

INFLUENCIA DEL TIPO DE ENVASE DURANTE EL CULTIVO EN VIVERO SOBRE LA MORFOLOGÍA RADICAL Y EL DESARROLLO EN CAMPO DE PLANTAS DE *Pinus halepensis* Mill.

AUTORES: Domínguez Lerena, S. ^{1*}; Serrada Hierro, R² y Peñuelas Rubira, J.L.³

¹ SDL, Investigación y Divulgación del Medio Ambiente, S.L. C/Rafael Bergamin 16 A 1º C 28043-Madrid, Tf:915102246 Fax:915102386 e-mail: sdl@sdlmedioambiente.com

² Departamento de Silvopascicultura. EUIT Forestal. Universidad Politécnica de Madrid. Ciudad Universitaria, s.n. 28040. Madrid. serrada@forestales.upm.es

³ Centro Nacional de Mejora Forestal “El Serranillo”, DGPB, Ministerio de Medio Ambiente, Apdo. 249, 19004 Guadalajara, Tf: 949 21 26 51. e-mail:serranillo@mma.es

* Autor para correspondencia.

Resumen: El cultivo de planta forestal en contenedor se ha generalizado en los últimos años, por sus indudables ventajas en cuanto a manejo del cultivo y de mejora de los resultados en las plantaciones. Sin embargo, a pesar de los cambios experimentados en el diseño de los contenedores en los últimos años con la introducción de contenedores antiespiralizantes, se cuestiona si los sistemas radicales de estos contenedores son los adecuados y si de alguna manera estamos introduciendo un factor de inestabilidad en las plantaciones. En este ensayo se estudia la morfología radical y el desarrollo después de cinco años en campo de plantas de *Pinus halepensis* cultivadas en 16 tipos de contenedores, comparando sus resultados con los obtenidos por plantas de siembra cultivadas en la misma parcela de estudio. Los resultados de este trabajo manifiestan diferencias morfológicas y fisiológicas en los sistemas radicales de las plantas cultivadas en envase con respecto a las sembradas. Todas las plantas cultivadas en envase presentaron raíces con algún grado de reviramiento. La superficie lateral de raíces, el índice superficie lateral/superficie de fuste y la biomasa desarrollada después de cinco años en campo fue significativamente mayor en las plantas de siembra que en las procedentes de contenedor. No obstante, no se detectaron problemas de anclaje o falta de vigor en las plantas cultivadas en contenedor.

Palabras clave: deformaciones radicales; raíz; cultivo en envase.

INTRODUCCIÓN

Aunque las plantas en contenedor han mejorado la supervivencia y el crecimiento inicial de muchas plantaciones, este tipo de cultivo en vivero forestal presenta un inconveniente ya que limita el espacio del sistema radical interfiriendo en su crecimiento y produce deformaciones radicales (MARCELLI, 1984 y 1989; BENOIT DE COIGNAC y GRUEZ, 1987). Algunos autores han encontrado que estas deformaciones pueden hacerse patentes al año de cultivo o bien varios años después de la plantación (MARIEN & DROVIN, 1978; HALTER & CHANWAY, 1993; HALTER *et al.* 1993; LINDSTROM, 1990). Las raíces se enrollan en el interior del envase, y después de la plantación, cuando las plantas alcanzan mayor desarrollo, puede ocurrir la estrangulación del tallo que se quiebra a nivel del suelo (BALL, 1976). Este fenómeno cobra mayor gravedad en la región mediterránea, puesto que el periodo seco se prolonga durante meses y no se producen formaciones radicales de sustitución (BENOIT DE COIGNAC y GRUEZ, 1987). Incluso se ha demostrado que, en algunos casos, las deformaciones reducen considerablemente la superficie radical y la estabilidad de los árboles (GRENE, 1978; FRANCKET y NAJAR, 1978). El grado de espiralización varía mucho entre individuos y especies, y es en las especies del género *Pinus* donde se ha hecho patente un mayor grado de espiralización (KINGHORN, 1978).

A pesar de la utilización en estos últimos años de contenedores llamados “antiespiralizantes”,

con estrías que dirigen las raíces localizadas en el interior de las paredes del contenedor y que, en teoría, evitan la espiralización, en este tipo de envases se han detectado una forma de deformación radical que consiste en la inclinación ortogeotrópica de las raíces laterales (FRANCIET, 1981), las raíces laterales dejan su forma natural de crecer, en sentido paralelo al suelo, para continuar creciendo en sentido perpendicular al suelo y paralelo a las paredes del contenedor.

