

Comportamiento de los parámetros morfológicos de calidad de la planta de *Lysiloma sabicu* Benth. en vivero sobre sustratos orgánicos

Behavior of the morphological parameters of quality of the *Lysiloma sabicu* Benth. plant in the nursery on organic substrate

Comportamento dos parâmetros morfológicos de qualidade da planta de *Lysiloma sabicu* Benth. cultivada num berçário com substratos orgânicos

Milagros Cobas López^{1*}  <https://orcid.org/0000-0002-3785-5235>

Rogelio Sotolongo Sospedra¹  <https://orcid.org/0000-0003-0116-4157>

Yuraimis Almora Ramos²  <https://orcid.org/0000-0002-4301-4280>

¹Universidad de Pinar del Río "Hermandades Saíz Montes de Oca". Pinar del Río, Cuba.

²Empresa Agroforestal Pinar del Río. Pinar del Río, Cuba.

*Autor para la correspondencia: mcobas@upr.edu.cu

Recibido: 19 de junio de 2020.

Aprobado: 27 de octubre de 2020.

RESUMEN

El estudio se desarrolló con el objetivo de caracterizar el comportamiento de la morfología de la planta de *Lysiloma sabicu* Benth. cultivada en vivero sobre diferentes sustratos orgánicos y con el empleo de la tecnología de tubetes. Se probaron tres combinaciones de sustratos elaborados a partir de mezclas de compost orgánico, humus de lombriz y estiércol vacuno para determinar en cual era factible el logro de una mejor calidad de las plantas con el empleo de esta tecnología. Las variables morfológicas medidas fueron: altura, diámetro en el cuello de la raíz, 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 la morfología de las plantas en dependencia del sustrato en que fueron cultivadas y que fue S1 conformado por 50 % de compost orgánico + 25 % de humus de lombriz + 25 % de estiércol vacuno (Co-50 % + HI-25 % + Ev-25 %) el que propició los mejores valores en los parámetros estudiados.

Palabras clave: *Lysiloma sabicu*; Vivero; sustrato; Parámetros morfológicos.



ABSTRACT

The study was developed with the objective of characterizing the behavior of the morphology of the *Lysiloma sabicu* Benth. plant grown in a nursery on different organic substrates and with the use of container technology. Three combinations of substrates made from mixtures of organic compost, worm humus and cow dung were tested to determine in which way it was feasible to achieve better plant quality with the use of this technology. The morphological variables measured were: height, root collar diameter, dry biomass, as well as root system attributes. From these values, the morphological indices were calculated: Slimness, PSA/PSR Ratio, and Dickson's Quality Index. The results obtained showed that there was a differentiated effect on the plants' morphology, depending on the substrate in which they were cultivated, and that it was S1 formed by 50 % organic compost + 25 % worm humus + 25 % cattle manure (Co-50 % + HI-25 % + Ev-25 %) which provided the best values in the parameters studied.

Keywords: *Lysiloma sabicu*; Nursery; Substrate; Morphological parameters.

RESUMO

O estudo foi desenvolvido com o objetivo de caracterizar o comportamento da morfologia da planta *Lysiloma sabicu* Benth. cultivada num berçário em diferentes substratos orgânicos e com o uso de tecnologia de canais. Foram testadas três combinações de substratos feitos de misturas de compôs orgânico, húmus de minhoca e estrume bovino para determinar de que forma era viável alcançar uma melhor qualidade vegetal com a utilização desta tecnologia. As variáveis morfológicas medidas foram: altura, diâmetro do colar de raízes, biomassa seca, bem como atributos do sistema radicular. A partir destes valores, foram calculados os índices morfológicos: Esbeltes, relação PSA/PSR, e índice de qualidade de Dickson. Os resultados obtidos mostraram que houve um efeito diferenciado na morfologia das plantas em função do substrato em que foram cultivadas e que era S1 constituído por 50% de composto orgânico + 25% de húmus de minhoca + 25% de estrume bovino (Co-50%+HI-25 % + Ev-25 %) o que levou aos melhores valores nos parâmetros estudados.

