

CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE PLÁNTULAS DE *Pinus greggii* Engelm EN DOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN EN VIVERO

Antonio Cano Pineda¹, J. Jesús Vargas Hernández², Víctor A. González Hernández³, Gil Vera Castillo⁴, Víctor M. Cetina Acalá²

RESUMEN

Con el propósito de determinar el efecto del sistema de producción sobre las características morfológicas que definen la calidad de la planta en *Pinus greggii* Engelm. se compararon dos lotes de la misma procedencia y edad en el vivero forestal Santa Lucía, Estado de México. Uno de los lotes se produjo en contenedores de unicel en invernadero, con sustrato inerte, control de riego y fertilización (sistema tecnificado); y el otro en bolsa negra de polietileno, a la intemperie, con tierra de monte y sin control estricto de riego y sin fertilización (sistema tradicional). En ambos lotes se obtuvo un coeficiente de variación mayor de 20 % en la mayoría de las características evaluadas. Los dos difieren entre sí, en tanto los valores promedio, como en los coeficientes de variación de dichas características. El producido con el sistema tecnificado tuvo un desproporcionado crecimiento de la parte aérea de la planta, en comparación con las plantas del sistema tradicional. A los 8.5 meses de edad la relación parte aérea/raíz en el primero (6.67) fue casi el doble que en el segundo (3.57). El sistema tecnificado fue más homogéneo en altura, diámetro, y peso seco total de las plantas, pero más heterogéneo en el número de ramas y volumen de raíz.

Palabras clave: *Pinus greggii* Engelm., variabilidad morfológica, sistemas de producción, calidad de planta.

ABSTRACT

In order to determine the effect of the production system on the variability of morphological traits in *Pinus greggii* seedlings, two groups of the same seedlot and age were compared at the "Santa Lucía" forest nursery, Estado de México. One of them was produced in styroblock containers with inert substrate inside a greenhouse, with irrigation and fertilization control (technified system); the other was produced outdoors, in polyethylene bags with forest topsoil as substrate, and without irrigation or fertilization control (traditional system). Both groups had coefficients of variation above 20 % in most traits evaluated. However, they differed in both mean values and variability of those traits. Seedlings produced with the "technified" system had a disproportionate shoot growth as compared to the seedlings in the "traditional" system. At 8.5 months of age, shoot:root ratio of seedlings in the technified system (6.67) was almost twice as large as in the "traditional" system (3.57). Seedlings in the "technified" system were more homogeneous in height, diameter, and biomass, but not in the number of branches and root volume, than seedlings in the "traditional" system.

Key words: *Pinus greggii* Engelm, morphological variability, production systems, seedling quality.

INTRODUCCIÓN

La investigación para la producción de planta en vivero ha propiciado el desarrollo de nuevas tecnologías que facilitan y hacen más eficiente su propagación. Cuando estas tecnologías son económicamente factibles se han adoptado en algunos viveros de México. Sin embargo, no siempre es posible y el sistema tradicional de producción de planta en bolsa de polietileno todavía es ampliamente utilizado en el país por razones de costos de inversión y escalas de producción. De hecho en algunos viveros de la Secretaría de la Defensa Nacional SEDENA donde se produce la mayor cantidad de

planta en el país con fines de recuperación y de protección, se utilizan los sistemas tecnificado y tradicional en forma simultánea; en este caso se aplican prácticas de cultivo distintas, y se generan condiciones diferentes de crecimiento, por lo cual las plantas obtenidas podrían diferir en sus características morfológicas (altura, diámetro, forma y tamaño de la raíz). Dicha situación podría influir directamente en la calidad de la planta producida en su comportamiento en el campo (Duryea y Landis 1984)); sin embargo, hasta la fecha no se han realizado estudios para caracterizar las diferencias entre los lotes de la planta producida con ambos sistemas. El

¹Investigador-Titular, CIRNE / INIFAP Correo-e. mendoza@cirne.inifap.conacyt.mx

²Profesor-Investigador, IRENAT / Colegio de Postgraduados

³Profesor-Investigador, IREGEP / Colegio de Postgraduados

⁴Investigador-Titular, CIRCE / INIFAP

tamaño de planta (principalmente altura y diámetro) ha sido frecuentemente usado como criterio de calidad para la selección de un lote de plantación en ausencia de mejores alternativas (Thompson, 1985). Jalkanen, Rikala y Smalander (1992) encontraron que en un lote de plantas, puede haber una amplia variación morfológica como resultado del sistema de producción, lo que incide en su calidad y desempeño después de plantado; la diferencia en tamaño o heterogeneidad puede ayudar a decidir el destino de plantación de cada lote (Räsänen y Kaila, 1980).

