

**Efecto de diferentes sustratos en el crecimiento de plántulas de *Pentaclethra macroloba* (Willd) Kuntze**

**Effect of different substrates in *Pentaclethra macroloba* (Willd) Kuntze seedling growth**

**Autores:**

Brayan Carcasses-Lobaina<sup>1</sup>, <https://orcid.org/0009-0007-4081-1149>

Emir Falcón-Oconor<sup>2</sup>, <https://orcid.org/0000-0001-8833-4942>

Orfelina Rodríguez-Leyva<sup>2</sup>, <https://orcid.org/0000-0002-1575-1515>

Humberto Osorio-Espinoza<sup>3</sup>, <https://orcid.org/0000-0002-6890-5442>

**Organismo:** <sup>1</sup>Empresa Agroforestal Baracoa, Guantánamo, Cuba. <sup>2</sup>Universidad de Guantánamo, Guantánamo, Cuba. <sup>3</sup>Universidad Autónoma de Chiapas, Chiapas, México.

**E-mail:** [brayancarcases5@gmail.com](mailto:brayancarcases5@gmail.com); [emirfalconoconor@gmail.com](mailto:emirfalconoconor@gmail.com); [orfelina@cug.co.cu](mailto:orfelina@cug.co.cu); [hosorio2503@yahoo.com](mailto:hosorio2503@yahoo.com)

**Fecha de recibido: 7 jul. 2023**

**Fecha de aprobado: 12 sept. 2023**

**Resumen**

El estudio se desarrolló con el objetivo de evaluar el efecto de cuatro sustratos en el crecimiento inicial de plantas de *P. macroloba* cultivada en vivero. Se probaron cuatro combinaciones de sustratos elaborados a partir de mezclas de estiércol de caballo y fibra de coco para determinar en cual era factible el logro de una mejor calidad de las plantas con el empleo de la tecnología de tubetes. Las variables morfológicas medidas fueron: altura, diámetro en el cuello de la raíz, número de hojas, biomasa seca, así como atributos del sistema radical. A partir de estos valores se calcularon los índices morfológicos: Esbeltez, Relación PSA/PSR e Índice de calidad de Dickson. Los resultados obtenidos demostraron que existió un efecto diferenciado en el crecimiento de las plantas en dependencia del sustrato en que fueron cultivadas. Por lo que se infiere que este sustrato mejora el crecimiento inicial de esta especie.

**Palabras clave:** *Pentaclethra macroloba*; Vivero; Sustrato; Parámetros morfológicos

**Abstract**

The study was developed with the objective of evaluating the effect of four substrates on the initial growth of *P. macroloba* plants grown in a nursery. Four combinations of substrates made from mixtures of horse manure and coconut fiber were tested to determine which one was feasible to achieve better plant quality with the use of tube technology. The morphological variables measured were: height, root neck diameter, number of leaves, dry biomass, as well as attributes of the root system. From these values, the morphological indices were calculated: Slimness, PSA/PSR Ratio and Dickson's Quality Index. The results obtained demonstrated that there was a differentiated effect on the growth of the plants depending on the substrate in which they were grown. Therefore, it is inferred that this substrate improves the initial growth of this species.

**Palabras clave:** *Pentaclethra macroloba*; Nursery; Substrates; Morphological parameters

## **Introducción**

Cuba constituye la isla con mayor diversidad biológica de las Antillas, tanto en riqueza total de especies como en el grado de endemismo, lo que eleva considerablemente, el valor de la biota cubana (Febles, 2009). No obstante, debido a la acción antrópica sobre los ecosistemas naturales, se observa pérdida de la biodiversidad de los ecosistemas Amarán *et al.* (2020). En este contexto, las investigaciones deben servir para generar tecnologías y alternativas de manejo sostenible para los ecosistemas.

