

CALIDAD DE LOTES COMERCIALES DE ENCINA (*QUERCUS ILEX* L. SUBSP. *BALLOTA* (DESF.) SAMP.). EVALUACIÓN DE SU RESPUESTA EN CAMPO

Stoktypes quality of wild olive (*Quercus ilex* L. subsp. *ballota* (Desf.) Samp.) seedlings from diferente nurseries. Evaluation of field performance

A. D. del Campo García¹ y R. M^a Navarro Cerrillo²

¹ Dep. Ing. Hidráulica y Medio Ambiente. EPSG. UPV. Ctra. Nazaret-Oliva s/n. 46730- GRAO DE GANDIA (Valencia-España). Correo electrónico: ancamga@dihma.upv.es

² Dep. Ingeniería Forestal. ETSIAM. Universidad de Córdoba. Avda. Menéndez Pidal s/n. 14080-CÓRDOBA (España). Correo electrónico: irInacer@uco.es

Resumen

En este trabajo se presentan los resultados de un ensayo de respuesta en campo de 10 lotes comerciales de encina en función de sus atributos de calidad final. La supervivencia inicial ha estado influenciada por el régimen de cultivo en el año de condiciones climáticas más adversas, donde los lotes con menor duración del ciclo de cultivo (menores dimensiones morfológicas), mayor concentración en K y mayor elasticidad en las paredes celulares (mayor DSHpt) han sobrevivido en mayor medida. Cuando la meteorología fue más benigna (2º año del ensayo), las características o atributos de calidad adquiridos en vivero quedaron enmascarados por otros factores. Por el contrario, la respuesta en crecimiento se ha mostrado más dependiente del régimen de cultivo en la campaña menos seca.

Palabras clave: *Calidad de planta, Lotes comerciales, Supervivencia, Crecimiento*

Summary

This paper presents the results from a field establishment trial of ten commercial stocktypes of Holm oak as a function of their seedling quality. Performance on survival before the summer has been influenced by the growing regime at the nursery in the driest year; here, the stocktypes with a shorter growing regime length (and, in consequence, lower morphological dimensions), higher potassium concentration and higher cell wall elasticity survived at a superior rate. When the weather was wetter, survival was less dependent on seedling quality and response on this variable was masked by other factors. However, seedling performance on growth variables was much more dependent on seedling quality that year.

Key words: *Stock quality, Commercial stock, Survival, Growth*

INTRODUCCIÓN

En los últimos años se ha avanzado en el estudio de la influencia de las prácticas de cultivo, en particular de la fertilización, sobre la calidad final y la respuesta en campo de encina (NAVARRO et al., 1999; MARTÍNEZ et al., 2001; VILLAR et al., 2001). Estos trabajos obtienen distintas respuestas según morfología y fertilización, lo que evidencia la complejidad del problema por correlaciones múltiples entre atributos que, junto a otros factores que afectan al establecimiento, hacen que las indicaciones sobre estándares de calidad sean difíciles de definir. Las condiciones de producción en vivero requieren una mayor atención a la globalidad del proceso de cultivo como aspecto integrador de las distintas variables involucradas (NAVARRO et al., 1999). Así, las diferencias entre planta producida en diferentes viveros pueden ser considerables, incluso para regímenes de cultivo parecidos (DEL CAMPO, 2002). Las razones de esta variabilidad son múltiples, siendo imposible separar las condiciones particulares de cada vivero de su régimen de cultivo (LANDIS et al., 1994). Es difícil definir programas básicos de cultivo para cada especie, de modo que es más recomendable que cada viverista ajuste sus técnicas de cultivo a las que proporcionan la planta de mejor calidad. El reajuste entre calidad y cultivo puede realizarse mediante ensayos de plantación

que permitan evaluar las prácticas de cultivo de cada vivero como un todo, de modo que si la respuesta es inadecuada se investigarán las causas y se modificará el cultivo para obtener la planta que mejor se ajuste a un determinado estándar de calidad (BURDETT, 1990). El objetivo de este trabajo es estudiar la respuesta en campo de distintos lotes comerciales de encina (*Quercus ilex* L. subsp. *ballota* (Desf.) Samp.) y su relación con la calidad final en vivero.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se seleccionaron, durante dos campañas (97-98 y 98-99), 10 lotes de encina que formaban parte de las producciones corrientes de 5 viveros comerciales (Tabla 1) (DEL CAMPO, 2002). En cada lote se evaluaron los atributos de calidad más frecuentes (Tabla 2). Las mediciones se realizaron al final del cultivo, entre las semanas 45 y 51 de cultivo (Tabla 3).