Por otra parte, *Pinus halepensis* es una especie ampliamente utilizada en las repoblaciones de la cuenca mediterránea que desarrolla un gran número de raíces laterales cerca de la superficie. Por ello, se estima que puede presentar un mayor grado de deformación de sus raíces durante el cultivo de vivero. En este ensayo se estudia la morfología radical y el desarrollo después de cinco años en campo de plantas de *Pinus halepensis* cultivadas en 16 tipos de contenedores, comparando sus resultados con los obtenidos por plantas de siembra cultivadas en la misma parcela de estudio. El fin es comprobar si las deformaciones producidas durante cultivo de vivero en contenedores antiespiralizantes influyen en el crecimiento y supervivencia de las plantaciones.

MATERIAL Y MÉTODOS

Cultivo de vivero.- Se emplearon 16 envases que se muestran en la Tabla 1. El número total de plantas cultivadas en el ensayo fue de 6.400, 400 plantas por contenedor. Cada uno de los envases se dispuso en bloques separados, con el objeto de mantener la densidad correspondiente a cada uno de ellos. Se utilizó semilla de la procedencia La Mancha (PRADA *et al.*, 1997). El semillado se realizó directamente en los contenedores en Marzo de 1995. El sustrato de cultivo fue una mezcla de 80% de turba con 20% de vermiculita. Se aplicaron, entre dos y cuatro riegos por semana, dependiendo de la época del año. La cantidad total de fertilizante aportada por planta, mediante fertirrigación, fue de 68 mg de N, 50 mg de P y 40 mg de K. Al final del cultivo, noviembre de 1995, se tomaron al azar 30 plantas/envase para las determinaciones morfológicas y de concentración de nutrientes. Se cuantificó el número de raíces reviradas de cada cepellón, anotando el nº de raíces que describían ángulos de rotación alrededor del envase de 90, 180, 270 y 360°.

Plantación de campo.- Los tratamientos ensayados y plantados en campo fueron los 16 contenedores procedentes del ensayo de vivero al que se le añadió, un año después, un tratamiento de siembra que serviría como testigo y control de los contenedores. La plantación del ensayo de contenedores se realizó en octubre de 1995 y la del tratamiento de siembra en abril del año 97 en el Centro Nacional de Mejora Forestal El Serranillo (Guadalajara-España), que se encuentra a una altitud de 650 m, bajo un clima continental de ombroclima seco, con una precipitación y temperatura media de 400 mm y 14°C respectivamente. Los suelos son antrosolos poco evolucionados, formados sobre terrenos aluviales y de textura franco-arenosa. La preparación del suelo consistió en un subsolado lineal. La disposición estadística fue aleatoria con 4 repeticiones/envase y 15 plantas/repetición. La parcela fue periódicamente escardada para evitar problemas de competencia herbácea. Las plantas correspondientes al ensayo de contenedores fueron sacadas en noviembre de 2000, mientras que las plantas procedentes de siembra (tratamiento testigo) se sacaron al año siguiente, en noviembre de 2001. Se seleccionaron para su extracción 12 plantas/tratamiento de forma completamente aleatoria. Previo etiquetado primeramente se cortaron las partes aéreas a la altura del cuello de la raíz. A continuación se etiquetó el tocón del cepellón y se señaló la dirección Norte y el sentido de la labor en cada una de las cepas. La extracción fue realizada con una retroexcavadora intentando sacar la mayor cantidad posible de raíces y a la máxima profundidad permitida por la máquina. Las partes aéreas fueron secadas al aire en un invernadero hasta su completo secado, lo que se comprobó hasta que se alcanzó un peso seco más o menos constante. Las cepas o partes radicales fueron limpiadas y secadas antes de proceder a la medición de las variables que se indican a continuación. Para ello, las cepas fueron colocadas al revés, el tallo hacia abajo y las raíces hacia arriba, sobre una mesa circular dividida en 8 sectores. Se cortaron las raíces a la longitud de un cilindro imaginario de radio relativo (estimado como 2 veces el radio de cada una de las cepas y 35 cm de profundidad) y se midieron los diámetros de las raíces laterales en cada uno de los 8 sectores y los de las raíces basales. La metodología de extracción y mediciones se puede consultar en SERRADA (1999) y en SERRADA *et al.* (2001).

