

Características morfológicas de *Pinus tropicalis* Morelet en vivero con diferentes tamaño de envases

Morphological characteristics of *Pinus tropicalis* Morelet in nursery with different size of containers

Marta Bonilla Vichot* Juan Oliet Palá, Yolaisis Sotolongo Hernández, Eduardo González Izquierdo

* Dra. en Ciencias Forestales, Departamento de Forestal, Universidad de Pinar del Río. Calle Martí 270 Final, Pinar del Río. CP. 20100, email: mbon@af.upr.edu.cu, teléfono: 48-779661).

RESUMEN

La especie *Pinus tropicalis* de gran importancia para la reforestación se ve limitada por su comportamiento en vivero. En el trabajo se evaluó el comportamiento de los parámetros morfológicos y su incidencia en la calidad de la planta de *Pinus tropicalis* Morelet en la fase inicial del vivero con envases de 123, 205 y 305 cm³. El sustrato utilizado fue: turba + corteza de pino + suelo arenoso de pinar. Las semillas procedían de la masa semillera de Galalón, provincia de Pinar del Río, Cuba, con una viabilidad de 65%. Se empleó un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones, aplicándose un ANOVA simple. Se realizó además la matriz de correlación para las diferentes variables e índices morfológicos. Se evaluaron los siguientes parámetros: relación parte aérea / parte radical, peso seco, altura, diámetro, índice de calidad de Dickson y balance hídrico, a las plantas obtenidas en los diferentes tamaños de envases. Se observó que los parámetros que más incidieron en la calidad de la planta de esta especie en su fase inicial fueron: peso seco aéreo, índice de calidad de Dickson, balance hídrico e índice de esbeltez. Las plantas obtenidas en el envase de 205 cm³ mostraron las mejores relaciones morfológicas.

Palabras Clave: sustrato, peso seco aéreo, altura, diámetro, índice de calidad, *pinus tropicalis*

ABSTRACT

The study evaluated the early the behavior of the morphological parameters and their impact on the quality of *Pinus tropicalis* Morelet plant in the initial phase of nursery containers 123, 205 and 305 cm³ was evaluated. The substrate used was: pine bark peat + sandy soil of pine forest. The seeds came from the seed mass of Galalon province of Pinar del Río, Cuba, with a viability of 65%. We used a completely randomized design with four replicates, applying ANOVA. Was also carried out principal component analysis for the morphological parameters, and correlation matrix for the variables corresponding to each component. We evaluated the following parameters: part relation shoot / root dry weight, height, diameter, Dickson quality index and water balance, plants obtained indifferent container sizes. It was noted that the parameters that most affected the quality of plant species in its initial phase were: shoot dry weight, Dickson quality index, water balance and slenderness ratio. The plants obtained in the container of 205 cm³ showed the best morphological relationships.

Keywords: growing medium, height, diameter, quality index, *pinus tropicalis*

INTRODUCCIÓN

En los viveros forestales se ha incrementado el uso de los contenedores (envases rígidos) que reducen el tiempo de estancia de la planta, y por lo general mejoran las condiciones para su desarrollo (Lars, 2000).

El contenedor a utilizar, el tipo de sustrato, la fertilización, la micorrización controlada, el manejo del agua y de la luz o el preacondicionamiento al estrés hídrico son, entre otras, herramientas que bien utilizadas pueden proporcionar la calidad deseada en las plantas (Luis *et al.*, 2004).

La reforestación requiere de plantas de calidad que garanticen el éxito de las repoblaciones en función de los objetivos propuestos.

Las especies del género *Pinus* tienen una alta demanda en los planes de reforestación a nivel mundial, el 43% de las plantaciones en el mundo son de coníferas y de ellas el 61% corresponden a diversas especies del género *Pinus* (FAO, 2011).

En Cuba las especies de este género tienen un papel fundamental en el plan de reforestación para el próximo quinquenio, su preferencia está determinada por su rápido crecimiento, y los múltiple usos que presenta, empleándose como madera aserrada,

bocamina, rollizas, envases para el consumo nacional, obtención de celulosa, resina y otros productos no maderables (Bonilla, 2001).

