

Influencia del tamaño de la semilla y diferentes dosis de fertilización sobre el crecimiento y supervivencia en campo de cuatro especies forestales

Luis Ocaña Bueno, Susana Dominguez Lerena, Inmaculada Carrasco Manzano, Juan L. Peñuelas Rubira, Nieves Herrero Sierra

Centro Nacional de Mejora Forestal "El Serranillo", Ministerio de Medio Ambiente, Apdo. 249, 19080 Guadalajara. España. serranillo@dgcmmma.es

Resumen

Se han aplicado diferentes dosis de fertilizante a lo largo de un cultivo de *Quercus ilex*, *Pinus pinea*, *P. pinaster* y *P. sylvestris* cada una de las especies representativa de un tamaño de semilla diferente. Las mediciones de partes aéreas y radicales de las plantas en vivero y los resultados de las parcelas de campo han mostrado diferencias muy significativas entre planta fertilizada y planta sin fertilizar. Las especies de menor tamaño de semilla han mostrado más necesidad de fertilización que las especies con semillas mayores.

P. C.: fertilización, tamaño de semilla, *Quercus ilex*, *Pinus pinea*, *Pinus pinaster*, *Pinus sylvestris*

Summary

The effect of different fertilization doses on the growth in nursery and the field performance were assessed in *Quercus ilex*, *Pinus pinea*, *P. pinaster* and *P. sylvestris*, which differ in their seed size. Growth in nursery and results in the field showed marked differences between fertilized and unfertilized treatments. Smaller seed species are more dependent on fertilization than larger seed species.

K. W.: fertilization, seed size, *Quercus ilex*, *Pinus pinea*, *Pinus pinaster*, *Pinus sylvestris*

Introducción

El aporte de nutrientes en vivero es quizá, junto con el manejo del riego, una de las prácticas culturales de mayor importancia en la producción de planta, especialmente en contenedor (LANDIS, 1989). La fertilización es el principal responsable del estado nutritivo final de la planta (LANDIS, 1985), y un atributo fisiológico de calidad relacionado con el vigor y la resistencia postrasplante (OLIET, 1995).

Desde los años 50, la importancia del estado nutritivo en la caracterización de la calidad ha ido ganando interés, sobre todo en Estados Unidos. (WAKELEY, 1954). En cambio, en España, hasta tiempos bien recientes se ha sostenido de manera bastante generalizada que la fertilización no era conveniente para las plantas salvo en casos de carencias manifiestas, y aún hoy se discute frecuentemente la conveniencia de aplicar la fertilización a las plantas forestales con el criterio de conseguir un crecimiento vigoroso y equilibrado de las plantas. Sin embargo, se ha demostrado que la nutrición afecta de manera determinante a la resistencia de las plantas al estrés y las

enfermedades, así como a los procesos fisiológicos (KRAUSE, 1991), e indirectamente a los morfológicos, los cuales determinan el estado de las plantas antes de que éstas sean llevadas a la plantación. (SUTTON, 1979; ROOK, 1991)

Entre los dos principales géneros utilizados en reforestación en España, *Pinus* y *Quercus*, se han observado además diferencias notables respecto a la respuesta de éstos a la aplicación de fertilizantes: las especies del género *Quercus* tienen, por lo general, un comportamiento más "independiente" de la fertilización aplicada en el cultivo, quizá motivado por su mayor tamaño de semilla. En este sentido se han realizado estudios, en los que se ha comprobado la relación entre el tamaño de la semilla y desarrollo de planta del género *Quercus* (MONTROYA, 1982; DOMINGUEZ, 1995).

En este trabajo se han tratado de comprobar los efectos de la aplicación de dosis creciente de fertilización sobre los resultados de las plantas, tanto en cuanto a su crecimiento en el vivero como en cuanto a la supervivencia y desarrollo en el primer año en campo y su relación con el tamaño de la semilla.

Materialy metodos

Vivero

Para el ensayo se eligieron cuatro especies: *Quercus ilex rotundifolia*, *Pinus pinea*, *P. pinaster* y *P. sylvestris*, representativas de distintos tamaños de semillas.

Previamente, una muestra de semillas de cada especie fue pelada, secada y pesada con el fin de realizar comparaciones con los pesos secos de las plantas al final del cultivo y calcular así un "índice de transformación" medido por la relación Peso Medio de la Semilla Pelada Seca/ Peso Medio Seco Total de la Planta en función de la especie y el tratamiento de fertilización aplicado. Con el objetivo de relacionar los gramos de peso seco de semilla que son transformados en gramos de peso seco de planta.