RESULTADOS

A pesar de que los envases estudiados presentan sistemas antiespiralizantes se detectaron plantas con raíces reviradas alrededor del tallo, algunas de ellas con ángulos superiores a 270° (Figura 1). Estas y otras deformaciones producidas por el cultivo de una savia en vivero persistieron a lo largo de cinco años en campo (datos no mostrados).

Los resultados que se discuten a continuación se exponen en la Tabla 2. La superficie lateral de raíces del tratamiento de siembra fue significativamente superior a la superficie lateral de raíces de todos los envases ensayados. Con respecto al envase de mayor superficie la diferencia se puede cuantificar en un 36% más de superficie de raíces en el tratamiento de siembra, mientras que con respecto al envase que desarrolla la superficie de raíces más baja la diferencia es de un 66% favorable a la siembra. Por lo que se refiere al total de envases y teniendo en cuenta la media de raíces el tratamiento de siembra presenta un 56% más de superficie que la media de superficie de raíces de todos los tratamientos de envases.

Con respecto a las demás variables las diferencias que se presentan son menos significativas. Los índices desarrollados con la superficie lateral muestran diferencias menos significativas respecto a todos los envases ensayados. El índice superficie lateral de raíces/superficie del fuste de la siembra es entre un 26%-49% superior al índice desarrollado por los distintos envases ensayados. El índice superficie lateral/superficie basal nos muestra que las plantas del tratamiento de siembra desarrollan 3,5 veces mayor superficie lateral de raíces que basal. Esta diferencia es de un 83% mayor con respecto al envase que menor índice SUPL/SUPB desarrolla y de un 27% con respecto al envase de mayor índice. Entre los distintos envases podemos ver que ninguno llega al nivel de las plantas de siembra y podemos diferenciar diferentes comportamientos:

a).- Envases que desarrollan plantas con más raíces laterales que basales (valores del índice SUPL/SUPB > 1): FP400, MM85, PF56S, PF73S, ARN28A y PF73C.

b).- Envases que desarrollan plantas con menos raíces laterales que basales (valores del índice SUPL/SUPB < 1): RT, FP300, FP200, ARN48C, SLC, CIC, FP150, ARN60A, PP610 y PF56C.

No se observaron diferencias significativas entre tratamientos con respecto a la forma de distribución de raíces alrededor del tallo (IDR), ni con respecto a la superficie basal.

La biomasa de las plantas de siembra fue mayor a todos los envases, aunque las diferencias no sean significativas y envases como FP200 Y PF56C presente valores muy cercanos a las plantas de siembra, no obstante hay que considerar que las plantas del tratamiento de siembra tiene dos savias menos que las cultivadas en envase.

CONCLUSIÓN

Como conclusión más notable de este trabajo cabe señalar la superioridad morfológica de las plantas procedentes de semilla dispuesta y crecidas en campo frente a las modificadas por el cultivo en envase.

De la comparación de resultados en diferentes envases se deduce un comportamiento distinto de las plantas, con un grupo más favorable, pero no se deduce ninguna deformación que pueda ser causa de inestabilidad.

Finalmente, parece que las variaciones morfológicas inducidas por el envase van desapareciendo con el tiempo, lo que podrá ser confirmado en futuras extracciones dentro de este dispositivo experimental que se conservará el mayor tiempo posible.

