargo entre los tratamientos dos y tres no hubo diferencia significativa lo que puede estar relacionado con que el hongo en este tiempo aún no había colonizado las raíces de las plantas, ya que durante los primeros días el proceso de colonización no genera beneficios.

El diámetro del cuello de la raíz, es uno de los atributos morfológicos más utilizados en la caracterización de la calidad de las plántulas, donde se puede observar que entre los tratamientos tres y cuatro no existe diferencia significativa, pero sí en con respecto a los otros tratamientos. En relación con el número de hojas se observa que diferencia de los tratamientos uno, dos y cuatro con respecto al tres.

A los 120 días se observó que no existen diferencias significativas entre los tratamientos dos, tres y cuatro con respecto al uno, siendo superiores los tratamientos donde se inoculó la cepa *G. cubense*: T4 (HL 30% + Fc 60% + As 10% + Gc 10g) con una altura de 20,32 cm y el T2 (HL 60% + Fc 30% + As 10% + Gc 10g) con 12,80 cm de altura, lo mismo ocurrió para el diámetro del cuello de la raíz donde estos dos tratamientos mostraron mejores respuestas

morfológicas con 3,78 mm y 3,75 mm para el T4. Esto pudo deberse a que las raíces de las plántulas micorrizadas tienen mayor alcance para absorber los nutrientes disponibles en el sustrato (Falcón *et al.*, 2010).

Los resultados obtenidos con la aplicación de micorrizas indican que la incorporación de este biofertilizante provoca un incremento en la absorción de los minerales del sustrato y entre ellos el nitrógeno, el cual juega un papel fundamental como precursor del número de hojas, así como una mayor expansión folial Falcón *et al.* (2015).

**Tabla 3.** Caracterización de los atributos morfológicos de la planta

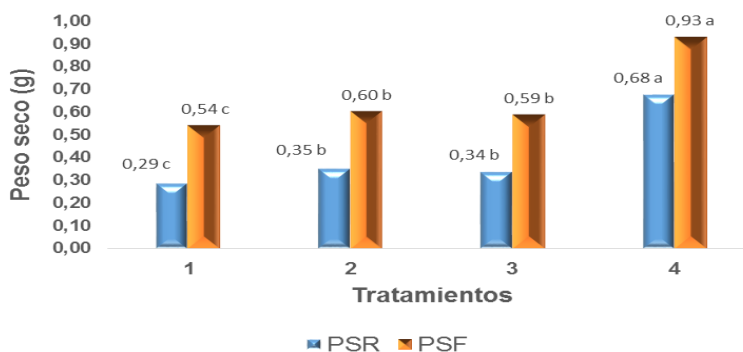
Tratamiento	30 Días			120 Días		
	D	H	NH	D	H	NH
1 HL60% + Fc30% + As10%	2,30 <sup>c</sup>	4,74 <sup>c</sup>	2,30 <sup>a</sup>	3,70 <sup>b</sup>	8,32 <sup>c</sup>	5,42 <sup>c</sup>
2 HL60% + Fc30% + As10% + Gc10g	2,37 <sup>b</sup>	5,21 <sup>b</sup>	2,27 <sup>ab</sup>	3,75 <sup>a</sup>	12,80 <sup>ab</sup>	5,50 <sup>b</sup>
3 HL30% + Fc60% + As10%	2,42 <sup>a</sup>	5,28 <sup>b</sup>	2,00 <sup>c</sup>	3,72 <sup>ab</sup>	12,30 <sup>b</sup>	5,20 <sup>d</sup>
4 HL30% + Fc60% + As10% + Gc10g	2,43 <sup>a</sup>	6,85 <sup>a</sup>	2,20 <sup>b</sup>	3,78 <sup>a</sup>	20,32 <sup>a</sup>	5,60 <sup>a</sup>
<b>E.S</b>	<b>0,169*</b>	<b>0,412*</b>	<b>0,117*</b>	<b>0,002*</b>	<b>2,937*</b>	<b>0,189*</b>

\*Letras iguales en una misma columna no tienen diferencias significativas según Dócima de Tukey para  $p \leq 0,05$ ; E.S= Error estándar.

