

EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN EN VIVERO SOBRE LA SUPERVIVENCIA EN PLANTACIÓN DE *PINUS HALEPENSIS*

Juan A. Oliet Palá*, Rosa Planelles González**, Manuel López Árias** & Francisco Artero Caballero**

* Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y de Montes de la Universidad de CÓRDOBA

** Área de Conservación del Medio Natural. Centro de Investigación y Tecnología. I.N.I.A.

RESUMEN

El ensayo que se presenta forma parte de los trabajos que se desarrollan en el Proyecto INIA titulado *Técnicas para mejorar el arraigo y la resistencia de las repoblaciones en zonas mediterráneas semiáridas del Sureste español*.

INTRODUCCIÓN

La falta de capacidad absorbente de la raíz en las plantas recién instaladas en el campo convierte al estrés hídrico en el factor fundamental que regula las posibilidades de éxito en el arraigo de la planta, incluso aunque el suelo se encuentre en su capacidad de campo (BURDETT, 1987). En este proceso de superación del estrés hídrico, la velocidad de recuperación de la actividad fotosintética controla el momento del inicio de la formación de nuevas raíces y, por tanto, del reestablecimiento de las relaciones hídricas en la planta, ya que la extensión de aquéllas se realiza mayoritariamente a costa del carbono asimilado en la fotosíntesis postrasplante (THOMPSON et al., 1992), más que de las reservas acumuladas durante el cultivo en vivero (VAN DEN DRIESSCHE, 1987a).

En consecuencia, el éxito en el arraigo de un repoblado se debe a procesos en los que

aspectos fisiológicos de la planta son un factor de primera magnitud, lo que explica que en muchas circunstancias la morfología de la planta no intervenga o lo haga de manera confusa en la supervivencia final postrasplante. Entre los atributos fisiológicos de calidad de la planta se encuentra el estado nutritivo, definido por la concentración en tejidos de los diferentes elementos. En concreto, el nitrógeno se considera un nutriente esencial en todos los procesos de arraigo descritos. Algunos trabajos han constatado el efecto favorable de un incremento en el aporte y la concentración de nitrógeno sobre la extensión de nuevas raíces tras la plantación (VAN DEN DRIESSCHE, 1992; MALIK et al., 1995), a través del adelanto en el inicio de la actividad fotosintética (HAWKINS et al., 1995) que incrementaría la capacidad de evitación de la sequía de la joven plantita.

Son conocidos sin embargo otros efectos desfavorables del incremento de la concentración de nitrógeno en tejidos sobre la capacidad de evitar y tolerar la sequía postrasplante, como desequilibrios morfológicos por un mayor desarrollo aéreo (VAN DEN DRIESSCHE, 1992; LANDIS, 1989), formación de tejidos más suculentos (LANDIS, 1989) o pérdida de otras facultades fisiológicas relacionadas con la tolerancia a estrés hídrico (VAN DEN DRIESSCHE, 1991; ETTER, 1969).

La combinación de efectos de distinto signo se resolverá en un incremento de la supervivencia final en la medida en que la concentración de nitrógeno mejore la capacidad de evitación de la sequía a través de la extensión radical por encima de la disminución de la tolerancia a estrés hídrico.

El objetivo de este ensayo es la evaluación del efecto del estado nutritivo derivado de varios tratamientos de fertilización con dosis crecientes de nitrógeno en vivero sobre el arraigo y la supervivencia de un repoblado de pino carrasco en condiciones muy deficientes de humedad disponible.

MATERIALES Y MÉTODOS

Cultivo en vivero

La siembra en vivero se realizó en enero de 1994 con semilla de *P. halepensis* de la región ES.05 (Sureste español), sobre contenedores "Super leach" de 230 cc de capacidad. El cultivo se dispuso en un diseño en bloques completos al azar.

Los tratamientos de fertilización ensayados fueron dos formulaciones de fertilizante sólido de liberación controlada lenta recubierto (Osmocote, Sierra Chemicals Co.). Para cada una de las formulaciones se ensayaron tres dosis, incorporadas a un sustrato compuesto de turba rubia y vermiculita en una proporción 80-20% en volumen. La composición y dosis de los fertilizantes fue la siguiente:

- OSMOCOTE 9-13-18 (OS9):

- Nitrógeno 9%: 6.1% amoniacal y 2.9% nítrico.
- Fósforo: 13% de P₂O₅ soluble en agua y citrato amónico (5.67% de P).
- Potasio: 18% de K₂O soluble en agua (14.94% K)
- Tiempo de liberación: 12-14 meses a 21 °C.

- Dosis ensayadas:

Dosis 1: 1.5 g/l de sustrato (135 mg de N/l, 85 mg de P/l y 224 mg de K/l)

Dosis 2: 3.25 g/l de sustrato (292 mg de N/l, 184 mg de P/l y 485 mg de K/l)

Dosis 3: 5.0 g/l de sustrato (450 mg de N/l, 283 mg de P/l y 747 mg de K/l)

- OSMOCOTE 16-8-9+3 (OS16):

- Nitrógeno 16%: 6.6% amoniacal y 9.4% nítrico.
- Fósforo: 8% de P₂O₅ soluble en agua y citrato amónico (3.49% de P)
- Potasio: 9% de K₂O soluble en agua (7.47% K)
- Magnesio: 3% de MgO.
- Tiempo de liberación: 12-14 meses a 21 °C.

- Dosis ensayadas:

Dosis 1: 3.25 g/l de sustrato (520 mg N/l, 113 mg de P/l y 243 mg de K/l)

Dosis 2: 5.0 g/l de sustrato (800 mg N/l, 174 mg de P/l y 373 mg de K/l)

Dosis 3: 7.0 g/l de sustrato (1120 mg N/l, 244 mg de P/l y 523 mg de K/l)

A estos seis tratamientos hay que añadir un séptimo que actúa de testigo (TEST), y lo constituye el sustrato de turba y vermiculita sin fertilizar.

Los tratamientos fueron diseñados para incrementar la dosis de N gradualmente, manteniendo al tiempo una proporción de P y K similar entre ambas formulaciones (Figura 1).

Todos los tratamientos se dotaron de una misma cantidad (0.15 g/l de sustrato) de una mezcla sólida de micronutrientes, Micromax (Sierra Chemicals Co.), especialmente ideado para sustratos artificiales (LIÑAN, 1992).

