

# EFECTO DEL TAMAÑO DE ENVASE EN EL CRECIMIENTO DE *Pinus engelmannii* Carr. EN VIVERO

José Ángel Prieto Ruíz<sup>1</sup>, Mario Soto García<sup>2</sup>  
y José Ciro Hernández Díaz<sup>3</sup>

## RESUMEN

Diversos aspectos influyen en el proceso operativo de la producción de planta; por ello, es necesario el conocimiento y uso apropiado de cada técnica para favorecer la supervivencia y crecimiento de las plantas tanto en vivero, como en campo. El envase es uno de los elementos importantes que tiene relación directa con dicho proceso, por lo que definir su tamaño apropiado ayuda a optimizar el rendimiento y minimizar los costos de producción. Al respecto, en el Campo Experimental Valle del Guadiana del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias se realizó el presente estudio en el cual se evaluó el efecto de tres tamaños de envase: 80, 170 y 260 cm<sup>3</sup>, sobre *Pinus engelmannii* durante seis meses en condiciones de vivero; con un diseño experimental completamente al azar y cuatro repeticiones por tratamiento. Las variables evaluadas fueron: altura, diámetro, longitud de la raíz principal y producción de biomasa seca (parte aérea, del sistema radical y total). Después de 24 semanas se consideró que la dimensión del contenedor influyó en la talla alcanzada por los individuos; los mejores resultados se verificaron en los recipientes de 170 y 260 cm<sup>3</sup>; no obstante que la calidad de planta obtenida es similar en ambos, se recomienda utilizar el primero, porque los costos son menores.

**Palabras clave:** Calidad de planta, crecimiento, invernadero, *Pinus engelmannii* Carr., producción de planta en vivero, tamaño de envase.

Fecha de recepción: 21 de junio de 2006

Fecha de aceptación: 6 de noviembre de 2007

---

<sup>1</sup> Campo Experimental Valle del Guadiana. CIR- Noroeste. INIFAP. Durango, Dgo. Correo-e: prieto.jose@inifap.gob.mx

<sup>2</sup> Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Juárez del Estado de Durango. Durango, Dgo.

<sup>3</sup> Instituto de Silvicultura e Industria de la Madera. Universidad Juárez del Estado de Durango. Durango, Dgo.

## ABSTRACT

Many aspects influence the process of plant production. Therefore, it is essential to understand and properly use techniques to foster survival and growth of seedlings in the nursery and in the field. Because the container is one of the key elements directly affecting such processes, the definition of the most adequate size helps optimal yield and minimal production costs. As such, in INIFAP's Valle del Guadiana Experimental Station nursery at Durango, Mexico, three container sizes: 80, 170 and 260 cm<sup>3</sup>, were studied in order to assess the effect of container size on the growth of *Pinus engelmannii*, during six months in the greenhouse. A completely randomized experimental design was used, with three treatments and four replications per treatment. The evaluated variables were: height, diameter, main root length and total biomass (expressed as dry weight). After 24 weeks of evaluation, the 260 cm<sup>3</sup> and 170 cm<sup>3</sup> containers proved to be the most appropriate in terms of improving the growth of nursery seedlings. Based on these results the latter container is concluded to be the best because seedling quality was not different from that of seedlings produced in the 260 cm<sup>3</sup> container, that is more expensive.

**Key words:** Seedling quality, growth, greenhouse, *Pinus engelmannii* Carr., greenhouse plant production, container size.

## INTRODUCCIÓN

Existen diversos aspectos que influyen en el proceso de producción de planta; por ello, es necesario usar la técnica que favorezca su crecimiento y supervivencia tanto en vivero, como en campo. En el estado de Durango los métodos han evolucionado en los últimos 15 años, del tradicional al de contenedores rígidos, mediante la introducción de las charolas de poliestireno de 112 y 77 cavidades; esto ha implicado modificaciones operativas, respecto a los medios de crecimiento, la fertilización, el riego y el manejo de las condiciones ambientales, entre otras.

Su selección por tipo y dimensiones del envase dependen del sistema de producción utilizado, las características de crecimiento y del tamaño final de los individuos; así como de los costos y requerimientos del programa de plantación a donde se destine la planta (Aldana, 1998). La función primaria de cualquier envase es la de contener el sustrato, que a su vez abastece a las raíces de agua, aire, nutrimentos minerales; provee soporte físico a la planta (Landis *et al.*, 1990).

En la actualidad hay en el mercado una gran variedad de clases y marcas de contenedores, capaces de satisfacer la mayoría de las necesidades propias de cualquier tipo y condición de vivero; sin embargo, para tener la certeza de que es el adecuado, es indispensable evaluar su funcionamiento e influencia en el

crecimiento de las plantas. Las características del "envase ideal" deben garantizar su funcionalidad desde el punto de vista biológico, sin dejar de lado los costos de producción.

La evolución de los contenedores se ha enfocado hacia el uso de materiales ligeros, resistentes y de gran durabilidad, que permitan responder a la meta de lograr sistemas radicales bien estructurados (uniformes, fibrosos y bien desarrollados), que aumenten la supervivencia en campo; además, se busca hacer más eficientes las labores de producción y utilizar el mínimo de insumos en vivero (Sánchez, 1998). Por su parte, autores como Peñuelas y Ocaña (1996), Domínguez (1997), Domínguez *et al.* (2000) y Mullan y White (2001) coinciden en que el volumen del contenedor influye en el desarrollo de las plantas en vivero y en campo, en relación directa con el crecimiento del sistema radical. La durabilidad también es importante cuando son biodegradables, ya que están sujetos a condiciones de alta humedad, que prevalecen en los invernaderos; al respecto, Montoya y Cámara (1996) indican que la desintegración debe ocurrir al siguiente año después de la plantación.