Leyenda: D: diámetro del cuello de la raíz, H: altura: NH: número de hojas, HL: Humus de lombriz, Fc: Fibra de coco, As: Aserrín de *Pinus cubensis* compostado, Gc: *Glomus cubence*.

Los valores relativos al peso seco foliar (PSF) y el peso seco radical (PSR) (**figura 3**) mostraron diferencias significativas entre el tratamiento cuatro y el resto de los otros, siendo este el que presentó los mayores valores, aunque los tratamientos dos y tres mostraron resultados satisfactorios, produciendo una buena biomasa foliar y radical.

Este hecho probablemente se debe a la influencia de la micorriza la cual estimula la producción de biomasa en las plantas, influyendo en la supervivencia de las mismas en etapas tempranas (Monroy *et al.*, 2007), en la diversidad de las comunidades vegetales y en su productividad (Martínez *et al.*, 2011).



**Figura 3:** Peso seco foliar (PSF) y radical (PSR) a los 120 días en vivero.

\*Letras iguales no tienen diferencias significativas según Dócima de Tukey para  $p \leq 0,05$ ; E.S= Error estándar.

Leyenda: T1: Humus de lombriz (60%) + Fibra de coco (30%) + Aserrín de *Pinus cubensis* compostado (10%), T2: Humus de lombriz (60%) + Fibra de coco (30%) + Aserrín de *Pinus cubensis* compostado (10%) + *Glomus cubence* (10g), T3: Humus de lombriz (30%) + Fibra de coco (60%) + Aserrín de *Pinus cubensis* compostado (10%), T4: Humus de lombriz (30%) + Fibra de coco (60%) + Aserrín de *Pinus cubensis* compostado (10%) + *Glomus cubence* (10g).

Estos resultados fueron similares a los reportados por Hernández y Salas (2009), al aplicar *Glomus fasciculatum* en las especies forestales *Astronium graveolens* (ronrón), *Gmelina arborea* (melina), *Tectona grandis* (teca) y *Terminalia amazonia* (amarillón) en un suelo de baja fertilidad, mejorando el crecimiento y desarrollo de las plantas en su fase juvenil, además de evidenciarse la eficiencia de este hongo micorrízico.

Con relación a los índices morfológicos (**tabla 4**), la Esbeltez (H/DCR) mostró los mejores resultados para los tratamientos cuatro y dos, los cuales muestran las menores medias con 2,163 y 2,791 respectivamente, evidenciándose que la presencia del hongo micorrízico influyó de manera positiva en estos resultados, de lo que se infiere que son plantas que presentan mayor resistencia mecánica durante las operaciones de plantación o fuertes vientos y que por una parte el desarrollo total de la planta es grande y que al mismo tiempo las fracciones aérea y radical están equilibradas (Oliet, 2000).

**Tabla 4.** Índices morfológicos de la especie *Caesalpinea violacea*

Tratamientos	H/DCR	RPA/RPR	IQ	IV
<b>1 HL60% + Fc30%+ As10%</b>	2,973 <sup>b</sup>	1,86 <sup>a</sup>	0,178 <sup>c</sup>	2,041 <sup>d</sup>
<b>2 HL60% + Fc30%+ As10% + Gc10g</b>	2,791 <sup>c</sup>	1,61 <sup>c</sup>	0,207 <sup>b</sup>	2,194 <sup>b</sup>
<b>3 HL30% + Fc60%+ As10%</b>	3,280 <sup>a</sup>	1,74 <sup>b</sup>	0,179 <sup>c</sup>	2,133 <sup>c</sup>
<b>4 HL30% + Fc60%+ As10% + Gc10g</b>	2,163 <sup>d</sup>	1,37 <sup>d</sup>	0,346 <sup>a</sup>	2,261 <sup>a</sup>
<b>E.S</b>	<b>0,054*</b>	<b>0,169*</b>	<b>0,013*</b>	<b>0,063*</b>

\*Letras iguales no tienen diferencias significativas según Dócima de Tukey para  $p \leq 0,05$ ; E.S= Error estándar.