Estudios referentes a las especies que son utilizadas en la restauración ambiental y la forma de como las plántulas serán producidas, son de extrema importancia para garantizar el éxito de la recuperación y/o rehabilitación de estos ambientes Torres (2021). El dormilón (*Pentaclethra maculosa* (Willd.) Kuntze) es una especie forestal nativa perteneciente a la familia Fabaceae, encontrada con frecuencia en los bosques tropicales. A pesar de su alto potencial maderero debido a la calidad de su madera, la especie se destaca por su gran potencial para uso en la arborización urbana, recuperación de áreas degradadas y la reforestación Rocha-Dantaset *al* (2020)

Plantas de diversas especies forestales nativas son producidas en vivero, con el objetivo de ser usadas en reforestación, enriquecimiento de bosques primarios y secundarios, en sistemas agroforestales y recuperación de áreas degradadas Abanto *et al* (2016). En el proceso de producción de plántulas, el sustrato es un factor determinante para el desarrollo inicial, y sus características químicas, físicas y biológicas influyen directamente en el comportamiento de la especie. Así, para Siqueira *et al* (2018), los sustratos deben brindar soporte físico a las raíces y condiciones para satisfacer las demandas hídricas y nutricionales de las plántulas.

En función de producir plántulas de forma más sostenible, son encontrados en algunas regiones del país subproductos de la industria maderera y otros materiales naturales, que son usados como una alternativa para mejorar los sustratos y sustituir el uso de la tierra de monte. La utilización de estos sustratos ya se ha empleado en la producción de plántulas forestales y, existe resultados positivos en producción de *Gmelina arborea* Roxb. (Reyes *et al.*, 2018), *Swietenia mahagoni* (L.) Jacq. Falcón *et al* (2019), *Lysiloma sabicú* Benth. Cobaset *al* (2020) y *Poincianella pluviosa* (DC.) L.P. Queiroz Pinto *et al* (2021).

A partir de lo anterior, el presente trabajo tiene como objetivo evaluar el efecto de cuatro sustratos en el crecimiento inicial de plantas de *P. maculosa* en vivero, para satisfacer la necesidad que tienen los productores por obtener planta de calidad para establecer plantaciones comerciales y con ello, no poner en riesgo sus poblaciones silvestres.

## **Materiales y métodos**

### **Descripción del experimento**

La investigación se realizó en el vivero forestal tecnificado "Paso de Cuba", perteneciente a la Empresa Agroforestal Baracoa, provincia Guantánamo, ubicada en las coordenadas: 20°12'21" de latitud norte y los 75°13'37" de longitud oeste a 87 metros sobre el nivel del mar, con precipitación media anual de 511 mm y temperatura media anual de 28 °C, según información del Instituto de Meteorología de Cuba (INSMET, 2023).

En el experimento se utilizaron semillas obtenidas de frutos maduros recolectadas de una masa ubicada en el municipio Baracoa. Los frutos fueron procesados teniendo en cuenta los aspectos que establece para el beneficio de los mismos la Norma Cubana 318/1978. Las semillas obtenidas no fueron almacenadas, sino que se utilizaron inmediatamente después de su procesamiento. Las mismas fueron sometidas a tratamiento pregerminativo consistente en escarificación térmica durante 30 segundos Rocha-Dantaset *al* (2021).

Las plántulas fueron producidas en contenedores plásticos tipo tubetes con una capacidad de 250 cm<sup>3</sup>. Después de la siembra y hasta el primer mes el riego se efectuó de forma manual, dos veces al día, por la mañana y por la tarde. A partir del segundo mes solo se efectuó un riego diario y un mes antes de finalizar el cultivo se comenzó el proceso de endurecimiento de las plantas consistente en riego en días alternos.

Como sustratos se emplearon mezclas de estiércol de caballo y fibra de coco compostada en diferentes proporciones. Se empleó un diseño completamente al azar y como factor de estudio se consideraron los sustratos empleados, con cuatro niveles:

- S1: 70 % de estiércol de caballo + 30 % de fibra de coco (Ec-70 %+Fc-30 %).
- S2: 60 % de estiércol de caballo + 40 % de fibra de coco (Ec-60 %+Fc-40 %).
- S3: 50 % de estiércol de caballo + 50 % de fibra de coco (Ec-50 %+Fc-50 %).
- S4: 40 % de estiércol de caballo + 60 % de fibra de coco (Ec-40 %+Fc-60 %).