A la fecha más del 80% de los 21 viveros forestales de Durango, donde anualmente se producen alrededor de cuatro millones de individuos, utilizan charolas de poliestireno de 35 x 60 cm, con 112 y 77 cavidades, equivalente a 80 y 170 cm<sup>3</sup> por unidad cavidad, respectivamente; sus principales desventajas son la fragilidad y la penetración del sistema radical en sus paredes, en particular cuando se deja la planta mucho tiempo en el contenedor. Sin embargo, la selección del envase está basada más en criterios de tipo económico, empleándose en general, los de menor costo; por ello, es necesario evaluar su funcionalidad desde el punto de vista biológico.

En este contexto, el presente trabajo tuvo por objetivo evaluar el efecto en el crecimiento de *Pinus engelmannii* Carr. en tres tamaños de envase (80, 170 y 260 cm<sup>3</sup>), en charolas de poliestireno; bajo la hipótesis de que a mayor tamaño de envase hay mejor supervivencia y crecimiento en altura, diámetro y producción de biomasa

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Características del área de estudio**

El trabajo se realizó en el Campo Experimental Valle del Guadiana, del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), localizado en Durango, Dgo., a 24° 01' de latitud norte, 104° 44' longitud oeste, y 1,830 m de altitud. La planta se produjo en un invernadero cubierto con plástico de polietileno, calibre 720, tratado contra rayos ultravioleta y protegido con malla sombra al 35%. La temperatura y la humedad relativa se controlaron mediante

cortinas laterales enrollables de 2.5 m de ancho. Para favorecer el acondicionamiento de las plantas, en la fase de preacondicionamiento, correspondiente a las últimas ocho semanas de crecimiento, se eliminó el efecto de invernadero y se dejó el material en condiciones ambientales de intemperie.

## Condiciones de producción y siembra

El sustrato utilizado fue una mezcla compuesta por 55% de turba (*peat moss*), 24% de vermiculita, 21% de agrolita. Se le agregó fertilizante granulado Multicote® en dosis de 5 kg m<sup>-3</sup> de sustrato, que tarda de 9 a 11 meses en liberarse y cuya formulación es 15-07-15 de N-P-K.

La semilla se recolectó en rodales naturales del ejido San Isidro, Durango, ubicado a 23° 40' 23'' N y 105° 02' 14'' W, con una altitud de 2, 483 m. Previo a la siembra se le remojó en agua durante 24 horas y se desinfectó 10 minutos en una solución compuesta por nueve partes de agua y una de cloro comercial al 6%. Se aplicó dos veces por semana el producto Peters Professional®, fertilizante soluble en agua que se caracteriza por tener diferentes proporciones de N-P-K para cada fase de crecimiento, y que son: a) establecimiento: Peters iniciador® (7-40-17), utilizado hasta la séptima semana de edad de las plantas en dosis de 100-250-202 ppm; b) fase de crecimiento rápido: Peters desarrollo® (20-7-19), adicionado de la octava a la décimo sexta semana en dosis de 200-30-158 ppm; y c) preacondicionamiento: Peters finalizador® (4-25-35), incorporado de la decimoséptima a la vigesimocuarta semana en dosis de 70-191-508 ppm.

## Tratamientos y diseño experimental

Se evaluaron tres tamaños de envase, en charolas de poliestireno de 35 x 60 cm de ancho y largo, respectivamente (Cuadro 1). Los tratamientos se distribuyeron en un diseño completamente al azar, con cuatro repeticiones y cada unidad estuvo compuesta por 56 plantas ( 7x 8).

Cuadro 1. Características de los envases evaluados en la producción de planta de *Pinus engelmannii*, en el vivero del Campo Experimental Valle del Guadiana. INIFAP. Durango, Dgo.

Volumen por cavidad (cm <sup>3</sup> )	Largo (cm)	Diámetro superior (cm)
80	10.6	3.6
170	15.3	4.3
260	20.0	5.2

## Modelo estadístico y análisis de la información

El modelo utilizado para el análisis estadístico fue (Martínez, 1988):

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = variable respuesta

$\mu$  = promedio general que considera a las diferentes fuentes de variación

$\tau_i$  = efecto del  $i$ -ésimo tratamiento

$\varepsilon_{ij}$  = error aleatorio  $ij$ .

Se efectuó un análisis de varianza con el paquete Statistical Analysis System (SAS), mediante el procedimiento PROC GLM. Cuando se obtuvieron diferencias significativas entre tratamientos ( $p < 0.05$ ), se hicieron pruebas de comparación de medias de Tukey.

## Evaluación

Se realizó una evaluación al final de cada fase de desarrollo de las plantas, con excepción de la etapa de crecimiento que se monitoreó dos veces: a) fase de establecimiento, a las siete semanas; b) fase de crecimiento rápido, a las 12 y 16 semanas y c) fase de precondicionamiento, a las 24 semanas de edad. En cada ocasión se extrajeron en forma aleatoria ocho plantas por unidad experimental, a las que se les midió: altura de la parte aérea, diámetro del cuello, longitud de la raíz principal; se determinó la biomasa seca de la parte aérea, del sistema radical y la biomasa total.