Leyenda: HL: Humus de lombriz, Fc: Fibra de coco, As: Aserrín de *Pinus cubensis* compostado, Gc: *Glomus cubence*.

El análisis de varianza realizado a la relación entre peso seco de la parte aérea y el peso seco de la raíz (RPA/RPR) mostró que en el tratamiento uno se obtuvo los mejores resultados, existiendo diferencias significativas con los demás sustratos, siendo el número cuatro el de menor resultado. Esto indica que la producción de raíces es abundante con respecto al área foliar y las plantas tienen un alto potencial para evitar la desecación.

Estos valores parecen ser consecuencia del aumento de la cantidad de raíces vivas Sánchez *et al.* (2016), delgadas y con peso menor, más eficientes para suministrar agua y nutrimentos a las plantas en el campo.

Con relación al índice de calidad de Dickson (Qi), estadísticamente, manifestó diferencia significativa entre los tratamientos, el mayor valor se obtuvo en el tratamiento cuatro con un 0,346. Según Oliet (2000) citado por Cobas *et al.* (2013), lo más deseable es que se alcancen los valores máximos, lo cual implica que, por una parte, el desarrollo total de la planta es grande y que, al mismo tiempo, las partes aéreas y radicales están equilibradas.

El índice de vigor (IV) resulta de gran utilidad ya que hace referencia al volumen de biomasa de la planta y permite predecir el potencial de supervivencia de las plántulas en el campo cuanto mayor es este índice, mayor deberá ser la capacidad de supervivencia en el campo (Panduro, 2017). Los tratamientos cuatro y dos fueron los que mostraron mejores resultados difiriendo estadísticamente entre ellos y con el resto de los sustratos. Los resultados en este índice son similares a los obtenidos por Falcón (2018), para la especie *Swietenia mahagoni*.

De forma general los valores de los índices evaluados están dentro de los rangos positivos recomendados por Rueda *et al.* (2014), aunque los menores valores se obtienen al usar solo sustrato. Estos al no tener presencia de micorriza presentan desventajas con respecto a los demás tratamientos donde sí se aplicó la cepa micorrízica, coincidiendo con lo expuesto por Li *et al.* (2016).

### **Conclusiones**

El mayor porcentaje de germinación de las plántulas de *Caesalpinia violacea* se manifestó en el tratamiento tres compuestos por: Humus de lombriz (30%) + Fibra de coco (60%) + Aserrín de *Pinus cubensis* compostado (10%).

Los mejores valores alcanzados en los diferentes parámetros e índices morfológicos fueron obtenidos en el tratamiento cuatro (HL30% + Fc60% + As10% + Gc10g), en el cual se aplicó la cepa *Glomus cubense* y un mayor porcentaje de fibra de coco.

### **Referencias Bibliográficas**

- Cobas, M., Bonilla, M. y Ramos, Y, 2013. Efecto del sustrato en la calidad de la planta de *Albizia procera* cultivada en tubetes. En: Cfores: Revista Cubana de Ciencias Forestales. 3 (1), pp. 116–122. ISSN 2310-3469.
- Falcón, E., Cobas, M., Bonilla, M.; Rodríguez, O., Romero, V, 2019. Influencia del sustrato en la calidad de la plana *Swietenia mahagoni* (L.) Jacq., cultivada en contenedores. Revista Cubana de Ciencias Forestales. 7 (3), pp. 283-292. ISSN: 1996-2452.
- Falcón, E.; Riera, M.C. y Rodríguez, O. 2010. Efecto de la aplicación de micorrizas arbusculares sobre la producción de posturas de Caoba del país (*Swietenia mahagoni* L. Jacq.). Revista Electrónica Hombre, Ciencia y Tecnología, 11p. ISSN: 1028-0871.
- Falcón, E.; Rodríguez, O. y Rodríguez, Y. 2015. Aplicación combinada de micorriza y Fitomas-E en plantas de *Talipariti elatum* (Sw.) Fryxell (Majagua), Cultivos Tropicales, 36(4): 35-42.
- Falcón, O. E. 2018. Influencia del sustrato en los atributos morfofisiológicos de la especie *Swietenia mahagoni* L. Jacq. cultivada en tubetes. Tesis presentada en opción al grado de Master en Ciencias Forestales. Universidad de Guantánamo. Cuba. 72 p.
- Forteza, I. 2009. Efectos de diferentes sustratos orgánicos en la calidad de la planta de *Caesalpinia violacea* (Mill.) Standl, cultivada en tubetes. Tesis presentada en opción al grado de Master en Ciencias Forestales. Universidad de Pinar del Río. 88 p.
- Gianinazzi S, Vosatka M. 2004. Inoculum of arbuscular mycorrhizal fungi for production systems: science meets business. Canadian Journal of Botany. 82(8):1264-71.



