

EFECTO DEL ESTADO NUTRICIONAL Y EL TAMAÑO DE LA PLANTA SOBRE EL COMPORTAMIENTO EN CAMPO DE *PINUS HALEPENSIS* EN DOS LUGARES DE PLANTACIÓN

Effect of nutrient status and seedling size on field performance of *Pinus halepensis* in two planting sites

J. Puértolas Simón, J. Alonso Náger, L. Gil Sánchez y J.A. Pardos Carrión

U.D. Anatomía Fisiología y Genética. E.T.S.I. Montes. Universidad Politécnica de Madrid. Ciudad Universitaria s/n. 28040.-MADRID (España). Correo electrónico: jpuertolas@montes.upm.es

Resumen

Se midió la morfología y la concentración de nitrógeno en 7 lotes de plantas de pino carrasco antes de su plantación en dos parcelas, una agrícola y otra de monte. El crecimiento en la parcela agrícola fue mayor que en la de monte para todos los lotes. Sin embargo, la mortalidad fue mayor en la primera debido al elevado grado de competencia herbácea. Se encontró una buena relación entre contenido en nitrógeno antes de plantar y el crecimiento en campo, que fue más estrecha en la parcela de monte. El lote de menor tamaño de planta fue el de menor crecimiento en ambas parcelas, y fue el de mayor mortalidad en la parcela agrícola, lo que pone de relieve la importancia de instalar plantas de buen tamaño y adecuadamente fertilizadas para reducir los costos de cuidados culturales en repoblaciones donde la competencia herbácea es un problema.

Palabras clave: *Pino carrasco*, *Vivero*, *Fertilización*, *Nitrógeno*

Abstract

Morphology and nitrogen concentration were measured in seven Aleppo pine seedling sets and afterwards planted in two different sites: an agricultural land and a harsh non-agricultural land. Growth was higher in the agricultural land for every set. However, mortality was higher in the agricultural land due to herbaceous competence. A good relationship was found between nitrogen content before planting and field growth, stronger in the non-agricultural land. The set with the smallest seedlings had the poorest growth in both plots and the highest mortality in the agricultural land. This result points out the importance of planting big and well-fertilized seedlings in sites where herbaceous competence is a problem, in order to reduce costs associated to weed control.

Key words: *Aleppo pine*, *Nursery*, *Fertilization*, *Nitrogen*

INTRODUCCIÓN

La relación existente entre las variables morfológicas y el estado nutricional antes de plantar con el comportamiento en campo ha sido puesta de manifiesto para coníferas en numerosos trabajos tanto fuera de nuestro país (THOMSON, 1985; MEXAL & LANDIS, 1990) como en trabajos sobre especies mediterráneas españolas (OLIET *et al.*, 1997; VILLAR-SALVADOR *et al.*, 2000).

Una vez demostrada la importancia que tiene conseguir plantas de tamaño grande y bien nutridas, es necesario estudiar que diferencias existen en esta relación dependiendo de las características del lugar de plantación. Existen evidencias de que la relación entre tamaño de planta y la supervivencia varía dependiendo del clima del lugar de plantación en la zona mediterránea (CORTINA *et al.*, 1997).

Por tanto, la hipótesis planteada en este trabajo es que las relaciones del tamaño de planta y el estado nutricional con el comportamiento en campo obtenidas en un estudio previo (PUERTOLAS *et al.*, 2003) difieren dependiendo del lugar de plantación. Para ello se han analizado las relaciones de las características morfológicas y la concentración de nitrógeno de 7 lotes de plantas con el comportamiento en dos plantaciones, una en un terreno agrícola y otra en un terreno de monte.

MATERIAL Y MÉTODOS

Cultivo en vivero y mediciones al final del mismo

Con el fin de conseguir un rango de tamaños de planta y concentración de nutrientes amplio se cultivaron en el vivero de La Hunde (Valencia) 6 lotes de 150 plantas cada uno que diferían en el

contenedor empleado, la cantidad de fertilizante de liberación lenta incorporado al sustrato (Plantacote Plus-8M® 14-8-15) y la aplicación o no de un fertirriego suplementario en septiembre de 2000 (Tabla 1). Durante el mismo periodo fue cultivado otro lote de plantas (lote 7) en un vivero comercial en contenedor de 200 cm³ con fertirriegos que fueron suprimidos en septiembre.