Caracterización de la planta

En noviembre del mismo año se recogió una muestra de 20 plantas por tratamiento de fertilización para su caracterización. Para ello, tras medir la altura, el diámetro del cuello de la raíz y el número de ramas del tallo, las muestras fueron secadas en estufa para medir pesos secos de las distintas frac-

Tabla 1. Precipitación en el Toyo durante 1995

Mes	E	F	M		A	M	J			J	A		S	O	N		D			
Día			2	7			6	21	26	8	23	31	25	13	13	28	7	11	18	29
mm	0	0	26.5	7.5	0	0	0.5	9.7	9.4	0.7	26.5	1	3	8.2	0.3	11	2.1	2	5	8.5
total	0	0	34		0	0	19.6			0.7	27.5		3	8.2	11.3		17.6			

ciones y proceder al análisis de contenidos nutritivos (OLIET, 1995).

Plantación

La plantación se realizó en febrero de 1995 en una finca situada en el T.M. de Almería, en el paraje denominado Llanos del Alquíán. Se trata de una zona con una aridez extrema, con un módulo pluviométrico anual que no supera los 200 mm. Una descripción más completa de la zona de ensayo puede encontrarse en OLIET (1995). Un pluviómetro instalado en la parcela permitió medir la precipitación recogida durante el ensayo año 1995 completo, que fue de 122 mm., repartida mensualmente como se recoge en la Tabla 1, que refleja cómo los máximos eventos pluviométricos tuvieron lugar en un solo día, siendo agosto el segundo mes más lluvioso del año.

El diseño de la plantación fue en bloques completos al azar con cinco repeticiones. Cada unidad experimental en cada bloque se formó con una fila de 14 plantas, dispuestas a marco real de 1.5 m. De esta forma, el número de plantas por tratamiento fue de $14 \times 5 = 70$, y el total del ensayo de $70 \times 6 = 420$.

El conteo de la supervivencia se realizó con una frecuencia semanal en el periodo mayo-septiembre; a partir de este mes los conteos fueron menos frecuentes. Se consideraba muerta a una planta cuando todas sus acículas presentaban color pardo.

Proceso de datos

El análisis de la varianza se realizó con los datos transformados en arco seno (STEEL

Tabla 2. Atributos morfológicos a los 10 meses de cultivo: L longitud de parte aérea; DCR diámetro del cuello de la raíz; NR número de ramas; PPA peso seco aéreo; PPR peso seco radical; PTOT peso seco total; L:D esbeltez; QI índice de Dickson; BAP balance de agua en la planta. En una fila, valores seguidos por distinta letra difieren significativamente ($p < 5\%$)

	TEST	OS9D1	OS9D2	OS9D3	OS16D1	OS16D2	OS16D3
L(cm)	7.7a	18.4b	20.3bc	22.8bcd	25.0cd	27.1d	27.2d
DCR(mm)	2.0a	2.8b	3.4c	3.4c	3.4c	3.6c	3.7c
NR	5.6a	10.1ab	14.6bc	15.5bc	17.2c	19.5c	19.7c
PPA(gr)	0.71a	1.59b	2.10bc	2.23bcd	2.71cd	2.80cd	2.91d
PPR(gr)	0.75a	1.40b	1.60b	1.35b	1.41b	1.49b	1.39b
PTOT(gr)	1.46a	2.99b	3.70bc	3.58bc	4.12c	4.29c	4.30c
PA:PR	0.96a	1.14a	1.33ab	1.70bc	1.97c	1.97c	2.16c
L:D	3.8a	6.5b	6.0b	6.9b	7.5b	7.6b	7.4b
QI	0.31a	0.41ab	0.53b	0.44ab	0.46ab	0.47ab	0.47ab
BAP	0.49abc	0.41ab	0.39a	0.52abc	0.60c	0.55abc	0.59bc

Tabla 3. Concentración nutritiva en mg/g de materia seca en parte aérea (PA) y radical (PR). En una columna, valores seguidos de distinta letra difieren significativamente ($p < 5\%$)

	N		P		K		Ca		Mg	
	PA	PR	PA	PR	PA	PR	PA	PR	PA	PR
TEST	9.98a	8.65a	0.78a	0.78a	5.50a	5.67a	2.46a	6.47a	3.27ab	3.47a
OS9D1	9.85a	7.99a	2.32bc	2.01ab	8.55bc	7.42abc	3.45bc	9.69bc	3.74b	4.30b
OS9D2	13.35ab	10.25ab	2.48bc	3.09bc	8.68bc	8.21bc	3.98c	10.29c	3.41ab	4.28b
OS9D3	16.12bc	13.10abc	3.04c	3.98c	10.15c	9.12c	3.82c	9.08abc	3.29ab	3.89ab
OS16D1	16.47bc	14.31abc	2.03b	2.21b	8.31bc	7.92bc	3.22abc	7.49abc	3.08ab	3.61ab
OS16D2	18.38bc	16.32bc	2.36bc	2.64bc	7.69b	7.47abc	2.63ab	7.45ab	3.04a	3.94ab
OS16D3	20.63c	18.35bc	2.72bc	3.11bc	7.78b	6.87ab	2.63ab	6.29a	2.82a	3.35a

et al., 1989). El test de comparaciones múltiples aplicado al análisis de la supervivencia fue el de Scheffe (STEEL et al., 1989).

RESULTADOS

1. Caracterización de la planta

La Tabla 2 recoge los valores de los atributos morfológicos evaluados para los distintos tratamientos de fertilización. Se aprecia un incremento del desarrollo aéreo con el aporte de nitrógeno, lo que produce plantas más desequilibradas en el balance parte aérea-radical. Los índices de Dickson y el Balance de agua en la planta, que incorporan el valor del desarrollo total de la planta en el balance aéreo-radical, señalan a las plantas fertilizadas con OS9D2 como de máxima calidad morfológica.

La Tabla 3 recoge la concentración de macronutrientes en tejido aéreo y radical para los distintos tratamientos de fertilización. Se aprecia un notable incremento de la concentración de nitrógeno con la dosis aportada, como se pone de manifiesto en la Figura 1. Dado que un incremento de la dosis produce no sólo aumento en la concentración sino también de la biomasa (Tabla 2), la dosis máxima aportada en el ensayo no produce aún toxicidad ni consumo de lujo,

tanto en nitrógeno como en el resto de los nutrientes aportados (OLIET, 1995).