- Gomes, D.R.; Caldeira, M.V.W., Delarmelina, W.M., Gonçalves, E. y Traz, P.A. 2013. Lodo de esgoto como sustrato para produção de mudas de *Tectona grandis* L. Revista Cerne, 19(1): 1-15.
- 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.
- Li, Z., Liu, L., Chen, J. and Teng, H.H. 2016. Cellular dissolution at hypha-and spore-mineral interfaces revealing unrecognized mechanisms and scales of fungal weathering. Geology, 44(4): 319-322.
- Martínez, L.B. y Pugnaire, F.I. 2011. Arbuscular mycorrhizal fungi host preference and site effects in two plant species in a semiarid environment. Applied soil ecology, 48(3), 313-317.
- Monroy, A., Estévez, J., García, R. y Ríos, R. 2007. Establecimiento de plantas mediante el uso de micorrizas y de islas de recursos en un matorral xerófilo deteriorado. Boletín de la Sociedad Botánica de México, (80).
- Oliet, J. A. 2000. La calidad de la planta forestal en vivero. Edita ETSIAM. Córdoba. España. 93 p.
- Paez, R. 2017. Comportamiento de los parámetros morfológicos de la planta de *Samanea saman* (Jacq). Merrill en vivero, en diferentes sustratos, con la utilización de la tecnología de tubetes. Trabajo de diploma. UPR. 44
- Panduro, M.E. 2017. Manejo de regeneración natural, en vivero, de *Virola elongata* (Benth) Warb. "Cumala blanca", utilizando sustratos orgánicos. Puerto Almendras, Loreto, Perú. Título Profesional de Ingeniero Forestal. 58 p.
- Pérez, N., Chango, R.,Iena, M, Castillo, I., Orea, U., Veliz, J. 2015. Dinámica de crecimiento de plántulas de *Vitex parviflora* Juss en sustratos de compost de corteza de las especies *Eucalyptus saligna* Smith, y *Eucalyptus pellita* F. Muell en viveros forestales. Revista Cubana de Ciencias Forestales. 3(1).
- Ribeiro, L.V., Souza, P., Santos, D., Bezerra, P. y Sousa, K. 2016. Avaliação do crescimento e desenvolvimento de *Toona ciliata* Var. Australis, em diferentes sustratos e recipientes. Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer - Goiânia, 13 (23): 163-173.
- Rueda, A., Benavides, J. de D., Sáenz, J. Trinidad, Muñoz, H.J., Prieto, J.Á. y Orozco, G. 2014. Calidad de planta producida en los viveros forestales de Nayaritt. Revista Mexicana de Ciencias Forestales, (5)22: 58-73.
- Sánchez A., H., A. Aldrete, J. J. Vargas H. y V. M. Ordaz C. 2016. Influencia del tipo y color de envase en el desarrollo de plantas de pino en vivero. Agrociencia 50: 81-492.
- SEF (Servicio Estatal Forestal). 2018. Dinámica Forestal. Guantánamo, Cuba. Ministerio de la Agricultura. 150 p.

**Fecha de recibido: 6 jul. 2020**  
**Fecha de aprobado: 19 sept. 2020**