

Evaluación de la calidad de plántulas de *Pinus caribaea* var. *caribaea* producidas en contenedores con el empleo de sustratos orgánicos

Evaluation of *Pinus caribaea* var. *caribaea* container seedlings quality with organic growing media

Autores: Alexander Hernández Herrera*, Eduardo González Izquierdo y Marta Bonilla Vichot

* Estudiante de Ingeniería Forestal. Universidad "Hermanos Saíz Montes de Oca" de Pinar del Río. Calle Martí 270 Final, Pinar del Río. CP. 20100, e-mail: alexander.hernandez@estudiantes.upr.edu.cu

RESUMEN

La investigación fue llevada a cabo en el vivero docente que se encuentra en el edificio de laboratorio de la Universidad de Pinar del Río "Hermanos Saíz Montes de Oca". En este trabajo se realizó un estudio de la influencia que ejercieron los sustratos empleados en la calidad de las plántulas de *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* en la etapa de vivero. Los sustratos empleados estaban compuestos por las mezclas siguientes: **S1**- Sustrato testigo. Suelo común (100%) recolectado de un rodal de la especie. **S2**- Turba (50%), más Humus de Lombriz (25%) más Estiércol de vaca (25%). **S3**- Turba (40%) más Humus de lombriz (25%) más Estiércol de vaca (35%). **S4**- Turba (30%) más Estiércol de vaca (25%) más Suelo de pinar (50%). **S5**- Turba (40%) más Estiércol de vaca (25%) más Suelo de pinar (35%). **S6**- Turba (50%) más Estiércol de vaca (20%) más Suelo de pinar (30%). El envase que se utilizó para la siembra de las semillas es cónico y estriado, con una capacidad de 100 ml. Fue evaluada la germinación de las semillas. Se realizaron tres controles de calidad de la fase intermedia a los 48 días de establecida la siembra y las dos restantes se realizaron cada 14 días. Fue analizado el comportamiento de los parámetros morfológicos y sus índices. Con los resultados obtenidos se concluye que el sustrato **S4** fue el que mejor integra los distintos parámetros de la calidad de la planta.

Palabras claves: calidad de las plántulas, sustratos orgánicos, vivero forestal, germinación, parámetros morfológicos

ABSTRACT

The research was carried out in the nursery that is in laboratory building of Pinar del Río University "Hermanos Saiz Montes de Oca". In this work it was carried out a study of the influence that it exercised the growing media used in *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* seedlings quality in the nursery stage. The growing media used was compound for the following mixtures: **S1**- Growing media patron. Soil common gathered of a species stand (100%). **S2**- Crowd (50%), more Humus of Worm (25%) more cow Manure (25%). **S3**- Crowd (40%) more worm Humus (25%) more cow Manure (35%). **S4**- Crowd (30%) more cow Manure (25%) more pine stand soil (50%). **S5**- Crowd (40%) more cow Manure (25%) more pine stand soil (35%). **S6**- Crowd (50%) more cow Manure (20%) more pine stand soil (30%). The container that was used to seeds sowing is conic and vertically oriented ridges with a 100 ml capacity. The germination of the seeds was evaluated. Were carried out three controls of quality from the intermediate phase to the 48 days of established the sowing and both remaining were carried out every 14 days, and it was analyzed the behaviour of the morphological parameters and their indexes. It concludes that the growing medium S4 showed the best results to integrate the different parameters of plant quality.

Key words: seedlings quality, organic growing media, forest nursery, germination, morphological parameter

INTRODUCCIÓN

La destrucción de los bosques en Cuba comenzó con los primeros habitantes, pero en escala insignificante. Fue en el siglo xx, principalmente después, de la segunda década, cuando se intensificó la destrucción en masas de las valiosas selvas naturales cubanas, de modo que en 1900, Cuba solo tenía más del 50% de la superficie cubierta de bosques. Una de las causas que provocó esta destrucción fue la necesidad que el hombre ha tenido de utilizar sus recursos para su supervivencia. De esta forma han tenido que buscar alternativas para restaurar todos los daños ocasionados, ya que sin ellos la vida en la tierra desaparecería. Una de las

alternativas que se han encontrado es la construcción de viveros forestales con especies de rápido crecimiento, de ahí que para ello uno de los parámetros que han tenido en cuenta son las semillas y los sustratos.