2. Supervivencia en plantación

2.1. Análisis de la supervivencia

La Figura 2 presenta la evolución de la supervivencia media de todos los tratamientos. La forma que adopta la curva es el resultado de la interacción de las condiciones climáticas (demanda transpiratoria y disponibilidad de agua en el suelo) con la capacidad de respuesta de la planta (grado de enraizamiento y tolerancia a estrés hídrico). Se aprecian tres fases claramente diferenciadas: hasta primeros de mayo la supervivencia se mantiene casi constante; desde esa fecha hasta finales de agosto o primeros de septiembre la supervivencia desciende bruscamente; a partir de este mes la supervivencia se estabiliza de nuevo.

Un análisis más detallado de la evolución de la supervivencia puede hacerse a partir de la Figura 3, en la que se ha representado la derivada de la curva de supervivencia (velocidad o tasa de mortalidad, en %/día). De esta manera se observa una diferenciación del período mayo-septiembre en varias etapas:

1. Una tasa de mortalidad que crece muy bruscamente hasta finales del mes de

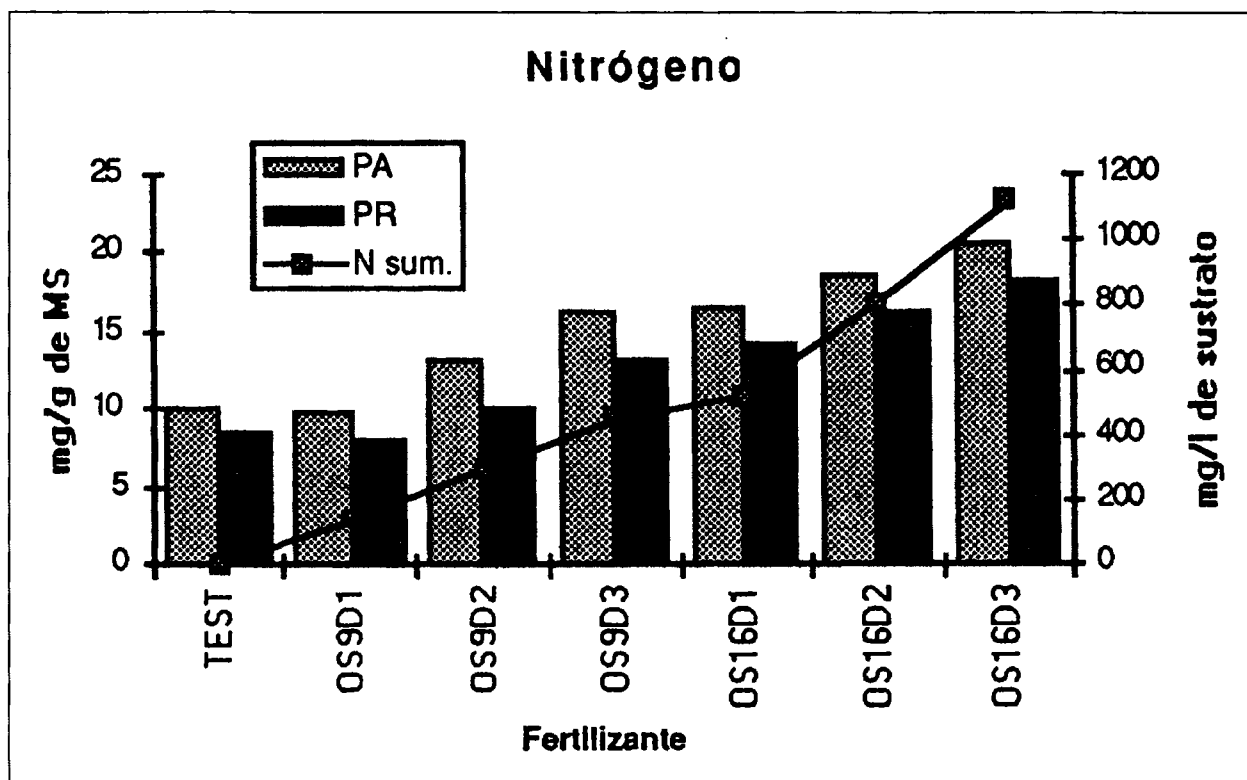


Figura 1. Concentración de nitrógeno en tejidos (ordenadas, izquierda) y nitrógeno aportado por el tratamiento (N sum, mg/l de sustrato)