En diciembre de 2000 se midió la altura y el diámetro del cuello de la raíz (DCR) de 115 plantas por lote y se determinó el peso seco y el contenido en nitrógeno de 15 de ellas.

Plantaciones y seguimiento en campo

40 de esas plantas por lote fueron instaladas en enero de 2001 en una parcela situada en un terreno de anterior uso agrícola en Arganda del Rey, Madrid. Las plantas fueron instaladas en 8 bloques completos al azar. La vegetación adventicia fue eliminada periódicamente, con menor intensidad en el segundo año. El potencial hídrico medio al amanecer de 50 plantas medido en julio y agosto del primer año fue en ambas fechas $-1,0$ MPa.

Otra muestra de 60 plantas por lote fue instalada en enero de 2001 en una parcela en Zarra (Valencia) situada en una ladera pedregosa de suelo poco profundo. El terreno fue previamente subsolado. Las plantas fueron distribuidas en 12 bloques completos al azar. No fue necesaria la eliminación de la vegetación adventicia. El potencial al amanecer medio en julio y agosto de 2001 fue en ambas fechas de $-2,8$ MPa. En ambas parcelas se midió la altura, el diámetro del tallo a ras del suelo (DTS) y se evaluó la supervivencia en enero de 2002 y 2003. Se calculó la diferencia entre DTS y DCR como estimación del crecimiento en grosor del tallo.

Lote	Contenedor			Fertilización		
	Forest-Pot 400	Forest-Pot 200	Bolsa	3,5 Kg/m ³	2 Kg/m ³	F.suplem.
1	X			X		
2	X				X	
3		X		X		
4		X			X	X
5		X			X	
6			X		X	
7				Ver texto		

Tabla 1. Características de cultivo de cada lote. F.suplem.: fertirrigación suplementaria en septiembre de 2000 con 1 g/l. de fertilizante soluble 20-7-19 (Peters Professional)

Análisis estadístico

Las diferencias entre lotes fueron analizadas por medio de un análisis de varianza. La variable supervivencia fue transformada mediante el arcoseno de la raíz cuadrada.

Con el fin de estimar la biomasa aérea de cada planta instalada, se recurrió a un modelo de regresión múltiple con la altura y el DCR de las plantas cosechadas. Se empleó dicha regresión como estimador del crecimiento en biomasa aérea de cada planta para analizar las posibles diferencias entre lotes.

RESULTADOS

Antes de la plantación

Las plantas de mayor peso seco fueron las cultivadas en los contenedores de 400 cm³ (1 y 2) y las del vivero comercial (7) (Tabla 2). La concentración de nitrógeno no se relacionó con la biomasa de la planta. El lote con más concentración fue el que recibió un fertirriego suplementario en septiembre, mientras que el de menor concentración, fue el del vivero comercial (7) (Tabla 3). El contenido total de nitrógeno del lote 1 fue el mayor y el del 5 el menor.

El ajuste del modelo de regresión múltiple entre peso seco aéreo y altura y DCR fue bastante elevado ($R^2=0,86$). El modelo ajustado fue:

$$PPA_{est}(g)=0,0873*H(cm) + 0,7604*DCR(mm)-1,5905$$

Comportamiento en campo

El crecimiento fue mayor en la parcela de Arganda que en la de Zarra durante el primer año de seguimiento de la plantación (Tabla 4). Sin embargo, la supervivencia fue superior en Zarra, presentándose la mayor mortalidad en Arganda durante el segundo año (Tabla 5).

El lote 1 fue el de mayor crecimiento en ambas parcelas mientras que el lote 5 fue el peor. El lote 7, de tamaño similar al 1 pero con baja concentración de nitrógeno, creció menos que dicho lote 1 en ambas parcelas. No obstante, las diferencias en crecimiento fueron mayores durante el primer año (Tabla 4).