El cultivo de plantas en sustrato presenta diferencias sustanciales respecto al cultivo de plantas en pleno suelo. Al cultivar en contenedor las características de éste resultan decisivas en el correcto crecimiento de la planta, ya que se produce una clara interacción entre las características del contenedor (altura, diámetro, etc.) y el manejo del complejo planta-sustrato. En el caso del cultivo de plantas en contenedor el volumen de sustrato es limitado y de él las plantas absorberán el oxígeno, agua y nutrimentos. Por otra parte, hay referencias que indican que en el cultivo intensivo de plantas, en el que las temperaturas están controladas y los niveles de nutrimentos en el sustrato acostumbran a ser altos, se produce una mayor absorción de agua y transpiración por parte de la planta, debido a que el tiempo de apertura de estomas es superior; esto obliga a regar frecuentemente para que en todo momento exista agua fácilmente disponible en el sistema radical, lo que sin duda puede ocasionar problemas por falta de aireación. Por lo anterior, es conveniente emplear sustratos con una elevada porosidad. Esta es la causa fundamental de que un suelo agrícola no pueda ser utilizado para el cultivo en contenedor. Teniendo en cuenta que la calidad de los sustratos es un factor importante para el cultivo con éxito de las plantas en contenedores, se plantea el siguiente problema: En la producción de plántulas de *Pinus caribaea* var. *caribaea* en contenedores y con el empleo de sustratos orgánicos no se obtienen plántulas de buena calidad para plantaciones. Por lo anterior expuesto el objeto de estudio es la calidad de la plántula de *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* producida en contenedores.

El objetivo general de este trabajo es evaluar la calidad de las plántulas de *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* producidas en contenedores con sustratos orgánicos.

Los objetivos específicos son:

- a) Caracterizar los sustratos empleados.
- b) Evaluar la influencia de los sustratos en los parámetros morfológicos y fisiológicos de *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* en vivero.

La hipótesis propuesta plantea que si se utilizan sustratos con una alta composición de materia orgánica en la producción de plántulas de *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* en los viveros en contenedores se lograrán obtener plántulas de mayor calidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo en el vivero docente que se encuentra en el edificio de laboratorios de la Universidad de Pinar del Río " Hermanos Saíz Montes de Oca". Las semillas utilizadas proceden de la Unidad Silvícola ubicada en el municipio de San Juan y Martínez, provincia de Pinar del Río, las cuales presentaron las características siguientes (Tabla 1):

Tabla 1. Certificación de las semillas

Table 1. Seeds certification

Características	Valor
Año	2013
Semillas/Kg.	79000
% Germinación	62,15
Semillas/tubetes	3-4

Fuente: Unidad Silvícola San Juan y Martínez, Pinar del Río

Source: Forest Unit San Juan y Martínez, Pinar del Río

Para la siembra de semillas y el cultivo posterior de las plantas se emplearon tubetes (contenedores) plásticos cónicos estriados de 100 ml de capacidad (Figura 1). La siembra fue realizada el 14 de marzo del 2014 con riego manual una vez al día en las primeras de la mañana.

Figura 1. Envase o tubete utilizado en el experimento

Figure 1. Container used in the experiment



Fuente: Elaboración Propia

Source: Own Elaboration

Procedencia de los materiales orgánicos

La **Turba**, procede de la turbera ubicada en el municipio de San Luís provincia de Pinar del Río. El **Estiércol de Vaca** fue tomado del rebaño de vacas y bueyes que

se encuentra en una casa particular aledaña al edificio docente de la universidad. El **Humus de lombriz** empleado es de la lombricultura que se encuentra en el vivero de plantas frutales ubicado en la carretera que se dirige a la Escuela de Deportes Osmani Arenado y el **Suelo de pinar** proviene del rodal de *Pinus caribaea* var. *caribaea* que se encuentra detrás del Hospital León Cuervo Rubio.

Selección de los sustratos a utilizar

Para la realización de la investigación se emplearon 6 tipos de sustratos como se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. Composición de los sustratos utilizados en la producción de plantas de *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* en tubetes

Table 2. Composition of growing media for the *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* containerized seedlings production

Sustratos	Composición	Porcentaje
S1	Suelo de Pinar	100%
S2	Turba + Humus de Lombriz + Estiércol de vaca	50% + 25% + 25%
S3	Turba + Humus de Lombriz + Estiércol de vaca	40% + 25% + 35%
S4	Turba + Estiércol de vaca + Suelo de Pinar	30% + 20% + 50%
S5	Turba + Estiércol de vaca + Suelo de Pinar	40% + 25% + 35%
S6	Turba + Estiércol de vaca + Suelo de Pinar	50% + 20% + 30%

Fuente: Elaboración Propia
Source: Own Elaboration

Caracterización de la planta en vivero

En el vivero se realizaron 3 controles de calidad de la planta desde que estas contaban con 48 días de sembradas, con una frecuencia de 14 días cada una, donde se tuvieron en cuenta los parámetros morfológicos como la altura, el diámetro del cuello de la raíz, con el objetivo de ir siguiendo el comportamiento y desarrollo de las plántulas en el mismo.