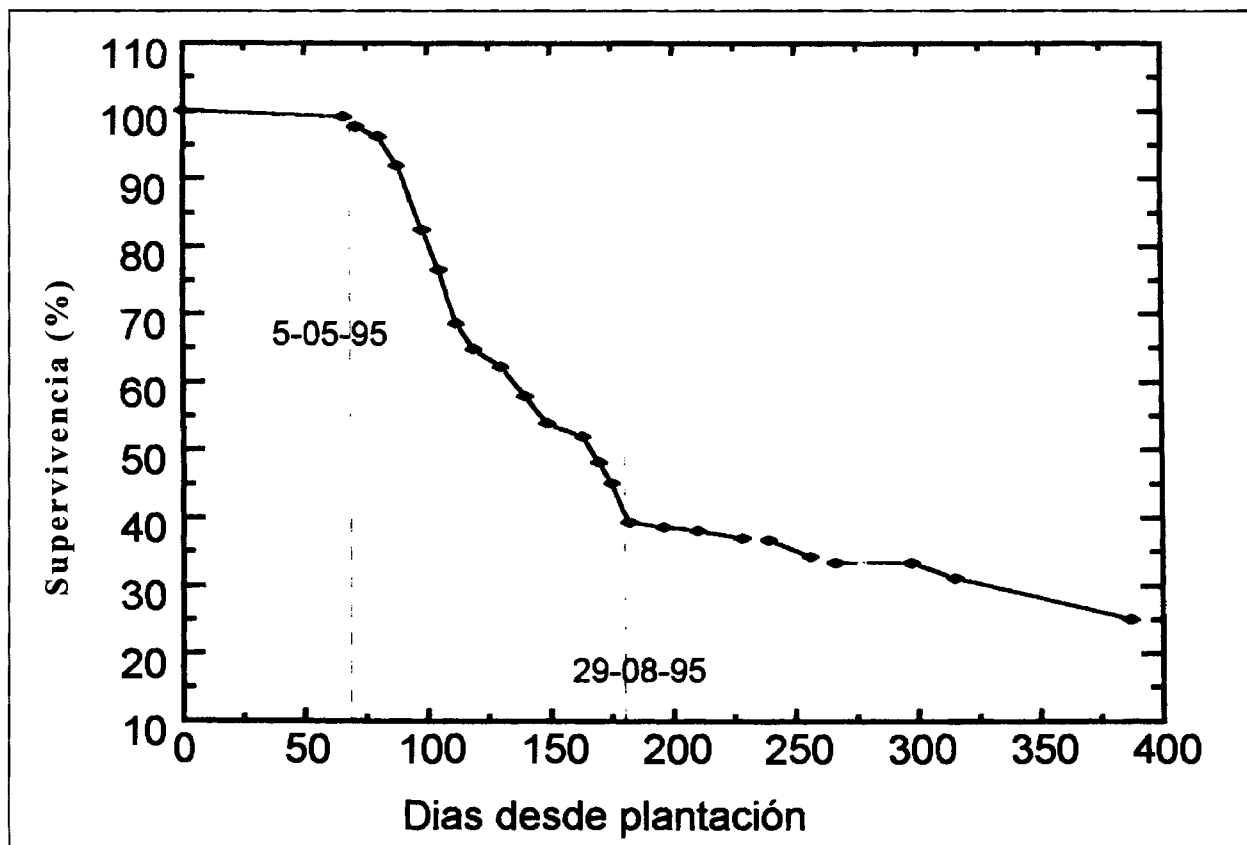


Figura 2. Evolución de la supervivencia media de todos los tratamientos

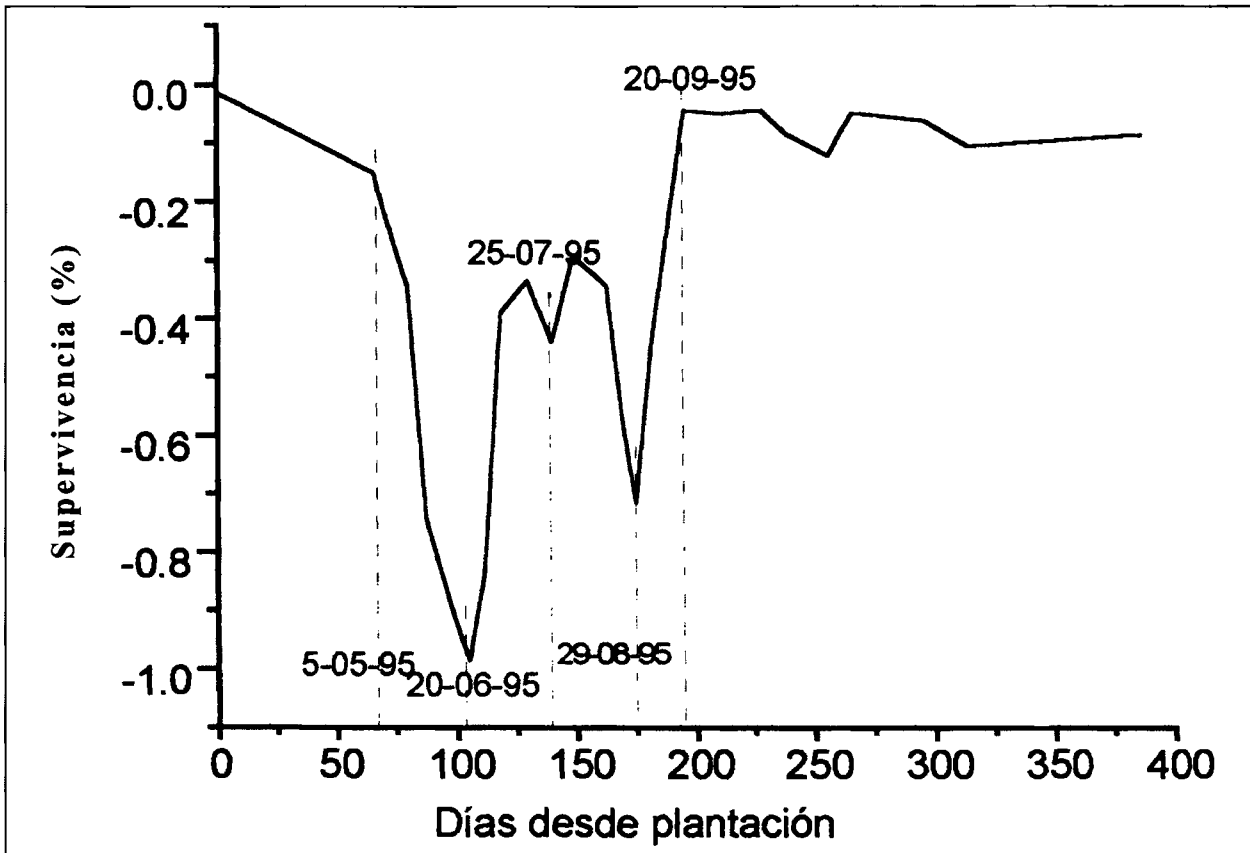


Figura 3. Derivada de la curva media de supervivencia

junio, momento en que esta llega a un máximo de casi 1%/ día. El inicio de las fuertes temperaturas junto con la sequía de los meses de abril, mayo y parte de junio son los responsables del comportamiento de la supervivencia de una plantación cuya extensión radical parece claramente insuficiente para soportar estos rigores.

2. A partir del 20 de junio la tasa de mortalidad desciende (se hace más próxima a 0), en clara respuesta a las precipitaciones del 21 y 26 de dicho mes (Tabla 1). Esta recuperación se mantiene hasta finales de julio, momento en que la tasa de mortalidad vuelve a aumentar para, a finales de agosto, y coincidiendo con un aguacero de 26 mm, volver a iniciar una recuperación.