Las diferencias en supervivencia sólo fueron significativas en Arganda. El lote 5 fue claramente el de mayor mortalidad durante los dos años. En Zarra también fue uno de los de menor supervivencia, pero en este caso las diferencias no fueron significativas (Tabla 5).

La relación entre los valores medios por lote de la biomasa aérea estimada antes de la plantación y su crecimiento durante los dos años no resultó significativa en ninguna de las parcelas (Figura 1a). La concentración tampoco se relacionó significativamente con el crecimiento. Sin embargo, el contenido en nitrógeno antes de plantar si se relacionó

Lote	H (cm)	DCR (mm)	H/DCR	PPA (g)	PPA _{est} (g)	PR (g)	PPA/PR
1	14,3 a	3,29 a	4,43 b	2,16 a	2,16 a	1,54 a	1,44 ab
2	10,1 c	2,62 b	3,93 c	1,23 b	1,33 c	1,26 a	1,00 c
3	11,9 b	2,34 c	5,10 a	0,79 bc	1,04 d	0,66 b	1,26 abc
4	9,7 c	2,06 d	4,72 b	0,75 c	0,80 e	0,62 b	1,21 bc
5	7,8 d	2,01 d	3,95 c	0,53 c	0,61 f	0,53 b	1,09 c
6	8,1 d	2,09 d	3,95 c	0,75 c	0,71 ef	0,61 b	1,24 bc
7	14,0 a	2,67 b	5,40 a	1,89 a	1,73 b	1,29 a	1,56 a

Tabla 2. Valores medios de los parámetros morfológicos al final del cultivo en la campaña de 2000. H (altura); DCR: diámetro del cuello de la raíz; PPA: peso seco de la parte aérea; PPA_{est}: peso seco de la parte aérea estimada en las plantas destinadas a la plantación, PR: peso seco de la raíz. La misma letra dentro de una columna denota que no hay diferencias significativas (Tukey HSD; $p<0,05$) entre lotes

Lote	1	2	3	4	5	6	7
N Acículas (%)	1,94 ab	1,54 b	1,80 b	2,33 a	1,49 b	1,73 b	1,03 c
N Raíces (%)	1,16 b	1,05 b	1,13 b	1,56 a	0,98 b	1,11 b	0,88 b
Nplant	41,9 a	20,4 b	18,7 b	18,2 b	9,0 d	12,3 c	17,8 b

Tabla 3. Valores medios de la concentración de nitrógeno respecto a peso seco en acículas y raíces y del contenido de nitrógeno en acículas estimado para las plantas destinadas a las plantaciones (Nplant) ($n=100$). La misma letra dentro de una fila denota que no hay diferencias significativas (Tukey HSD; $p<0,05$) entre esos lotes

Lote	Crecimiento PPA estimado en Arganda (g)			Crecimiento PPA estimado en Zarra (g)		
	2001	2002	Total	2001	2002	Total
1	6,53 a	6,56 a	12,95 a	2,81 a	5,91 a	8,72 a
2	4,83 c	3,80 b	9,14 b	2,46 ab	4,95 ab	7,63 ab
3	5,01 c	5,94 ab	11,21 ab	2,25 abc	4,82 ab	6,88 abc
4	4,95 c	5,16 ab	10,26 ab	2,19 abc	4,66 ab	6,67 bc
5	3,41 d	4,35 ab	8,21 b	1,72 c	3,45 b	5,22 c
6	5,33 bc	5,76 ab	11,15 ab	2,16 bc	4,97 ab	7,15 abc
7	4,52 c	5,55 ab	10,36 ab	1,74 c	4,39 ab	6,22 bc

Tabla 4. Crecimiento del peso seco de la parte aérea (PPA) estimado a partir de las medidas de altura y diámetro del tallo durante los dos años de estudio ($n=40$ en Arganda; $n=60$ en Zarra). La misma letra dentro de una columna denota que no hay diferencias significativas (Tukey; $p<0,05$) entre esos lotes

con el crecimiento en biomasa (Figura 1b). Esta relación fue mucho más ajustada en la parcela de Zarra, aunque su pendiente fue similar independientemente del lugar de plantación.