El estudio de la respuesta en campo de estos lotes se ha realizado mediante el establecimiento de una parcela de contraste por campaña de seguimiento. Las parcelas se ubicaron en los terrenos de experimentación del CIFA "Alameda del Obispo" (T.M. Córdoba). Se trata de antiguas terrazas fluviales (pte. <1%) con buen drenaje y suelos del orden Inceptisol, suborden ochrepts,

Campaña	VIVERO	LOTE (Código)	Ubicación	ENVASE GE/C/E (l)	RIEGO (media semana, l/m ²) GE/C/E	SUSTRATO Composición (%) ²⁾	FERTILIZACIÓN															
							TIPO ³⁾	N (mg/l ó mg/planta) (4)				P (mg/l ó mg/pl)				K (mg/l ó mg/planta)						
								Riego	GE	C	E	GE	C	E	Riego	GE	C	E				
98	CU	Qh(CU98)	U/U/U	300/19/283	3/8/10	TR (100)	-	11	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-		
	GR	Qh(GR98)	U/U/U	308/17,4/378	4,5/12,4,5	TR/N F(85)-V(8)-P(7)	FT	42**	10	80	34	26	12	93	3	21	63	246	-	-		
	GR	Qh-f:250(GR98)	U/U/U	250/14/378	4,5/12,4,5	TR/N F(50)-FC(50)	FT	42**	10	80	34	26	12	93	3	21	63	246	-	-		
	GR	Qh-250(GR98)	U/U/U	250/14/378	4,5/12,4,5	TR/N F(85)-V(8)-P(7)	FT	42**	10	80	34	26	12	93	3	21	63	246	-	-		
	HU	Qh(HU98)	U/U/U	300/19/341	sd	TR F (100)	FT	2	-	65-100	150-225	-	87-130	20-33	5	-	54-81	250-375	-	-		
	MA	Qh(MA98)	U/E/E	300/19/341	3/7/04	TR F(85)-A(15)	COB	59	-	31	-	-	13	-	2	-	25	-	-	-		
SE	Qh(SE98)	E/E/E	300/19/387	6/11/10	TR/N(85)-V(15)	FLC	14	51	27	11	24	-	-	-	-	-	-	-	-			
99	CU	Qh(CU99)	U/U/U	300/19/283	3/8/10	TR (100)	-	11	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-		
	GR	Qh(GR99)	U/U/U	308/17,4/378	4,5/12,4,5	TR/N(85)-V(8)-P(7)	FT	42**	10	80	34	26	12	93	3	21	63	246	-	-		
	SE	Qh(SE99)	E/E/E	300/19/387	6/11/10	TR/N(85)-V(15)	FLC	14	51	27	11	24	-	-	-	-	-	-	-	-		

Tabla 1. Lotes estudiados por campaña y vivero. Principales variables de cultivo en vivero (GE: germinación/establecimiento; C: crecimiento; E: endurecimiento). (1) U: Umbráculo; E: Exterior; I: Invernadero; (2) TR/N: Turba Rubia/Negra; P: Perlita; V: Vermiculita; L: Litonita; A: Arena; SV: Tierra vegetal; FC: fibra de coco; F: Fertilizada (en turbas); C: CO₃Ca; (3) FT: Ferrirrigación; FLC: Fertilizante de liberación lenta controlada; COB: abono sólido en cobertera; (4) En viveros con ferrirrigación la unidad es mg/l, mientras que en aplicaciones de producto sólido (SE y MA) es mg/planta