Pinus greggii es una especie muy rústica y que posee buenas características para desarrollarse con cierta facilidad sobre terrenos pobres; posee la habilidad de crecer rápidamente y ha sido reportada como tolerante tanto a la sequía como al ataque de algunas plagas (González, 1978 y Eguluz 1978). Estas características la han hecho una especie muy utilizada con fines de protección o recuperación de áreas degradadas, reproduciéndose en grandes volúmenes en muchos de los viveros forestales del país, principalmente en aquellos destinados a colaborar con programas de reforestación masiva. Con base en lo anterior, en este trabajo se comparan los valores promedio y la heterogeneidad de dos grupos de plantas de *P. greggii* del mismo lote de semilla y edad, obtenidas en dos sistemas de producción diferentes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Establecimiento del trabajo

El trabajo se desarrolló en las instalaciones del Vivero Militar Santa Lucía, perteneciente a la Secretaría de la Defensa Nacional, ubicado en el Km 30 de la carretera Federal México-Pachuca, Edo. de México. Las plantas de *Pinus greggii* Engelm fueron producidas utilizando los dos sistemas de producción (tecnificado y tradicional) con las prácticas de cultivo que se realizan en forma operativa dentro del vivero; estas plantas proceden de un mismo lote de semillas, colectado en la localidad El Piñón, Municipio de Jacala, del estado de Hidalgo, México.

Sistemas de producción de planta

Previo a la siembra, las semillas fueron remojadas en agua por un periodo de 48

horas y se les aplicó fungicida en forma superficial. En el sistema tecnificado se utilizaron charolas de unisel con 112 cavidades de 3.5 cm de diámetro y 10 cm de profundidad, colocando tres semillas por cavidad sin recubrimiento en las paredes y con una perforación en la base de cada cavidad para facilitar el drenaje. El sustrato consistió en una mezcla de "peat moss", vermiculita y agrolita en proporción de 56:24:20, respectivamente. Se agregaron cinco Kg/m³ de sustrato de fertilizante "Osmocote" de lenta liberación (18:16:12), después de la siembra se regó el sustrato y a partir del segundo día se aplicó una lámina diaria de 2 a 3 mm de agua. Las charolas fueron colocadas en mesas dentro de un invernadero y cubiertas con una malla para evitar el ataque de pájaros a las semillas y plántulas recién germinadas; la germinación se presentó entre los 18 y 20 días después de la siembra. Durante los primeros 45 días se utilizó una dosis de fertilización (iniciadora) (Peters 7-40-17) a una concentración de 75 a 100 ppm. Después a los 45 días fue sustituida por una fórmula de crecimiento (20:8:20) con micronutrientes a una concentración de 200 ppm; esta dosis se aplicó cada tercer día con una lámina de agua de seis mm. A los siete meses de edad se aplicó una fórmula (finalizadora) (4:25:35) junto con el riego; además, durante este último periodo (1 a 2 meses) se hicieron aplicaciones de fertilizante foliar (22:15:7) cada 15 días hasta que la planta alcanzó la talla de salida del vivero (30 cm). Para el control del "Damping-off" aplicó Banro (fungicida sistémico) cada semana a razón de 1 g/l de agua, desde la germinación hasta la desaparición del color rojizo en el tallo de las plántulas; a pesar de que no existieron problemas de insectos, se empleó insecticida sistémico Furadan a los 20 días después de la germinación en la dosis recomendada por el fabricante.

Las plantas utilizadas en el sistema tradicional se obtuvieron del aclareo de plántulas en las charolas de unisel que se sembraron inicialmente; este aclareo se hace en forma cotidiana en el vivero, para dejar una sola planta por cavidad en el sistema tecnificado y aprovechar el excedente de plántula germinada en bolsas de plástico. Se utilizaron bolsas negras de plástico, con capacidad aproximada de 700 mm³ (23 x 10 cm) con ocho perforaciones alrededor y a un

cm de la base para facilitar el drenaje. El sustrato utilizado en las bolsas fue tierra de monte y corteza de pino molida en proporción 9:1 de volumen. El trasplante a bolsas se inició tres semanas después de la germinación; y cuando la longitud de la raíz en las plántulas era mayor de cinco cm, se pudo antes del trasplante. Los envases se colocaron en platabandas de crecimiento acondicionadas con acolchado plástico y una malla media sombra a 30 cm de altura sobre las plántulas, que se mantuvo durante las siguientes cuatro semanas; los riegos se aplicaron cada tercer día, aunque en ocasiones se modificaron en función de las condiciones atmosféricas; no se agregó fertilizante durante el período de producción, ni ningún otro producto químico.