DISCUSIÓN

La mayor disponibilidad hídrica de las plantas instaladas en la parcela agrícola durante el primer año, cuantificada por las diferencias en potencial hídrico de base durante el verano, condujo a un crecimiento mucho mayor. Sin embargo, en el segundo año, al reducirse la intensidad de la eliminación de la competencia herbácea en la parcela agrícola las diferencias en crecimiento observadas durante el primer año desaparecieron y la mortalidad se incrementó notablemente.

En este estudio se constata de nuevo la estrecha relación del contenido en nitrógeno en planta antes de plantar con el crecimiento en campo (LARSEN *et al.*, 1988; PUÉRTOLAS *et al.*, 2003). El mayor ajuste de esta relación en la parcela de monte sugiere que este parámetro predice mejor

el crecimiento en campo cuanto menor es la disponibilidad hídrica en la plantación. En estas condiciones, la capacidad de crecimiento del sistema radical es vital para una buena aclimatación y la capacidad fotosintética de la planta juega entonces un papel decisivo (MARGOLIS & BRAND, 1990).

La mortalidad fue mayor en la parcela agrícola, pero las diferencias se dieron en el segundo año, lo que indica que dicha mayor mortalidad estuvo en relación directa con la competencia de la vegetación adventicia. El tamaño de la planta se ha mostrado como un factor decisivo en las plantaciones donde la competencia herbácea es problemática. La introducción de plantas grandes permite el ahorro en la eliminación de la competencia herbácea (SOUTH *et al.*, 2001).

CONCLUSIONES

El contenido en nitrógeno antes de la plantación, al integrar tanto el estado nutricional de la planta como su tamaño, se ha mostrado de

Lote	Mortalidad en Arganda (%)			Mortalidad en Zarra (%)		
	2001	2002	Total	2001	2002	Total
1	5,0 a	10,5 a	15,0 a	8,3 a	0 a	8,3 a
2	2,5 a	23,1 ab	25,0 ab	3,3 a	6,9 a	10,0 a
3	7,5 a	24,3 ab	35,0 ab	3,3 a	5,1 a	8,3 a
4	5,0 a	10,5 a	15,0 a	11,7 a	3,8 a	15,0 a
5	20,0 a	31,3 b	45,0 b	5,0 a	8,8 a	13,3 a
6	2,5 a	12,8 a	15,0 a	3,3 a	3,4 a	6,7 a
7	7,5 a	8,1 a	15,0 a	10,0 a	3,7 a	13,3 a

Tabla 5. Mortalidad durante los tres años de plantación ($n=40$ en Arganda; $n=60$ en Zarra). La misma letra dentro de una columna denota que no hay diferencias significativas (Tukey; $p<0,05$) entre esos lotes

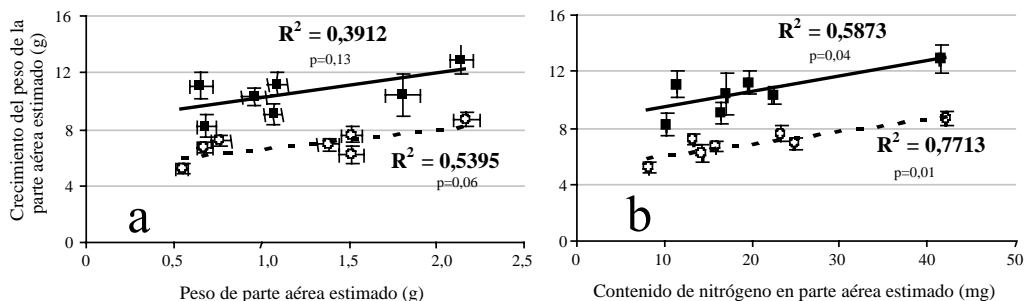


Figura 1. Relación entre los valores medios por lote del crecimiento de la biomasa de la parte aérea durante los dos años estimado a partir de los datos de altura y diámetro del tallo y a) el peso de la parte aérea antes de plantar estimado y b) el contenido en nitrógeno antes de plantar estimado. Los cuadrados sólidos representan los valores de la parcela de Arganda, mientras que los círculos vacíos representan los de Zarra