ATRIBUTOS MATERIALES	Unids.	Abreviac.	N	Material/Método
<i>Atributos morfológicos</i>				
<i>Parámetros</i>				
Altura; Diámetro al cuello de la raíz	cm; mm	H; DCR	200	Regla graduada (0,1 cm); Calibre digital (0,01 mm)
Pesos secos (foliar, aéreo, radical)	g	PS (F,A,R)	25	65°C; Balanza Mettler Toledo 0,001 g
Morfología radical:				
Diámetro y peso seco de la raíz principal	mm; g	DRPAL; PSRPAL	25	Calibre digital (0,01 mm); 65°C; Balanza M. T. 0,001 g
Longitud total del sistema radical	cm	L.T.	7	
Área superficial total; Volumen total	cm ² ; cm ³	S.T.; V.T.	7	
Diámetro medio de la raíz	mm	D.M.	7	Análisis imágenes (Win-Rhizo®)
Número de puntas y de bifurcaciones	n°	N° P; N° B.	7	
Fibrosidad: % L.T. ≤ 1 mm de diám.	%	% L < 1mm	7	
<i>Índices</i>				
Esbeltez (H/DCR)	cm/mm	H/DCR	200	
Cociente parte aérea-p. radical	mg g ⁻¹	PA/PR	25	
Índice calidad DICKSON	-	QI	25	THOMPSON (1985)
<i>Atributos fisiológicos</i>				
Estado nutritivo en hoja (N, P, K, Ca, Mg)	mg g ⁻¹	N, P, K, Ca, Mg	25(1)	Digestión Kjeldahl (N); Espectrofotom. Fosfomolibdovanato (P); Espectroscopía absorción atómica (K, Ca, Mg)
<i>Parámetros hídricos</i>				
Potencial hídrico al alba	-MPa	PH	5	Curvas P-V. Cámara de Presión. Método libre transpiración
Déficit saturac. hídrico en pérdida turgencia	%	DSH PT	5	o de Ritcher (PALLARDY et al., 1991). Ver DEL CAMPO, 2002 para mayor detalle.
Pot. osmótico en saturación y en pérdida turgencia	-MPa	ψ _{π0} ; ψ _{πPT}	5	
Módulo de elasticidad de paredes celulares	-MPa	E _{MX}		
Clorofila	SPAD	SPAD	5 - 8	Analizador MINOLTA SPAD-502
<i>ATRIBUTOS DE DESARROLLO</i>				
Potencial Regeneración Radical:				
N° raíces nuevas ≥ 10 mm	n°	PRR-L > 10	8 - 18 ⁽²⁾	Ensayo específico 28 días (Ver DEL CAMPO, 2002).
Potencial Reg. Radical: Peso seco raíces nuevas	n°	PRR-PS	8 - 18 ⁽²⁾	

Tabla 2. Atributos de calidad considerados para la determinación de la calidad de planta en los distintos lotes. (1) Muestra compuesta. (2) Muestra variable según campaña

grupo xerochrepts, subgrupo fluventic. El clima de la finca se engloba en el subtipo fitoclimático IV2. Se han recogido datos meteorológicos diariamente en la finca durante todo el ensayo (dic-98 a nov-00) (datos no incluidos).

Las parcelas fueron plantadas en diciembre 1998 y 1999, estando separadas entre sí por unos 50 metros de distancia. El procedimiento de preparación del terreno consistió en un laboreo profundo con arado y gradeo, plantando manualmente con azada en un hoyo de unos 25 cm de profundidad. Cada parcela se dispuso según un diseño de bloques completos al azar, con cuatro bloques en cada uno de los cuales estaban representados todos los lotes a contrastar. El tamaño de muestra empleado fue de 20 plantas por lote contrastado (cinco en cada unidad experimental).

Tras la plantación, se realizaron sucesivos controles de altura, diámetro y supervivencia. La caracterización de la *respuesta en crecimiento* se realizó computando las tasas de crecimiento relativo (TCR), obteniéndose así las siguientes variables: TCR-H1, TCR-DCR1, TCR-H2, TCR-DCR2 (donde 1 hace referencia a la TCR desde plantación hasta el inicio del verano y 2 a la TCR desde junio a noviembre). El intervalo de tiempo es semanal: t₀ = semana plantación; t₁ = semana medición.

La supervivencia fue analizada mediante la prueba chi-cuadrado (χ^2) aplicada a un análisis de contingencia ($\alpha \leq 0,05$). Cuando el estadístico χ^2 mostró dependencia estadística, la magnitud de ésta fue evaluada a través del coeficiente de contingencia. Las diferencias en la respuesta en crecimiento (TCR) se analizaron con un