Caracterización morfológica

Desde el inicio del estudio se identificó una muestra de mil plantas de cada lote de producción, distribuidas de la siguiente manera: Se etiquetaron en el sistema tecnificado 30 charolas repartidas aleatoriamente en el lote de producción para capturar la posible variación inherente al ambiente en la nave del invernadero. En cada fecha de muestreo (4.5, 6.5, 7.5 y 8.5 meses, hasta el momento de la salida de la planta a campo) se tomó una hilera (8 plantas) de cada una de las 30 charolas de unícel. De esta manera, en cada ocasión se seleccionaron 240 plantas para su evaluación morfológica. En el sistema tradicional se etiquetaron cuatro hileras de plantas en un arreglo al azar en cada una de las 24 platabandas de crecimiento para muestrear la variación ambiental o de manejo existente en cada una de ellas. En las mismas fechas de muestreo que en el caso anterior se eligió una hilera (10 plantas) de cada platabanda para completar las 240 plantas requeridas por la muestra.

Se midió la altura total de cada planta seleccionada procedente de ambos sistemas, desde el cuello de la raíz hasta la yema apical; el diámetro en la base del tallo; el número de ramas; el volumen de la raíz, determinado mediante el desplazamiento de agua; y para la determinación de biomasa, se deshidrataron las muestras a 70 °C durante 72 horas, separando follaje, tallos y raíz. Con lo que se obtuvo, además, el peso seco total y la relación parte aérea / raíz.

El análisis de las variables incluyó una

prueba de normalidad con el procedimiento Univariate de SAS (1985), que genera estadísticos descriptivos sobre la distribución de las variables y prueba la hipótesis nula de que los valores de la muestra tienen una función de distribución normal. Para comparar los valores promedio y las varianzas de las muestras entre los dos sistemas de producción, se utilizaron las pruebas de "t" (comparación de medias de dos poblaciones) y de "F" (homogeneidad de varianzas) de acuerdo a los procedimientos descritos por Steel y Torrie (1985).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Altura de la planta

La distribución de frecuencias de la altura de planta fue muy cercana a la normal en el total de las fechas de muestreo en los dos sistemas productivos. En ambos casos se observaron valores de asimetría y curtosis positivos muy cercanos a cero. Además, durante los primeros cuatro meses de edad, no se encontraron grandes diferencias en el tamaño promedio, ni en la varianza de las muestras entre los dos sistemas. Sin embargo, en los últimos dos meses de crecimiento, las diferencias en altura promedio de las plantas entre ambos sistemas de producción aumentaron hasta llegar a ser casi tres veces mayor en el sistema tecnificado a los 8.5 meses de edad (27.6 contra 10.9 cm). La varianza de los lotes también aumentó aunque no en la misma proporción, por lo que a esa edad la varianza en la altura de las plantas fue sólo dos veces mayor en el sistema tecnificado; debido a lo anterior, el lote producido con este sistema tuvo un coeficiente de variación ligeramente menor que el lote del sistema tradicional (Figura 1).

El poco crecimiento en altura durante los primeros cuatro meses en los dos sistemas (< 6 cm) se atribuye a la época del año en que se sembró, ya que coincidió con el período de otoño-invierno, cuando las plantas entran en reposo. No obstante, las mejores condiciones ambientales del invernadero así como el mayor control del riego pudieron influir, en un mayor incremento en altura en plantas del sistema tecnificado; las plantas del sistema tradicional a la intemperie crecieron en este

período, 30 % menos que en el sistema tecnificado. El mayor incremento en altura en los dos sistemas ocurrió durante el período primavera-verano; bajo el sistema tecnificado este crecimiento se relaciona con las prácticas culturales más intensivas utilizadas (riego y fertilización); el menor tamaño de las plantas en el sistema tradicional probablemente se debe a la escasa disponibilidad de agua, ante una mayor demanda transpiratoria. Lanner (1976) y Johnson y Cline (1991) mencionan que durante el primer año de vida las especies arbóreas poseen un patrón de crecimiento libre o indeterminado, lo que implica que las plántulas pueden crecer activamente mientras que el ambiente lo permita (situación común en los viveros), aun durante el otoño y el invierno. Una alta densidad de plantas también produce un mayor alargamiento del tallo debido a la competencia por luz entre ellas (Brissette y Carlson, 1987; Timmis y Tanaka, 1976).

El empleo de cantidades ilimitadas de agua promueven el crecimiento en altura, lo cual es positivo si se busca un rápido alargamiento; sin embargo, un crecimiento

muy grande y continuo de la parte aérea afecta en forma negativa el comportamiento de la planta en campo (Duryea y Landis, 1984); los mismos autores señalan que un riego moderado, por otro lado, promueve el desarrollo de plantas de menor altura pero con un mejor potencial de comportamiento en campo.

Diámetro del tallo

Al igual que en el caso de la altura, se encontraron diferencias entre los dos sistemas de producción en el valor promedio y en la varianza del diámetro de las plantas, indicando que los dos sistemas producen plantas con diámetros muy diferentes. A pesar de que durante los primeros meses los lotes fueron muy homogéneos en esta característica, la variabilidad aumentó con la edad, alcanzando a los 8.5 meses diferencias de 71 y 88 % con respecto a la primera evaluación en los dos sistemas de producción. A esa edad las plantas del sistema tecnificado tenían un diámetro promedio 30% mayor que las plantas del sistema tradicional (Fig. 2).