El número de plantas por tratamiento fue de 25 y los atributos evaluados fueron:

- Altura de la planta en centímetros (cm);
- Diámetro en el cuello de la raíz en milímetros (mm);
- Largo de la raíz principal en cm;
- Número de raíces primarias;
- Número de raíces secundarias;
- Peso seco de la biomasa de la parte aérea en gramos (g);
- Peso seco de la parte radical en g.

A partir de los atributos medidos se calcularon los siguientes índices morfológicos:

- Relación peso seco aéreo peso seco radical (PSA/PSR)
- Esbeltez o relación altura diámetro (h/d)
- Índice de calidad de Dickson (ICD) (Ecuación 1).

$$ICD = \frac{PT}{\left(\frac{H}{D} + \frac{PSA}{PSR}\right)} \quad 1)$$

Donde:

PT: peso seco total en g;

H: altura de la planta en cm;

D: diámetro del cuello de la raíz en mm;

PSA: peso seco aéreo en g;

PSR: peso seco radical en g.

Se realizaron dos evaluaciones, una a los dos meses de cultivo (control intermedio), donde solo se midieron la altura, el diámetro en el cuello de la raíz de la plántula y número de hojas. La segunda al final del cultivo (a los cuatro meses), donde se tuvieron en cuenta las magnitudes de todos los atributos e índices anteriormente.

Para la evaluación de las variables peso seco aéreo y radical, se empleó una muestra de 10 plantas, que se tomaron a partir de las que quedaron fuera de la parcela útil, donde se encontraban las 25 plantas en que se midieron el resto de las variables. Para las mediciones de la parte radical se lavaron las raíces de cada planta y se separaron del cepellón. El peso se determinó después del secado en estufa durante 48 horas a una temperatura de 70°C hasta lograr peso constante.

### **Análisis estadísticos**

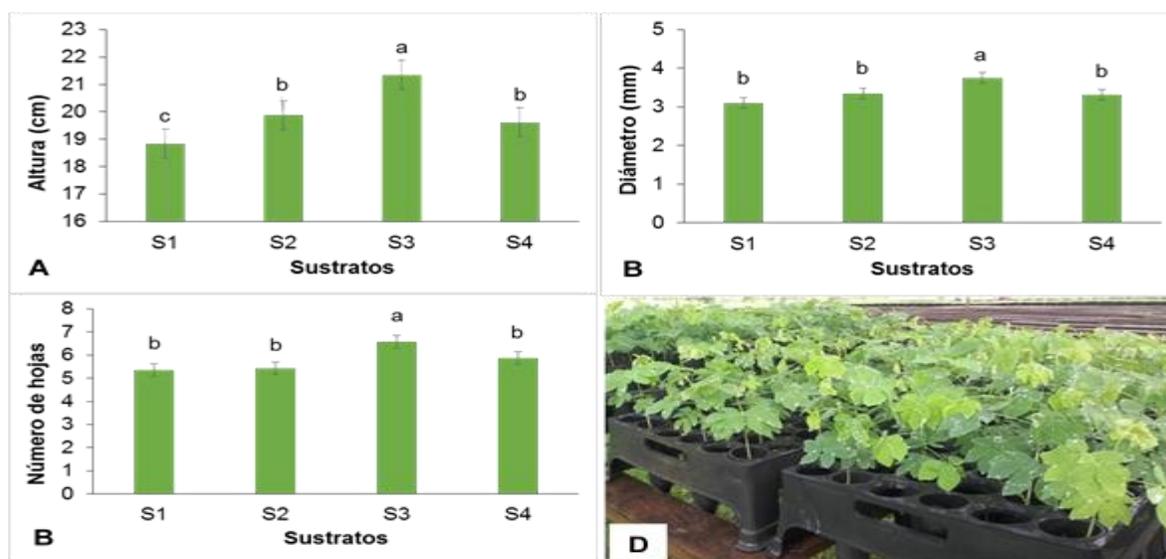
Para evaluar el efecto del factor sustrato se consideraron cuatro niveles que correspondieron con las diferentes mezclas de sustratos: S1, S2, S3 y S4, para cada uno de los atributos. Los

datos de los atributos se índices obtenidos fueron analizados con el paquete estadístico SPSS ver. 23 para Windows; se aplicó el test de normalidad (Shapiro-Wilks) y homogeneidad de varianzas (Bartlett) a los datos, posteriormente se realizó un análisis de varianza (ANOVA) y pruebas de comparación de medias por Duncan, con un nivel de significancia de  $p < 0.05$ .

