

RESULTADOS DE 7 AÑOS DE PLANTACIÓN DE *PINUS HALEPENSIS* EN MEDIO SEMIÁRIDO EN RESPUESTA A LA FERTILIZACIÓN EN VIVERO

Juan A. Oliet Palá¹; Rosa Planelles González²; Rosario Valverde García¹; Francisco Artero Caballero².

¹ E.T.S.Ingenieros Agrónomos y de Montes de la Universidad de Córdoba. Avda. Menéndez Pidal s/n. 14004 CÓRDOBA. Correo-e: joliet@uco.es

² Departamento de Medio Ambiente. Instituto Nacional de Investigación Agraria y Alimentaria. Carretera de La Coruña, km 7,5. 28040 MADRID. Correo-e: rosapla@eimfor.com

Resumen

Se ensayan 8 tratamientos de fertilización de liberación lenta en vivero en la producción de planta para repoblación de *P. halepensis*: 3, 5 y 7 g·l⁻¹ de Osmocote 9-13-18 y Osmocote 17-10-10; 5 g l⁻¹ de Osmocote 15-8-11 y un testigo sin fertilizar. El seguimiento se realizó tras la plantación en campo con mediciones de supervivencia y crecimiento durante el periodo 1996-2002 en una zona semiárida. Las diferencias en supervivencia se hacen significativas al quinto año de plantación, siendo la dosis máxima de Osmocote 9-13-18 la que presentó los mejores valores (79 %), frente a 3 g·l⁻¹ de esta formulación (58 %), 5 g·l⁻¹ Osmocote 17-10-10 (55 %) y las plantas no fertilizadas, que arrojaron valores mínimos (45 %). Por otra parte, las diferencias de altura no fueron significativas entre tratamientos de fertilización a partir de los 4 años, anulándose el efecto de la fertilización sobre el tamaño inicial en vivero de las plantas supervivientes que se puso de manifiesto por lo menos hasta el tercer año. De todo ello se propone 7 g·l⁻¹ de la formulación 9-13-18 y se destaca el interés de realizar un seguimiento de las repoblaciones experimentales en periodos superiores al primer año, por la información adicional que pueden proporcionar.

Palabras clave: nutrición mineral, pino carrasco, nitrógeno, restauración forestal

INTRODUCCIÓN

La capacidad de resistencia al impacto postrasplante de la planta forestal de vivero en medio semiárido está estrechamente ligada a sus atributos de calidad morfológicos y fisiológicos. Aspectos como el reparto de biomasa entre tallo y raíz, la capacidad de ajuste osmótico, la resistencia al frío, la capacidad de crecimiento radical, el estado de sus reservas energéticas y minerales, etc. afectan a la capacidad de enraizamiento y establecimiento de la joven plantita. En este sentido, la fertilización en vivero es una de las variables de cultivo con mayor capacidad para influir sobre estos atributos (HAASE & ROSE, 1997; GROSSNICKLE, 2000). En particular, la removilización de los nutrientes en reserva permite a la planta trasplantada ser relativamente independiente de la disponibilidad externa, lo cual es fundamental durante el enraizamiento, cuando la absorción está limitada por el pobre contacto raíz-suelo (MALIK & TIMMER, 1998; CHERBUY *et al.*, 2001). Por ello, la estrategia de incrementar la concentración y/o el contenido de las reservas minerales a base de dosis o de regímenes que promuevan un incremento de la absorción en vivero está siendo recomendada por numerosos autores (TIMMER & AIDELBAUM, 1996; VILLAR-SALVADOR *et al.*, 2000; QUORESHI & TIMMER, 2000; PUÉRTOLAS *et al.*, 2003).

Los estudios sobre los efectos de la fertilización en vivero en la calidad de la planta y la respuesta postrasplante en medios mediterráneos no son aún muy frecuentes, aunque ya existen algunos precedentes que permiten orientar los trabajos futuros (OLIET *et al.*, 1997; PUÉRTOLAS *et al.*, 2003 y 2004; PLANELLES, 2004; VILLAR-SALVADOR *et al.*, 2004). Por otra parte, la mayoría de estos estudios se centra básicamente en la respuesta postrasplante a la fertilización el primer año. Sin embargo, existe la evidencia de que estudios a más largo plazo pueden modificar las conclusiones preliminares basadas en el primer año (CAIN & BARNETT, 1996; OLIET *et al.*, 2005), debido a las interacciones entre el tiempo y los tratamientos, lo cual aconseja realizar un seguimiento más prolongado en el tiempo.