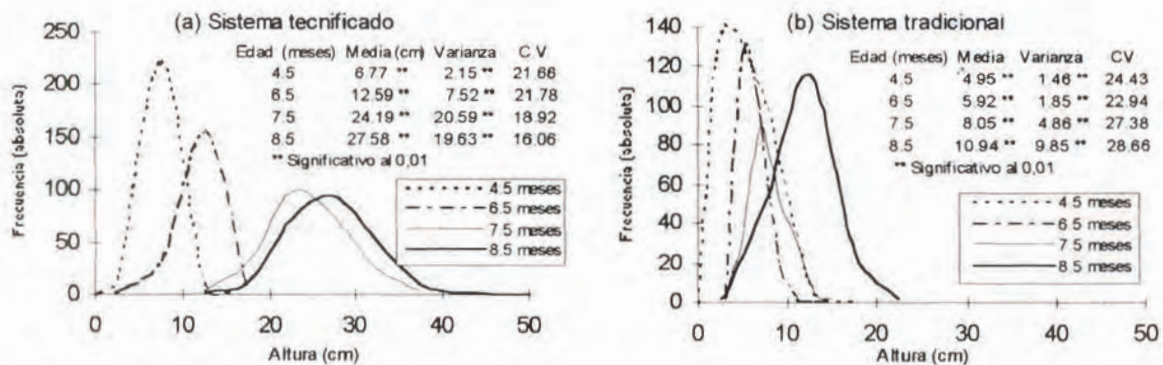


Figura 1. Distribución de frecuencias de la altura de planta en un lote de *Pinus greggii*, durante 8.5 meses de crecimiento en dos sistemas de producción en vivero

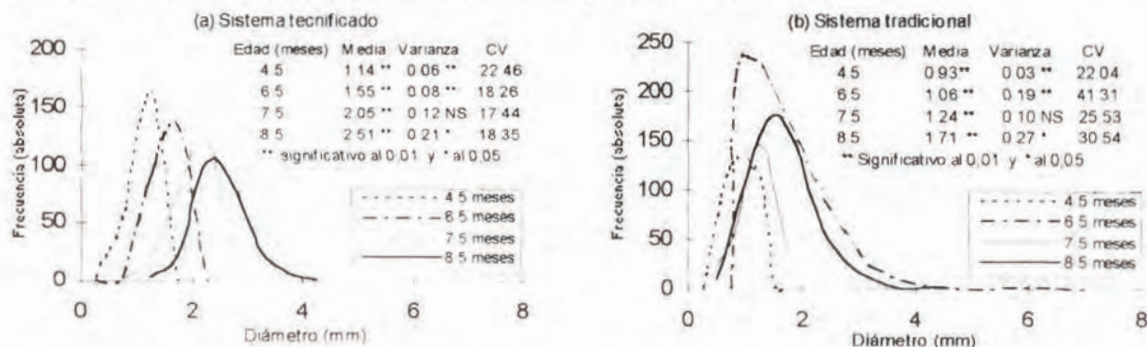


Figura 2. Distribución de frecuencias del diámetro de tallo en un lote de *Pinus greggii*, durante 8.5 meses de crecimiento en dos sistemas de producción en vivero

Los mayores diámetros en plantas del lote del sistema tecnificado denotan la influencia de las prácticas culturales intensivas como el control del riego y fertilización, así como las condiciones favorables de crecimiento. Se ha encontrado que la nutrición nitrogenada es un factor importante en el aumento en diámetro de las plantas en vivero (Mexal y Landis, 1990). Van den Driessche (1992) también encontró una correlación positiva entre la dosis de fertilización y el diámetro del tallo en plantas de varias especies de coníferas.

Peso seco total

La distribución de frecuencias de esta variable mostró valores de curtosis y de asimetría positivos y relativamente elevados, especialmente en el sistema tradicional, alejándose de una distribución normal. A pesar de ello, a los 8.5 meses de edad se encontraron diferencias significativas entre los dos sistemas de producción en los valores promedio y en las varianzas de las plantas (Fig. 3). La mayor diferenciación entre los lotes ocurrió en los últimos cuatro meses de crecimiento; al final del estudio el lote del sistema tecnificado presentó un peso seco total promedio 57 % mayor que el lote del sistema tradicional (Fig. 3).

A pesar de que la varianza de los lotes es similar en valores absolutos, debido al menor valor promedio observado en el sistema tradicional, su coeficiente de variación fue del doble con respecto al del sistema tecnificado. De lo anterior se deduce el impacto de las prácticas culturales del

sistema tecnificado sobre el crecimiento de la parte aérea al generar tallos más alargados y mayor follaje. Duryea y Landis (*op. cit.*) indican que la fertilización, especialmente la nitrogenada, produce plantas con tallos más largos y diámetros mayores, aumentando en consecuencia la acumulación de biomasa.