Palavras-chave: *Lysiloma sabicu*; Berçário; Substrato; Parâmetros morfológicos.

INTRODUCCIÓN

La calidad morfológica de una planta hace referencia a un conjunto de caracteres, tanto de naturaleza cualitativa como cuantitativa, sobre la forma y estructura de esta. La morfología de una planta cultivada en contenedor en un vivero forestal es el resultado de las características genéticas de las plantas, las condiciones ambientales del vivero y las prácticas de cultivo empleadas entre otras (Navarro *et al.*, 2006).

El éxito de los programas de reforestación depende principalmente de la calidad de la planta que se produce en los viveros, la cual puede asegurar una mayor probabilidad de supervivencia y desarrollo en plantación cuando llegan a establecerse en el lugar definitivo.

El programa de desarrollo forestal de Cuba comprende la regeneración de los bosques existentes y la repoblación de las áreas desmontadas. La regeneración natural y la repoblación por siembra directa no parecen ser lo suficientemente efectivas bajo las condiciones edafoclimáticas del país, por lo que el tipo de regeneración de bosque que predomina es la plantación (Sotolongo-Sospedra *et al.*, 2017).



Lysiloma sabicu es una especie nativa de la familia *Fabaceae*, de gran utilidad por la calidad de su madera que puede ser empleada en diversos usos, además de tener un crecimiento rápido. Por ambos aspectos es una especie priorizada dentro del Plan de desarrollo forestal hasta el 2030.

Tradicionalmente para el fomento de esta especie en Cuba, las plántulas se han producido en bolsas de polietileno utilizando como sustrato: suelo. La implementación de viveros tecnificados, donde se emplean contenedores plásticos plantea la necesidad de caracterizar el crecimiento de la especie en este tipo de envase y sustituir el suelo como sustrato, por combinaciones de compuestos orgánicos que, además de garantizar un buen desarrollo de las plántulas por su aporte de nutrientes y estructura física, permita un manejo adecuado en el vivero, sobre todo, en el momento del destubetado.

Este estudio tiene como objetivo caracterizar el comportamiento morfológico de la planta de *Lysiloma sabicu* Benth. cultivada en vivero sobre diferentes sustratos orgánicos y con el empleo de la tecnología de tubetes, para su implementación como vía de obtención de plantas con calidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del experimento

Para los ensayos se utilizaron semillas obtenidas de frutos maduros recolectadas de una masa ubicada en la ciudad de Pinar del Río. 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 (Gra *et al.*, 2003).

Se siguió el curso de la germinación durante 30 días, mediante conteos diarios según está indicado en la Norma Cubana 71-04: 87. Aunque estos análisis corresponden a la calidad de la semilla, al final repercuten en la calidad de las plantas en el vivero.

El cultivo se realizó en contenedores plásticos tipo tubetes con una capacidad de 90 cm³. 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 humus de lombriz, estiércol vacuno y compost orgánico, y corteza de pino compostada en diferentes proporciones.

Se empleó un diseño completamente al azar y como factor de estudio se consideraron los sustratos empleados, con tres niveles:

- S1: 50 % de compost orgánico + 25 % de humus de lombriz + 25 % de estiércol vacuno (Co-50 % + HI-25 % + Ev-25 %).
- S2: 50 % de corteza de pino compostada + 20 % de humus de lombriz + 30 % de compost orgánico (Cp-50 % + HI-20 % + Co-30 %).
- S3: 50 % compost orgánico + 25 % corteza de pino compostada + 25 % estiércol vacuno (Co-50 % + Cp-25 % + Ev-25 %).