Se realizaron cuatro tratamientos de fertilización, durante 30 semanas desde marzo hasta octubre, aplicándose las siguientes dosis de fertilizante:

- T1: Testigo, sin fertilizar.
- T2: 4 cc de solución fertilizante por bandeja y semana.
- T3: 8 cc de solución fertilizante por bandeja y semana.
- T4: 12 cc de solución fertilizante por bandeja y semana.

La solución fue la habitualmente utilizada en el Centro distinguiéndose cada una de las fases de germinación (7-40-17), crecimiento (20-7-19) y endurecimiento (4-25-35). La cantidad total de fertilizante por planta y especie se muestra en la tabla 1.

A la planta testigo de *P. sylvestris* se le tuvo que administrar tres dosis de 4 cc. durante 6 semanas, por la debilidad y mal aspecto que presentaba al final del cultivo. En total se le administró 3,39 mg de N/planta, 0,51 mg de P/planta y 2,67 mg de K/planta.

Se utilizaron 3 bandejas de FP300 por tratamiento, siendo el total de plantas/tratamiento de 159. El sustrato fue una mezcla compuesta de 80% turba y 20% vermiculita.

Al final del cultivo se midieron la altura y el diámetro de las partes aéreas y el peso seco de las partes aéreas y radicales de las plantas.

Campo

Las plantas obtenidas en el vivero fueron puestas en dos localizaciones: Préjano (La Rioja), en la que se implantaron *Quercus ilex rotundifolia*, *Pinus pinea* y *P. sylvestris* (en tres zonas diferentes), y Los Navalucillos (Toledo), donde se implantó *P. pinaster*

Las tres zonas de la primera parcela se encuentra a una altitud que oscila entre 900 y 1200 m. Con una precipitación y temperatura medias de 545 mm. y 12° C respectivamente. La preparación del suelo consistió en un subsolado lineal.

La parcela de Los Navalucillos se encuentra a una altitud de 950 m. con una precipitación media de 624 mm. y una temperatura media de 12,9 °C. La preparación del suelo consistió en un subsolado lineal.

El dispositivo estadístico fue completamente aleatorizado, con 4 repeticiones de 15 plantas para las tres parcelas de *Pinus* y de 12 plantas/repetición para la de *Quercus*. La parcela de Los Navalucillos se instaló en febrero de 1.995, y además de los tratamientos de este ensayo se colocó otro testigo a raíz desnuda del que se empleó en el resto de la repoblación del monte. La parcela de Préjano se instaló en marzo del mismo año.

Resultados

Vivero

Q. ilex rotundifolia no presentan diferencias significativas de altura y diámetro entre tratamientos fertilizados, aunque sí se dan entre tratamientos fertilizados y sin fertilizar. Existen diferencias significativas de los pesos secos entre los tratamientos fertilizados, que son más claras en los pesos secos radicales, y entre los tratamientos fertilizados y testigo. La relación parte aérea/parte radical del tratamiento más fertilizado es significativamente menor a todos los demás tratamientos.

P. pinea presenta resultados de altura significativamente superiores a medida que aumenta la dosis de fertilización. En diámetro no se dan diferencias entre tratamientos fertilizados. Los pesos secos de las dosis mayores fueron significativamente superiores, mientras que no se dieron diferencias, en la relación parte aérea/parte radical, entre tratamientos fertilizados.

En *P. sylvestris* tan solo se dan diferencias significativas entre tratamientos fertilizados y testigo no existiendo diferencias entre las distintas dosis.

P. pinaster presenta mejores resultados de la parte aérea con la dosis de 8 cc. En los pesos secos radicales se dan resultados significativamente mayores en las dos dosis más altas.

El índice de transformación da valores siempre crecientes conforme aumenta la dosis de fertilización, salvo para *P. pinaster*, que deja de crecer a partir de la dosis de 8 cc por bandeja y semana y *P. sylvestris*, que deja de hacerlo a partir de la dosis de 4 cc por bandeja y semana.

Los valores de este índice tienen un crecimiento muy elevado entre las diferentes especies conforme descende el tamaño de la semilla, tendiendo dentro de la misma especie a que haya una diferencia mucho mayor entre los testigos y cualquiera de los tratamientos fertilizados que entre estos últimos.

La planta testigo de *P. sylvestris* presentó desarrollos escasos tanto de parte aérea como de radical, dificultando la extracción del cepellón y la posterior plantación en campo.