Las propiedades físicas estudiadas fueron las siguientes: Densidad real, Densidad aparente y Porosidad total.

En el experimento se analizaron los parámetros morfológicos: altura, diámetro en el cuello de la raíz, peso seco aéreo, peso seco radical, peso seco total y área foliar.

De los atributos del sistema radical solo se tomó el largo de la raíz.

Para los índices morfológicos se determinó el índice de calidad de Dickson empleando la fórmula siguiente:

$$QI = \frac{Pst}{\frac{H}{D} + \frac{Psa}{Psr}}$$

Donde:

Pst = masa seca total (g).

H = altura (cm)

Psa = masa seca aérea (g).

D = diámetro (mm).

Psr = masa seca de la raíz (g).

El índice de esbeltez (E) fue calculado por la fórmula siguiente:

$$E = \frac{H}{D} \text{ Donde H = altura (cm) y D = diámetro del cuello de la raíz (mm).}$$

También se calculó la relación parte aérea / parte radical que es la producción de materia seca concentrada en las raíces respecto al total de la planta y es determinada de la forma siguiente:

PA/PR = (masa seca del tallo + masa seca de la hoja)/ masa seca de la raíz.

Para determinar el balance hídrico de la planta (BAP) se establece la relación existente entre la parte aérea de la planta, la parte radical y el diámetro del cuello de la raíz.

De esta forma el BAP se determina mediante la fórmula siguiente:

$$BAP = \frac{PSA}{Diam * PSR}$$

Donde:

PSA = peso seco aéreo (g).

Diam = diámetro en el cuello de la raíz (mm).

PSR = peso seco radical (g).

Para el estudio del comportamiento de los diferentes sustratos en la calidad de la planta de *Pinus caribaea var. caribaea* es necesaria la realización de diferentes análisis estadísticos. Se utilizó un ANOVA simple y múltiple para determinar si existen diferencias significativas entre las variables estudiadas, además se utilizó la prueba de comparación de medias de Duncan para las variables que cumplían con una distribución normal.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Germinación

A partir de los 10 días de sembradas las semillas de la especie, comenzó la germinación. Los sustratos 1, 2 y 6 son los de mayor porcentaje a pesar de las pérdidas que hubo en general por cada sustrato como se puede apreciar en la Tabla 3. La peor germinación corresponde al sustrato 3 con un 57,14%.

Tabla 3. Comportamiento de la germinación por día en los seis sustratos

Table 3. Behaviour of germination per day in the six growing media

Día	S1	S2	S3	S4	S5	S6
28-3-14	2	4	1	0	0	3
2-4-14	44	36	35	14	9	34
7-4-14	68	65	55	55	53	55
12-4-14	75	77	73	71	72	77
17-4-14	76	86	74	76	80	87
23-4-14	77	86	78	77	80	87
28-4-14	81	86	78	79	80	87
3-5-14	84	86	78	78	80	84
8-5-14	80	86	79	78	82	85
13-5-14	82	87	78	81	83	86
18-5-14	82	87	78	81	83	86
23-5-14	83	87	76	81	83	86
28-5-14	85	85	74	81	82	85
2-6-14	85	85	76	83	82	85
Total	85	85	76	83	82	85
% Germinación	63,9	63,9	57,1	62,4	61,7	63,9
Pérdidas	4	6	5	3	3	4

Fuente: Elaboración Propia

Source: Own Elaboration

Al observar la Tabla 3, se puede decir que tanto la turba como el humus de lombriz juegan un papel muy importante en este proceso germinativo, ya que la composición de estos elementos le permite a la planta el crecimiento y desarrollo que esta necesita para su supervivencia en el vivero. Los factores ambientales imprescindibles que influyen en el proceso germinativo son: agua, temperatura y oxígeno, ya que sin estos factores es imposible que la planta pueda desarrollarse.