El número de plantas por tratamiento fue de 25 y las variables evaluadas 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 las variables medidas 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 (Q_i) (Ecuación 1).

$$Q_i = \frac{PT}{\left(\frac{\text{long}}{\text{Diam}} + \frac{PSA}{PSR}\right)} \quad (1)$$

Donde:

PT : peso seco total en g;

$Long$: altura de la planta en cm;

$Diam$: 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 y el diámetro en el cuello de la raíz de la plántula. La segunda al final del cultivo (a los cuatro meses), donde se tuvieron en cuenta las magnitudes de todas las variables 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.

Estadísticos

Para evaluar el efecto del factor sustrato se consideraron tres niveles que correspondieron con las diferentes mezclas de sustratos: S1, S2 y S3, para cada una de las variables. Estos análisis se realizaron mediante la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis con un $\alpha = 0,05$, porque las variables analizadas no cumplieron con los supuestos matemáticos para la realización de pruebas paramétricas. Se empleó una prueba de comparación múltiple de pares entre las medias de los rangos de los tratamientos según lo descrito en Conover (1999).



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Comportamiento de la germinación

La germinación comenzó entre el tercer y cuarto día después de la siembra. El porcentaje de semillas germinadas fue inferior al 34 %, aunque superior a los reportados por Domínguez *et al.*, (2015), que con igual tratamiento pregerminativo a las semillas obtuvieron un 16 %. En la Figura 1, se presentan los porcentajes de germinación que se alcanzaron en cada tratamiento. Los valores más altos obtenidos en el sustrato S2 pudieran estar asociados a la presencia de humus de lombriz y compost que favorecen las condiciones de humedad del sustrato e incide en la germinación. Al respecto, Sotolongo-Sospedra *et al.*, (2017) plantean que la humedad ejerce un efecto ambiental sobre el proceso de germinación de las semillas, de la misma forma que Sánchez y Furrázola (2018) argumentan que factores como la humedad pueden influir marcadamente en la respuesta germinativa de la especie.

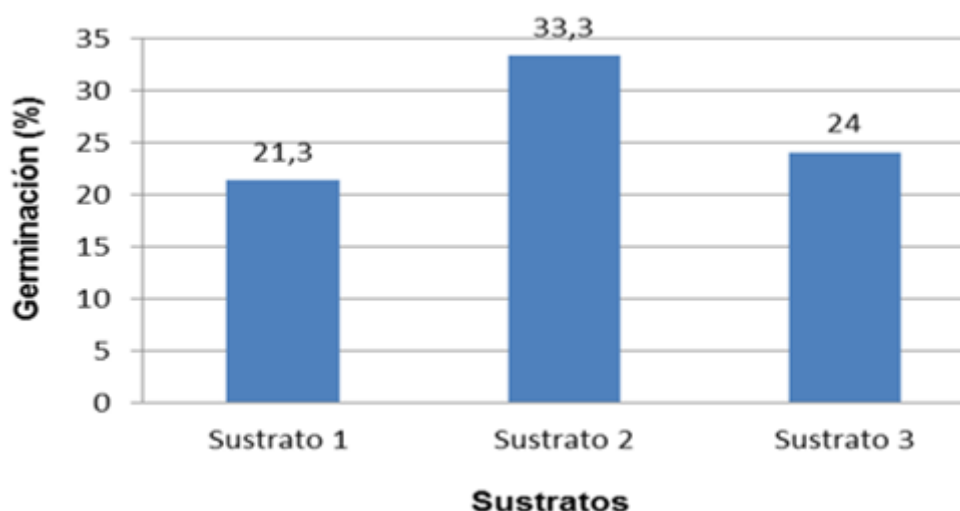


Figura 1. - Resultados de la germinación de *Lysiloma sabicu* en los sustratos empleados

Resultados de la primera evaluación (control intermedio) de las plántulas de *L. sabicu* efectuada a los dos meses de cultivo

En la Tabla 1, se presentan los promedios de altura y diámetro en el cuello de la raíz 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 la altura alcanzada en el sustrato S1 es superior con respecto a los otros dos y difiere significativamente con respecto a ambos ($P < 0,05$). Mientras que para la variable diámetro en el cuello de la raíz, es el sustrato S3 el de mejor comportamiento (Tabla 1).