Así mismo, se estimó el índice de calidad de Dickson (ICD), que se obtiene de la conjunción de cinco variables, y los valores mayores de ICD indican mejor calidad de planta (Dickson *et al.*, 1960).

$$ICD = \frac{Biomasa\ total\ (g)}{\frac{Altura\ (cm)}{Diámetro\ (mm)} + \frac{Biomasa\ parte\ aérea\ (g)}{Biomasa\ raíz\ (g)}} \dots(1)$$

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Crecimiento en altura

El crecimiento en altura a las edades de muestreo resultó estadísticamente ( $p > 0.05$ ) similar en los tres tamaños de envase empleados (Figura 1); dicha variable incrementó su valor conforme transcurrió el tiempo, sin que influyera de manera significativa el volumen del sustrato disponible. El tamaño de la planta al final del experimento en todos los tratamientos quedó en el intervalo recomendado por Prieto *et al.* (1999), quienes señalan que al salir del vivero debe tener entre 15 y 25 cm; además, la densidad en la que fueron producidas (250 a 533 plantas  $m^{-2}$ ) tampoco afectó la altura. Las diferencias en cada registro de los datos nunca fueron mayores a los 2 cm entre tratamientos.

La altura de las plantas está relacionada directamente con su crecimiento inicial en el sitio de plantación (Mexal y Landis, 1990; Johnson y Cline, 1991). Cuando las condiciones son adversas respecto a la vegetación herbácea y arbustiva, se recomienda utilizar individuos que tengan al menos 15 cm de alto para que pueda competir por luz, humedad y nutrimentos, de manera que tengan un buen desarrollo (Prieto *et al.*, 1999).

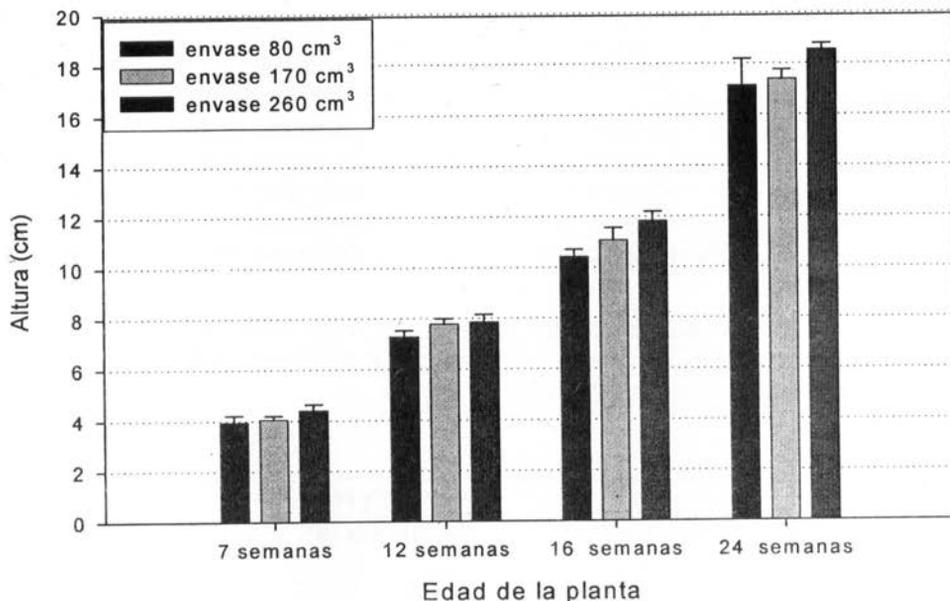
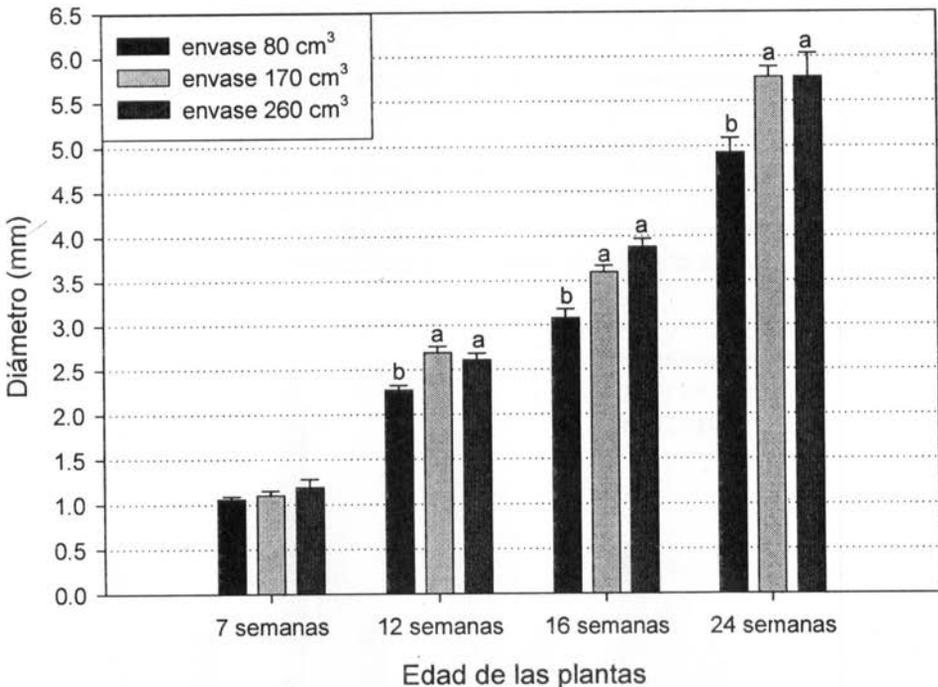


Figura 1. Crecimiento en altura de *Pinus engelmannii* producido en tres tamaños de envase.