Durante la germinación las plántulas fueron atacadas por un hongo parasito que produce la enfermedad del *Damping-off*, las cuales murieron, esto se debió a la elevada humedad que existía en el vivero por causa del riego y las lluvias ocurridas en todo el período de medición.

Como el porcentaje de germinación en las “pequeñas parcelas” de 25 plantas no sigue una distribución normal se aplicó una prueba no paramétrica (Kruskal-Wallis), con el procesamiento del paquete estadístico SPSS (versión 15.0), donde no se encontraron diferencias significativas (Tabla 4).

Otros autores para otras especies si encontraron diferencias entre los diferentes sustratos. Resultados diferentes a estos los obtuvieron Cobas (2001) en *Hibiscus elatus Sw.* y Bonilla (2001) en *Pinus tropicalis*. Estos resultados corroboran los criterios de Villagómez (1987); Winckler *et al.*, (2000); Alonso (2010) y Ballate (2006) los que plantean que la germinación de la semilla está influida por las características físicas y químicas del sustrato utilizado.

Tabla 4. Resultados del análisis de la prueba no paramétrica Kruskal-Wallis para la germinación en los diferentes tipos de sustratos

Table 4. Results of non parametric test Kruskal-Wallis analysis for the germination in different types of growing media

	sustratos	N	Rango promedio	Estadísticos de contraste (a, b*)	
Germinación (%)	1	4	14,13		
	2	4	13,88	Chi-cuadrado gl Sig. asintót.	Germinación (%) 1,281 5 ,937
	3	4	9,25		
	4	4	11,88		
	5	4	13,13		
	6	4	12,75		
	Total	24			

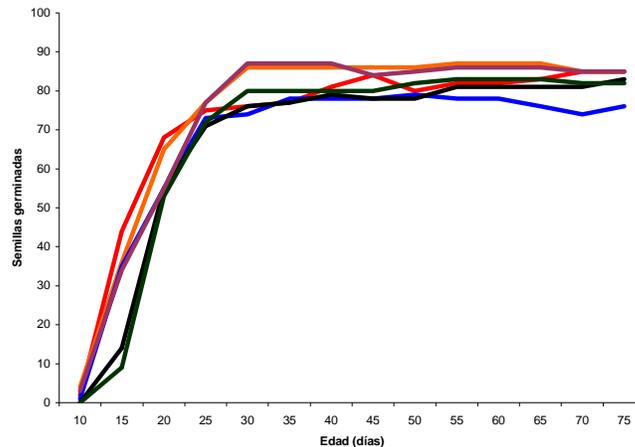
*a: Prueba Kruskal-Wallis, b: Variable de agrupación: sustratos.

Fuente: Elaboración Propia
 Source: Own Elaboration

En la Figura 2 se puede apreciar como el comportamiento de la germinación en el tiempo fue muy parecido para los sustratos estudiados.

Figura 2. Comportamiento de la germinación durante el tiempo de la investigación en los diferentes sustratos

Figure 2. Behavior of the germination during the time of research in different growing media



Fuente: Elaboración Propia
Source: Own Elaboration

Al analizar las características físicas del sustrato se le confiere una mayor importancia a la densidad real, densidad aparente y a la porosidad, las cuales se muestran en la Tabla 5.

Tabla 5. Análisis físico de los sustratos

Table 5. Physical analysis of growing media

Sustratos	da (g/cm ³)	dr (g/cm ³)	Porosidad (%)
S1	0,5120e	2,4580a	78,9830a
S2	0,2690a	1,8370c	85,1720c
S3	0,2810a	1,8130c	84,2640c
S4	0,4370d	2,3590a	81,3830b
S5	0,3830c	2,0280b	80,9770ab
S6	0,3100b	2,1530b	85,3980c

En una misma columna letras desiguales difieren significativamente para $p < 0,05$. Prueba de comparación de medias de Duncan.

Different letters indicate statistically significant differences (P -value <0.05). Test of comparison mean of Duncan.

Fuente: Elaboración Propia
Source: Own Elaboration

Ansorena (1994) plantea que los valores de la densidad aparente deben encontrarse por debajo de 0,40; lo cual se puede apreciar en la Tabla 5, menos el sustrato 1 y 4

los demás se encuentran por debajo de lo establecido, y entre 1,45 y 2,65 la densidad real. Montoya y Camara (1996) dan valores a la porosidad entre 60 y 80%. Bonilla (2001) observó en sustratos conformados por mezcla de suelo aluvial y turba y corteza de pino, la formación de una capa superficial endurecida, para *Pinus tropicalis*, debido a la presencia de partículas semejantes al limo que unido a la acción cementante de la arcilla impide a las raíces el aire superficial realizar sus procesos fisiológicos. Lo que confirma la importancia de las características física del sustrato en el desarrollo de la planta.