BIBLIOGRAFÍA

- BALL, J.B.; 1976. Recipientes de plástico y enrollamiento de raíces.- *Unasylva* 1976-I.
- BENOIT DE COIGNAC, M.G y GRUEZ, J.; 1987. Plants forestiers en conteneurs. *Informations techniques n°67*
- FRANCLET, A y NAJAR, M.; 1978. Consèquences différées des deformations racinaires chez le pin maritime. *Annales Afocel*. 1978. pp. 177-201
- FRANCLET, A.; 1981. La motte de culture Melfert. Afocel-Armet. *Informations Forêt n°1*.
- GRENE, S.; 1978. Root deformations reduce root growth and stability. *Proceedings of the symposium on root form of planted trees*. Victoria, B.C. Canada. May 1978. pp. 91-95.
- HALTER, M.R.& CHANWAY, C.P.; 1993. Growth and root morphology of planted and naturally regenerated Douglas fir and lodgepole pine. *Annales des Sciences Forestiers*, 50 (71-77).
- HALTER, M.R.; CHANWAY, C. P. & HARPER, G.J.; 1993. Growth reduction and root deformation of containerized lodgepole pine saplings 11 years after planting. *Forest Ecology and Management*. 56. pp. 131-146
- KINGHORN, J.M.; 1978. Minimizing potential root problems through container design. *Root Form of Planted trees symposium*. Brithish Columbia Ministry of Forest.
- LINDSTROM, A.; 1990. Stability in young stands of containerized pine (*P.sylvestris*).- *Swedish University of Agricultural Sciences. Traslation from internal report n°57*.
- MARCELLI, A.R.; 1984. Deformaciones radicales de las plantas cultivadas en contenedor: inconvenientes y remedios. *Istituto Sperimentale per la pioppicoltura NOTE TECNICHE N° 1*.
- MARCELLI, A.R.; 1989. Moderne technologie per la produzione vivaistica di specie forestali. *SAF Istituto sperimentale per la pioppicoltura NOTE TECNICHE N°7*.
- MARIEN, J.N & DROVIN, G.; 1978. Etudes sur les conteneurs a paroids rigides. *Annales des recherches sylvicoles*. AFOCEL.
- PRADA, A.; GORDO, J.; DE MIGUEL, J.; MUTKE, S.; CATALÁN, G.; IGLESIAS, S.y GIL, L.; 1997. *Las regiones de procedencia de Pinus halepensis Mill en España*. Ed. Parques Nacionales- Ministerio de Medio Ambiente.
- SERRADA, M.; 1999. *Estudio sobre biometría y morfología del sistema radical de una repoblación de alcornoque (Quercus suber L.) en el T. M de Calzada de Oropesa (Toledo)*. Trabajo Fin de Carrera. E.U.I.T. Forestal. Univ. Politécnica de Madrid.
- SERRADA, R.; VILLAR, P.; DOMÍNGUEZ, S.; GARRACHÓN, S.y SERRADA, M.; 2001. Propuesta de Metodología para estudios sobre morfología radical arbórea. *III Congreso Forestal Español*. Granada 2001.

Tabla 1.- Envases utilizados en el ensayo y sus características morfológicas; CIC: Colorado International Corporation; SLC: Super Leach Coníferas; FP150: Forest Pot 150; FP300; Forest Pot 300; RT: Root Trainer; PP610: Paper Pot 610; PF56SC: Poliforest 56 sin camisa; PF56CC: Poliforest 56 con camisa; PF73SC: Poliforest73 sin camisa; PF73CC: Poliforest 73 con camisa; ARN28A: Arnabat 28 A; MM85: bandeja de WM; FP200: Forest Pot 200; ARN60A: Arnabat 60 A; FP400: Forest Pot 400; ARN48C; Arnabat 48 C

Envase	Sección	Volumen (ml)	Profundidad (cm)	Boca (cm ²)	Densidad (pl/m ³)
CIC	cuadrada	210	23	10,24	780
SLC	circular	130	22	9,6	589
FP150	circular	150	13	13,85	478
FP300	cuadrada	300	18	22,08	387
RT	cuadrada	350	20	18	323
PP610	circular	240	10	28,27	433
PF56	cuadrada	350	19	25	239
PF73	cuadrada	200	16	18,9	312
ARN28A	cuadrada	400	15	46,9	172
MM85	cruciforme	400	18	26	214
FP200	cuadrada	200	15	22,08	387
ARN60A	circular	150	11	21,6	370
FP400	cuadrada	400	19	29,1	294
ARN48C	cuadrada	300	18	23	378

Figura 1.- Tanto por ciento de plantas de *Pinus halepensis* con al menos una raíz revirada; las flechas en negro indican aquellos envases con un tanto por ciento de raíces con ángulos de 270°; C1: control de raíces a los 4 meses de cultivo en el vivero; C2: control de raíces a los 8 meses de cultivo de vivero.