## Diámetro del cuello

En el diámetro del cuello hubo diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) a partir de las 12 semanas de edad debido al efecto del volumen de los envases utilizados, en los cuales sobresalió la de los contenedores de 170 y 260  $\text{cm}^3$ , que se mantuvo durante todo el periodo de experimentación (Figura 2).



Letras diferentes para la misma fecha de evaluación significan diferencias estadísticas ( $p < 0.05$ )

Figura 2. Diámetro del cuello de las plantas en los tres tamaños de envase evaluados.

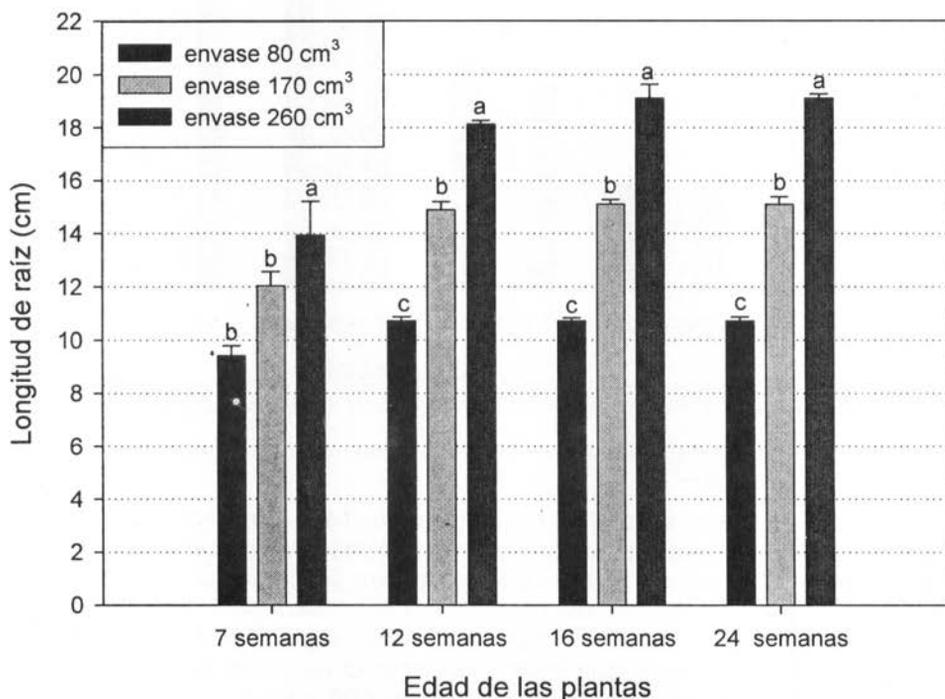
Una planta de buena calidad en el género *Pinus* tiene al menos 5 mm (Prieto y Alarcón, 1998), valor que es mayor para especies de lento crecimiento y en sitios de plantación que presentan condiciones críticas de humedad y/o profundidad del suelo. En este ensayo se obtuvieron registros finales de 5.70 y 5.80 mm en los envases de 170 y 260  $\text{cm}^3$ , respectivamente, lo que significa que la calidad de la planta es adecuada con relación al criterio de Prieto y Alarcón (1998); mientras que en el contenedor de 80  $\text{cm}^3$  fue de 4.90 mm.

El diámetro del cuello es la medición morfológica más utilizada para determinar la calidad de planta; refleja su resistencia y el tamaño del sistema radical (Cano y

Cetina, 2004), a diámetros grandes proporcionan mejor soporte; además es considerado como un buen predictor de la altura y la supervivencia en el sitio de plantación (Prieto, 2004). Para intervalos de 5 a 6 mm, la supervivencia en campo de *Pinus taeda* L. es superior al 80% (Mexal y Landis, 1990).

### Longitud de la raíz principal

Los resultados muestran diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) desde la primera evaluación, en la que destacaron los individuos producidos en el envase de  $260 \text{ cm}^3$ , tendencia que se mantuvo en las mediciones subsiguientes. A las 12 semanas de edad la raíz había ocupado más del 90% del largo del envase. Por ello, a las 16 y 24 semanas, se obtuvo un incremento mínimo en todos los tratamientos, y con los mejores desarrollos en el contenedor de  $260 \text{ cm}^3$  seguido del de  $170 \text{ cm}^3$  y en el último lugar se ubicó el de  $80 \text{ cm}^3$  (Figura 3). La altura del contenedor es un factor determinante en la longitud del sistema radical; de tal manera que esta aumenta el tamaño del envase. Sin embargo, el interés del presente estudio fue determinar la rapidez con que la planta ocupa el espacio disponible.



Letras diferentes para la misma fecha de evaluación significan diferencias estadísticas ( $p < 0.05$ ).

Figura 3. Longitud de la raíz principal de las plantas en los tres tamaños de envase evaluados.

La raíz principal mostró un crecimiento notable en las primeras siete semanas, con más de 9 cm de longitud en todos los tratamientos; Johnson y Cline (1991) manifiestan que después de la germinación, el sistema radical es la parte de la planta que más se desarrolla como respuesta a la necesidad que tiene de establecerse rápidamente en el sustrato; además, en ese periodo no existieron limitantes de espacio, en cambio, hacia la parte final de la evaluación hubo un crecimiento mínimo debido al poco volumen disponible. Lo anterior está relacionado con el momento oportuno para el trasplante, ya que la capacidad total del contenedor determina los puntos de crecimiento del sistema radical y ésta empieza a morirse, la planta disminuye de manera considerable su vigor; incluso en charolas de poliestireno, la raíz se incrusta en las paredes laterales del envase.