Tabla 1. - Valores promedios de la altura y el diámetro a los dos meses de cultivo

Tratamientos	H (cm)	D (mm)
S1	11,73 ^a	2,26 ^b
S2	8,45 ^b	2,26 ^b
S3	8,80 ^b	2,68 ^a



Letras desiguales indican diferencias significativas para $P < 0,05$ y $n = 25$ plantas por tratamiento

Navarro *et al.*, (2006), 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. Derivado de los resultados obtenidos en sus investigaciones, sugiere 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^2 en el vivero y el riego en aras de lograr junto a la altura un aumento más acelerado del diámetro.

En relación con este experimento, las plantas del sustrato S1 en el momento de realizarse este control a los dos meses de cultivo, eran las que tenían la tendencia al ahilamiento; sin embargo, a partir de ese momento comenzó a distanciarse el riego para provocar el endurecimiento, cuestión que pudo haber influido en el estatus final de la planta.

Características de la planta de *Lysiloma sabicu* en vivero, al final del cultivo

En la Tabla 2, se muestran los resultados del comportamiento medio de las variables morfológicas e índices de calidad obtenidos por las plantas en los tres sustratos empleados. Al igual que en la primera evaluación se comprobó que el sustrato tiene un efecto significativo ($P < 0,05$) de acuerdo a la prueba de Kruskal-Wallis y de comparación múltiple (Tabla 2).

Tabla 2. - Valores medios por sustrato de las variables morfológicas y los índices de calidad al final del cultivo de *L. sabicu* en contenedores tipo tubetes

Tratamientos	H (cm)	D (mm)	PSR (g)	PSA (g)	PST (g)	PSA/PSR	H/D	QI
S1	12,75 ^a	3,88 ^a	0,33 ^a	0,35 ^a	0,68 ^a	1,06 ^b	3,35 ^a	0,15 ^a
S2	8,98 ^b	2,30 ^c	0,16 ^b	0,18 ^b	0,34 ^b	2,25 ^a	3,93 ^b	0,06 ^c
S3	10,14 ^b	2,72 ^b	0,17 ^b	0,21 ^b	0,38 ^b	1,33 ^b	3,73 ^b	0,08 ^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 (QI).

El crecimiento de las plantas de *L. sabicu* varió de acuerdo al sustrato en que éstas se desarrollaron. En el caso de las variables altura de la planta y diámetro del tallo, se observó que las plantas desarrolladas en el sustrato S1 (Co-50 % + HI-25 % + Ev-25 %) fueron las que alcanzaron los mayores valores (Figura 2).





Figura 2. - Altura de la planta en el tratamiento S1

Salto *et al.*, (2013), plantean que los atributos morfológicos de naturaleza cuantitativa que habitualmente son empleados en estudios científicos o en control de calidad de plantas en contenedor son la altura y el diámetro a la altura del cuello. Quiroz *et al.*, (2014) coinciden con estos criterios y mencionan que los atributos morfológicos comúnmente medidos para determinar la calidad de planta se relacionan con su altura y su diámetro, de ahí su importancia en los análisis efectuados en el contexto de este experimento.

Debe destacarse que los sustratos donde se realizaron mezclas en que estuvo presente el compost en proporciones elevadas (S1 y S3) fueron los que mayores valores presentaron en altura y diámetro. Todos estos beneficios 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 producidas por los microorganismos (Atiyeh *et al.*, 2002). Paralelamente a esto García *et al.*, (2010), destacan también que la adición de compost influye de manera significativa sobre las propiedades químicas del sustrato.