Así, el objetivo de el presente trabajo es estudiar el efecto de diferentes dosis y formulaciones de fertilización en vivero de *Pinus halepensis* Mill. (pino carrasco) sobre la respuesta postrasplante a medio plazo en una zona mediterránea semiárida del sureste español.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el experimento se empleó semilla de *P. halepensis* recogida de los pinares naturales de la Sierra de Lúcar (Almería). El cultivo de la planta se realizó en el Centro de Investigación y Desarrollo Hortícola de La Mojonera (El Ejido, Almería). Toda la planta se cultivó en envases de 230 cm³ de capacidad, y con un sustrato a base de turba rubia y vermiculita, en proporción 75-25 por ciento en volumen al que se incorporó, en mezcla, el fertilizante. Los tratamientos de fertilización aplicados consistieron en diferentes dosis de tres formulaciones de Osmocote (Sierra Chemicals Co.), un fertilizante sólido de liberación controlada. La formulación N-P-K de los fertilizantes empleados fue: 9-13-18, 17-10-10 y 15-8-11, todas ellas de la misma duración media (12-14 meses a 21 °C). Las dos primeras formulaciones fueron aplicadas a razón de 3, 5 y 7 g·l⁻¹ de sustrato, al que se añadió 0,2 g·l⁻¹ de una mezcla sólida de microelementos Micromax (Sierra Chemicals Co.). Osmocote 9-13-18 aporta gran cantidad de fósforo y de potasio en relación al nitrógeno; Osmocote 17-10-10 es una formulación rica en nitrógeno, con la que se pretende comprobar los efectos de las altas concentraciones de este elemento; y la tercera formulación (Osmocote 15-8-11) se aplicó en una sola dosis, 5 g·l⁻¹, que ya incluía en su composición microelementos. Esta última mantiene unas proporciones en los macroelementos N-P-K ajustadas aproximadamente a las recomendaciones para la fertilización de coníferas (TIMMER, 1991). A estos siete tratamientos se agregó un octavo, consistente en una mezcla al 50 por cien en volumen del sustrato turba rubia-vermiculita en la proporción citada anteriormente, y de un sustrato a base de tierra, turba negra y mantillo de pinar en la proporción 60-20-20, sin aporte fertilizante. Tras la siembra, que tuvo lugar en noviembre de 1994, el cultivo se prolongó durante 11 meses hasta la caracterización. Detalles adicionales sobre dicho cultivo y sobre el muestreo y análisis para la caracterización final de calidad antes de plantación puede verse en OLIET *et al.* 2003 y 2004. Los resultados de la caracterización pueden verse en la Tabla 1.

La evaluación de la respuesta al trasplante de los distintos tratamientos, se realizó en una plantación experimental en el paraje denominado “El Caballón” situado en Sierra Cabrera (2°0'W, 36°58'N, 230 m s.n.m.), dentro del P.N. de Cabo de Gata-Níjar (Almería). La zona pertenece al piso termomediterráneo inferior con ombroclima árido-semiárido, de precipitación media anual 181 mm y suelo perteneciente a la unidad Regosol calcárico, sobre materiales calizos (M.A.P.A., 1989). La plantación se dispuso, sobre una ladera de pedregosidad abundante, de pendiente suave y orientación SE, poblada hasta 1994 por una repoblación joven de pino carrasco dispuesta en terrazas que fue destruida por un incendio ese año. El ensayo se instaló en noviembre de 1995 mediante la plantación en hoyos de 1 m³ aproximadamente, abiertos con retroexcavadora cada 2 m sobre las antiguas terrazas. Cada unidad experimental consistió en una línea de 30 plantas por tratamiento, y las unidades experimentales de cada tratamiento se dispusieron aleatoriamente en tres bloques completos al azar. Se realizaron 6 mediciones de altura y conteos de supervivencia periódicos durante 7 años: enero de 1996, enero de 1997, enero de 1998, diciembre de 1998, enero de 2001 y enero de 2003. Durante ese periodo se registró la precipitación mediante un pluviógrafo automático Data-Rain (Geonica S.A.); los datos correspondientes se presentan, divididos por estaciones del año, en la Figura 1.