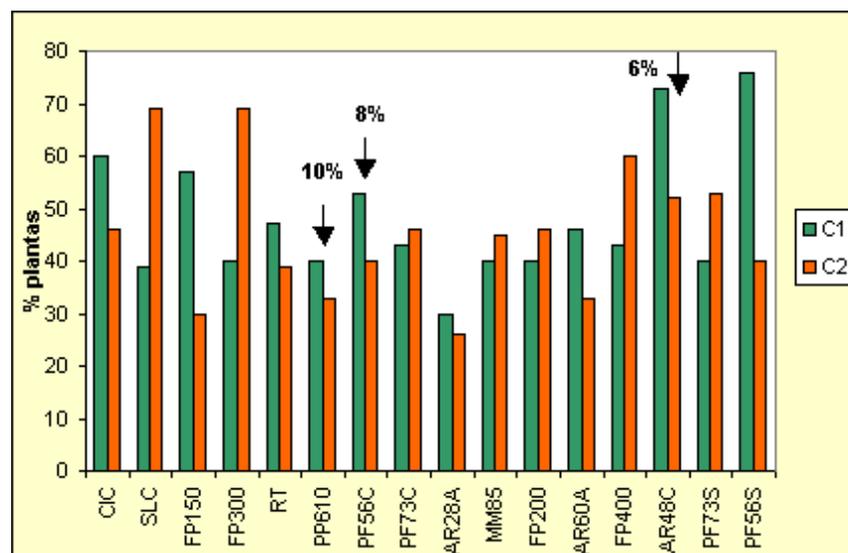


Tabla 2.- Resultados de medias de las variables morfológicas medidas en los sistemas radicales de las plantas de *Pinus halepensis* después de cinco años en campo; IDR: índice de distribución de raíces (SERRADA, 1999); SUP: superficie total; SUPL: superficie lateral; SUPB: superficie total basal; Letras diferentes indican diferencias significativas según el test de Tuckey ($p=0,05$);

TRAT	Biomasa radical (g)	Biomasa aérea (g)	Sup. Total Basal (cm ²)	Superficie Lateral (cm ²)	IDR	SUP Total (cm ²)	SUPT/SUPfuste	SUPL/SUPfuste	SUPL/SUPB
Siembra	1259,5 ab	7737,5 a	436,0 ab	224,8 a	5,09 a	660,9 ab	15,3 a	5,89a	3,52a
FP400	973,6 abcde	5802,2 abcd	291,7 ab	126,8 b	5,11 a	418,6 abc	12,7 a	4,19abc	1,22ab
RT350	1161,6 abcd	5530,6 abcd	631,5 a	107,1 b	5,01 a	738,7 a	17,7 a	3,16c	0,43b
FP300	1033,1 abcde	4986,3 abcd	288,8 ab	109,4 b	4,73 a	397,3 abc	13,9 a	4,07abc	0,59ab
MM85	912,0 abcde	4925,8 abcd	258,0 ab	104,8 b	5,26 a	362,9 abc	12,7 a	3,91abc	1,51ab
FP200	1291,3 a	7436,8 ab	414,3 ab	150,4 b	5,04 a	564,2 abc	14,3 a	3,86abc	0,65ab
PF56sc	794,1 bcde	4156,2 cd	133,5 b	116,3 b	5,42 a	249,9 bc	10,2 a	4,60abc	1,38ab

PF73sc	683,7 de	3146,2 d	130,9 b	109,3 b	4,92 a	240,2 bc	11,9 a	5,73a	2,56ab
ARN48c	787,5 bcde	4342,9 bcd	188,0 b	108,6 b	5,33 a	296,6 bc	11,1 a	4,00abc	0,68ab
SLC	802,7 bcde	4679,5 bcd	279,0 ab	106,6 b	4,52 a	364,5 abc	11,5 a	4,31abc	0,79ab
CIC	997,9 abcde	5817,9 abcd	362,8 ab	107,1 b	4,67 a	470,0 abc	14,1 a	3,40bc	0,56ab
FP150	907,9 abcde	4617,9 bcd	337,0 ab	108,1 b	4,99 a	445,2 abc	14,5 a	3,85abc	0,54ab
ARN60A	627,5 e	2815,0 d	119,4 b	100,6 b	4,99 a	220,0 c	12,1 a	5,62ab	0,99ab
PP610	732,5 cde	3812,9 d	121,9 b	116,6 b	5,23 a	238,6 bc	10,5 a	5,38abc	0,90ab
ARN28A	660,5 de	3646,5 d	167,5 b	108,2 b	4,75 a	268,8 bc	11,6 a	5,18abc	1,60ab
PF73cc	980,4 abcde	5214,1 abcd	219,4 ab	138,1 b	4,50 a	367,6 abc	11,7 a	4,63abc	1,77ab
PF56cc	1099,5abc	6913,5 abc	467,0 ab	138,3 b	4,53 a	661,79 ab	16,5 a	4,07abc	0,42b