Dresbøll y Magid (2006) señalan que cuando se utilizan materiales vegetales compostados como medio de cultivo, la elección del material debe depender no sólo en la calidad nutricional, sino también en la calidad estructural.

Estudios de Del Campo *et al.*, (2010) demuestran que el desarrollo de estándares de calidad de planta es una herramienta básica para garantizar el éxito de las plantaciones. Sin embargo, los regímenes de cultivo en vivero son variables originando heterogeneidad en las producciones y una respuesta en campo potencialmente variable. Por eso Valenzuela y Gallardo (2003) al caracterizar los sustratos utilizados por los viveros forestales concluyen que existe una gran heterogeneidad de los sustratos utilizados para la producción de plántulas forestales en el noreste de Entre Ríos (Argentina). Ellos indican que los materiales que más se utilizan en la composición de los sustratos son: cortezas de pino, turbas y suelos. Los viveros de mayor tecnología no incluyen el suelo como material componente del sustrato. Finalmente dicen que sería conveniente que el viverista disponga de información acerca de las características de los materiales con que formula sus sustratos, así como de los sustratos resultantes, pues ello favorece la aplicación de prácticas de manejo adecuadas, reduce los costos de producción y mejora la calidad de la planta forestal (Landis *et al.*, 1994).

Como se puede apreciar en la Tabla 6 hubo diferencias significativas en cuanto al diámetro y la altura de las plántulas, al concluir el día 76 en el vivero.

Ahí se puede apreciar que las plántulas que mejor comportamiento tuvieron fueron las del sustrato 2 (Figuras 3 y 4), ya que estas contaban con: 50% de Turba + 25% de Humus de Lombriz + 25% de Estiércol de vaca, aparte de que fue uno de los tres sustratos que tuvo mejor germinación.

Tabla 6. Resultados de la altura media y diámetro medio en el cuello de la raíz de las plántulas a los 76 días

Table 6. Results of mean height and mean root collar diameter of seedlings at 76 days

Sustrato	Altura (cm)	Diámetro (mm)
S1	7,899b	0,9719b
S2	8,876a	1,0465a
S3	8,276b	1,0365a
S4	7,860b	0,9471b
S5	7,802b	0,9575b
S6	8,329a	0,9617b

En una misma columna letras desiguales difieren significativamente para $p < 0,05$. Prueba de comparación de medias de Duncan.

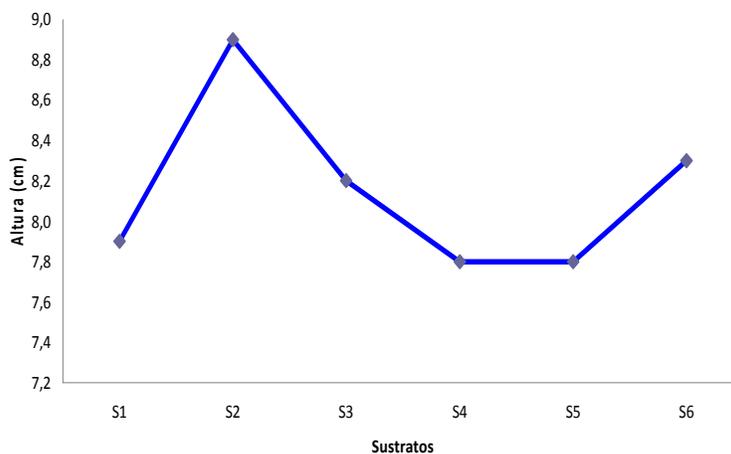
Different letters indicate statistically significant differences ($P\text{-value} < 0.05$). Test of comparison mean of Duncan.