	Qi (CU98)	Qi (CU99)	Qi (GR98)	Qi (GR99)	Qi (HU98)	Qi (MA98)	Qi (SE98)	Qi (SE99)	Qi-250(Gr98)	Qi-fc250(gr98)
H	12,3 (2,9)	11,6 (3,4)	18,8 (5,9)	12,5 (3,6)	16,7 (6,2)	12,5 (2,7)	19,0 (6,0)	14,8 (5,5)	16,2 (4,7)	18,1 (5,2)
DCR	3,83 (.59)	3,19 (.57)	3,95 (.72)	3,59 (.68)	4,80(1,42)	3,78 (.62)	4,65(1,07)	4,19 (.88)	3,98 (.79)	3,93 (.75)
H/DCR	3,27 (.88)	3,68(1,07)	4,72(1,17)	3,51 (.88)	3,55(1,08)	3,35 (.69)	4,13(1,12)	3,51(1,11)	4,09 (.94)	4,63(1,04)
PSF	1,09 (.34)	0,90 (.26)	1,92 (.55)	0,91 (.33)	1,00 (.52)	0,89 (.40)	1,93 (.72)	1,26 (.48)	1,43 (.38)	1,34 (.49)
PSA	1,60 (.47)	1,23 (.35)	2,58 (.76)	1,33 (.45)	1,58 (.89)	1,24 (.51)	3,14(1,20)	1,99 (.86)	1,93 (.61)	1,91 (.71)
PSR	4,67(1,16)	3,07(1,01)	3,59(1,14)	2,81(.81)	3,52(2,02)	2,60(.67)	7,04(3,49)	4,45(1,88)	3,25(1,28)	3,75(1,19)
PA/PR	0,35(.09)	0,42(.11)	0,74(.16)	0,48(.12)	0,46(.10)	0,47(.13)	0,49(.17)	0,47(.16)	0,62(.12)	0,51(.15)
QI	1,80(.67)	1,09(.37)	1,21(.40)	1,11(.43)	1,41(.84)	1,12(.34)	2,48(1,10)	1,74(.69)	1,17(.59)	1,18(.31)
PH	0,20(.05)	0,11(.02)	0,46(.10)	0,08(.02)	0,10(.03)	0,14(.05)	0,71(.12)	0,25(.09)	0,33(.04)	0,38(.15)
yp0	1,26(.17)	1,55(.25)	1,71(.29)	1,09(.38)	0,88(.36)	1,00(.38)	2,11(.19)	2,07(.22)		1,82(.35)
ypPT	2,46(.17)	2,07(.35)	2,74(.22)	1,97(.31)	1,84(.33)	1,83(.44)	2,82(.19)	2,64(.22)		2,65(.44)
EMAX	3,4(2,4)	22,9(4,4)	12,2(8,5)	3,9(3,2)	1,3(1,2)	2,4(1,1)	18,8(3,5)	25,5(2,2)		16,1(1,8)
N	0,88	1,28	1,18	1,18	0,84	1,17	0,83	1,19	1,28	1,24
P	0,05	0,07	0,10	0,09	0,10	0,06	0,07	0,06	0,10	0,10
K	0,47	0,56	0,48	0,37	0,43	0,26	0,34	0,37	0,48	0,44
CA	0,83	1,11	0,80	1,39	0,95	1,42	1,07	1,53	1,07	1,02
MG	0,32	0,37	0,22	0,29	0,32	0,66	0,38	0,45	0,27	0,23
PRR10	5,4(4,7)	18,9(15,3)	14,2(4,3)	14,4(8,1)	4,6(3,4)	6,1(3,6)	6,7(4,0)	19,8(10,9)	7,3(3,1)	8,1(5,0)
PRRPS	0,02(.03)	0,09(.06)	0,07(.03)	0,07(.04)	0,01(.01)	0,02(.01)	0,02(.02)	0,10(.07)	0,02(.01)	0,03(.02)
SPAD	37,00	45,3(6,3)	42,6	44,6(2,6)	38,3	38,5	35,6	41,7(3,9)	42,3	43,5

Tabla 3. Valores medios (\pm desviación estándar) de los principales atributos de calidad de planta determinados (ver tabla 2 para significado de abreviaciones)

ANOVA, comprobándose el cumplimiento de las exigencias que requiere la prueba (transformando los datos en caso de heterocedasticidad). Las correlaciones entre atributos de calidad y la respuesta en campo se estudiaron a través del coeficiente de correlación de Pearson para variables cuantitativas y a través del coeficiente de correlación de Spearman para la variable no paramétrica (supervivencia) ($\alpha \leq 0,05$). Estas correlaciones han sido determinadas individualmente para cada campaña. Los procedimientos estadísticos mencionados se han llevado a cabo con el paquete estadístico SPSS v8.0.1s.

RESULTADOS

La supervivencia (Figura 1) es mayor en la 2ª campaña en todos los casos, independientemente de los lotes contrastados. En la 1ª campaña, buena parte de los lotes, alcanzaron el 100% de marras en agosto (semana 33), por lo que el control pre-estival (semana 23) es el más útil para estudiar el comportamiento diferencial de los distintos lotes.