Número de ramas

Esta variable presentó valores de curtosis positivos y relativamente elevados, especialmente en el lote del sistema tradicional, indicando desviaciones moderadas con respecto a la distribución normal, debido probablemente a que se trata de una variable discreta. De cualquier manera, se detecta diferencias altamente significativas entre los lotes en los valores promedio y en las varianzas (Fig. 4). A pesar de que el lote del sistema tecnificado tuvo un número promedio de ramas por planta relativamente bajo (0.37 ramas/planta a los 8.5 meses), presentó un coeficiente de variación casi dos veces mayor que en el sistema tradicional. Al parecer, la alta densidad en que se desarrollaron las plantas del sistema tecnificado influyó sobre la carencia de formación de ramas en la plántulas; en cambio, la densidad de plántulas por m² en el sistema tradicional disminuyó la competencia por luz y espacio de crecimiento, estimulando la formación de ramas. Para Donald (1968) la arquitectura del tallo, especialmente la capacidad de ramificación se modifica por efecto de la competencia por espacio de crecimiento.

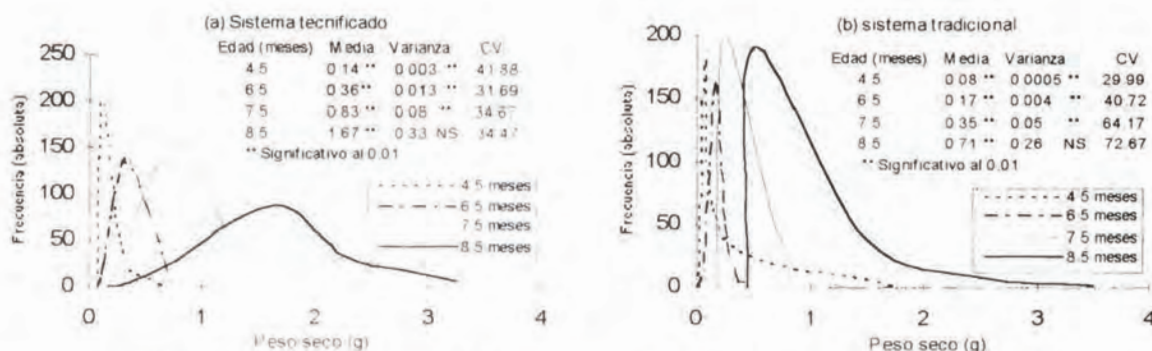


Figura 3. Distribución de frecuencias del peso seco total en plantas de un lote de *Pinus greggii*, durante 8.5 meses de crecimiento en dos sistemas de producción en vivero

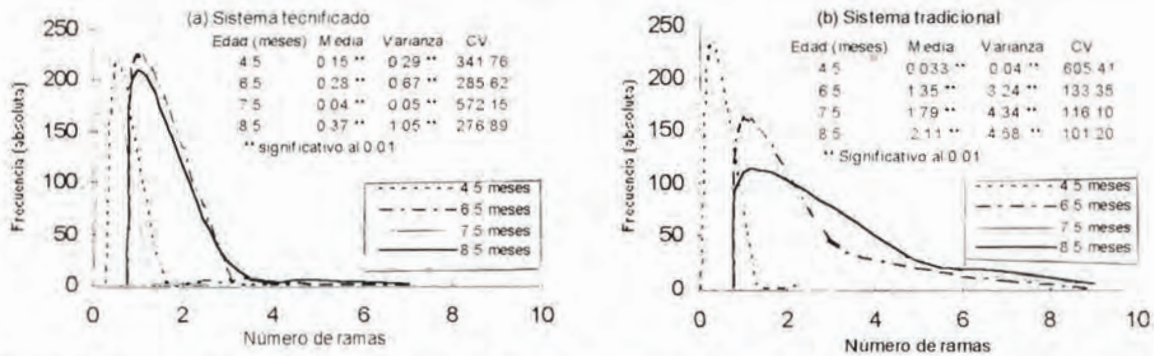


Figura 4. Distribución de frecuencias del número de ramas en un lote de *Pinus greggii*, durante 8.5 meses de crecimiento en dos sistemas de producción en vivero

Los espaciamientos amplios favorecen el desarrollo de ideotipos competitivos, de acuerdo con Canell, Bridgwater y Greenwood (1978), que presentan un buen crecimiento en altura y densidad de follaje, una copa amplia con un número elevado de ramas, y un lento envejecimiento de éstas, mientras que un aumento en la densidad favorece el desarrollo de ideotipos "productivos o de cultivo", que presentan tallos delgados, copas puntiagudas, un número reducido de ramas y un rápido envejecimiento de éstas.