Los datos de la plantación se analizaron mediante un análisis de varianza (ANOVA) basado en el modelo lineal de efectos fijos correspondiente a un diseño en tres bloques completos al azar. Los datos empleados fueron la media de altura y la supervivencia (transformada en arcoseno de la raíz cuadrada) de cada unidad experimental, aunque los datos de supervivencia que se presentan son los originales. Para la determinación de diferencias significativas a posteriori se empleó el test de la mínima diferencia significativa protegida de Fisher (LSD). Asimismo, para evaluar la naturaleza de las relaciones entre ciertas variables de vivero y plantación se calculó el coeficiente de correlación lineal de Pearson y posteriormente se ajustó un modelo de regresión lineal en el caso en que se consideró oportuno por el interés de la relación encontrada. Por último, los efectos se consideraron significativos cuando *P* del ANOVA era menor de 0,05.

RESULTADOS

La supervivencia postrasplante media desciende casi un 20 % tras el primer verano, en enero de 1997, mientras que durante los dos años siguientes la supervivencia media se mantiene por encima del 75 % (Figura 2). En este periodo inicial (hasta diciembre de 1998) no existen diferencias significativas de supervivencia en razón del tratamiento de fertilización en vivero, si bien se aprecia una mayor mortalidad tanto de las plantas no fertilizadas como de la dosis mínima (3 g·l⁻¹) de la formulación 9-13-18. Sin embargo, el conteo realizado dos años después (en enero de 2001) refleja una nueva caída de la

supervivencia media que se sitúa en valores próximos al 63 % y que además promueve la aparición de distancias significativamente grandes entre tratamientos ($P = 0,05$, datos del ANOVA no mostrados), ya que algunos tratamientos de fertilización, como $5 \text{ g}\cdot\text{l}^{-1}$ de la formulación 15-8-11, $3 \text{ g}\cdot\text{l}^{-1}$ de la formulación 17-10-10 y, sobre todo, $7 \text{ g}\cdot\text{l}^{-1}$ de la formulación 9-13-18 no sufren apenas un descenso de su supervivencia durante este periodo (Figura 2). Así, este último tratamiento sufre tan sólo un descenso del 2 % entre diciembre de 1998 y enero de 2001, mientras que, por ejemplo, la supervivencia de las plantas no fertilizadas o las fertilizadas con $5 \text{ g}\cdot\text{l}^{-1}$ de 17-10-10 cae un 17 y un 19 % respectivamente, haciendo que, en este momento, las diferencias entre estos dos últimos tratamientos y el anterior sean significativamente diferentes. Dos años después, en enero de 2003, si bien la supervivencia se mantiene en valores muy parecidos a los de 2001, el test de ANOVA refleja un valor no significativo para el nivel de significación fijado en este estudio ($P = 0,09$, datos del ANOVA no mostrados). Por otra parte, la supervivencia del primer y segundo año postrasplante ha correlacionado casi significativamente con la concentración de N en acículas de la planta de vivero, con valores de P inferiores a 0,1 (Tabla 2). Por ejemplo, para enero de 1997 se ha ajustado un modelo de regresión con un valor de R^2 superior, en porcentaje, al 40 % (Figura 3). Sin embargo, la significación de esta correlación desciende ya a valores muy lejanos a la significación a partir de diciembre de 1998. Aunque se estudiaron correlaciones con el P y el K en acículas, no se encontraron valores significativos (datos no mostrados).