3. Esta recuperación coloca a la tasa de mortalidad en un valor muy próximo a cero (0 a 0.1 %/día) a partir de finales de septiembre (20-09-95), momento en el que se adivina un comportamiento muy dife-

rente de la mortalidad, cuya tasa parece estabilizarse en el entorno de estos valores. Los rigores estivales, que han ido seleccionando a la planta con mayor capacidad de enraizamiento (de colonización de volúmenes nuevos de suelo) junto con el descenso de la demanda transpiratoria e incluso la disminución de la actividad vegetativa de la planta que la hace más resistente a todo tipo de estrés, podrían ser las causas de la estabilización de la supervivencia. Este sería el momento en que el número de marras de la plantación no variaría ya notablemente si no intervinieran otros factores como la inadecuación de la especie a la estación.

Se han analizado las curvas derivadas de la supervivencia de cada uno de los seis tratamientos de fertilización, comprobándose que las pautas de evolución son muy parecidas en cuanto a las fechas de ocurrencia de los valores máximos y mínimos de las tasas de mortalidad, aunque no en dichos valores

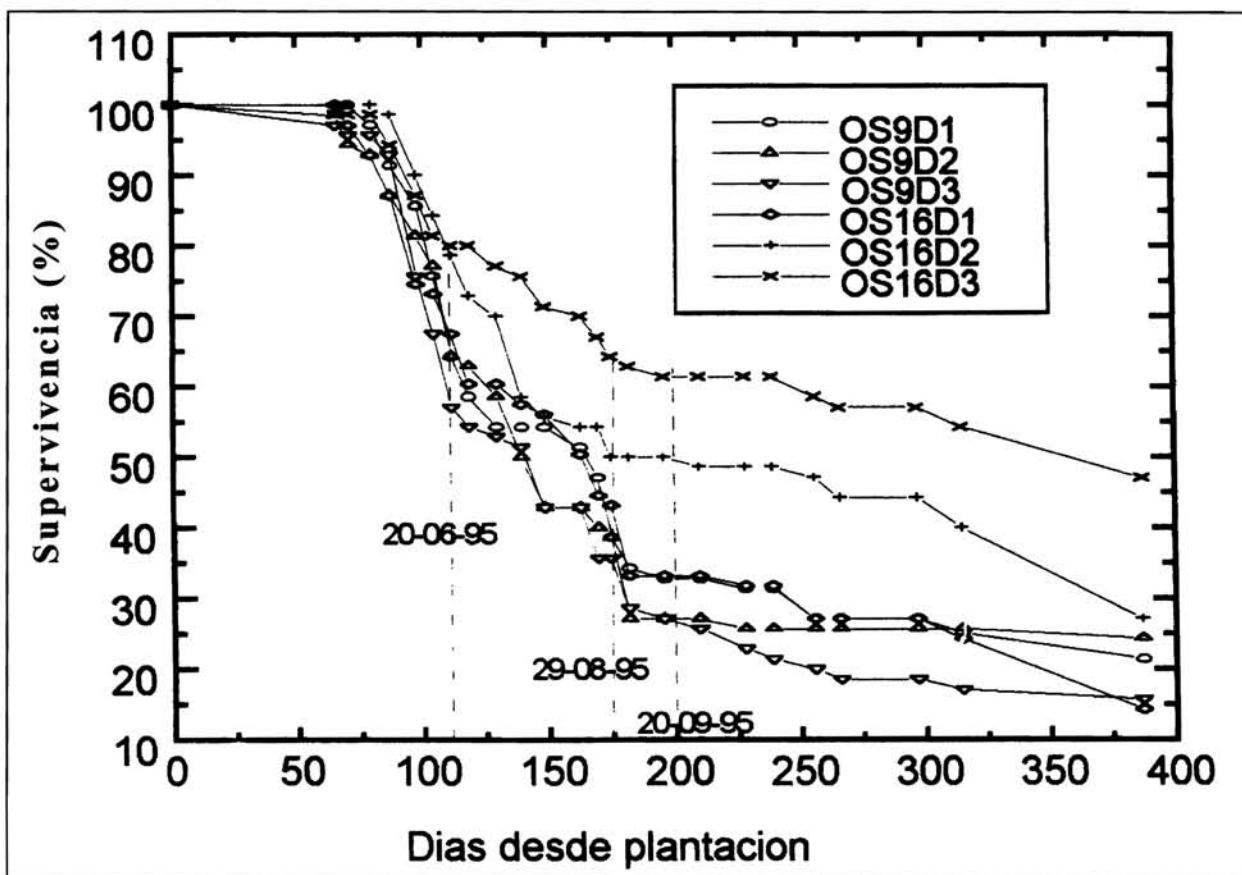


Figura 4. Evolución de la supervivencia de los diferentes tratamientos

absolutos. La Figura 4 recoge gráficamente la evolución de la supervivencia de los seis tratamientos, y en ella puede observarse

cómo todos se comportan prácticamente en bloque hasta finales de junio (cuando se separa OS16D3) y hasta finales de agosto

Tabla 4. Análisis de varianza (arriba) y test de comparaciones múltiples (abajo) para la supervivencia. El análisis se realizó tras una transformación arcoseno. En el test (Scheffé), valores seguidos de distinta letra difieren significativamente ($p < 5\%$).

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F	Grado de significación
FERTILIZACIÓN	0.947	5	0.189	6.691	0.001
BLOQUE	3.823	4	0.956	33.767	0.000
Explicada	4.770	9	0.530	18.725	0.000
Residual	0.566	20	0.028		
Total	5.336	29	0.184		

FERTILIZANTE	OS9D1	OS9D2	OS9D3	OS16D1	OS16D2	OS16D3
Supervivencia (%)	32.8a	27.1a	27.1a	33.2a	50.0ab	61.4b

Tabla 5. Coeficientes de determinación (R2) y grados de significación (p) de los modelos de regresión significativos.

Atributo	L	DCR	PPA	PPA :PPR	N	K
R2	0.89	0.95	0.93	0.75	0.94	0.87
p	0.018	0.005	0.052	0.059	0.010	0.007

(cuando se separa OS16D2), después de producirse sendos aguaceros veraniegos; parece que estos tratamientos muestran mayor sensibilidad a las precipitaciones, lo que no puede explicarse de otra manera más que por la mayor extensión radical adquirida en esas fechas, por su mayor velocidad de enraizamiento, que les permite aprovechar el incremento de la humedad del suelo. Un test de extensión de raíces realizado con la misma especie y tratamientos de fertilización demostró que las plantas fertilizadas con estas dosis de Osmocote 16-8-9 desarrollaron mayor cantidad de biomasa radical que el resto de los tratamientos (OLIET, 1995).