Volumen de la raíz

Al igual que la variable anterior, el volumen de raíz tuvo una distribución de frecuencias con valores positivos de curtosis en los dos sistemas de producción, especialmente a los 8.5 meses de edad, indicando un exceso de valores elevados de volumen de raíz con respecto a la media. Además, se encontraron diferencias significativas entre los dos sistemas de producción en los valores promedio y en las varianzas con esta característica (Fig. 5). Al momento de salir a plantación, el volumen medio de la raíz en el sistema tecnificado fue 16% mayor que el de las plántulas producidas en el sistema tradicional. A pesar de que el primer lote presentó una varianza 30 % mayor que el segundo, ésta se asoció a los mayores valores encontrados en el primero, ya que el coeficiente de variación fue similar en los dos lotes de plantas (Fig 5).

A pesar de las diferencias encontradas entre los dos sistemas, en ambos se encontraron valores promedio relativamente bajos, menores de 1.1 cm^3 . De hecho, en el sistema tecnificado más de 75% de las plantas tuvo un volumen de raíz menor de 3

cm^3 , mientras que en el sistema tradicional más del 75% presentó volúmenes menores de 2 cm^3 . El reducido volumen de raíz registrado en los sistemas se debió a la poca fibrosidad y ramificación de raíces encontrada. Esto implica la necesidad de implementar prácticas de cultivo que promuevan el desarrollo de raíces laterales en las plantas. La poda mecánica y química ha llegado a ser una práctica común para modificar la arquitectura de la raíz en viveros de otras partes del mundo, ya que ello promueve el desarrollo de raíces laterales secundarias y terciarias mejorando la fibrosidad (Johnson y Cline, 1991); además estos autores aseguran que un sistema radical fibroso posee una alta conductividad hidráulica, lo cual puede ser ventajoso para la supervivencia de las plantas.

Relación parte aérea/raíz

Las plantas de los dos sistemas de producción tuvieron un coeficiente de variación similar en la relación parte aérea/raíz, aunque relativamente elevado (mayor que 35 %), indicando una falta de homogeneidad en el desarrollo de las plantas. Además, las plantas del sistema tecnificado desde el primer muestreo (4.5 meses de edad) presentaron valores promedio de la relación parte aérea/raíz mucho mayores que en el sistema tradicional (Fig. 6): a los 8.5 meses de edad, estos valores eran 46 % mayores en el primero con respecto al segundo. En el sistema tecnificado cerca del 25% de las plantas tuvieron una relación parte aérea/raíz mayor que 8.0, (Fig. 6) lo cual evidencia un gran desbalance en el crecimiento y asignación interna de recursos. Por lo anterior, estas

plantas tendrían pocas posibilidades de supervivencia en el campo, sobre todo si existen condiciones ambientales que limiten la disponibilidad inicial de agua ya que el pobre sistema radical tendría serias dificultades para satisfacer la demanda transpiratoria de una parte aérea tan elevada. Mas grave aun parece el hecho de que dentro del sistema tecnificado menos del 10% de las plantas tuvieron una relación parte aérea/raíz menor que 4.0 (Fig. 6); esto se traduce en que prácticamente todo el lote de producción tiene una elevada proporción parte aérea/raíz, situación que eleva el riesgo de mortalidad si se establece en un sitio con condiciones ambientales desfavorables. Lo anterior hace necesario aplicar prácticas de cultivo asociadas a este sistema de producción para reducir el fuerte

desequilibrio existente en la distribución del crecimiento de las plantas en el vivero.

En el sistema tradicional sólo un 11% de las plantas tuvieron una relación parte aérea/raíz mayor que 5.0 y cerca del 50% de las plantas tuvo valores menores que 3.5 en esta relación (Fig. 6), lo cual se acerca más al límite superior recomendado en la literatura como meta de producción en un vivero con fines de reforestación (Thompson, 1985).

Sin embargo, dado que sólo el 10% de las plantas en este sistema presentó una relación parte aérea/raíz menor o igual a 2.0, también es importante considerar en este sistema la aplicación de prácticas culturales que permitan un mayor equilibrio en la asignación de recursos a la raíz y parte aérea.

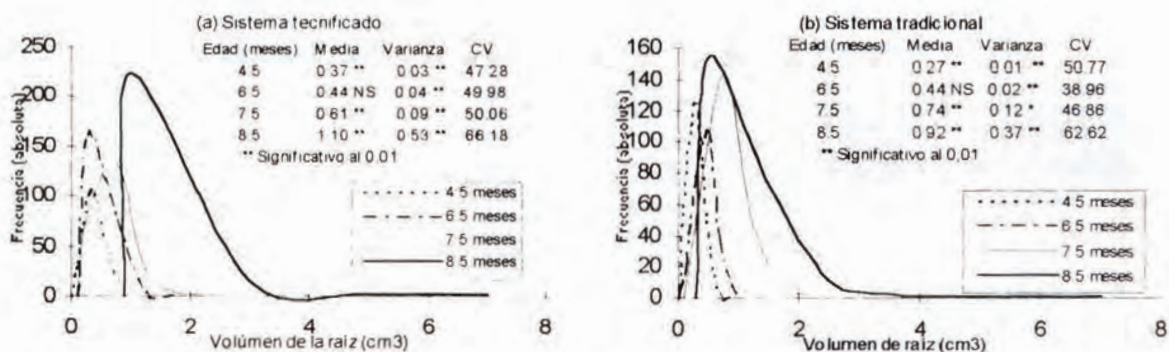


Figura 5. Distribución de frecuencias del volumen de raíz de un lote de *Pinus greggii*, durante 8.5 meses de crecimiento en dos sistemas de producción en vivero.