El diámetro fue el único de los parámetros evaluados que manifestó diferencia significativa en los tres sustratos evaluados (Tabla 2), obteniéndose el mayor valor en el sustrato S1. Con relación a esto Grossnickle (2012), manifestó la importancia del diámetro expresando que este da una aproximación de la sección transversal de transporte de agua, de la resistencia mecánica y de la capacidad relativa para tolerar altas temperaturas en la superficie del suelo, por la relación que posee con la cantidad de biomasa y la resistencia mecánica. Por otra parte, Muñoz *et al.*, (2015) consideran que el diámetro es la característica de calidad más importante que permite predecir la supervivencia de la planta en campo. El diámetro del cuello de la raíz es el parámetro que generalmente se relaciona con la cantidad de reservas con que cuenta la planta para iniciar su crecimiento, luego de ser plantada, con lo cual cuanto mayor sea éste, también lo será el crecimiento inicial en plantación.

En este caso, teniendo en cuenta los valores de diámetros obtenidos, se puede pronosticar un porcentaje alto de supervivencia en campo para las plantas cultivadas en el sustrato S1, pues las mismas estarán en condiciones de poder contrarrestar el efecto de las condiciones adversas en la etapa.

Relacionado con la producción de biomasa, se puede observar que existe diferencia significativa entre el sustrato S1 y el resto de los sustratos (S2 y S3), con respecto a las variables PSA, PSR y PST, viéndose favorecidas las plantas del sustrato S1 que fueron las que alcanzaron los mayores valores de peso seco. Resultados similares obtuvieron García *et al.*, (2010), con un sustrato cuyo mayor porcentaje fue a base



de compost. Dichos autores afirman que el uso de compost 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 2), puede observarse que es también en el sustrato S1 donde las plantas manifiestan los mejores resultados. En relación con la esbeltez (H/D), [Villalón et al., \(2016\)](#) 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 modo tal, que la planta mejor preparada para resistir las condiciones adversas, es la cultivada en el sustrato S1.

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 ([Ramírez y Rodríguez, 2004](#)), porque a menor valor de esta relación, más favorecida está la absorción de agua frente a las pérdidas. Las plantas del tratamiento S1 (Co-50 % + HI-25 % + Ev-25 %) mostrando un valor de 1,06; 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, [Álvaro et al., \(2014\)](#), indican que una planta de buena calidad debe presentar un bajo valor de la relación biomasa aérea y biomasa de raíz.

[Sotolongo-Sospedra et al., \(2017\)](#), han hecho referencia a la importancia de que esta relación se encuentre en el rango de 1,5 a 2,5 para que las plantas sean llevadas a campo en mejores condiciones de adaptabilidad, y puedan superar determinado estrés al llegar al sitio, partiendo de que en muchos casos las labores de preparación de suelo para las especies forestales no son las más idóneas.

En cuanto al Índice de calidad de Dickson (Q_i), en el análisis se observa que existen diferencias significativas en todos los tratamientos, pero las plantas del tratamiento S1 (Co-50%+HI-25%+Ev-25%) muestran la mejor calidad al final del cultivo, siendo este de 0,15. Según [Quiroz et al., \(2014\)](#), un aumento en el valor del índice de Dickson se asocia con una calidad de planta superior, debido a un mejor equilibrio entre las biomásas aérea y radical. Al respecto, [Álvaro 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 alcanza 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

El tipo de sustrato no influyó significativamente desde el punto de vista estadístico en la prueba de Kruskal-Wallis, para la longitud de la raíz principal (Lrp). El resto de los atributos del sistema radical sí están influidos por el sustrato y se ve beneficiada la planta cultivada en el sustrato S1, por lo que se favorece una mejor absorción de



las sustancias presentes e indispensables para el desarrollo de las plantas en el mismo (Tabla 3).