Bello (1998) recomienda que el largo de la raíz principal en pinos no cespitosos sea de 10 a 15 cm, con más de siete raíces secundarias. En cambio, para individuos cespitosos el intervalo es de entre 15 y 20 cm de largo y al menos siete raíces secundarias. Cano y Cetina (2004) indican que plantas con sistemas radicales grandes favorecen la absorción de agua y nutrientes, por lo que logran tolerar el estrés hídrico después de plantarse en campo.

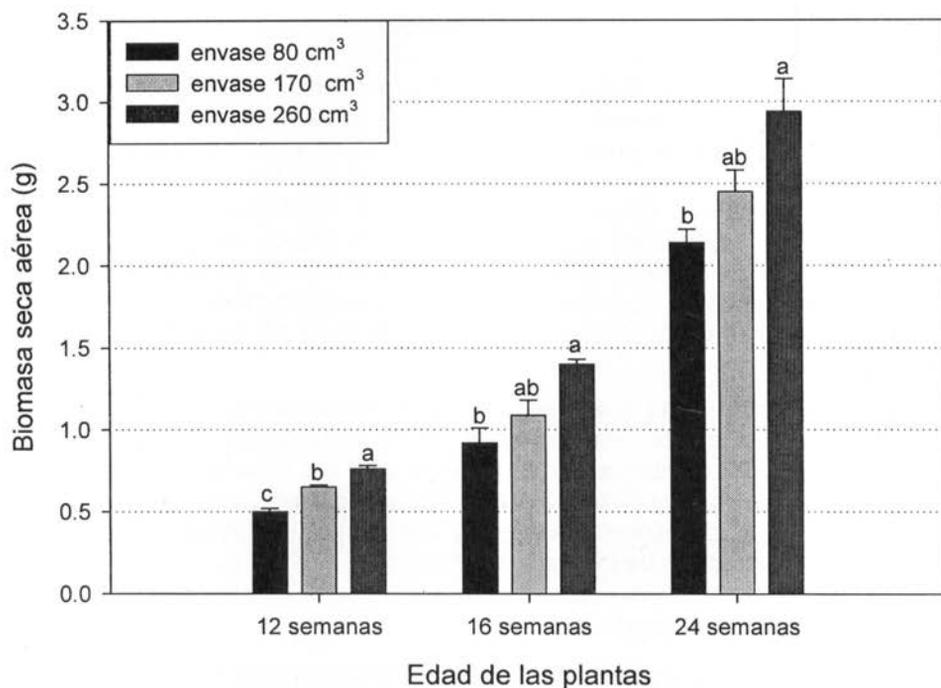
### Biomasa seca de la parte aérea

La biomasa seca de la parte aérea presentó diferencias estadísticas ( $p < 0.05$ ) en las mediciones realizadas a las 12, 16 y 24 semanas de edad (Figura 4), sobresalió la planta producida en el envase de 260 cm<sup>3</sup>; sin embargo, en las dos últimas evaluaciones los resultados no tuvieron diferencias estadísticamente significativas a los obtenidos en el envase de 170 cm<sup>3</sup>.

El aumento en el volumen del envase favoreció la producción de biomasa aérea, dado que hubo un mayor espacio entre las plantas, el sistema radical dispuso de un espacio más grande para su crecimiento; lo que se manifestó en una producción superior de follaje; que a su vez, implicó una mejor eficiencia en la tasa de fotosíntesis.

La parte aérea de la planta tuvo menos densidad con 286 y 367 plantas m<sup>-2</sup>, para los envases de 260 y 170 cm<sup>3</sup>, respectivamente; con relación al envase de 80 cm<sup>3</sup> (533 plantas m<sup>-2</sup>); por lo tanto, la competencia por luz y espacio, y el crecimiento del área foliar, se incrementó.

Thompson (1984) y Mexal y Landis (1990) señalan que la producción de biomasa tiene gran correlación con la supervivencia de la planta en campo, pues un indicador de su eficiencia fisiológica durante su desarrollo en el sitio de plantación propicia una producción mayor de fotosintatos disponibles que inciden en una mejor adaptación de la planta.



Letras diferentes para la misma fecha de evaluación significan diferencias estadísticas ( $p < 0.05$ )

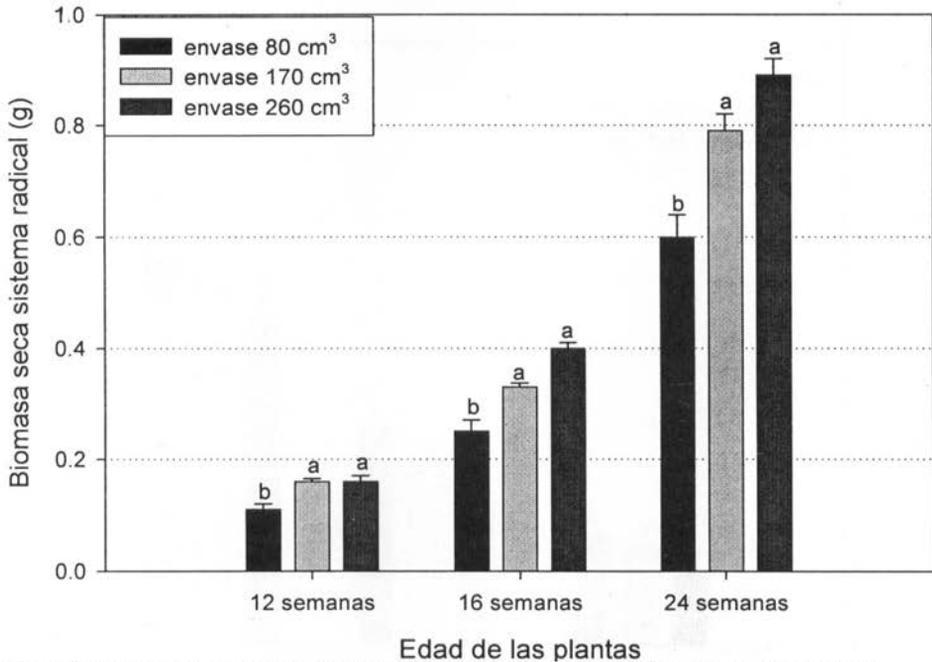
Figura 4. Biomasa seca de la parte aérea de las plantas en los tres tamaños de envase evaluados.