En cuanto a la altura postrasplante, durante los tres primeros años (1996, 1997 y 1998) se aprecian diferencias significativas en razón de los tratamientos de fertilización, apareciendo una respuesta creciente con la dosis de cada formulación ensayada, con valores mínimos para el tratamiento sin fertilizar e intermedios para $5 \text{ g}\cdot\text{l}^{-1}$ de 15-8-11 (Tabla 3). Por otra parte, el orden por altura entre tratamientos no es el mismo durante el periodo de siete años estudiado, con la excepción de la dosis máxima ($7 \text{ g}\cdot\text{l}^{-1}$) de 9-13-18, que casi siempre alcanza alturas máximas (salvo en enero de 1998), llegando a un valor próximo a 1 m en enero de 2003. Se destaca, por ejemplo, cómo las dosis máxima e intermedia de 17-10-10 crecen 50 y 47 cm respectivamente durante los siete años del periodo considerado, mientras que las plantas no fertilizadas o las fertilizadas con $7 \text{ g}\cdot\text{l}^{-1}$ de 9-13-18 crecen 65,5 y 62,4 cm, lo cual acerca los valores finales de altura de algunos tratamientos. La altura postrasplante correlaciona muy bien con la altura en vivero durante los cinco primeros años, aunque el valor de la intensidad de la correlación va descendiendo progresivamente desde 0,99 hasta 0,86, para finalizar en un valor muy inferior ($r = 0,56$) y no significativo en enero de 2003 (Tabla 2).

DISCUSIÓN

El descenso de la supervivencia al primer año de la plantación responde al efecto del primer verano sobre unas plantas que aún no están completamente establecidas. Se observa que la mortalidad es parecida en todos los tratamientos, indicando la ausencia de efectos importantes de los mismos sobre la supervivencia el primer año. La correlación próxima a la significación encontrada entre la concentración de N en acículas y la supervivencia al primer y segundo año postrasplante está en correspondencia con el importante papel de este elemento en la supervivencia de esta especie (OLIET *et al.*, 1997; PUÉRTOLAS *et al.*, 2003), aunque matizado por un desequilibrio creciente entre las fracciones aérea y radical que provoca la fertilización nitrogenada (Figura 3). La caída que se produce después de 1998 parece coincidir con la fuerte sequía de ese año (Figura 1). Sin embargo, en este caso la mortalidad no es igual por tratamientos, sino que algunos parecen estar más preparados para soportar los rigores sufridos, lo cual promueve la aparición, por vez primera, de diferencias significativas entre ellos. En particular, destaca la dosis máxima del fertilizante 9-13-18 que se destaca, junto con 15-8-11 y la dosis mínima de 17-10-10, de los demás a partir de esa fecha. En un ensayo similar, aunque de seis años y en un área de mayor precipitación, las diferencias de supervivencia se manifestaron ya a partir del primer año (OLIET *et al.*, 2000), lo cual pone de manifiesto las interacciones entre las condiciones del lugar de plantación y los tratamientos; en este caso, es posible que la fuerte sequía de 1998 haya excedido la capacidad de resistir al estrés de algunos tratamientos sobre otros, por un mayor desarrollo radical adquirido durante los años precedentes. Esto podría estar relacionado con el mayor contenido en P del fertilizante 9-13-18. Algunos trabajos con otras especies en zonas áridas reflejan el importante papel de este elemento en la supervivencia postrasplante a través de un mayor desarrollo radical (PLANELLES, 2004; OLIET *et al.*, 2005).

La intensa correlación encontrada entre la altura en vivero y la altura postrasplante durante los cinco primeros años indica que las diferencias de altura entre tratamientos están fundamentalmente

explicadas por el tamaño de la planta de partida, aunque los efectos de la fertilización pueden influir sobre el comportamiento del crecimiento durante los primeros años con independencia del tamaño inicial, como lo demuestran los trabajos de PUÉRTOLAS *et al.* (2003 y 2004). Junto con la pérdida de la significación de la correlación con los años, se observa cómo las diferencias en altura se van atenuando. Asimismo, las diferencias de altura en razón de los tratamientos de fertilización dejan de ser significativas al tercer año, en gran medida porque los incrementos de altura para los tratamientos de menor tamaño son algo superiores, por un efecto que tiende a equilibrar el tamaño de la planta a las características del lugar de plantación (ROSE & KETCHUM, 2003); asimismo, en la pérdida de significación de las diferencias influye también el incremento de la variabilidad de los valores por tratamiento, como puede apreciarse por la evolución de los errores estándar de la Tabla 3. En un trabajo similar anteriormente citado (OLIET *et al.*, 2000) las diferencias en la altura postrasplante de pino carrasco siguen siendo significativas tras seis años de plantación, si bien los valores en el sexto año son ya muy próximos.