Fuente: Elaboración Propia

Source: Own Elaboration

Figura 3. Altura media al final del experimento en los diferentes sustratos

Figure 3. Mean height at end of experiment in different growing media



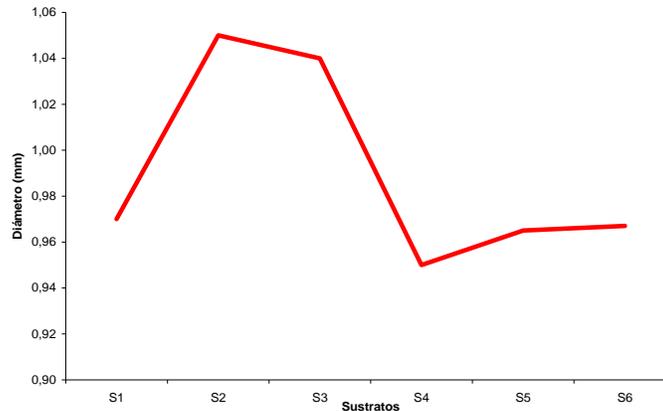
Fuente: Elaboración Propia

Source: Own Elaboration

El período de tiempo que permanecen en el vivero las plantas producidas en contenedores y el tamaño medio de las mismas en el momento de la plantación, varía mucho de un país a otro. En la mayoría de las regiones tropicales y subtropicales varían desde 15 a 30 cm, obteniéndose esa altura en 4 o 5 meses (FAO, 1981 citado por Leyva, 2005).

Figura 4. Diámetro medio del cuello de la raíz en los diferentes sustratos

Figure 4. Mean root collar diameter in different growing media



Fuente: Elaboración Propia

Source: Own Elaboration

Hay autores que consideran que con el aumento de los componentes orgánicos se obtienen plantas mejor nutridas y esto influye marcadamente en el crecimiento de las plántulas cultivadas en los viveros. En un estudio del crecimiento de *Petunia hybrida* en México, García *et al.*, (2010) concluyeron que la composta a base de estiércol de ganado bovino y de residuos de cosecha en una proporción del 30% (v/v) adicionado a un suelo salino, mejoró el crecimiento de las plantas de esta especie de manera significativa.

El diámetro del cuello de la raíz, es uno de los atributos morfológicos más ampliamente utilizados en la caracterización de la calidad. Ofrece una relación muy favorable entre el bajo costo de su medición y su capacidad de pronóstico de respuesta en el campo, especialmente en zonas adversas donde las predicciones de crecimiento y particularmente de supervivencia son más difíciles de establecer (Barnett, 1984 citado por Delgado, 2009). Para algunos autores este atributo es el que pronostica con mayor precisión la supervivencia y el crecimiento postrasplante. Esta afirmación se fundamenta en la relación que existe, por un lado, entre el diámetro del cuello de la raíz y el grado de lignificación del tallo, asociado con la resistencia mecánica y a las altas temperaturas de la superficie del suelo, y por otro lado, con el desarrollo radical, lo que explica las mejores correlaciones entre estos atributos y otros morfológicos como la masa total de la planta o la masa radical

(Mexal y Landis, 1990; Peñuelas y Ocaña, 1991; Serrada, 1995; Da Mata, 2009; Corteza, 2009).

Como podemos apreciar en la Tabla 7 los valores de producción de masa seca total son muy bajos con respecto a lo que se esperaba. Esto puede deberse a las propiedades física-químicas de los sustratos ó a las lluvias constantes a las que fueron sometidas las plántulas.

Tabla 7. Comportamiento de la masa seca en las diferentes partes de la planta (g) para cada sustrato

Table 7. Behaviour of dry mass in different parts of plant (g) for each growing medium

Sustratos	Peso seco total(g)	Peso seco aereo(g)	Peso seco radical(g)
S1	0,1910ab	0,1330ab	0,0610b
S2	0,1780ab	0,1330ab	0,0450b
S3	0,1890ab	0,1430a	0,0460b
S4	0,2140a	0,1340ab	0,0810a
S5	0,1720ab	0,1170ab	0,0550b
S6	0,1510c	0,1060c	0,0450b

En una misma columna letras desiguales difieren significativamente para $p < 0,05$. Prueba de comparación de medias de Duncan

Different letters indicate statistically significant differences ($P\text{-value} < 0.05$). Test of comparison mean of Duncan.

Fuente: Elaboración propia
 Source: Own Elaboration

Según Thompson (1985) citado por Cobas (2001), el peso seco es una medida mucho más estable que el peso fresco, ya que éste está sujeto a alternancias ambientales y fisiológicas, y está muy asociado con la altura, diámetro, área foliar, actividad fotosintética y potencial de crecimiento radical.

Para *Eucalyptus grandis* donde hay mayor producción de masa seca total, hay mayor altura, diámetro y área foliar así como un mejor desarrollo de su sistema radical, lo cual fue favorecido por las buenas propiedades físicas y químicas de estos sustratos (Medina, 2004; Castillo, 2006 y Frías, 2011).