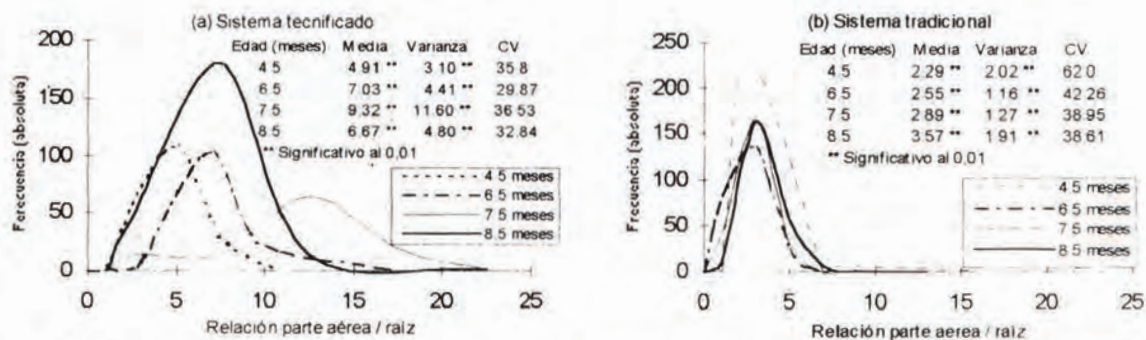


Figura 6. Distribución de frecuencias de la parte aérea/raíz de la planta en un lote de *Pinus greggii* Engelm., durante 8.5 meses de crecimiento en dos sistemas de producción en vivero.

May (1984) menciona que un lote de plántulas de calidad tiene una parte aérea relativamente pequeña y un sistema radical grande y fibroso; donde el balance entre la parte aérea y las raíces es de importancia en la supervivencia de las plántulas debido a que una mayor parte aérea genera una demanda de transpiración mayor que la capacidad de absorción de agua de la raíz. Thompson (1985) por otro lado, recomienda que en general el valor del cociente parte/aérea raíz no sea mayor a 2.5, especialmente cuando la planta este destinada para sitios con problemas de disponibilidad de agua. En el Cuadro 1 se resume las características morfológicas a los

8.5 meses de edad de las plantas producidas en los dos sistemas caracterizados, en función de los parámetros evaluados. Como se observa, los lotes de plantas difieren entre sí en las características morfológicas evaluadas. Además, el coeficiente de variación fue mayor que 20 % en la mayoría de las variables evaluadas en los dos sistemas, lo cual indica problemas de heterogeneidad en los lotes producidos. Es evidente que los dos sistemas de producción tienen problemas de control de calidad, lo que podría repercutir en un pobre desempeño de las plantas al establecerse en campo, pues sólo un reducido porcentaje de ellas reúne las características morfológicas de calidad.

Cuadro 1. Valores promedio y coeficientes de variación de las características morfológicas a los 8.5 meses de edad en plantas de *Pinus greggii*, obtenidas con dos sistemas de producción de planta en el vivero Santa Lucía Méx.

Característica morfológica	Valores promedio		Coeficientes de variación	
	Tecnificado	Tradicional	Tecnificado	Tradicional
Altura de la planta (cm)	27.58	10.94	16.06	28.66
Diámetro del tallo (cm)	2.51	1.71	18.35	30.54
Número de ramas	0.37	2.11	276.89	101.20
Volumen de la raíz (cm ³)	1.10	0.92	66.18	62.62
Peso seco total (g)	1.67	0.71	34.47	72.67
Relación parte aérea/raíz	6.67	3.57	32.84	38.61

CONCLUSIONES

Los sistemas de producción de planta utilizados actualmente en el Vivero Santa Lucía producen plantas de *Pinus greggii* con diferentes características morfológicas entre sí. Hasta este momento, las prácticas culturales utilizadas en el sistema tecnificado favorecen más el desarrollo de la parte aérea que el de la raíz en comparación con el sistema tradicional. Por tal motivo en el sistema tecnificado se obtienen plantas con mayor altura, mayor diámetro, mayor cantidad de follaje, mayor peso seco total y mayor relación parte aérea/raíz. A pesar de ello las plantas del sistema tradicional desarrollaron un mayor número de ramas.