Campo

En el momento de la plantación se observaron problemas de extracción y falta de solidez de los cepellones de la planta testigo, sobre todo en la especie *P. sylvestris*.

En todos los casos hay diferencias significativas entre los tratamientos fertilizados y no fertilizados, tanto en altura como en diámetro, salvo en *Q. ilex rotundifolia*, especie en la que no hay diferencias significativas entre el testigo y el tratamiento fertilizado con 8 cc por bandeja y semana para la variable diámetro. En los pinos tiende a darse un agrupamiento entre las variables fertilizadas, bien en uno o dos grupos con significación estadística, y las variables no fertilizadas, que siempre quedan en último lugar, tanto en altura como en diámetro.

Con respecto a la supervivencia, se observa que las especies *Q. ilex* y *P. pinea*, presentan resultados muy semejantes en todos los tratamientos, tanto testigos como fertilizados. Mientras que *P. pinaster* y *P. sylvestris* obtienen resultados peores de supervivencia en los testigos.

Discusión

Existe una correlación entre los resultados de vivero y los resultados de campo. Tanto en vivero como en campo, las diferencias de desarrollo entre plantas fertilizadas y no fertilizadas son notables y muy significativas en todas las especies. A pesar de que los resultados de campo no muestran una relación clara entre desarrollo en vivero y supervivencia de la planta, se observa una tendencia en esa dirección en las especies *P. pinaster* y *P. sylvestris*, que deberá ser confirmada con los controles siguientes de campo.

Para cada una de las especies se puede plantear una dosis óptima que será función de los resultados morfológicos de la planta y de sus resultados posteriores en campo. En este sentido, los resultados morfológicos de *P. pinaster* indican que la dosis mayor no produce incrementos notables, en altura y diámetro, frente a la dosis anterior, por lo que puede existir un efecto de “saturación” de la planta que se traduce en un estancamiento de su crecimiento.

Las especies con menor tamaño de semilla muestran mayor necesidad de fertilización que las especies con tamaños mayores de semilla. El aporte de la semilla sobre la planta, medido por el índice de transformación, fue siempre superior en las especies con semillas mayores.

En general, hay una mayor variabilidad de los datos respecto a la media en los tratamientos fertilizados que en los no fertilizados. Esto puede ser debido a distorsiones en la aplicación de la fertilización, o a una manifestación más acusada de la variabilidad intraespecífica de las diferentes especies en estos tratamientos.

Conclusiones

La fertilización se muestra como una práctica de cultivo de gran influencia tanto en el desarrollo de la planta en el vivero como en su supervivencia en campo.

La fertilización en especies de crecimiento lento en vivero y semilla pequeña, como *P.sylvestris* es muy importante y necesaria, para conseguir un buen manejo tanto en vivero como en campo y una planta con un mínimo de garantía de calidad. No obstante, debe tenerse en cuenta que al presentar un crecimiento más limitado pueden provocarse excesos de salinidad a consecuencia de dosis no consumidas de fertilizantes. En especies con semilla más grande y crecimiento más rápido, también se hace patente la mejora de la planta con la fertilización sin embargo, en estas especies se deberán ajustarse las dosis de fertilizante.

Agradecimientos

Queremos agradecer la colaboración prestada por las Consejerías de Medio Ambiente del Gobierno de la Rioja y de la Junta de Castilla La Mancha-Toledo y por Tragsa (Toledo).

Bibliografía

- ARGILLIER, C. y RAYMOND, V. *Fertilisation des pins laricio (Pinus nigra ssp. laricio) en culture en conteneur*. Cemagref. Aix en Provence. Francia.
- DOMINGUEZ, S.; CARRASCO, I; HERRERO, N. y NICOLAS, J.L; (1995). *El tamaño de la bellota influye en los resultados de encinas y quejigos*. Quercus nº117. Noviembre.
- LANDIS, T.D. (1.985). *Mineral nutrition as an index of seedling quality*. In: Duryea, M. (Ed.): *Evaluating seedling quality: principles, procedures and predictive abilities of major tests*. Forest Research Lab. Oregon State University. pp 29-48.
- LANDIS, T.D. (1.989). *Mineral nutrients and fertilization*. In: 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.
- MONTOYA, J.L (1982). *Efectos de la profundidad de la siembra y del tamaño de la bellota en el repoblado de Q.suber*. Anales INIA. Serie Forestal nº6.
- OLIET, J. (1.995). *Influencia de la fertilización en vivero sobre la calidad de la planta y la supervivencia en campo de varias especies forestales*. Tesis doctoral (inéd.). Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y de Montes. Universidad de Córdoba. Córdoba.
- ROOK, D.A. (1.991). *Seedling development and physiology in relation to mineral nutrition*. In: van den Driessche, R. (Ed.): *Mineral nutrition in conifer seedlings*. CRC Press. pp 86-112.
- SUTTON, R. (1.979). *Planting stock quality and grading*. Forest Ecology and Management. 2:123-132.