Estadísticamente, el análisis de contingencia (Tabla 4) muestra un χ^2 significativo en la 1ª campaña (1998-1999). Así, las diferencias en supervi-

Campaña	Especie	Sup. Junio (semana 23)			Sup. Julio (semana 29)			Sup. agosto (semana 33)			Sup. Noviembre (semana 44)		
		χ^2	p-valor	C. conting.*	χ^2	p-valor	C. conting.*	χ^2	p-valor	C. conting.*	χ^2	p-valor	C. conting.*
98-99	Qi	35,047	0,000	0,454				14,913	0,021	0,315	18,043	0,006	0,343
99-00	Qi	ST	ST	ST	2,034	0,362	0,181	0,784	0,676	0,114	0,211	0,900	0,058

Tabla 4. Resumen del análisis de contingencia sobre la supervivencia en cada campaña de plantación y según el momento del control. * Intervalo del coeficiente de contingencia: 0 – 0,707; Qi: *Quercus ilex*; Qs: *Q. suber*; ST: Supervivencia total.

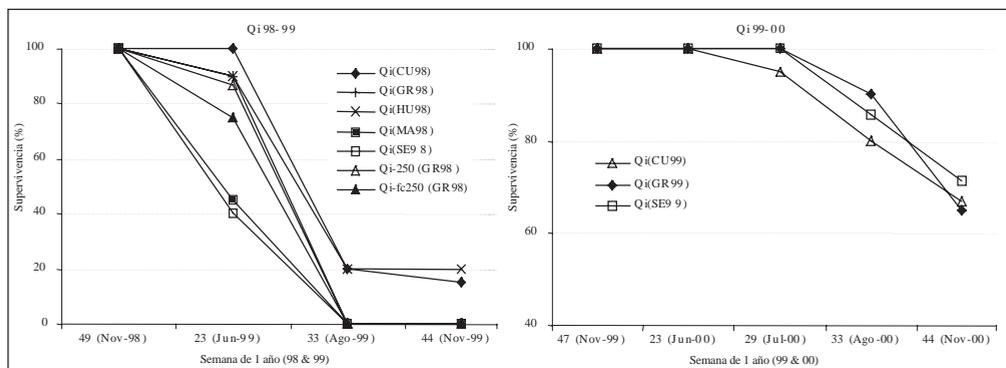


Figura 1. Supervivencia (%) por lote para encina (Qi), campaña (98/99; 99/00) y momento de control (semana año)

vencia pre-estival dependen de los lotes contrastados (valor del χ^2 y del coeficiente de contingencia), manteniéndose esta situación en el mes de noviembre. En la segunda campaña (1999-2000) no aparecen diferencias significativas. Los crecimientos en H y DCR medidos sobre la planta superviviente como TCR en primavera o verano, han mostrado también un comportamiento muy dispar entre ambos años (Figura 2).

El resumen de las matrices de correlación (Tabla 5), muestra como la multicolinealidad entre atributos impide establecer una relación de causalidad entre la respuesta en campo y algún atributo separadamente ya que todos transmiten el efecto de un régimen de cultivo en particular.

DISCUSIÓN

La supervivencia puede considerarse, independientemente de los lotes, como muy baja en la primera campaña y medio-alta en la segunda, al ser comparada con plantaciones de esta espe-

cie en condiciones mediterráneas (CORTINA et al., 1997; NAVARRO et al., 1997; OCAÑA et al., 1997; RUBIO et al., 2001). No obstante, estos valores dependen mucho de la meteorología así como de los tratamientos ensayados en cada situación. En nuestro caso, queda muy patente la influencia de la precipitación sobre los resultados globales: si en el 98-99 no llegó a 150 mm entre diciembre y junio, en el 99-00 se recogieron 272 mm en ese mismo periodo.

Por lotes, la supervivencia en la 1ª campaña ha sido significativamente mayor en Qi-CU98 y Qi-HU98, caracterizados ambos por presentar los regímenes más cortos de cultivo. Estos lotes presentaban valores menores en determinados atributos morfológicos, como H/DCR, biomasa aérea o PSA/PSR. OCAÑA et al. (1997), obtuvieron supervivencias mayores en plantas con menor H, DCR y PSA/PSR, mientras que CORTINA et al. (1997) obtuvieron una relación significativa y positiva entre tamaño de la planta y supervivencia. Según nuestros resultados, el lote de Málaga (también con valores morfológi-