nuevo como una excelente variable predictora del crecimiento en campo. Esta relación se ha mostrado más ajustada cuanto menor es la disponibilidad hídrica. El uso de plantas más grandes permite disminuir la intensidad de cuidados culturales en la plantación cuando la competencia herbácea es un problema.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Conselleria de Medi Ambient de la Generalitat Valenciana, de forma muy especial a D. Rafael Ruano, y a la empresa Tragsa por el establecimiento de la parcela de Zarra, así como a D. Rafael Pardo por su ayuda en la producción de planta. También a Raquel López y Amador Giménez por su ayuda en la medición de la parcela de Zarra. La parcela de Arganda del Rey fue cedida por el ITDA de la Comunidad de Madrid. Jaime Puértolas ha recibido una beca predoctoral del INIA.

BIBLIOGRAFÍA

- CORTINA, J.; VALDECANTOS, A.; SEVA, J.P.; VILAGROSA, A.; BELLOT, J.; VALLEJO, V.R.; 1997. Relación tamaño-supervivencia en plántones de especies arbustivas mediterráneas producidos en vivero. *En: F. Puertas y M. Rivas (eds.), Actas del II Congreso Forestal Español II:* 159-164. Gráficas Pamplona. Pamplona.
- LARSEN, H.S.; SOUTH, D.B. & BOYER, J.N.; 1988. Foliar nitrogen content correlates with early growth of loblolly pine seedlings from 20 nurseries. *South. J. Appl. For.* 12: 181-185.
- MARGOLIS, H.A. & BRAND, D.G.; 1990. An ecophysiological basis for understanding plantation establishment. *Can. J. For. Res.* 20: 375-390.
- MEXAL, J.G. & LANDIS, T.D.; 1990. Target seedling concepts: height and diameter. *In: R.W. Rose, S.J. Campbell y T.D. Landis (eds.), Target Seedling Symposium Proceedings. Combined meeting of the Western Forest Nursery Associations:* 17-36. USDA. Forest Service. Roseburg, Oregon.
- OLIET, J.; PLANELLES, R.; LÓPEZ ARIAS, M. Y ARTERO, F.; 1997. Efecto de la fertilización en vivero sobre la supervivencia en plantación de *Pinus halepensis*. *Cuad. Soc. Esp. Cie. For.* 4: 69-79.
- PUÉRTOLAS, J.; GIL, L. & PARDOS, J.A.; 2003. Effects of nutritional status and seedling size on field performance of *Pinus halepensis* planted on former arable land in the Mediterranean basin. *Forestry* 76: 159-168.
- SOUTH, D.B.; ZWOLINSKI, J.B. & KOTZE, H.; 2001. Early growth responses from weed control and planting larger stock of *Pinus radiata* are greater than obtained from mechanical soil cultivation. *New Forests* 22: 199-211.
- THOMSON, B.E.; 1985. Seedling morphological evaluation- What you can tell by looking. *In: M.L. Duryea (ed.), Evaluating Seedling*

Quality: principles, procedures, and predictive abilities of major tests: 59-72. Forest Research Laboratory. OSU. Corvallis.

VILLAR-SALVADOR, P.; DOMÍNGUEZ, S.; PEÑUELAS, J.L.; CARRASCO, I.; HERRERO, N.; NICO-

LÁS, J.L. Y OCAÑA, L.; 2000. Plantas grandes y mejor nutridas de *P. pinea* tienen mejor desarrollo en campo. *En: 1^{er} Simposio de Pino Piñonero*: 219-228. Junta de Castilla y León. Valladolid.