## Resultados y discusión

### Resultados de la primera evaluación (control intermedio) de las plántulas de *P. maculosa* efectuada a los dos meses de cultivo

En la **Figura 1**, se presentan los promedios de altura, diámetro en el cuello de la raíz y número de hojas que alcanzan las plántulas en los diferentes sustratos a los dos meses de cultivo en un control de la calidad intermedio. La prueba de comparación múltiple revela que en todos los atributos el sustrato S3 es superior con respecto a los otros tres, difiriendo estadísticamente ( $P < 0,05$ ).



**Figura 1.** Respuesta de la planta *P. maculosa* a los dos meses ( $n=25$ ). A) Altura de las plantas; B) Diámetro del cuello de la raíz; C) Número de hojas; D) Planta en crecimiento. S1: 70 % de estiércol de caballo + 30 % de fibra de coco; S2: 60 % de estiércol de caballo + 40 % de fibra de coco; S3: 50 % de estiércol de caballo + 50 % de fibra de coco; S4: 40 % de estiércol de caballo + 60 % de fibra de coco (Ec-40 % + Fc-60 %). En la figura letras desiguales indican diferencias significativas para  $P < 0,05$ .

Los beneficios obtenidos en el sustrato S3 (50 % de estiércol de caballo + 50 % de fibra de coco) pueden estar relacionados con factores tales como la mejora en la estructura física del sustrato, incremento en la población de microorganismos benéficos y más probablemente con el incremento de sustancias reguladoras del crecimiento como hormonas y humatos producidos por los microorganismos Atiyeh *et al.* (2002), citado por Cobas *et al.*, (2020). Paralelamente a esto Arévalo *et al.* (2016), destacan también que la adición de la fibra de coco influye de manera significativa sobre las propiedades químicas del sustrato. De los resultados anteriores, se infiere que *P. maculosa* se desarrolla mejor durante la etapa de plántula en sustratos porosos y bien drenados, ya que permiten que las raíces crezcan con mayor facilidad, tal como lo indican Falcón *et al.* (2019) y Cobas *et al.* (2020), en cuyos

trabajos afirman que la existencia de una cantidad adecuada de macroporos continuos, en los que las raíces puedan penetrar libremente, es un requerimiento importante para su crecimiento.

Venancio *et al.* (2022), destacan la importancia de realizar controles intermedios de la calidad en aras de evitar que se produzca un incremento de la longitud de la planta en mayor medida que el diámetro del cuello de la raíz, lo que, sin lugar a dudas, conllevaría a la producción de plantas ahiladas. Los mismos autores sugieren que la utilidad práctica de este análisis pudiera conllevar, de ser necesario, a la muda de otras variables de cultivo como la densidad de planta por m<sup>2</sup> en el vivero y el riego en aras de lograr junto a la altura un aumento más acelerado del diámetro.

Cobas *et al.* (2020) observaron que *Lysiloma sabicu* Benth. alcanzó más altura y diámetro del tallo en un sustrato a base de composta de corteza de pino, humus de lombriz, estiércol vacuno y compost orgánico, que cuando se usa el primer material. Díaz *et al.* (2013) y Reyes *et al.* (2018) determinaron que la altura, el diámetro y el número de hojas presentaron los valores más altos en mezclas de compostas, con respecto a las plantas producidas en suelo.