La modificación en el comportamiento en altura y supervivencia de los diferentes tratamientos en los años posteriores al primer verano postrasplante respecto de esta primera etapa del establecimiento, pone de manifiesto la necesidad de realizar, en los estudios experimentales, un seguimiento de la repoblación en plazos más largos. En particular es importante llegar a determinar si las diferencias en altura se anulan, así como si la supervivencia sufre variaciones diferentes entre tratamientos como consecuencia de eventos extremos como sequías. En nuestro caso, la dosis máxima ($7 \text{ g}\cdot\text{l}^{-1}$) del fertilizante 9-13-18 ha mostrado, tras siete años de plantación, el mejor comportamiento tanto en supervivencia como en altura, si bien esta conclusión no pudo establecerse desde el primer año.

BIBLIOGRAFÍA

- CAIN, M.D. & BARNETT, J.P. 1996. An 8-year field comparison of naturally seeded to planted container *Pinus taeda*, with and without release. *Can. J. For. Res.* 26: 1237-1247.
- CHERBUY, B.; JOFREW, R.; GILLON, D. & RAMBAL, S. 2001. Internal remobilization of carbohydrates, lipids, nitrogen and phosphorus in the Mediterranean evergreen oak *Quercus ilex*. *Tree Physiology* 21: 9-17
- GROSSNICKLE, S.C. 2000. *Ecophysiology of Northern Spruce Species: The Performance of Planted Seedlings*. NRC Research Press, Ottawa, Ontario, Canada. 409 pp.
- HAASE, D.L. & ROSE, R. (Eds.). 1997. *Forest seedling nutrition from the nursery to the field*. Symposium Proceedings. Nursery Technology Cooperative. Oregon State University.
- M.A.P.A. 1989. *Mapa de suelos. Escala 1:100.000. Carboneras (1046)*. ICONA. Universidad de Granada
- MALIK, V. & TIMMER, V.R. 1998. Biomass partitioning and nitrogen retranslocation in black spruce seedlings on competitive mixewood sites: a bioassay study. *Can. J. For. Res.* 28: 206-215.
- OLIET, J.; PLANELLES, R.; ARTERO, F. y JACOBS, D. 2005. Nursery fertilization and tree shelters affect long-term field response of *Acacia salicina* Lindl. planted in mediterranean semiarid conditions. *Forest Ecology and Management* (en prensa)
- 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*. *Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales* 4: 69-80.
- OLIET, J.; PLANELLES, R.; LÓPEZ ARIAS, M. y ARTERO, F. 2000. Efecto de la fertilización en vivero y del uso de protectores en plantación sobre la supervivencia y el crecimiento durante seis años de una repoblación de *Pinus halepensis*. *Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales* 10: 69-77.
- PLANELLES, R. 2004. *Efectos de la fertilización N-P-K en vivero sobre la calidad funcional de planta de Ceratonia siliqua L.* Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid. 150 pp.
- PUÉRTOLAS, J.; ALONSO, J.; GIL, L. y PARDOS, J.A. 2004. Efecto del estado nutricional y el tamaño de la planta sobre el comportamiento en campo de *Pinus halepensis* en dos lugares de plantación. *Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales* 17: 87-92.
- PUERTOLAS, J.; GIL, L. y 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 (2): 159-168.
- QUORESHI, A.M. & TIMMER, V.R. 2000. Early outplanting performance of nutrient-loaded containerized black spruce seedlings inoculated with *Laccaria bicolor*: a bioassay study. *Can. J. For. Res.* 30: 744-752.
- ROSE, R. & KETCHUM, J.S. 2003. Interaction of initial seedling diameter, fertilization and weed control

on Douglas-fir growth over the first four years after planting. *Ann. For. Sci.* 60: 1-11.

TIMMER, V.R. 1991. Interpretation of seedling analysis and visual symptoms. In: R. van den Driessche, (ed.), *Mineral nutrition in conifer seedlings*: 113-134. CRC Press.