Campaña	Variable	H	DCR	H/Dcr	PSF	PSA	PSR	PST	Pa:Pr	Qt	PH	DSHpt	$\gamma\pi 0$	$\gamma\pi pt$	Emx	N	P	K	Ca	Mg	DRpal	Psrrpal	Prr->10	Prr-PS	SPAD	D.M.
98-99	TCR-H1								*							*							*	*	*	
	TCR-Dcr1	**		**	**	**	*	**	**		**	**	**	**	**	*			*	**	**	**	**	*		
	SUP-Jun	*										**	*		*			**	**	**						
	SUP-Ago	*		**	*	*			**	*	**	**	**	**	**	*			*		*	*	**	*	*	
	SUP-Nov			*	*	*			**		**	**	**	**	**	*							**	*		
99-00	TCR-H1				*	*	**	**		**	**	*	**	**	**	**			**		*	**	**	*	*	**
	TCR-Dcr2	*	*		*	*	**	**		**	**		**	**	*	*			**	*	*	*	*	*	*	**

Tabla 5. Resumen de la matriz de correlación. (**) Muy Significativo ($p < 0,01$), (*) Significativo ($p < 0,05$), (-) Corr. Negativa

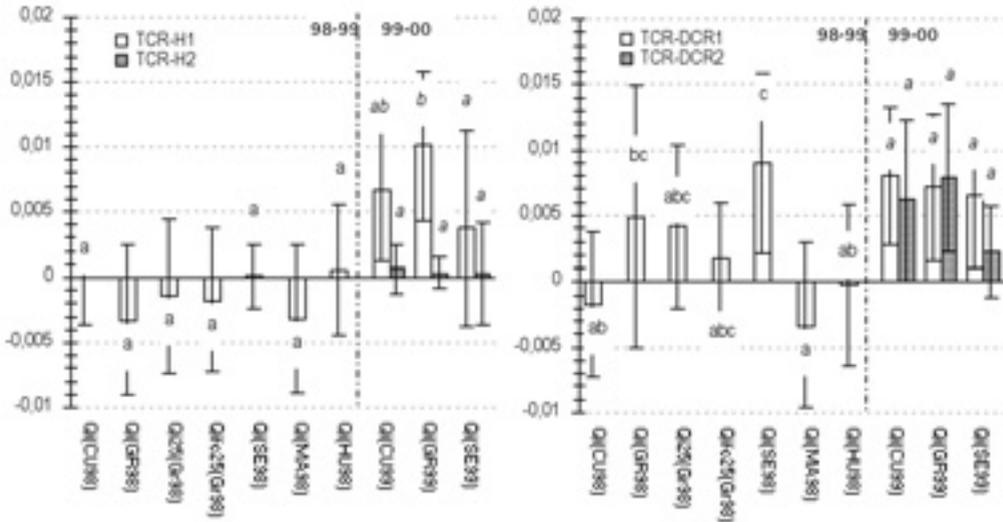


Figura 2. TCR semanales para H y DCR antes (1) y tras (2) el verano en los distintos lotes ensayados. Letras diferentes muestran diferencias significativas

cos bajos) ha mostrado una elevada mortalidad, por lo que es preciso considerar también los atributos fisiológicos que han presentado correlaciones en la matriz (parámetros hídricos, estado nutricional y PRR básicamente) para tener una mejor idea de la calidad global de la planta con mayor supervivencia. El bajo número de planta superviviente en noviembre hace que las correlaciones estén demasiado sesgadas hacia los valores que presentaron los lotes con planta superviviente (CU y HU), por lo que un mejor análisis de la supervivencia puede hacerse para el control de junio. Aquí, la H es el único atributo morfológico que se mantiene correlacionado con la supervivencia, mientras que los atributos fisiológicos son más numerosos. Así, la planta con mayores DSHpt y elasticidad de las paredes celulares (menor Emx) ha sobrevivido más antes del verano. Esto concuerda con la significación ecofisiológica de estos atributos respecto a condiciones de déficit hídrico acusado (KOZŁOWSKI et al., 1991). Una mayor elasticidad del tejido permite a la planta mantener turgencia con menores potenciales hídricos, por lo que la capacidad de cambiar este parámetro ha sido considerada como una de las adaptaciones más comunes al estrés ambiental (TAN & HOGAN, 1995). No obstante, la correlación obtenida con $\psi\pi_0$ (<

ajuste osmótico indica > supervivencia), contradice el significado de este parámetro, pues el ajuste osmótico permitiría a la planta preservar un contenido hídrico elevado, manteniendo turgente el tejido a potenciales hídricos bajos. Sin embargo, los ajustes osmóticos no fueron muy notorios en ninguno de los lotes medidos, por lo que esta correlación sería más coyuntural al presentarse los valores altos de $\psi\pi_0$ asociados a valores de DSHpt y Emx que sí habrían estado más implicados en la supervivencia. En otros *Quercus*, se ha visto que la adaptación a niveles fuertes de sequía se produce sobre todo a través del incremento de elasticidad de las paredes, sin intervenir $\psi\pi_0$ (THOMAS & GAUSLING, 2000).