**Características de la planta de *P. macroloba* en vivero, al final del cultivo**

En la **Tabla 1**, se muestran los resultados del comportamiento promedio de los atributos e índices morfológicos de calidad obtenidos por las plantas en los cuatro sustratos empleados. Al igual que en la primera evaluación se comprobó que el sustrato tiene un efecto significativo ( $P < 0,05$ ), siendo el sustrato S3 (50 % de estiércol de caballo + 50 % de fibra de coco) donde las plantas alcanzaron los mejores valores, difiriendo estadísticamente con el resto (**Tabla 1**).

**Tabla 1.** Valores promedios por sustrato de los atributos e índices morfológicos de calidad al final del cultivo de *P. macroloba* en contenedores tipo tubetes.

Tratamiento	H (cm)	D (mm)	PSR (g)	PSA (g)	PST (g)	PSA/PSR	H/D	ICD
<b>S1</b>	27,36 <sup>c</sup>	4,26 <sup>d</sup>	1,66 <sup>d</sup>	1,06 <sup>c</sup>	2,72 <sup>c</sup>	1,57 <sup>a</sup>	6,69 <sup>a</sup>	0,34 <sup>c</sup>
<b>S2</b>	28,48 <sup>b</sup>	4,54 <sup>b</sup>	1,74 <sup>b</sup>	1,12 <sup>b</sup>	2,86 <sup>b</sup>	1,56 <sup>ab</sup>	6,27 <sup>b</sup>	0,37 <sup>b</sup>
<b>S3</b>	30,90 <sup>a</sup>	5,87 <sup>a</sup>	1,84 <sup>a</sup>	1,25 <sup>a</sup>	3,09 <sup>a</sup>	1,47 <sup>c</sup>	5,26 <sup>c</sup>	0,44 <sup>a</sup>
<b>S4</b>	28,04 <sup>b</sup>	4,31 <sup>c</sup>	1,71 <sup>c</sup>	1,11 <sup>bc</sup>	2,82 <sup>b</sup>	1,54 <sup>b</sup>	6,51 <sup>ab</sup>	0,35 <sup>bc</sup>
<b>Error estándar</b>	<b>0,321</b>	<b>0,035</b>	<b>0,054</b>	<b>0,043</b>	<b>0,125</b>	<b>0,052</b>	<b>0,465</b>	<b>0,024</b>

Letras desiguales indican diferencias significativas para  $P < 0,05$  (n=25). Altura de la planta (H), diámetro del cuello de la raíz (D), peso seco radical (PSR), peso seco aéreo (PSA), peso seco total (PST), Índice de calidad de Dickson (ICD).

En el caso de los atributos altura y diámetro del cuello de la raíz, se observó que las plantas desarrolladas en el sustrato S3 (Ec-50 %+Fc-50 %) fueron las que alcanzaron los mayores valores. Estos valores pueden estar condicionados por un correcto o abundante suministro de nutrientes por parte del sustrato, por lo que esta combinación favoreció en mayor medida el desarrollo y crecimiento de las plantas.

Resultados similares obtuvieron Aguirre *et al.* (2018), quienes encontraron que el empleo de sustratos orgánicos con adecuadas características físicas y químicas favoreció el crecimiento y desarrollo de las especies *Azadirachta indica* A. Juss. y *Ceiba pentandra* (L.) cultivada en vivero.

Relacionado con la producción de biomasa, se puede observar que existe diferencia significativa entre el sustrato S3 y el resto de los sustratos (S1, S2 y S4), con respecto a las variables PSA, PSR y PST, viéndose favorecidas las plantas del sustrato S3 que fueron las que alcanzaron los mayores valores de peso seco. Resultados similares obtuvo Klein (2015),

con un sustrato cuyo mayor porcentaje fue a base de fibra de coco. Dicho autor afirma que el uso de la fibra de coco mejora algunos indicadores de crecimiento pues aumenta la fertilidad de los sustratos, causado por un incremento en la disponibilidad de los nutrimentos, como también mejora la estructura y la capacidad de retención de agua.