La Tabla 8 resume los resultados del análisis de los índices morfológicos de las plántulas de *P. caribaea* en el experimento.

Thompson (1985) citado por Cobas (2001) expresa que la esbeltez permite una estimación de la resistencia mecánica de las plantas durante las operaciones de plantación o frente a vientos fuertes, especialmente en plantas producidas en

contenedores. Es un indicador de la densidad del cultivo, según Birchler *et al.*, (1998). La densidad del cultivo en contenedor tiene una marcada influencia en los altos valores de esbeltez, pues según Montoya y Camara (1996) los valores óptimos de densidad pueden estar entre 275 y 300 plantas/m².

El sustrato que mejor comportamiento tuvo en cuanto a la relación PA/PR fue el sustrato 3 con un 3,249, siendo este el tercero que menos peso seco radical tiene, esto se debe al régimen de riego que fue establecido en el vivero (1 vez al día).

Tabla 8. Índices morfológicos: Esbeltez, relación PA/PR, calidad de Dickson y balance hídrico de la planta para los diferentes sustratos

Table 8. Morphological indexes: Sturdiness index, relationship PA/PR, Dickson quality index and hydric fluctuation of the plant for the different growing media

Sustrato	Esbeltez	PA/PR	QI	BAP
S1	9,8280a	2,2940ab	0,0166a	2,606a
S2	8,5100a	3,1500bc	0,0153a	2,852a
S3	7,7410a	3,2490c	0,0354a	3,147a
S4	8,4560a	2,0720a	0,0250a	2,203a
S5	7,9100a	2,2680ab	0,0181a	2,365a
S6	7,6220a	2,6490abc	0,0189a	2,761a

En una misma columna letras desiguales difieren significativamente para $p < 0,05$. Prueba de comparación de medias de Duncan

Different letters indicate statistically significant differences (P -value <0.05). Test of comparison mean of Duncan.

Fuente: Elaboración propia

Source: Own Elaboration

Muchos otros autores como González *et al.*, (2011), González *et al.*, (2013) han llegado también a la conclusión que al mejorar la composición de los elementos orgánicos en la mezcla para elaborar los sustratos para la producción de plantas en los viveros forestales en tubetes se obtienen plántulas de mayor calidad, sobre todo porque mejora sus propiedades físicas, lo cual permite una mejor y mayor asimilación de los nutrientes de estos.

CONCLUSIONES

Después de obtener los resultados en de la investigación se puede decir que:

- Los sustratos en general estuvieron dentro de los parámetros reconocidos por diversos autores como los aceptables para un buen crecimiento de las plantas de la especie. Se destacan los sustratos S1 (sustrato con 100% de suelo de pinar) y S4 (30% de Turba + 20% de Estiércol de vaca + 50% de Suelo de Pinar) como los que mejores parámetros tenían.
- El sustrato de mejor integra la calidad de las plantas de *Pinus caribaea* var. *caribaea* fue el sustrato S4 (30% de Turba + 20% de Estiércol de vaca + 50% de Suelo de Pinar), ya que las plántulas desarrolladas en ese sustrato demostraron ser las de mejores índices y parámetros morfológicos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALONSO, T. *Comportamiento de los parámetros de calidad de planta Cordia gerascanthus L. con sustratos orgánicos en viveros con tubetes*. Tesis de maestría inédita, Universidad de Pinar del Río, 2010.
- ANSORENA, M. J. *Sustratos, propiedades y caracterización*. España: Ediciones Mundi-Prensa, 1994.
- BALLATE, D. *Evaluación de la calidad de posturas de Swietenia mahagoni (L) Jacq., producidas con sustratos orgánicos y tubetes, para la restauración ecológica*. Tesis de maestría inédita, Universidad de Pinar del Río, 2006.
- BIRCHLER, T. et al. La planta ideal: Revisión del concepto parámetros definitorios e implementación práctica. *Revista de investigación agraria*, 1998. 7(2):109-119.
- BONILLA, M. *Evaluación del comportamiento de Pinus tropicalis Morelet en la fase de vivero con tubetes*. Tesis doctoral inédita, Universidad de Pinar del Río, 2001.
- CASTILLO, I. *Efecto de diferentes sustratos y del endurecimiento por riego en la calidad de las plantas de Eucalyptus grandis Hill ex Maiden en contenedores en Pinar del Río, Cuba*. Tesis doctoral inédita, Universidad de Pinar del Río y Universidad de Alicante, España, 2006.