Especies	Dosis								
	4 cc.			8 cc.			12 cc.		
	N	P	K	N	P	K	N	P	K
<i>P.sylvestris</i>	28,7	8,1	27,2	57,5	16,3	54,5	86,2	42	81,8
<i>P.pinea</i>	10,7	11,2	27,8	21,5	22,4	55,6	32,2	33,6	83,4
<i>P.pinaster</i>	10,7	11,2	27,8	21,5	22,4	55,6	32,2	33,6	83,4
<i>Q.ilex</i>	17,3	9,1	26,8	34,7	18,2	53,7	52,1	27,3	80,5

Tabla 1.- Dosis total (mg/planta) de fertilizante aplicado por especie en el ensayo.

	Datos vivero(12/94)					Campo-1 ^a Medición(1/96)		
	H	D	PSA	PSR	PSA/PSR	H	D	% S
SF	17,5c	2,00c	1,16d	0,82c	1,45d	10.8c	2.88c	71
4CM3	40,6b	3,12b	2,74c	1,26b	2,20c	23.9b	4.61b	96
8CM3	52,6a	4,06a	4,95a	1,43a	2,97b	24.9b	4.25b	100
12CM3	51,1a	3,81a	4,21b	1,45a	3,44a	33.9a	5.58a	98

SF: sin fertilizar; **H**: altura en cm.; **D**: diámetro en mm.; **PSA**: peso seco de la parte aérea (gr); **PSR**: peso seco de la parte radical (gr);

Tabla 2.- Resultados *P. pinaster*.

	Datos vivero(12/94)					Campo-1 ^a Medición(1/96)		
	H	D	PSA	PSR	PSA/PSR	H	D	% S
SF	9,1b	2,3b	0,74c	1,33c	0,59ab	12,8b	3,47c	92
4CM3	13,0b	3,2a	1,34b	2,15b	0,66a	15,3a	4,16a	81
8CM3	14,8a	3,2a	1,51ab	2,47b	0,64ab	15,0a	3,72bc	75
12CM3	15,3a	3,5a	1,63a	2,93a	0,55b	16,1a	3,97ab	87

Tabla 3.- Resultados *Q. ilex*.

	Datos vivero(12/94)					Campo-1ª Medición(1/96)		
	H	D	PSA	PSR	PSA/PSR	H	D	% S
SF	24,7d	2,9b	2,37c	1,40b	1,74b	20,3c	4,38b	90
4CM3	31,7c	3,4a	3,10b	1,49b	2,13a	25,7b	5,30a	92
8CM3	34,9b	3,5a	3,22b	1,52b	2,20a	27,6a	5,31a	95
12CM3	36,7a	3,7a	3,96a	1,71a	2,35a	27,9a	5,38a	90

Tabla 4.- Resultados *P. pinea*.

	Datos vivero(12/94)					Campo-1ª Medición(1/96)		
	H	D	PSA	PSR	PSA/PSR	H	D	% S
SF	4,8b	1,27b	0,31b	0,52b	0,63c	5,27b	3,76b	67
4CM3	14,2a	3,04a	1,60a	1,46a	1,23b	15,4a	5,25a	75
8CM3	13,1a	3,00a	1,64a	1,19a	1,71a	15,6a	5,24a	87
12CM3	12,8a	2,76a	1,58a	1,25a	1,36b	17,0a	5,55a	90

Tabla 5.- resultados *P. sylvestris*

	PSS	PSS/PST			
		SF	4cm3	8cm3	12cm3
<i>Q.ilex</i>	1,9673	0,95	0,56	0,49	0,43
<i>P.pinea</i>	0,1427	0,037	0,030	0,029	0,025
<i>P.pinaster</i>	0,0252	0,012	0,0062	0,0039	0,0044
<i>P.sylvestris</i>	0,0087	0,0096	0,0026	0,0028	0,0028

PSS: peso seco de la semilla pelada; PST: peso seco total de la planta

Tabla 6.- Factores de conversión o índice de transformación