La Tabla 4 recoge el análisis de la varianza y el test de comparaciones múltiples para los resultados de supervivencia el 20 de septiembre de 1995. OS16D3 sobrevivió significativamente mejor que el resto de los tratamientos, a excepción de OS16D2, cuya supervivencia se encuentra estadísticamente entre aquél y los demás.

Parecidos resultados se obtuvieron en otra campaña de cultivo con la misma especie y tratamientos de fertilización (OLIET, 1995).

2.2. Atributos de calidad y supervivencia

Se han realizado los análisis de regresión

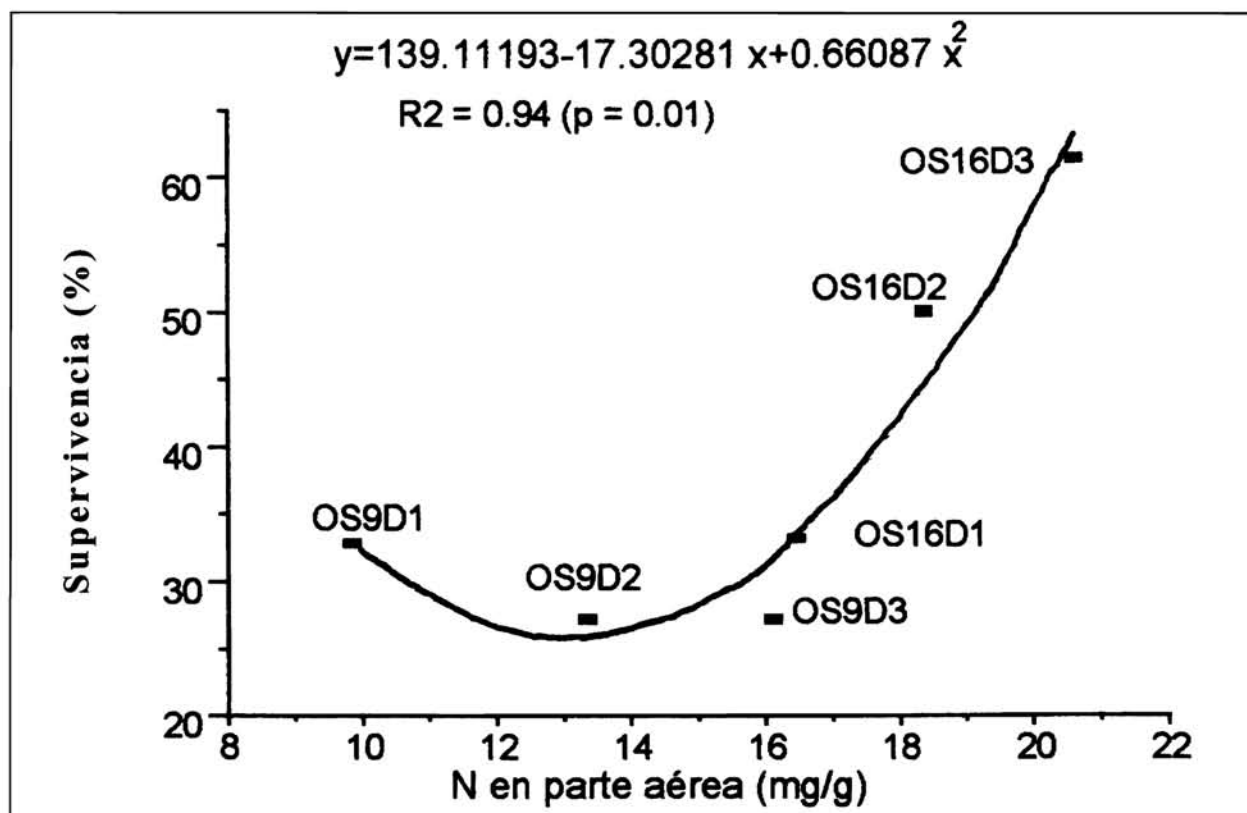


Figura 5. Supervivencia en relación a la concentración de nitrógeno en parte aérea