- COBAS, M. *Caracterización de los atributos de la calidad de la planta Hibiscus elatus cultivada en tubetes*. Tesis doctoral inédita, Universidad de Pinar del Río, 2001.
- DA MATA, A. *Evaluación de la calidad de la planta de Cedrela odorata L. cultivada en vivero mediante diferentes métodos*. Tesis de diploma inédita, Universidad de Pinar del Río, 2009.
- DEL CAMPO, A.; Navarro, R. M and Ceacero, C. Seedling quality and field performance of commercial stocklots of containerized holm oak (*Quercus ilex*) in Mediterranean Spain: an approach for establishing a quality standard. *New Forests*, 2010, (39), 17-37. DOI 10.1007/s11056-009-9152-9.
- DELGADO, M. *Comportamiento de los parámetros de calidad de Genipa americana con sustratos orgánicos en viveros con tubetes*. Tesis de maestría inédita, Universidad de Pinar del Río, 2009.
- DRESBØLL, D. B. AND MAGID, J. Structural changes of plant residues during decomposition in a compost environment. *Bioresource Technology*, 2006, **97**, 973-981.
- FORTEZA, I. *Efectos de diferentes sustratos orgánicos en la calidad de la planta de de Caesalpinia violacea (Mill.) Standl, cultivada en tubetes*. Tesis de maestría inédita, Universidad de Pinar del Río, 2009.
- FRÍAS, M. *Comportamiento en plantación de Eucalyptus grandis Hill ex Maiden producidas en tubetes con diferentes sustratos y riego de endurecimiento*. Tesis de maestría inédita, Universidad de Pinar del Río, 2011.
- GARCÍA, J. C. et al. Crecimiento de petunia en respuesta a diferentes proporciones de composta en sustrato. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 2010, **16**(2), 107-113.
- GONZÁLEZ, E. et al. *Experiencias en la producción de plantas cultivadas en los viveros forestales en contenedores*. Trabajo presentado en el 5to Congreso Forestal de Cuba. La Habana, Palacios de las Convenciones. ISSN: 0138-6441, versión electrónica 2078-7235, 2011.
- GONZÁLEZ, E. et al. *Tecnología de vivero para la reforestación en la región occidental*. Trabajo presentado en el XVI Forum de Ciencia y Técnica Provincial de Pinar del Río, 2013.

- LANDIS, T. D. *The Container Tree Nursery Manual. Seedling Nutrition and Irrigation. Volume Four.* USDA, Forest Service, 1994.
- LEYVA, F. *Producción de plantas de Eucalyptus grandis Hill ex Maiden con diferentes niveles de endurecimiento en contenedores.* Tesis de diploma inédita. Universidad de Pinar del Río, 2005.
- MEDINA, R. *Producción de plantas de Eucalyptus grandis Hill ex Maiden en contenedores utilizando diferentes sustratos y regímenes de riegos en dos localidades de la provincia de Pinar del Río.* Tesis de maestría inédita. Universidad de Pinar del Río, 2004.
- MEXAL, G. AND LANDIS, T. D. *Tager seedling concepts: height and diameter.* En: Target Seedling Symposium. Gen. Tech. USDA, Forest, 1990. 17-35 p.
- MONTOYA, J. M. Y CAMARA, M. A. *La planta y el vivero forestal.* España: Ediciones Mundi-Prensa, 1996.
- PEÑUELAS, J. Y OCAÑA, L. *La calidad de la planta forestal.* Jornada sobre la situación actual y técnicas modernas para la producción de posturas. Aplicaciones de la restauración del. Madrid, 1991.
- SERRADA, R. *Apuntes de repoblaciones forestales.* Madrid: Editorial Fundación Conde del Valle de Salazar, 1995.
- VALENZUELA, O. Y GALLARDO, C. Características de los sustratos utilizados por los viveros forestales. *Idia*, 2003. **XXI**, 55-57.
- VILLAGÓMEZ, A. Germinación de semillas de *Pinus montezumae* Lamb. En: Diferentes temperaturas, sustratos y tratamientos de asepsia. *Revista Ciencia Forestal.* México: Editorial INIFAP, 1987, **2**(16), 160-180.
- WINCKLER, M. V. Crescimento de posturas de *Eucalyptus saligna* Smith em função de dosis de vermicomposto. *Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná*, 2000, **28** (1-2), 7-10.

Aceptado: 17/10/2014