El sistema de producción de planta también influyó en la homogeneidad del lote de plantas producido. En general, a los 8.5 meses de edad, el lote producido en el sistema tecnificado tuvo un menor coeficiente de variación en las características de altura, diámetro, longitud de raíz número

de raíces laterales primarias y peso seco total. En cambio, el lote producido con el sistema tradicional fue más homogéneo en el número de ramas y volumen de raíz; en la relación parte aérea/raíz, el coeficiente de variación fue similar en los dos sistemas de producción. A pesar de lo anterior, dentro de cada sistema de producción el coeficiente de variación fue mayor del 20% en la mayoría de las características evaluadas, lo cual indica que existe un nivel de heterogeneidad relativamente elevado dentro de ambos sistemas, por lo que es necesario desarrollar prácticas de manejo que permitan aumentar la homogeneidad de las plantas producidas en cada sistema. A pesar de que en el sistema tradicional el valor promedio de la relación parte aérea/raíz fue 46% menor que en el sistema tecnificado, sólo un 10% del lote presentó un valor menor de 2.0. Debido a lo anterior en este sistema también es necesario implementar prácticas de cultivo que promuevan un mejor equilibrio en el desarrollo de la parte aérea y de la raíz.

REFERENCIAS

- Brissette J.C. and W.C. Carlson. 1987. Effects of nursery density on shortleaf pine. *In: Meeting the Challenge of the nineties. Proc., Intermountain For. Nur. Assoc. Oklahoma City, Oklahoma, Aug. 10-14.* pp: 36-41.
- Canell, M.G.R., F.E., Bridgewater and M.S Greenwood. 1978. Seedling growth rates, water stress responses and root-shoot relationships related to eight year volumes among families of *Pinus taeda* L. *Silvae Genet.* 27:237-248.
- Cano P., A. 1998. Tamaño y calidad de planta de *Pinus greggii* Engelm en dos sistemas de producción en vivero. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Edo. de México. 80 p.
- Donald, C.M. 1968. The breeding of crop ideotypes. *Euphytica* 17: 385-403.
- Duryea, M.L. Y Landis. T.D. 1984. Forest Nursery Manual: production of bareroot seedlings. Martinus Nijhoff/Dr W. Junk Publishers. Forest Research Laboratory, Oregon State University. 385 p.
- Eguiluz P., T. 1978. Ensayo de integración de los conocimientos del género *Pinus* en México. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Méx., pp: 438-446.
- González V., C. E. 1978. Breve análisis de la investigación sobre plantaciones forestales de la Dirección General de Investigación y Capacitación Forestales INIFAP. publicación especial No. 13. pp: 83-87.
- Jalkanen, A., Rikala R. and H. Smolander, 1992. Variability of morphological characteristics in bareroot *Pinus silvestris* nursery stock. *Scand. J. For. Res.* 7: 83-97.
- Jonhson, J.D. and M.L. CLINE. 1991 Seedling quality of southern pines. *In: Duryea M.L y P.M. Dougherty (eds.) Forest Regeneration Manual.* Kluwer Academic Publishers. pp: 143-159.
- Lanner, R.M. 1976. Patterns of shoot development in *Pinus* and their relationship to growth potential. *In: Canell, M.G.R. y F.T. Last (eds.) Tree Physiology and yield improvement.* Academic Press, New York, USA. pp: 223-243.
- May, J.T. 1984. Seedling quality, grading, culling and counting. *In: Southern Pine Nursery Handbook* USDA Forest Service. pp:9-10.
- Mexal, J.G. and T.D. Landis. 1990. Target seedling concepts: height and diameter. *In: Rose, R., S.J. Campbell y T.D. Landis (eds.) Target seedling Symposium: proceedings, combined Meeting of the Western Forest Nursery Associations.* General Report R.M.-200, pp:17-36.
- Räsänen, P. and S. Kaila. 1980. Size classification for Scott pine and Norway spruce planting stock. University of Helsinki. Department of Silviculture. Research Note 53. 40 p.
- SAS. 1985. SAS user's guide: Basics, version 5. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA 1290 p.
- Steel, R.G.D. and Torrie, J.H. 1985. Bioestadística. principios y procedimientos. 2da. Ed. McGraw-Hill. Bogotá, Colombia.
- Thompson, B.E. 1985. Seedling morphological evaluation-what can tell by looking. *In: Duryea, M.L. (ed.) Evaluating seedling quality: principles, procedures, and predictive abilities of major tests.* For. Res. Lab., Oregon State University, Corvallis, Oregon, USA. pp: 59-71.
- Timmis, R. and Y. Tanaka. 1976. Effects of container density and plant water stress on growth and cold hardiness of Douglas-fir seedlings. *For. Sci.* 22: 167-172.
- Van Den Driessche, R. 1982. Relationships between spacing and nitrogen fertilization of seedlings in the nursery, seedling size and outplanting performance. *Can. J. For. Res.* 12:865-875.