Tabla 3. - Atributos del sistema radical al final del cultivo

Tratamientos	PSR (g)	Lrp (cm)	Cantidad de raíces primarias	Cantidad de raíces secundarias
S1	0,33 ^a	8,05 ^a	23 ^a	91 ^a
S2	0,16 ^b	7,9 ^a	15 ^b	67 ^b
S3	0,17 ^b	8,05 ^a	16 ^b	60 ^b

Letras diferentes en una misma columna difieren para $P < 0,05$ para $n = 10$ plantas por tratamiento

Todo pudiera estar dado, según [Santiago et al., \(2015\)](#) porque se aprovechó mejor el espacio y se generó un número mayor de raíces secundarias, capaces de colonizar más rápido el cepellón, como también se atribuye, a las características físicas del sustrato.

Al respecto, [Álvaro et al., \(2014\)](#) y [Davis y Jacobs, \(2005\)](#) concluyen que la abundante emisión de raíces secundarias demuestra alta calidad y garantiza un rápido crecimiento de las plantas después de la plantación; cuando las plantas se establecen en condiciones ambientales favorables para su crecimiento, emiten nuevas raíces, las cuales iniciarán el proceso de absorción de agua; para mejorar su desempeño en el campo, así mismo [Davis y Jacobs \(2005\)](#) hacen referencia también a que el número de raíces secundarias de primer orden han mostrado correlación para mejorar el desempeño de las plantas en el campo.

Puede afirmarse que las raíces de las plantas evaluadas en este experimento colonizaron completamente el cepellón y carecían de deformaciones, que pudieran afectar el desarrollo futuro en plantación (Figura 3).



Figura 3. - Arquitectura radical de las plantas en cada uno de los sustratos

En general se asocia la planta de buena calidad para la repoblación forestal con aquella que presenta un buen equilibrio entre la parte aérea y la radical, y que tiene un sistema radical abundante y bien conformado según [Negreros et al., \(2010\)](#).

Los resultados obtenidos al final del cultivo en vivero, demostraron que existió un efecto diferenciado en la morfología de las plantas en dependencia del sustrato en que fueron cultivadas y que fue el sustrato S1 conformado por 50 % de compost orgánico + 25 % de humus de lombriz + 25 % de estiércol vacuno (Co-50 % + HI-25 % + Ev-25 %) el que propició los mejores valores en los parámetros estudiados.



De modo general, puede agregarse que los sustratos en cuya composición se encontraba el compost orgánico en un mayor porcentaje (S1 y S3), fueron en los que se obtuvieron valores representativos de buena calidad en cuanto a los atributos e índices morfológicos evaluados al final del cultivo en vivero.