La concentración inicial en hoja de determinados nutrientes (K, Ca y Mg) también ha ejercido una importante influencia en la supervivencia. El K juega un papel muy importante en la economía hídrica de la planta mediante su influencia sobre la absorción de agua en las raíces y en su pérdida a través de los estomas (NAVARRO, 2000), lo que podría explicar su correlación positiva con la supervivencia en una primavera excepcionalmente seca, hecho que también explica los resultados obtenidos en el lote malagueño, que si bien tenía una talla pequeña, su concentración foliar de K era muy

baja. van den DRIESCHE (1992) obtuvo un aumento de la supervivencia en abeto Douglas relacionado con el nivel de fertilización potásica en las condiciones más xéricas de cuantas ensayó. Por otra parte, el antagonismo existente entre K con Ca y Mg (LANDIS, 1996; NAVARRO, 2000), ha motivado que los lotes con mayores concentraciones de estos dos cationes (*Qi-SE98* y *Qi-MA98*) fueran precisamente los que menor concentración en K presentasen (adquirida durante su cultivo en vivero), lo que explica la correlación entre estos nutrientes y la supervivencia. Así, dado el alto porcentaje de caliza activa presente en la parcela (38%), la nutrición en K ha podido verse afectada igualmente por su antagonismo con el Ca, pese a que el K disponible es adecuado para el buen desarrollo de la vegetación arbórea (PRITCHETT, 1985). Esto habría hecho que aquellos lotes que presentaron una mayor concentración de K en vivero hayan sido capaces de afrontar mejor el establecimiento a través de una retraslocación del K foliar (lo que se explica por la reducción de la parte aérea), ya que se trata de un elemento muy móvil en la planta (ERICSSON, 1995).

El crecimiento ha mostrado una elevada heterogeneidad según la variable considerada y la meteorología del año de plantación. Así, la H media de la planta puede disminuir en el caso de una sequía muy severa (campaña 98-99), o aumentar en condiciones más favorables; en este último caso, el incremento se produce casi exclusivamente en primavera, paralizándose durante el verano. La reducción de la superficie transpirante mediante el desprendimiento total o parcial de la hoja es un mecanismo de evitación de la desecación bien conocido, y se presenta con relativa frecuencia en especies mediterráneas (VILAGROSA et al., 2001). Esta abscisión foliar puede tener, junto al efecto de minimizar la superficie transpirante, la movilización de nutrientes hacia los sumideros con mayor demanda, optimizando su uso (CHERBUY et al., 2001); lo que explicaría el comportamiento de *Qi-SE99*, que presentó concentraciones inferiores en algunos macronutrientes en el control de calidad. El crecimiento en diámetro se ha mostrado más regular para los lotes de la campaña menos seca que para los de la primera, si bien es frecuente la independencia de esta variable res-

pecto al tratamiento ensayado (VILLAR et al., 2001). En general, los resultados de la 2ª campaña evidencian la peor condición de partida en *Qi(SE99)* respecto de *Qi(GR99)* donde la combinación de pesos secos, estado hídrico, [P] y [Mg] han mejorado la respuesta para las condiciones del ensayo. Otros resultados del estudio (no mostrados) como el estado hídrico y nutricional de la planta superviviente en noviembre, corroboran esta tesis.