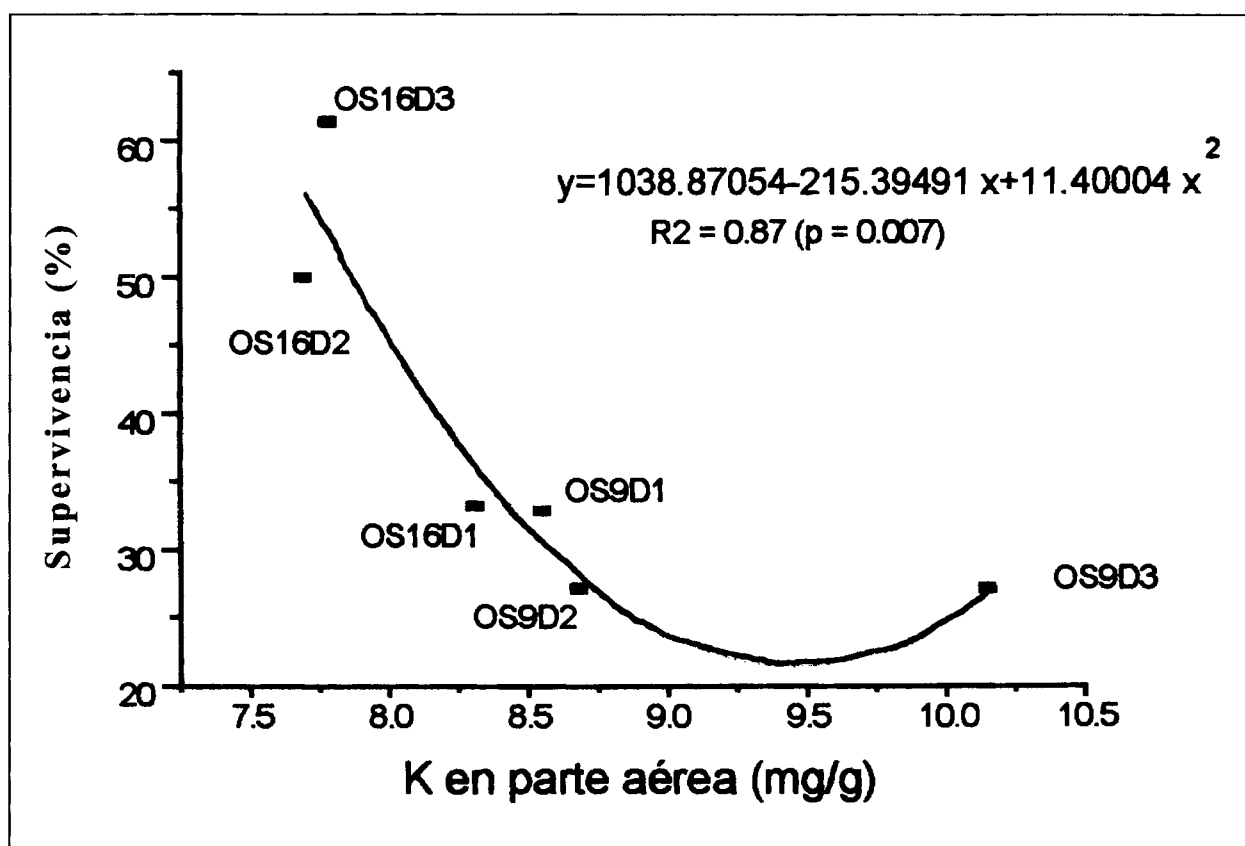


Figura 6. Supervivencia en relación al potasio en parte aérea

entre la supervivencia el 20 de septiembre de 1995 y los atributos de calidad evaluados al final del cultivo, tanto morfológicos (Tabla 2) como fisiológicos (Tabla 3, concentración en parte aérea). Los modelos obtenidos han sido cuadráticos, ya que los lineales no resultaron tan significativos o ni siquiera lo fueron. La Tabla 5 recoge el resumen de algunos parámetros de las regresiones cuadráticas que resultaron significativas.

La concentración de nitrógeno y de potasio en parte aérea manifestaron una relación bastante significativa con la supervivencia, aunque los modelos fueron diferentes: mientras que para el caso del nitrógeno la supervivencia es mayoritariamente creciente para valores crecientes de este elemento (Figura 5), incrementos en la concentración de potasio producen un efecto mayoritariamente decreciente sobre la supervivencia (Figura 6), debido probablemente a que la relación entre fertilización con potasio y concentra-

ción de este elemento en tejidos está claramente afectada por la fertilización nitrogenada, que interactúa con aquella provocando efectos de dilución (CHONG, 1991); esto da lugar a plantas con elevadas concentraciones de nitrógeno y relativamente bajas de potasio para aportes de potasio elevados.

Al estudiar la relación que existe entre supervivencia y morfología aérea se encontró una regresión cuadrática muy similar a la de la concentración de nitrógeno (Figura 7), ya que ambas variables están claramente ligadas por la variable controlada en el experimento: el aporte de nitrógeno con la fertilización. Esta similitud entre ambas variables ha sido encontrada por otros autores (VAN DEN DRIESSCHE, 1987b). En consecuencia no puede establecerse una relación causa-efecto entre la concentración de nitrógeno y la supervivencia postrasplante, pero sí entre el aporte nitrogenado y esta. Sin embargo, la relación entre el aporte fertilizante y la

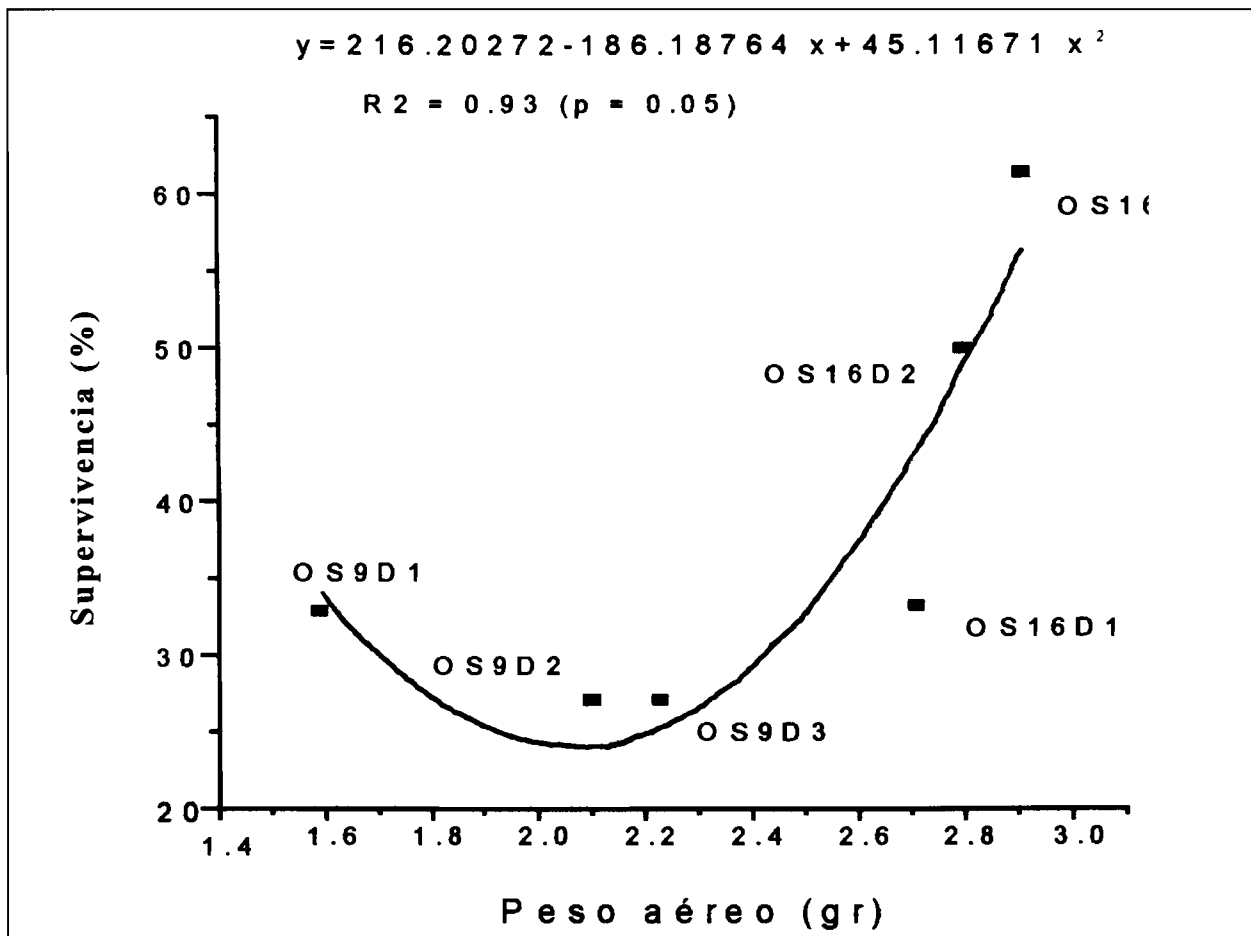


Figura 7. Supervivencia en relación al peso seco aéreo.