TIMMER, V.R. & AIDELBAUM, A.S. 1996. *Manual for exponential nutrient loading of seedlings to improve outplanting performance on competitive forest sites*. NODA/NFP Tech. Rep., TR-25. Nat. Resour. Can., Canadian Forest Service, Sault Ste. Marie, ON, 21 pp.

VILLAR-SALVADOR, P; DOMÍNGUEZ-LERENA, S.; PEÑUELAS, J.L.; CARRASCO, I.; HERRERO, N.; NICOLÁS PERAGÓN, J.L.; y OCAÑA, L. 2000. Plantas grandes y mejor nutridas de *P. pinea* L. tienen mejor desarrollo en campo. *Ier Simposio del Pino piñonero*. Libro de Actas. Tomo I: 219-227

VILLAR-SALVADOR, P; PLANELLES, R.; ENRIQUEZ, E y PEÑUELAS, J.L. 2004. Nursery cultivation regimes, plant functional attributes, and field performance relationships in the Mediterranean oak *Quercus ilex* L. *Forest Ecology and Management* 196: 257-266.

Tabla 1. Atributos da calidad de las plantas de *P. halepensis* (\pm EE) según fertilización en vivero

Formulación	9-13-18				17-10-10			15-8-11
Dosis (g·l ⁻¹)	0	3	5	7	3	5	7	5
Diám. C. Raiz ¹ (mm)	1,6± 0,0	2,9± 0,1	3,6± 0,1	3,7± 0,1	3,5± 0,1	3,8± 0,1	4,0± 0,1	3,3± 0,1
Long. tallo (cm)	13,0± 0,3	23,8± 0,9	34,9± 1,1	41,0± 1,3	34,7± 1,4	37,1± 1,2	40,6± 1,4	36,3± 1,1
Peso raíz (gr)	0,4± 0,0	1,3± 0,1	1,8± 0,1	1,7± 0,1	1,5± 0,0	1,5± 0,1	1,5± 0,1	1,4± 0,1
Peso aéreo (gr)	0,4± 0,0	1,8± 0,1	3,5± 0,2	4,1± 0,1	3,4± 0,2	4,2± 0,2	4,7± 0,2	3,6± 0,2
P. Aéreo/P. Raiz	1,1± 0,0	1,4± 0,0	2,0± 0,1	2,5± 0,1	2,3± 0,1	2,8± 0,1	3,3± 0,2	2,6± 0,1
[N]Acículas (mg/g).	12,3± 0,2	12,0± 0,1	13,5± 0,0	14,9± 0,1	16,3± 0,3	18,2± 0,2	18,5± 0,2	19,7± 0,3
[P]Acículas (mg/g).	0,8± 0,0	2,2± 0,0	1,9± 0,1	1,8± 0,0	1,4± 0,0	1,5± 0,0	1,5± 0,0	1,6± 0,0
[K]Acículas (mg/g)	8,8± 0,2	5,8± 0,1	6,7± 0,1	7,5± 0,2	5,9± 0,2	7,1± 0,1	7,5± 0,1	8,5± 0,1
N total planta (mg)	9,2± 0,1	31,2± 0,5	66,5± 1,1	80,1± 0,7	75,6± 3,0	97,9± 1,4	118,±3 1,8	95,1± 1,9
P total planta (mg)	0,6± 0,0	7,5± 0,2	14,4± 0,5	17,0± 0,4	7,9± 0,3	11,2± 0,2	14,6± 0,5	10,0± 0,2
K total planta (mg)	6,1± 0,2	17,1± 0,3	33,6± 0,9	40,8± 0,5	27,0± 0,8	36,5± 0,6	42,8± 0,9	38,6± 0,8
Pot. Crec. Rad ² . (n°)	40,1± 3,7	47,6± 9,1	67,6± 12,1	73,8± 12,2	28,5± 7,3	43,4± 8,6	17,2± 5,2	40,3± 8,8

¹ Diámetro del cuello de la raíz

² Potencial de crecimiento radical: número de raíces mayores de 1 cm en un test de potencial de cuatro semanas

Tabla 2. Coeficiente de correlación de Pearson y su probabilidad asociada (n = 8) entre las variables altura en vivero y postrasplante y concentración de N en acículas y supervivencia postrasplante para los años de estudio.