Dentro de las especies de este género, *Pinus tropicalis* Morelet ofrece amplias perspectivas para su empleo en la reforestación, porque es capaz de prosperar en suelos de muy baja fertilidad donde otras especies no pueden brindar beneficios económicos. La provincia de Pinar del Río, según los datos del Servicio Estatal Forestal (2012), cuenta con 75 889,5 ha de plantaciones de coníferas de las cuales 6 979, 6 ha corresponden a *Pinus tropicalis*, especie endémica con bajos porcentajes de germinación, lo cual dificulta su obtención en vivero, disminuyendo las plantaciones. El método tradicional de obtención de plantas en esta especie, es por bolsas de polietileno de color negro y no se cuenta con datos del comportamiento de las misma en envases plásticos direccionados, por lo que se diseñó la siguiente investigación con el objetivo de evaluar el comportamiento de *Pinus tropicalis* Morelet en la fase inicial de vivero en diferentes tamaños de envases.

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se realizó en áreas del vivero docente de la Universidad de Pinar del Río. Localizado en las coordenadas geográficas 289°75´ de latitud norte y los 223°27´ de longitud oeste a 39 msnm.

La estación climatológica computarizada próxima al área de investigación, registró los siguientes datos promedios durante la etapa de vivero:

Temperatura media: 24 °C.

Precipitaciones acumuladas: 172,9 mm

Humedad media: 52 %.

Se utilizaron semillas cosechadas en la masa semillera de Galalón ubicada en los 319° 41´ de latitud norte y los 246°12´ de longitud oeste a una altitud de 163 msnm. con un tiempo de almacenamiento de 6 meses en condiciones ambientales.

Las características de los envases utilizados se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 1. Dimensiones de los envases empleados para la obtención de las plantas

Fuente: Elaboración Propia

Capacidad (cm ³)	Longitud (cm)	Diámetro (cm)
123	20,0	2,5
205	15,5	4,0
305	16,5	5,0

Table 1. Dimensions of the containers used for the production of plants

Source: Own Elaboration.

Los envases presentan además forma cónica, con costillas en su interior y fondo abierto con terminaciones en forma de rejillas.

Los componentes orgánicos empleados para la preparación del sustrato fueron: turba, suelo arenoso de pinares y corteza de pino semidescompuesta con la siguiente proporción: turba (35%) + suelo arenoso de pinares (25 %) + corteza de pino (40 %).

Se determinaron los siguientes parámetros físicos del sustrato: densidad aparente y densidad real, según la metodología de Ansorena (1994). A partir de dichas determinaciones se obtuvo la porosidad del sustrato utilizando la ecuación $Pt (\%) = 100(1 - Da/Dr)$.

Las características químicas evaluadas en el sustrato fueron: pH, contenido de materia orgánica, fósforo, nitrógeno y potasio según la metodología de Ansorena (1994) y MINAG (1994).

Germinación

Las semillas fueron tratadas con nitrato de potasio (K₂NO₃) durante 5 minutos como tratamiento pregerminativo. El control de la germinación se efectuó a partir del séptimo día después de la siembra, considerando plantas germinadas aquellas que emergían de la superficie del sustrato, el conteo concluyó a los 45, según lo establece la norma técnica para la especie, aunque pasado este tiempo continuaron emergiendo plántulas de forma errática.

La toma de muestra para evaluar los parámetros morfológicos se realizó cuando las plantas tenían aproximadamente tres meses de edad (90 días) fase intermedia de su desarrollo y después de la última medición de altura. Se evaluaron 20 plantas por cada

tamaño de envase, determinándose: peso seco aéreo, peso seco radical, diámetro en el cuello y longitud de la raíz. Con los datos anteriores se calcularon las siguientes relaciones:

$$\text{Peso seco aéreo: Peso seco radical} = \frac{PSA(g)}{PSR(g)}$$

Índice de calidad de Dickson

$$QI = \frac{Pst(g)}{\frac{h(cm)}{D(mm)} + \frac{Psa(g)}{Psr(g)}}$$

Para determinar la influencia del tamaño de envase en los parámetros morfológicos se aplicó un diseño completamente al azar con tres tratamientos y cuatro repeticiones, con un total de 150 envases por tratamiento.