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

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ATIYEH, R.M., EDWARDS, C.A., SUBLER, S. y METZGER, J.D., 2001. Pig manure vermicompost as a component of a horticultural bedding plant medium: effects on physicochemical properties and plant growth. *Bioresource Technology* [en línea], vol. 78, no. 1, pp. 11-20. [Consulta: 28 octubre 2020]. ISSN 0960-8524. DOI 10.1016/S0960-8524(00)00172-3. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960852400001723>.
- CONOVER, W.J., 1971. *Practical Nonparametric Statistics* [en línea]. S.l.: Wiley. ISBN 978-0-471-16851-5. Disponible en: https://books.google.com/cu/books/about/Practical_Nonparametric_Statistics.html?id=Nv4YAAAAIAAJ&redir_esc=y.
- CONTRERAS, A.R. y TREJO, D.A.R., 2004. Efecto de calidad de planta, exposición y micrositio en una plantación de *Quercus rugosa*. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* [en línea], vol. 10, no. 1, pp. 5-11. [Consulta: 30 octubre 2020]. ISSN 2007-3828, 2007-4018. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=62910101>.
- CRUZ, B.D. de la, NARAIN, D., DOMÍNGUEZ, L.A.C., ORTEGA, L.R. y RODRÍGUEZ, A.E., 2015. Respuesta de *Lysiloma sabicu* Benth a diferentes tratamientos pre germinativos y comportamiento de las plántulas en vivero. *Revista Cubana de Ciencias Forestales* [en línea], vol. 2, no. 2, pp. 165-177. [Consulta: 28 octubre 2020]. ISSN 2310-3469. Disponible en: <http://cfores.upr.edu.cu/index.php/cfores/article/view/92>.
- DAVIS, A.S. y JACOBS, D.F., 2005. Quantifying root system quality of nursery seedlings and relationship to outplanting performance. *New Forests* [en línea], vol. 30, no. 2, pp. 295-311. [Consulta: 28 octubre 2020]. ISSN 1573-5095. DOI 10.1007/s11056-005-7480-y. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s11056-005-7480-y>.
- CERRILLO, R.M.N., GARCÍA, A. del C. y SEGARRA, J.C., 2006. Factores que afectan al éxito de una repoblación y su relación con la calidad de la planta. *Calidad de planta forestal para la restauración en ambientes mediterráneos: estado actual de conocimientos*, 2006, ISBN 978-84-8014-670-8, págs. 31-46 [en línea]. S.l.: Organismo Autónomo de Parques Nacionales, pp. 31-46. [Consulta: 26 noviembre 2020]. ISBN 978-84-8014-670-8. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6642112>.
- GARCÍA-ALBARADO, J.C., TREJO-TÉLLEZ, L.I., VELÁSQUEZ-HERNÁNDEZ, M.A., RUIZ-BELLO, A. y GÓMEZ-MERINO, F.C., 2010. Crecimiento De *Petunia* En Respuesta a Diferentes Proporciones De Composta En Sustrato. *REVISTA CHAPINGO SERIE HORTICULTURA* [en línea], vol. 16, no. 2, pp. 107-113.



[Consulta: 28 octubre 2020]. ISSN 1027-152X, 2007-4034. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=60914173006>.

GRA, H., MONTALVO, J.M., BETANCOURT, M.A., DUARTE, J. y CORDERO, E., 2003. *Manual de viveros forestales*. La Habana, Cuba: Instituto de Investigaciones Forestales. MINAG.

GROSSNICKLE, S., 2012. Why seedlings survive: influence of plant attributes. *New Forest* [en línea], vol. 43, pp. 711-738. [Consulta: 28 octubre 2020]. DOI <https://doi.org/10.1007/s11056-017-9606-4>. Disponible en: <https://www.semanticscholar.org/paper/Why-seedlings-grow%3A-influence-of-plant-attributes-Grossnickle-MacDonald/eda4bbe9357ec04ea1e3f80ab42087143955b272>.

MUÑOZ FLORES, H.J., SÁENZ REYES, J.T., CORIA AVALOS, V.M., GARCÍA MAGAÑA, J. de J., HERNÁNDEZ RAMOS, J. y MANZANILLA QUIJADA, G.E., 2015. Calidad de planta en el vivero forestal La Dieta, Municipio Zitácuaro, Michoacán. *Revista mexicana de ciencias forestales* [en línea], vol. 6, no. 27, pp. 72-89. [Consulta: 30 octubre 2020]. ISSN 2007-1132. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2007-11322015000100007&lng=es&nrm=iso&tlng=es.

NEGREROS CASTILLO, P., APODACA MARTÍNEZ, M. y W. MIZE, C., 2010. Efecto de sustrato y densidad en la calidad de plántulas de cedro, caoba y roble. *Madera y bosques* [en línea], vol. 16, no. 2, pp. 7-18. [Consulta: 30 octubre 2020]. ISSN 1405-0471. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3966261>.

NOGUERA TALAVERA, A., REYES SÁNCHEZ, N., MEMBREÑO, J.J., DUARTE AGUILAR, C. y MENDIETA ARAICA, B., 2014. Calidad de plántulas de tres especies forrajeras (*Moringa oleifera* Lam., *Leucaena leucocephala* y *Cajanus cajan*) en condiciones de vivero. *La Calera* [en línea], vol. 14, no. 22, pp. 21-27. [Consulta: 28 octubre 2020]. ISSN 1998-7846. Disponible en: <http://www.revistasnicaragua.net.ni/index.php/CALERA/article/view/2061/1988>.