BIBLIOGRAFÍA

- BURDETT, A.N.; 1990. Physiological processes in plantation establishment and the development of specifications for forest planting stock. *Can. J. For. Res.* 20: 415-427.
- CHERBUY, B.; JOFFRE, R.; GILLON, D. & RAMBAL, S. ; 2001. Internal remobilization of carbohydrates, lipids, N and P in the Mediterranean evergreen oak *Quercus ilex*. *Tree Physiology* 21: 9-17.
- CORTINA, J; VALDECANTOS, A.; SEVA, J.P.; VILAGROSA, A.; BELLOT, J. Y VALLEJO, V.R.; 1997. Relación tamaño supervivencia de especies arbustivas y arbóreas mediterráneas producidas en vivero. En: F. Puertas y M. Rivas (eds.), *Actas del II Congreso Forestal Español-IRATI 1997*, II: 159-164. Gráficas Pamplona. Pamplona.
- DEL CAMPO, A.D.; 2002. *Régimen de cultivo, desarrollo en vivero, calidad de planta y respuesta al establecimiento en cuatro especies de frondosas mediterráneas*. Tesis Doctoral. Universidad de Córdoba. Córdoba.
- ERICSSON, T.; 1995. Nutrients dynamics and requirements of forest crops. *New Zealand J. For. Res.* 24(2/3): 133-168.
- KOZLOWSKI, T.T.; KRAMER, P.J. & PALLARDY, S.G.; 1991. *The physiological ecology of woody plants*. Academic Press. New York.
- LANDIS, T.D.; 1996. Secondary nutrients: Calcium. Magnesium. *Forest Nursery Notes* 1996: 5-8, 9-12.
- LANDIS, T.D.; TINUS, R.W.; MCDONALD, S.E. & BARNETT, J.P.; 1994. *Nursery planning, development and management*, Vol. 1, The Container Tree Nursery Manual. Agric.

- Handbk. 674. USDA, Forest Service. Washington.
- MARTÍNEZ, G.; PLANELLES, R.; ZAZO, J. Y BELA, D.; 2001. Estudio de la influencia de la fertilización nitrogenada e iluminación sobre atributos morfológicos y fisiológicos de brinzales de *Q. ilex* L. cultivado en vivero. Resultados tras el primer año de campo. *En: Junta de Andalucía-S.E.C.F. (eds.), Actas del III Congreso Forestal Español II: 784-790.* Gráficas Coría. Sevilla.
- NAVARRO, G.; 2000. *Química agrícola.* Ed. Mundi-Prensa. Madrid.
- NAVARRO, R.; DEL CAMPO, A.; ALEJANO, R. Y ALVAREZ, L.; 1999. Caracterización de calidad final de planta de encina (*Quercus ilex* L.), alcornoque (*Q. suber* L.), algarrobo (*Ceratonia siliqua* L.) y acebuche (*Olea europaea* var. *sylvestris*) en 5 viveros Andalucía. *Montes* 56: 57-65.
- OCAÑA, L.; DOMINGUEZ, S.; CARRASCO, I.; PEÑUELAS, J. Y HERRERO, N.; 1997. Influencia del tamaño de la semilla y diferentes dosis de fertilización sobre el crecimiento y supervivencia en campo de cuatro especies forestales. *En: F. Puertas y M. Rivas (eds.), Actas del II Congreso Forestal Español-IRATI 1997, II: 461-466.* Gráficas Pamplona. Pamplona.
- PRITCHETT, W.L.; 1985. *Properties and management of forest soils.* John Wiley & Sons. New York.
- RITCHIE, G.A.; 1984. Assessing seedling quality. *In: M.L. Duryea & T.D. Landis (eds.), Forest nursery manual: production of bareroot seedlings: 243-259.* Martinus Nijhoff/Dr. W. Junk publishers. The Hague.
- TAN, W. & HOGAN, G.D.; 1995. Effects of nitrogen limitation on water relations of jack pine (*Pinus banksiana* Lamb.) seedlings. *Plant, Cell and Environment* 18: 757-764.
- THOMAS, F.M. & GAUSLING, T.; 2000. Morphological and physiological responses of oak seedlings (*Quercus petraea* and *Q. robur*) to moderate drought. *Ann. For. Sci.* 57: 325-333.
- VAN DEN DRIESSCHE, R.; 1992. Changes in drought resistance and root growth capacity of container seedlings in response to nursery drought, N, and K treatments. *Can. J. For. Res.* 22: 740-749.
- VILAGROSA, A.; CATURLA, R.N.; HERNANDEZ, N. Y CORTINA, J.; 2001. Reforestación en ambiente semiárido del sureste peninsular. Resultados de las investigaciones desarrolladas para optimizar la supervivencia y el crecimiento de especies autóctonas. *En: Junta de Andalucía-S.E.C.F. (eds.), Actas del III Congreso Forestal Español II: 213-219.* Gráficas Coría. Sevilla.
- VILLAR, P.; PLANELLES, R.; ENRÍQUEZ, E.; PEÑUELAS, J.; ZAZO, J. 2001. Influencia de la fertilización y el sombreado en el vivero sobre la calidad de la planta de *Quercus ilex* L. y su desarrollo en campo. *En: Junta de Andalucía-S.E.C.F. (eds.), Actas del III Congreso Forestal Español II: 770-776.* Gráficas Coría. Sevilla.