### Biomasa seca del sistema radical

Mostró diferencias estadísticas ( $p < 0.05$ ) a las 12, 16 y 24 semanas de los resultados más sobresalientes correspondieron a los envases de 170 y 260 cm<sup>3</sup> (Figura 5), al ubicarse siempre en el grupo estadístico superior sin diferencias significativas entre sí.

### Biomasa seca total

La biomasa seca total de las plantas presentó diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ) en las tres evaluaciones realizadas y desde las siete semanas de edad. Destacaron los individuos producidos en el envase de 260 cm<sup>3</sup> (Figura 6); sin embargo, a las 24 semanas de edad, el contenedor de 170 cm<sup>3</sup> no tuvo diferencias significativas con respecto al de 260 cm<sup>3</sup>, en cambio, el de 80 cm<sup>3</sup> fue inferior estadísticamente al de 170 cm<sup>3</sup> sólo en la primera fecha de muestreo.



Letras diferentes para la misma fecha de evaluación significan diferencias estadísticas ( $p < 0.05$ )

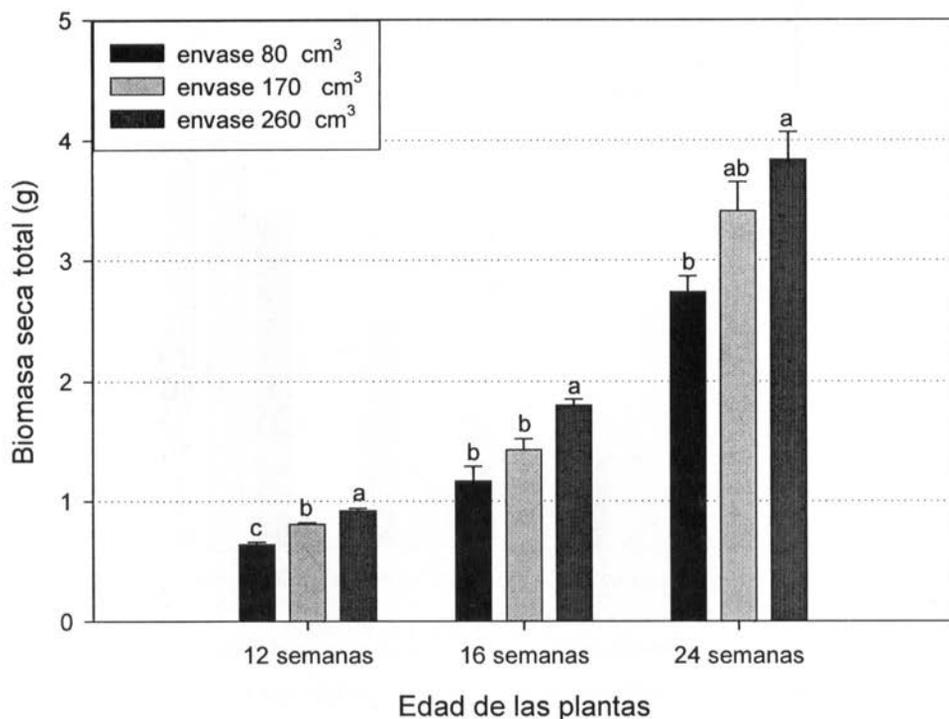
Figura 5. Biomasa seca sistema radical de las plantas en los tres tamaños de envase evaluados.

Esta variable es importante por que conjunta en un valor único la producción de biomasa de las plantas.

### Índice de Calidad de Dickson.

Los resultados a las 12, 16 y 24 semanas de edad arrojan diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos; en el grupo estadístico superior estuvieron las plantas producidas en los envases de 170 y 260 cm<sup>3</sup> (Figura 7). La interpretación del Índice de Calidad de Dickson radica en que un solo dato concentra los valores de un conjunto de características morfológicas (altura, diámetro y biomasa), las cuales definen en gran medida el comportamiento futuro de la planta en el sitio de plantación. De acuerdo con Dickson *et al.* (1960), un índice grande corresponde a una mejor calidad de la planta, lo que ocurrió en los materiales producidos en los envases de 170 y 260 cm<sup>3</sup>.

Los Índices de Calidad de Dickson son consistentes con respecto al análisis individual que se hizo de las variables estudiadas. Lo interesante es saber si los materiales vegetales producidos en vivero tendrán la misma respuesta en la fase de campo, donde finalmente se evaluará la calidad de la planta producida.