Al analizar los valores obtenidos en los índices estudiados (**Tabla 1**), puede observarse que es también en el sustrato S3 donde las plantas manifiestan los mejores resultados. En relación con la esbeltez (H/D), Escobar y Rodríguez, (2019) señalan que se logra una mejora en la calidad de la planta a través de una disminución de la misma. Estos autores también manifiestan que se ha demostrado que las plantas con menor medida en la relación altura/diámetro de tallo pueden mantener un mejor estado hídrico con un consumo más moderado de agua en situaciones de deficiencia hídrica. De manera, que la planta mejor preparada para resistir las condiciones adversas, es la cultivada en el sustrato S3.

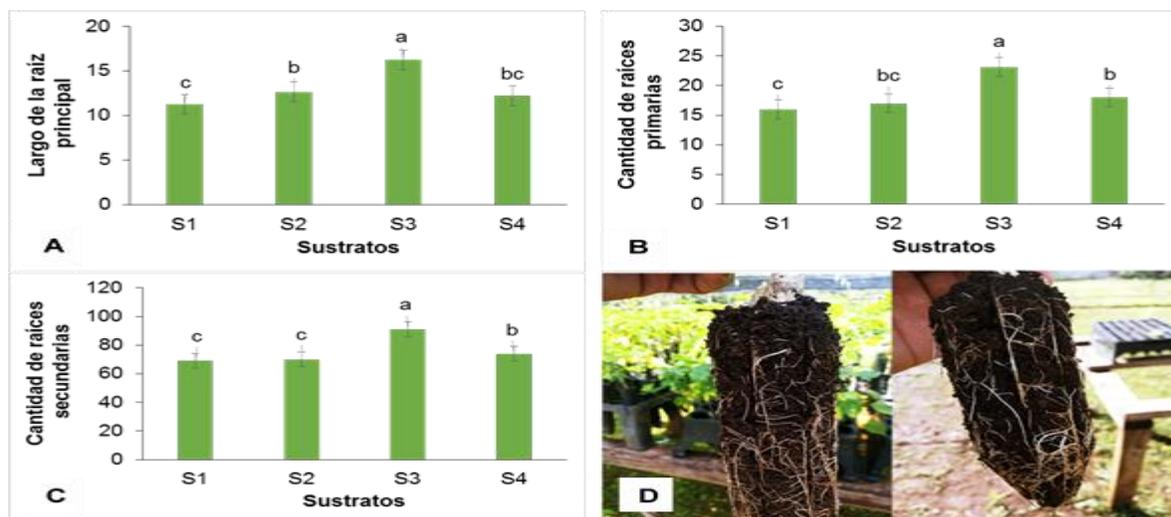
Estas plantas también presentaron los menores valores de la relación PSA/PSR. Esta característica, habitualmente, se considera que puede contribuir a mejorar la economía hídrica de la planta y, por tanto, también, su capacidad de supervivencia y crecimiento en ambientes secos Sotolongo *et al* (2017), porque a menor valor de esta relación, más favorecida está la absorción de agua frente a las pérdidas. Las plantas del tratamiento S3 (Ec-50 % + Fc-50 %) mostrando un valor de 1,47; presentan el sistema radical mejor desarrollado, favoreciendo la absorción de agua y manteniendo un nivel de sostén mecánico frente a los problemas que puedan presentar una vez que estén en el campo. En este sentido, Rueda *et al.* (2014), indican que una planta de buena calidad debe presentar un bajo valor de la relación biomasa aérea y biomasa de raíz.

En cuanto al Índice de calidad de Dickson (ICD), en el análisis se observa que existen diferencias significativas en todos los tratamientos, pero las plantas del tratamiento S3 (Ec-50 % + Fc-50 %) muestran la mejor calidad al final del cultivo, siendo este de 0,44. Según Venancio *et al.* (2022), un aumento en el valor del índice de Dickson se asocia con una calidad de planta superior, debido a un mejor equilibrio entre las biomasa aérea y radical.

Rueda *et al.* (2014) concluyen sobre la relación directa entre el valor del índice y la sobrevivencia de las plantas, que un índice menor a 0,15 significa problemas en el establecimiento para algunas especies, por lo tanto, la planta se favorece si alcance valores máximos, esto trae consigo que, por una parte, el desarrollo total de la planta es grande, al mismo tiempo, las fracciones aérea y radical están equilibradas. Al respecto, Falcón *et al.* (2019) coinciden con el planteamiento anterior y además expresan que las plantas con mayores valores de este índice, presentan mayor resistencia mecánica durante las operaciones de plantación o fuertes vientos.