Se realizó un análisis de varianaza y la prueba de comparación de Duncan para determinar si existen diferencias morfológicas con respecto al tamaño de envases. Se aplicó además el método de rotación: Normalización Varimax con Kaiser (Hair et al., 1999) para explicar las relaciones entre los parámetros morfológicos, Los datos fueron tratados estadísticamente con la utilización del paquete Statical Package for Social Science (SPSS) versión 15.0.1 2006 sobre Windows.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis físicos y químicos del sustrato

La porosidad total en el sustrato evaluado fue de 68%, según Carneiro (1995) un sustrato bien estructurado debe tener entre el 40 y 60 % de su volumen constituido por poros lo cual favorece el desarrollo de la planta, mientras Ansorena (1994) recomienda de un 60 a 80% de porosidad total, en este rango se encuentra el sustrato evaluado.

La densidad aparente en el sustrato evaluado es superior a lo reportado por Pire y Pereira (2003) en sustratos orgánicos compuesto por cascarilla de arroz y bagazo de caña y se encuentra dentro de los valores recomendados por Ansorena (1994) y Handreck y Blanck (1994) según se observa en la Tablall.

La densidad real mostró un valor superior al reportado por Guerrero *et al.* (2002) para corteza de pino (0,182), pero inferior al citado por Atiyeh *et al.* (2001) para vermicom-

posta de estiércol de cerdo de 1,88, las diferencias entre estos sustratos se deben al tipo de material orgánico utilizado (Tabla 2).

Tabla 2. Propiedades físicas y químicas del sustrato

Sustrato	Dr	Da	Porosidad	pH	M	Ca	Mg	K	N
	(g/cm ³)	(g/cm ³)	(%)	KCl	(%)				
TAC	0,88	0,29	68	4,9		0,20	T	0,01	0,33
					6,5				

Table 2. Physical and chemical properties of the substrate.

El pH es bajo, según Peñuelas y Ocaña (1996) citado por Sánchez Córdoba (2008) el pH óptimo para el desarrollo de las especies de coníferas debe estar en un rango 5,5 a 6,5, valores por debajo o por encima pueden causar problemas en la germinación y en el crecimiento de la planta. La importancia del valor del pH en el crecimiento de las plantas es debido a su efecto en la disponibilidad de nutrientes, principalmente los micronutrientes (Waller y Wilson, 1984) citados por (Santos, *et al.*, 2000), lo que puede justificar los bajos niveles de estos elementos presentados en el sustrato.

Los contenidos de materia orgánica y nitrógeno son bajos por las características de los componentes utilizados. En el caso de la corteza de pino la alta relación C/N provoca una acentuada inmovilización de N del sustrato, que puede causar carencia en el cultivo. La materia orgánica tiene valores bajos, por lo la retención de humedad del sustrato disminuye y los aportes de nutrientes son bajos (Santos, *et al.* 2000).

Germinación

La germinación ocurrió a partir del octavo día después de la siembra, según lo reportado por Sablón (1987), corroborando además los resultados obtenidos por Domínguez (1998), Espinosa, (2000), con la aplicación de nitrato de potasio (K₂NO₃) que estimula la germinación y presenta una acción desinfectante en la superficie de la semilla liberándolas de la acción de agentes patógenos.

Los valores de la germinación fueron entre 62 y 75 % para los diferentes envases, superiores a los señalados por Samek (1967) y Peña *et al.*, (1983) para la misma especie con

porcentajes entre 40 y 35 respectivamente con el empleo de bolsas de polietileno, incidiendo fundamentalmente el tiempo de recolección.

Parámetros morfológicos

Los parámetros morfológicos altura y diámetro evaluados para la especie *Pinus tropicalis* a partir del tamaño de envase (Tabla III), no muestran diferencias significativas a los 90 días después de la siembra, esto esta dado por el elemento crecimiento de la especie en los primeros años , permaneciendo en un estado herbáceo por más de 3 años, por lo que en esta etapa inicial no resulta apreciable su crecimiento, comportamiento semejante señalan Prieto,*et.al.*,(2004) para la especie *Pinus cooperi* y Prieto *et al.*, (2007) en *Pinus engelmannii*. Los valores en altura observados son inferiores al de otras especies de *Pinus* en igual etapa de desarrollo.

En las plántulas de *P. tropicalis* los valores de diámetro resultaron superiores a los obtenidos por Peralta (2007) en la especie *Pinus patula* Schlede para diferentes tamaño de envases.