Relac. Vivero →	Enero 96		Enero 97		Enero 98		Dic. 98		Enero 01		Enero 03	
Postrasplante	r	P	r	P	r	P	r	P	r	P	r	P
Alt. en viv. → Alt. post.	0,99	<0,001	0,99	<0,001	0,94	0,001	0,92	0,001	0,86	0,006	0,56	0,144
[N] ac. → Superv. post.	-0,34	0,412	0,64	0,086	0,66	0,078	0,49	0,212	0,37	0,363	0,36	0,379

Tabla 3. Altura (cm) de *P. halepensis* (\pm EE, n = 3) durante 7 años en función de la fertilización aplicada en vivero. En una fila, valores con letras distintas indican diferencias significativas (n.s. = 0,05)

Formulac.	9-13-18				17-10-10			15-8-11	
-----------	---------	--	--	--	----------	--	--	---------	--

Dosis (g·l ⁻¹)	0	3	5	7	3	5	7	5	P > F
Enero 96	8,1±0,2c	17,6±2,6b	27,8±2,5a	31,4±3,3a	25,9±1,9a	27,5±0,9a	31,1±2,8a	25,9±2,0a	<0,001
Enero 97	12,3±0,5d	22,9±1,9c	31,1±1,4ab	34,0±3,4a	28,3±1,5b	30,3±0,7ab	33,7±2,2a	29,1±1,4ab	<0,001
Enero 98	23,3±0,4c	36,5±2,7b	46,0±1,7a	45,5±4,4a	40,3±1,9ab	40,9±1,3ab	43,2±2,1a	43,1±0,6a	<0,001
Dic. 98	35,6±1,1c	48,3±1,3b	57,1±1,0a	57,8±5,2a	52,1±2,8ab	52,3±2,6ab	52,5±1,2ab	54,4±2,4ab	<0,001
Enero 01	46,9±5,9	58,3±2,7	64,3±0,7	68,4±6,0	62,3±3,8	61,0±3,7	59,0±0,2	63,7±4,5	0,079
Enero 03	73,6±12,1	78,2±7,4	82,7±2,0	93,8±6,4	93,4±7,5	77,5±8,4	78,1±3,1	87,4±6,6	0,441

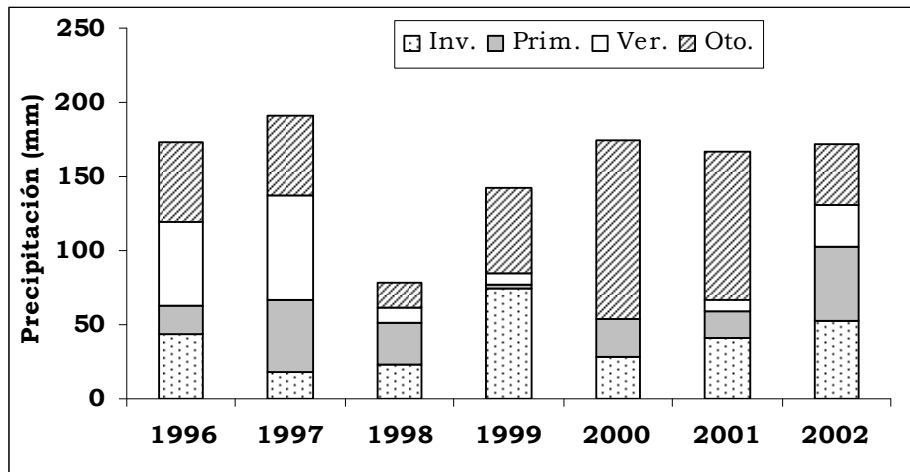


Figura 1. Precipitación estacional (Invierno, Primavera, Verano y Otoño) en la parcela de El Caballón durante el periodo de estudio