OCONOR, E.F., LÓPEZ, M.C., VICHOT, M.B., LEYVA, O.R., CASTILLO, C.V.R. y LEYVA, E.R., 2019. Influencia del sustrato en la calidad de la planta *Swietenia mahagoni* (L.) Jacq. cultivada en tubetes. *Revista Cubana de Ciencias Forestales* [en línea], vol. 7, no. 3, pp. 283-296. [Consulta: 28 octubre 2020]. ISSN 2310-3469. Disponible en: <http://cfores.upr.edu.cu/index.php/cfores/article/view/422>.

QUIROZ, I., PINCHEIRA, M.P., HERNÁNDEZ, J.A., GONZÁLEZ, M., GARCÍA, E. y SOTO, H., 2014. EFECTO DEL VOLUMEN RADICULAR SOBRE EL CRECIMIENTO DE *Acacia dealbata* Link. EN VIVERO Y EN TERRENO EN EL SECANO DE LA REGIÓN DEL BIOBÍO, CHILE. *Revista Árvore* [en línea], vol. 38, no. 1, pp. 155-164. [Consulta: 30 octubre 2020]. ISSN 0100-6762, 1806-9088. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=48830661015>.

SALTO, C.S., GARCÍA, M.A. y HARRAND, L., 2013. Influencia de diferentes sustratos y contenedores sobre variables morfológicas de plantines de dos especies de *Prosopis*. *Quebracho - Revista de Ciencias Forestales* [en línea], vol. 21, no. 1, pp. 90-102. ISSN 0328-0543. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/481/48130000010.pdf>.



SÁNCHEZ RENDÓN, J.A. y FURRAZOLA GÓMEZ, E.F., 2018. *Ecotecnología para la restauración ecológica: los tratamientos de semillas y las micorrizas* [en línea]. La Habana, Cuba: Sello Editorial Academia. ISBN 978-959-270-385-8. Disponible en: <https://isbn.cloud/9789592703858/ecotecnologias-para-la-restauracion-ecologica-los-tratamientos-de-semillas-y-micorrizas/>

SANTIAGO, O., VARGAS, J.J., ALDRETE, A., LÓPEZ, J. y FIERROS, A.M., 2015. Sustratos y tamaños de contenedor en el desarrollo de *Hevea brasiliensis* Müll. Arg. en vivero. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* [en línea], vol. 6, no. 31. DOI <https://doi.org/10.29298/rmcf.v6i31.199>. Disponible en: <https://cienciasforestales.inifap.gob.mx/editorial/index.php/forestales/article/view/199>.

SOTOLONGO-SOSPEDRA, R., GEADA-LOPEZ, G. y COBAS-LÓPEZ, M., 2017. *Fomento forestal*. 2da edición. La Habana. Cuba: Editorial Félix Varela.

VILLALÓN, H., RAMOS, J.C., VEGA, J.A., MARINO, B., MUÑOS, M.A. y GARZA, F., 2016. Indicadores de calidad de la planta de *Quercus canby* Trel. (encino) en vivero forestal. *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales* [en línea], vol. 12, no. 1, pp. 46-52. Disponible en: <http://www.itson.mx/publicaciones/rlrn/Documents/v12-n1-5-indicadores-de-calidad-de-la-planta-de-quercus-canby-Trel-encino-en-vivero-forestal.pdf>.

Conflicto de intereses:

Los autores declaran no tener conflictos de intereses.

Contribución de los autores:

Los autores han participado en la redacción del trabajo y análisis de los documentos.



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional.

Copyright (c) 2020 Milagros Cobas López, Rogelio Sotolongo Sospedra, Yuraimis Almora Ramos