Tabla 3. Parámetros e índices morfológicos para los diferentes tamaños de envases

Parámetros	Capacidad de los tubetes		
	123 cm ³	205 cm ³	305cm ³
H (cm.)	2,75 a	2,75 a	2,81 a
D(mm)	1.055 a	1.055 a	1.080 a
Lr (cm)	13,4 a	12,2 b	12,6 b
PSA (g)	0,059 b	0,052 b	0,082 a
PSR (g)	0,0220 b	0,0253 a	0,0346 a
PSA/PSR	2.24 a	2,25 a	3,2 a
QI	0,041 a	0,034 b	0,047 a
BAP	0,014a	0,0123a	0,026 b

Table 3. Morphological parameters and indices for different sizes of containers

Valores seguidos de letras diferentes, difieren significativamente para $p < 0,05$. Prueba de Duncan

La biomasa seca aérea y biomasa seca radical presentó diferencias significativas en las plantas producidas en los envases de 305 cm³ con respecto a los de 205 cm³ y 123 cm³.

Resultados similares obtuvieron Prieto *et al.*, (2007) en *Pinus engelmannii* a las 12 se-

manas en vivero, destacando que la producción de biomasa aérea se vio favorecida con el aumento de volumen y el sistema radical dispuso de un mayor espacio para su crecimiento.

La relación PSA/PSR mostró diferencias significativas en los tubetes de 205 cm³ con respecto a los 2 tamaños restantes, resultando las plantas producidas en los envases de 205 cm³, presentaron una mayor relación, por tanto están mejor preparadas para vivir en condiciones adversas.

Prieto *et al.* (2003) en estudios realizados en *Pinus durangensis* Mart., empleando diferentes tamaños de envases (80 cm³, 120 cm³ y 170 cm³), observaron los mejores resultados para el envase de mayor volumen, al alcanzar un mejor equilibrio los parámetros de diámetro y altura.

Cunha et al. , (2005), observaron que recipientes de mayor volumen ofrecen mejores condiciones para el desarrollo de plántulas, pero que ellos deben utilizarse solo en especies, que presenten un crecimiento lento, necesitando permanecer en vivero un mayor tiempo.

El diámetro y altura de los envases según Viana, *et. Al.*, (2008), pueden variar con las características de cada especie o con el respectivo tiempo de permanencia en vivero. La especie *Pinus tropicalis* presenta un crecimiento inicial lento, permaneciendo en vivero hasta 7 meses, por lo que son necesarios los estudios de las dimensiones de los recipientes para la producción de las plántulas en vivero para no incurrir en gastos innecesarios de sustratos que encarecen la producción del vivero.

Los valores obtenidos para PSA/PSR se encuentran en el rango señalado por Oliet *et al.*, (1999) para otras especies de pinos (1,50-2,00).

Los valores correspondientes a la longitud de la raíz y la altura en la etapa evaluada muestran diferencias significativas ($p < 0,05$) entre las plantas producidas en tubetes de 123 cm³ con respecto a las restantes. Según Prieto *et al.*, (2007) la altura del contenedor es un factor determinante en la longitud del sistema radical, de tal manera que esta aumenta con el tamaño del envase.

Bello (1998) citado por Prieto *et al.*, (2007) señala que en individuos cespitosos el largo de la raíz se encuentra en intervalos de 15 a 20 cm al final del cultivo, *P. tropicalis* alcanzó valores entre 12, 2 y 13,4 cm en la evaluación realizada durante la fase intermedia del cultivo.

De acuerdo a los resultados del análisis factorial y teniendo en cuenta los autovalores

mayores que 1, se seleccionaron 4 componentes que explican el 85,8 % de la varianza total.

La matriz de componentes es la solución factorial, contiene las correlaciones entre las variables originales y cada uno de los factores (Tabla 4).

Tabla 4. Matriz de transformación de las componentes para los parámetros morfológicos

Fuente: Elaboración Propia.

	Componentes			
	1	2	3	4
QI	0,964	-0,046	-0,074	-0,070
BAP	0,830	0,408	0,256	0,090
PSA	0,804	0,365	0,405	0,073
D/H	-0,267	0,928	-0,122	0,072
D	0,302	-0,822	-0,126	0,123
H	-0,112	0,647	-0,416	0,333
PSAPSR	-0,112	-0,112	0,752	0,455
PSR	,610	-,023	-,650	-,090
LR	-0,075	,249	,371	-,798

Table 4. Transformation matrix components to the morphological parameters

Source: Own Elaboration.