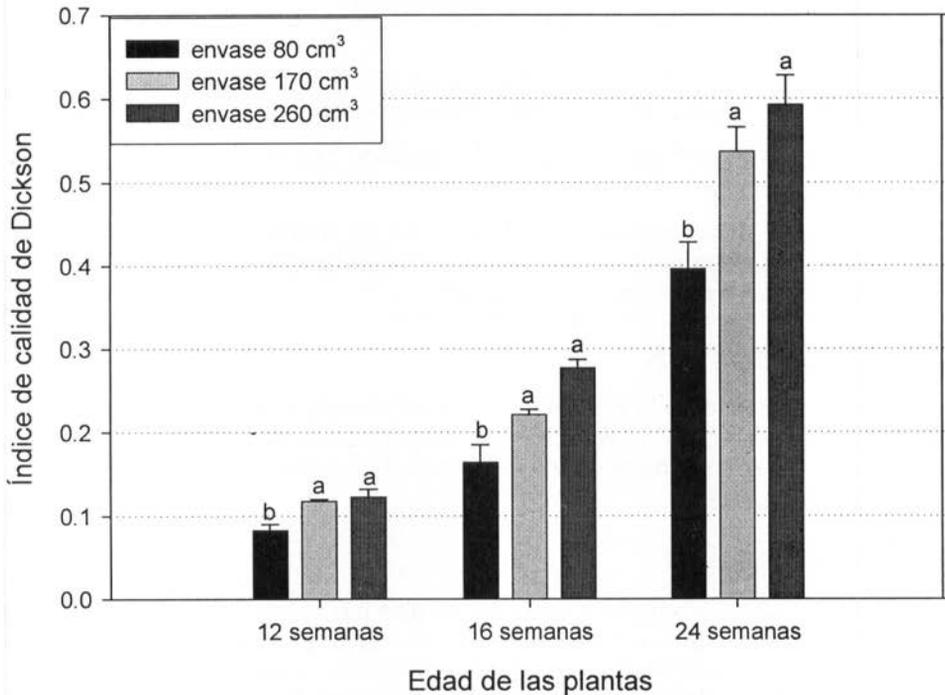
Letras diferentes para la misma fecha de evaluación significan diferencias estadísticas ( $p < 0.05$ )

Figura 6. Biomasa seca total en los tres tamaños de envase evaluados.

## DISCUSIÓN

De acuerdo con los resultados obtenidos, de las 7 a las 24 semanas de edad, en los envases de 260 cm<sup>3</sup> y de 170 cm<sup>3</sup> se produjo la planta de mejor calidad con valores similares entre ellos, excepto para la longitud de la raíz, donde sobresalió el envase de 260 cm<sup>3</sup>. Además, se cumplió con los estándares mínimos de calidad citados en la literatura, tales como: altura y diámetro, entre otros. Sin embargo, es conveniente que estas evaluaciones tengan seguimiento en campo, para definir si la tendencia de comportamiento en vivero es similar en el sitio de plantación.

En diversas investigaciones se ha demostrado que el envase de mayor volumen favorece el crecimiento de las plantas; Quiñones (2001), quien estudió el crecimiento y supervivencia de *Pinus greggii* Engelm. y *Pinus engelmannii* Carr., producidos en cinco tamaños de contenedores rígidos (93 a 262 cm<sup>3</sup>) y determinó que el Teko (262 cm<sup>3</sup>) ofrece condiciones superiores para el desarrollo de las plantas. Por su parte, Prieto (2004) llegó a conclusiones similares al probar dos tamaños de envase (80 y 170 cm<sup>3</sup>), para *Pinus cooperi* Blanco.



Letras diferentes para la misma fecha de evaluación significan diferencias estadísticas ( $p < 0.05$ )

Figura 7. Índice de Calidad de Dickson en los tres tamaños de envase evaluados.

Aunque, Pineda y Olivas (2000) y Segura y García (2000), quienes evaluaron tres tamaños de contenedores rígidos (Apb de 100 cm<sup>3</sup>, Apb de 156 cm<sup>3</sup> y Teko de 262 cm<sup>3</sup>) con cuatro especies del género *Pinus*, registraron que el envase Apb de 156 cm<sup>3</sup> se produjo la planta de mejor calidad; además, los costos de producción fueron menores. Por ello, para seleccionar el envase que se desea utilizar, aparte de su eficacia, se deben considerar los costos de producción. En el presente trabajo, bajo los criterios señalados anteriormente, el envase de 170 cm<sup>3</sup> es el más indicado para producir *Pinus engelmannii*, ya que su costo es 15.30% más barato en comparación con el de 260 cm<sup>3</sup>.

El material vegetal procedente del envase de 80 cm<sup>3</sup> fue más económico, aunque de menor calidad. Con relación a las variables morfológicas estudiadas, los resultados fueron consistentes en los tres tratamientos, sobresalieron en los contenedores de 170 y 260 cm<sup>3</sup>, en cambio, el de 80 cm<sup>3</sup> siempre tuvo valores inferiores.

El volumen del envase es un factor determinante en la calidad de la planta; sin embargo, una buena selección del mismo debe complementarse con técnicas apropiadas de manejo para lograr los objetivos propuestos.

## CONCLUSIONES

El tamaño del envase influyó positivamente en el crecimiento morfológico de las plantas de *Pinus engelmannii* en condiciones de vivero.

El envase de 170 cm<sup>3</sup> permite producir planta de buena calidad con menores costos de producción.

Es importante darle continuidad a este tipo de evaluaciones en diferentes condiciones de campo para corroborar si el comportamiento en vivero se refleja de la misma manera en el sitio de plantación.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Fundación Produce Durango, A. C. el financiamiento otorgado por medio del Proyecto Bosque Modelo Durango, para la ejecución de este trabajo. Así mismo, hacen patente la valiosa contribución de los revisores en la mejora del documento.