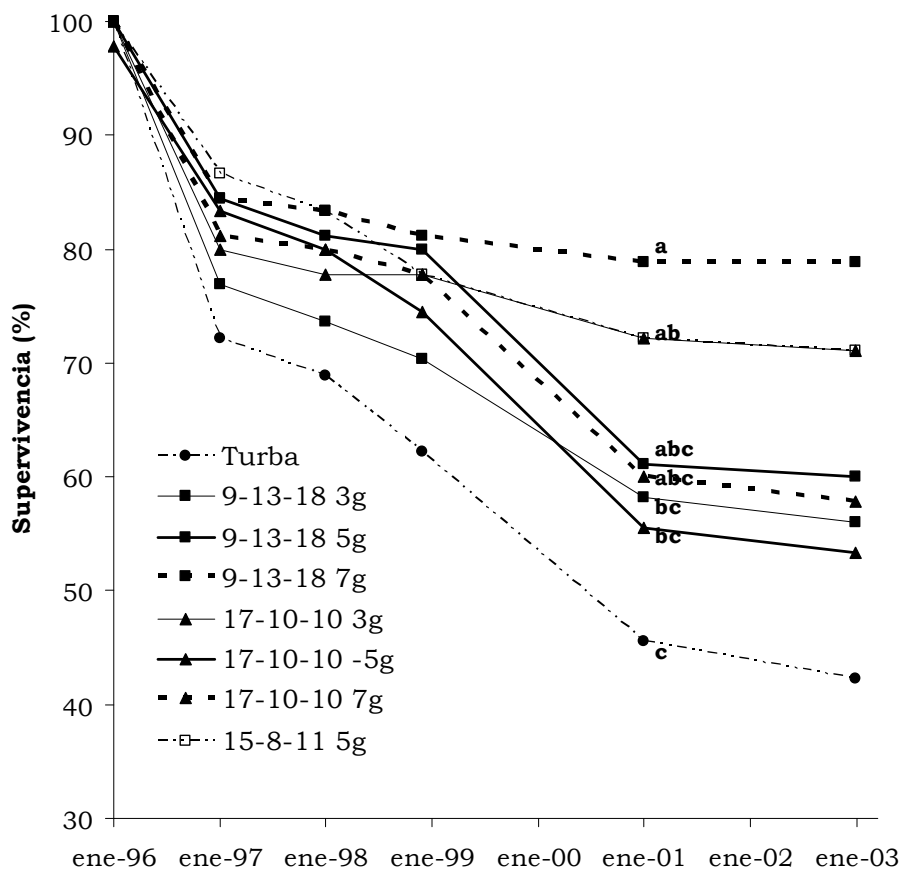


Figura 2. Evolución de la supervivencia de *P. halepensis* durante 7 años en función de la fertilización aplicada en vivero ($\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ de cada formulación). Valores medios de $n = 3$ bloques. Para la medición de enero de 2001, valores seguidos de distinta letra difieren significativamente.

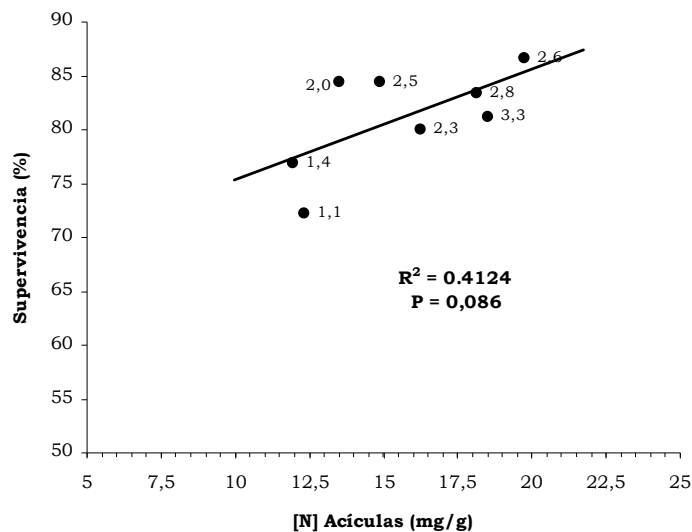


Figura 3. Relación entre la concentración de N en acículas en *P. halepensis* de vivero y la supervivencia postrasplante al primer año. En cada punto se indica el valor de la relación Peso aéreo:Peso radical en vivero.