El componente 1, expresa el máximo porcentaje de la varianza (31,4%) y está representado por variables indicadoras de calidad e índices fisiológicos y se destaca la variable PSA que esta implícita en la relación de los índices señalados. En el segundo componente las variables morfológicas diámetro y altura se relaciona positivamente con la relación H/D y explica el 25,9 % de la varianza. El tercer componente representa 17,3 % de la varianza y lo conforman el peso seco radical de la planta y su relación con el peso aéreo, mientras que el cuarto componente sólo está representado por la variable morfológico largo de la raíz y expone el 11,1% de la varianza.

Los parámetros peso seco aéreo, índice de calidad de Dickson e índice de esbeltez son los de mayor incidencia en la calidad de la planta de *Pinus tropicalis* en la etapa inicial de

su desarrollo en vivero con tubetes.

CONCLUSIONES

- En la evaluación realizada a los 90 días después de la siembra, no se observaron diferencias en el comportamiento de los parámetros diámetro y altura para los diferentes tamaños de envases.
- Los parámetros peso seco aéreo, índice de calidad de Dickson e índice de esbeltez son los de mayor incidencia en la calidad de la planta de *Pinus tropicalis* en la etapa inicial de su desarrollo en vivero con tubetes.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ANSORENA, J. *Sustratos. Propiedades y caracterización*. España: Ediciones Mundi. Prensa, 1994.
- 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.
- CUNHA, A. O. et al. Efeitos de substratos e das dimensões dos recipientes na qualidade das mudas de *Tabebuia impetiginosa* (Mart. ExD.C.) Standl. *Revista Árvore*, 2005, **29**(4), 507-516.
- FAO. *Informe expertos de la FAO en recursos genéticos forestales*. Octava Reunión Roma: FAO, 1999.
- HAIR, J. Fr. et al. *Análisis multivariante*. 5ª ed. Madrid: Patrice Hall Iberia, SRL, 1999.
- LAMHAMED M., S. and J. GAGNON. *New Forest Seedling Production Technologies in Quebec and their Integration in Reforestation Programs in Developing Countries*. Québec: XII World Forestry Congress, 2003.
- LARS S. *Guide to handling of tropical and subtropical forest seed*. Denmark: Edit. Danida, 2000.
- LUIS V. C. et al. Testing nursery plant quality of Canary Island Pine seedlings grown under different cultivation methods. *Phyton*, 2004, **44**(2), 231-244.
- MINAG. *Manual de técnicas de análisis químico para el humus de lombriz*. Ciudad de la Habana: Instituto de Suelos, 1994.

- OLIET, J. et al. Los fertilizantes de liberación controlada lenta aplicados a la producción de plantas forestales de vivero. En: *Efecto de dosis y formulación sobre la calidad de Pinus halapensis Mill.* Invest. Agr. Sist. Recur., 1999, p. 208-225.
- PEREDA CRUZ, A. *Efectos del tipo de envase en la calidad y costo de producción de Pinus patula Schlede ex Schechlenda & Chamizo var. patula en vivero.* Tesis de Diploma inédita, Universidad Autóctona del estado de Hidalgo, 2007.
- PIRE, R Y PEREIRA, A. Propiedades físicas de componentes de sustratos de uso común en la horticultura del estado Lara, Venezuela. Propuesta metodológica. *Bioagro*, 2003 (15), 55-63.
- PRIETO, J. A. et al. Evaluación de tres tamaño de envases en la producción de *Pinus durangensis* Mart., en vivero. En: *Nuevas tecnologías para el Manejo Forestal: Resúmenes del VI Congreso Mexicano de Recursos Forestales.* México: Facultad Autónoma, 2003.
- PRIETO, J. A. et al. Factores que influyen en la producción de plantas de *Pinus cooperi* Blanco en vivero. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 2004, **10** (001), 63-70.
- PRIETO J. A., SOTO, M. Y HERNÁNDEZ, J. Efecto del tamaño de envase en el crecimiento de *Pinus engelmanni* de medios de crecimiento compuesto por corteza de pino y aserrín. *Madera y Bosque*, 2007, **14** (2): 41-49.
- SÁNCHEZ-CÓRDOBA, A. et al. Caracterización de Luis Potosí. Facultad de Agronomía, 2008.
- VIANA, J. S. et al. Crescimento de mudas de *Bauhinia forficata* Link em diferentes tamanhos de recipientes. *Floresta*, 2008, **38**(4), 663-671.

Aceptado: 20/10/2014