## REFERENCIAS

- Aldana B., R. 1998. Sistema de producción de planta en contenedores. *In: Segunda Reunión Nacional sobre Producción de Planta en Contenedores*. 27 al 30 de octubre de 1998. Comisión Nacional Forestal. Guadalajara, Jalisco. p. 7.
- Bello L., A. 1998. Calidad de planta. *In: Segunda Reunión Nacional sobre Producción de Planta en Contenedores*. 27 al 30 de octubre de 1998. Comisión Nacional Forestal. Guadalajara, Jalisco. p. 13.
- Cano P., A. y V. M. Cetina A. 2004. Calidad de planta en vivero y prácticas que influyen en su producción. Folleto Técnico N° 12. Campo Experimental Saltillo. INIFAP-CIRNE. Coahuila, México. 24 p.
- Dickson, A., A. L. Leaf. and J. F. Hosner. 1960. Quality appraisal of white spruce and white pine seedlings stock in nurseries. *For. Chron.* 36(1):10-13.
- Domínguez L., S. 1997. Influencia de distintos tipos de contenedores en el desarrollo en campo de *Pinus halepensis* y *Quercus ilex*. Centro Nacional de Mejora Forestal "El Serranillo". Ministerio de Medio Ambiente. Guadalajara, España. 10 p.
- Domínguez L., S., I. Carrasco M., N. Herrero S., L. Ocaña B., J. L. Nicolás P. y J. L. Peñuelas R. 2000. Las características de los contenedores influyen en la supervivencia y crecimiento de plantas de *Pinus pinea* en campo. *In: Actas del Primer Simposio sobre el Pino Piñonero*. Valladolid, España. pp. 203-209.
- Johnson, J. D. and L. Cline. 1991. Seedling quality of southern pines. *In: Duryea M. L. and P. M. Dougherty. (Eds.). Forest Regeneration Manual*. Kluwer Academic Publishers. Boston, MA. USA. pp: 143-159.

- Landis, T., D., R. W. Tinus, S. E. McDonald y J. P. Barnett. 1990. Contenedores y medios de crecimiento. Vol. 2. Manual de viveros para la producción de especies forestales en contenedor. Manual Agrícola 674. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. SEMARNAP. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Texcoco, Edo. de México, México. 91 p.
- Martínez G., A. 1988. Diseños experimentales. Editorial Trillas, S.A. México, D. F. México. pp: 118-160.
- Mexal, J. G. and T. D. Landis. 1990. Target seedling concept: height and diameter. *In*: Robin Rose, Sally J. Campbell and Thomas D. Landis (Eds.). Target Seedling Symposium. Proceedings and Meetings of the Western Forest Nursery Associations. Rocky Mountain and Range Experiment Station. General Tech. Rep. RM-200. Fort Collins, CO. USA. pp. 1-8.
- Montoya O., J. M.: y M. A. Cámara O. 1996. La planta y el vivero forestal. Ediciones Mundi-Prensa. Barcelona, España. 127 p.
- Mullan, G. D. and P. J. White. 2001. Seedling quality: making informed choices. Bushcare and the Department of Conservation and Land Management. Wheatbelt Region, Australia. 24 p.
- Peñuelas R., J. L. y L. Ocaña B. 1996. Cultivo de plantas forestales en contenedor. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. Mundi-Prensa. Madrid, España. 190 p.
- Pineda O., T. y E. J. Olivas G. 2000. Análisis de la calidad de brinzales de *Pinus greggii* Engelm. y *Pinus patula* Schl. et Cham. producidos en tres tamaños de envases rígidos. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. División de Ciencias Forestales, Chapingo, Texcoco, Edo. de México, México. 111 p.
- Prieto R., J. A. y M. Alarcón B. 1998. Producción de planta forestal. Folleto Técnico N° 10. Campo Experimental Valle del Guadiana. CIRNOC. INIFAP. Durango, Dgo. México. pp: 5-6
- Prieto R., J. A., G. Vera C. y E. Merlín B. 1999. Factores que influyen en la calidad de brinzales y criterios para su evaluación en vivero. Folleto Técnico No. 12. CIRNOC-INIFAP. Durango, Dgo. México. 23 p.
- Prieto R., J. A. 2004. Factores que influyen en la producción de planta de pino en vivero y en su establecimiento en campo. Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma de Nuevo León. Linares, N. L. México. 110 p.
- Quiñones M., L. A. 2001. Crecimiento y sobrevivencia de *Pinus greggii* Engelm y *Pinus engelmannii* Carr. producidos en cinco tipos de envase en sistema tecnificado. Tesis Licenciatura. Escuela de Ciencias Forestales. Universidad Juárez del Estado de Durango. Durango, Dgo. México. 55 p.
- Sánchez V., J. R. 1998. Tipos de contenedor. *In*: Segunda Reunión Nacional sobre Producción de Planta en Contenedor. 27 – 30 de octubre de 1998. Comisión Nacional Forestal. Guadalajara, Jal, México. p. 12.

- Segura R., O. y J. L. García R. 2000. Evaluación de algunas variables morfológicas y fisiológicas para determinar la calidad de brinzales de *Pinus pseudostrobus* Lindl. y *Pinus leiophylla* Schl. et. Cham. producidos en tres tamaños de envases rígidos. Tesis de Licenciatura. División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Texcoco, Edo. de Méx., México. 145 p.
- Thompson, B. E. 1984. Seedling morphological evaluation-what you can tell by looking. *In*: Duryea M. L. (Ed.). Proceedings: evaluation seedling quality: principles, procedures and predictive abilities of major test. Oregon State University. Forest Research Laboratory. Corvallis, OR. USA. pp: 59-71.