biomasa radical es muy poco intensa, debido probablemente al confinamiento de la raíz en el contenedor ; de esta forma, el balance aéreo-radical se hace más desfavorable con el incremento de la concentración de nitrógeno que provoca el aporte creciente de este elemento, por lo que puede atribuirse mayor importancia al efecto del nitrógeno que al de la morfología sobre la supervivencia (VAN DEN DRIESSCHE, 1991 y 1992).

CONCLUSIONES

La fertilización en vivero empleando productos de liberación lenta en el sustrato permite el control del estado nutritivo al final del cultivo.

En los niveles de fertilización ensayados y para los contenidos de nitrógeno estudiados,

el efecto favorable sobre la capacidad de evitar la sequía de las plantas más fertilizadas con este elemento compensa tanto el desequilibrio morfológico derivado del incremento de la dosis de nitrógeno aportada como el posible efecto de la disminución de la capacidad de tolerar la misma. En consecuencia, los atributos de calidad morfológicos tienen escasa o nula capacidad predictiva de la supervivencia si no van ligados a otros atributos fisiológicos como el estado nutritivo.

En concreto, concentraciones en parte aérea del orden de 20 mg/g de materia seca en pino carrasco de vivero dotan a la planta de la máxima capacidad de evitación de la sequía para valores de la relación parte aérea-parte radical en peso seco de 2. Estos valores se obtienen aportando del orden de 7 gr. de Osmocote 16-8-9 por litro de sustrato.

AGRADECIMIENTOS

Al laboratorio de análisis del Área de Conservación del Medio Natural del INIA, a D. Vicente Mouleó Moscardó por su aportación en la interpretación de los resultados y al Centro de Investigación y Desarrollo Hortícola de La Mojonera (Almería) por el apoyo prestado en la producción de la planta.

BIBLIOGRAFÍA

- BURDETT, A.N.; 1987. Understanding root growth capacity: theoretical considerations in assessing planting stock quality by means of root growth test. *Canadian Journal of Forestry Research*. 17:768-775. *Can. J. For. Res.* 25: 18-28.
- CHONG, C.; 1991. Shade tree growth and nutritional status as influenced by fabric container and trickle fertigation. *Journal of Environmental Horticulture*. 9(4): 187-191.
- ETTER, H.M.; 1969. Growth metabolic components and drought survival of lodgepole pine seedlings at three nitrate levels. *Canadian Journal of Plant Science* 49(4):394-402.
- GROSSNICKLE, S., ARNOTT, J., MAJOR, J.E. & TSCHAPLINSKI, T.; 1991. Influence of dormancy induction treatments on Western hemlock seedlings. 1.- Seedling development and stock quality assessment. *Canadian Journal of Forestry Research*. 21: 164-174.
- HAWKINS, B.J., DAVRADOU, M., PIER, D. & SHORTT, R.; 1995. Frost hardiness and winter photosynthesis of *Thuja plicata* and *Pseudotsuga menziesii* seedlings grown at three rates of nitrogen and phosphorus supply. *Can. J. For. Res.* 25: 18-28.
- LANDIS, T.D.; 1989. Mineral nutrients and fertilization. En: LANDIS, T.D., TINUS, R.W., McDONALD, S.E. & BARNETT, J.P. (Eds.): *The container Tree Nursery Manual*, Vol 4. *Agriculture Handbook* 674. Forest Service. U.S. Dep. of Agric. pp 1-70.
- LIÑAN, C.; 1992. *Vademecum de productos fitosanitarios y nutricionales*. Madrid.
- MALIK, V. & TIMMER, V.R.; 1995. Interaction of nutrient-loaded black spruce seedlings with neighbouring vegetation in greenhouse environments. *Can. J. For. Res.* 25: 1017-1023.
- OLIET PALA, J.; 1995. *Influencia de la fertilización en vivero sobre la calidad de la planta y la supervivencia en campo de varias especies forestales*. Tesis Doctoral. Universidad de Córdoba. ETSIAM.
- STEEL, R. & TORRIE, J.H.; 1989. *Bioestadística: principios y procedimientos*. (Segunda edición). Mc Graw Hill eds. Mexico. 622 pp.
- THOMPSON, B.; 1985. *Seedling morphological evaluation. What can you tell by looking*. En: *Evaluating seedling quality: principles, procedures and predictive abilities of major test*. M.L. Duryea eds. Forest Research Laboratory. Oregon State University. pp 59-69.
- THOMPSON, B. & PUTTONEN, P.; 1992. Patterns of gas exchange, photosynthate allocation and root growth during a root growth capacity test. *Canadian Journal of Forestry Research*. 22(2): 248-254.
- VAN DEN DRIESSCHE, R.; 1987a. Importance of current photosynthate to new root growth in planted conifer seedlings. *Canadian Journal of Forestry Research*. 17:776-782
- VAN DEN DRIESSCHE, R.; 1987b. Nursery growth of conifer seedlings using fertilizers of different solubilities and application time, and their forest growth. *Canadian Journal of Forestry Research*. 18:172-180.
- VAN DEN DRIESSCHE, R.; 1991. *Effects of nutrients on stock performance in the forest*. En: VAN DEN DRIESSCHE, R.(Ed): *Mineral nutrition in conifer seedlings*. CRC Press. pp 229-260.
- VAN DEN DRIESSCHE, R.; 1992. Changes in drought resistance and root growth capacity of container seedlings in response to nursery drought, nitrogen and potassium treatments. *Can. Journal of Forestry Research*. 22(5): 740-749.