### **Morfología del sistema radical**

En relación a los atributos del sistema radical (**Figura 2**) se observó que las plántulas se ven más beneficiadas en el sustrato S3 (Ec-50 % + Fc-50 %), con las mayores medias, en correspondencia con valores altos de porosidad y buena aireación de este sustrato, que favorece el crecimiento de raíces y, por ende, el desarrollo de la parte aérea de la planta.



**Figura 2.** Atributos del sistema radical de la planta *P. macroloba* a los cuatro meses (n=25). A) Largo de la raíz principal; B) Cantidad de raíces primarias; C) Cantidad de raíces secundarias; D) Desarrollo radicular. S1: 70 % de estiércol de caballo + 30 % de fibra de coco; S2: 60 % de estiércol de caballo + 40 % de fibra de coco; S3: 50 % de estiércol de caballo + 50 % de fibra de coco; S4: 40 % de estiércol de caballo + 60 % de fibra de coco (Ec-40 %+Fc-60 %).

En la figura letras desiguales indican diferencias significativas para  $P < 0,05$ .

Resultados similares alcanzaron Aguirre *et al.* (2019), quienes encontraron que el empleo de sustratos orgánicos propició mayor desarrollo radical en la especie *Tabebuia donnell-smithii* Rose, lo que favorece el transporte de fotosintatos a la parte aérea para la producción de biomasa, y con ello cambios en la fisiología de la planta.

La mayor cantidad de raíces secundarias obtenida en el sustrato S3 (Ec-50 % + Fc-50 %), pudiera estar dada por las características físicas del sustrato, en el cual se generó un número mayor de raíces secundarias, capaces de colonizar más rápido el cepellón.

Al respecto, Cobas *et al.* (2020), afirman que la abundante emisión de raíces secundarias demuestra alta calidad y garantiza un rápido crecimiento de las plantas después de la plantación; además hacen referencia también que el número de raíces secundarias de primer orden han mostrado correlación para mejorar el desempeño de las plantas en el campo.

Similares respuestas alcanzaron Díaz *et al.* (2013), al señalar que con el uso de compost de cacao en la producción de *Cedrela odorata* y *Swietenia macrophylla*, se obtuvo mayor longitud radicular y mayor peso de materia fresca y seca, por lo que consideran que el sustrato facilitó el buen crecimiento radicular, debido a que actuó como un mejorador de las condiciones físicas del sustrato.

## Conclusiones

Los resultados obtenidos al final del cultivo en vivero, demostraron que existió un efecto diferenciado en el crecimiento de las plántulas en dependencia del sustrato en que fueron cultivadas y que fue el sustrato S3 conformado por 50 % de estiércol de caballo + 50 % de fibra de coco (Ec-50 %+Fc-50 %) el que propició los mejores valores en los atributos estudiados.

Estos resultados pueden apoyar la toma de decisiones en las actividades de reforestación relacionadas con la especie *P. macroloba* y su cultivo en viveros con la tecnología de tubetes.

## **Bibliografía**

- Abanto, C., García, D., Guerra, W., Murga, H., Saldaña, G., Vázquez, D., & Tadashi, R. (2016). Sustratos orgánicos en la producción de plantas de *Calycophyllum spruceanum* (Benth.). *Scientia Agropecuaria*, 7(3), 341-347.
- Aguirre, S.E., Piraneque, N. V., & Barrios, N. (2018). Análisis del efecto del sustrato sobre la calidad de plántulas en cinco especies forestales adaptadas a Santa Marta – Colombia. *Revista ESPACIOS*, 39(47), 33-39.
- Aguirre, J. F., Yeekón, L., & Espinosa, S. (2019). Influencia de hongos endomicorrízicos en el crecimiento de (*Tabebuia donnell-smithii* Rose). *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 6(16), 11-21.
- Amarán, N. B., Martínez, D. G., & Duque, J. A. D. (2020). Los pasivos ambientales: el cambio de paradigma conceptual desde el contexto de Cuba. *Avances*, 22(3), 469-490.
- Arévalo, M. E., Oberpaur, C., & Méndez, C. (2016). Inclusión de musgo (*Sphagnum magellanicum* Brid.) y fibra de coco como componentes orgánicos del sustrato para almácigos de kiwi (*Actinidia deliciosa*). *Revista IDESIA (Chile)*, 34(2), 47-55.
- Cobas, M., Sotolongo, R., & Almora, Y. (2020). Comportamiento de los parámetros morfológicos de calidad de la planta de *Lysiloma sabicú* Benth. en vivero sobre sustratos orgánicos. *Revista Cubana de Ciencias Forestales*, 8(3), 550-561.
- Díaz, P., Torres, D., Sanchez, Z., & Arévalo, L. (2013). Comportamiento morfológico de cedro (*Cedrela odorata*) y caoba (*Swietenia macrophylla*) en respuesta al tipo de sustrato en vivero. *Revista Folia Amazónica*, 22(1-2), 25-33.
- Escobar, S. & Rodríguez, D.A. (2019). Estado del arte en la investigación sobre calidad de planta del género *Pinus* en México. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 10(55), 4-38.
- Falcón, E., Cobas, M., Bonilla, M., Rodríguez, O., Castillo, C., & Rodríguez, E. (2019). Influencia del sustrato en la calidad de la planta *Swietenia mahagoni* (L.) Jacq. cultivada en tubetes. *Revista Cubana de Ciencias Forestales*, 7(3), 283-296.
- Febles, G. (2009). La diversidad biológica en Cuba, características y situación actual. Estrategia nacional y plan de acción. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 43(3), 211-223
- Instituto de Meteorología de Cuba (INSMET). 2023. Centro Meteorológico Provincial de Guantánamo: Temperatura del aire y precipitación durante 2010-2023. Consultado 17 nov. 2023.
- Klein, C. (2015). Substratos alternativos para produção de mudas. *Revista Brasileira de Energias Renováveis*, 4(3), 15-25.
- Pinto, V. V. F., Bueno, M. M., Antunes, L. F. S., Alonso, J. M., & Gustavo Wyse Abaurre, G. W. (2021). Crescimento de mudas de *Poincianella pluviosa* (DC.) L.P. Queiroz em diferentes substratos e lâminas de irrigação. *Madera y Bosques*, 27(1), e2712173.
- Reyes, J., Pimienta de la Torre, D.J., Rodríguez, J.A., Fuentes, M.A., & Palomeque, E. (2018). Calidad de planta de *Gmelina arborea* Roxb. producida con diferentes mezclas de sustratos en vivero. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 9(47), 111-130.
- Rocha-Dantas, A., Carneiro-Guedes, M., Vasconcelos, C. D. C., Lôbo-Isacksson, J. G., Barbosa-Pastana, D. N., Lira-Guedes, A. C., & Fernandez-Piedade, M. T. (2021). Morphology, germination, and geographic distribution of *Pentaclethra macroloba* (Fabaceae): a hyperdominant Amazonian tree. *Revista de Biología Tropical*, 69(1), 181-196.

- Sotolongo, R., Geada, G., & Cobas, M. (2017). Fomento forestal. 2da edición. La Habana. Cuba: Editorial Félix Varela.
- Siqueira, D.P., Carvalho, M.W., Barroso, D.G., & Marciano, C.R. (2018). Lodo de esgoto tratado na composição de substrato para produção de mudas de *Lafoensia glyptocarpa*. *Floresta*, 48(2), 277-284.
- Torres, J.M. (2021). Factores ambientales y físicos que afectan la supervivencia de siete especies forestales en el Estado de México. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 12(64), 66-91.
- Venancio, R., Rodríguez, D.A., Mohedano, L., & Sánchez, E. A. (2022). Contenedores y calidad de planta para *Quercus crassipes* Bonpl. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 13(69), 201-211.