

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.

J. Zazo Muncharaz*, **O. Pinazo Hernando***, **R. Planelles González****, **A. Vivar Sanz***,
L. Cornejo García*, **M. López Arias****,

* *Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Forestal. Universidad Politécnica de Madrid. C/Ramiro de Maeztu S/N. C.P. 28040. MADRID.*

** *Departamento de Uso Sostenible del Medio Natural. S.G. Ciencia y Tecnología INIA..Carretera Coruña Km, 75. C.P. 28040. MADRID.*

RESUMEN.

Con el objetivo de optimizar las técnicas de producción de planta de *Quercus ilex* L., se ha estudiado la influencia que sobre la misma tienen la iluminación y la fertilización, evaluándola a través de la medición y estudio de distintos atributos morfológicos y fisiológicos durante las fases de vivero e implantación en campo. Así, se aportan resultados del ensayo con tres niveles de fertilización y dos de iluminación.

P.C.: fertilización, iluminación, sustrato, *Quercus ilex* L.

SUMMARY.

In order to improve the production techniques of *Quercus ilex* L. seedlings, this essay studies the influence of illumination and fertilization, evaluating it through the measurement and study of different morphologic and physiologic parameters during the phases of nursery and field establishment. So than, the results obtained after testing with three levels of fertilization and two levels of illumination are given.

K.W.: fertilization, illumination, substrate, *Quercus ilex* L.

INTRODUCCIÓN.

El completo conocimiento sobre las técnicas de preparación del suelo y de obtención de planta de calidad son para las repoblaciones una garantía de éxito. En la actualidad, la ciencia forestal ha alcanzado importantes niveles en el desarrollo de las primeras, sin embargo, es todavía una de sus preocupaciones el estudio de metodologías que optimicen la producción de planta.

Un factor muy importante en dicho estudio ha de ser el conocimiento de las concentraciones en nutrientes aconsejables para cada especie, ya que un correcto equilibrio nutricional en la planta es clave para su supervivencia y posterior desarrollo, determinando su capacidad de producción de biomasa, y confiriéndola mejores aptitudes frente al estrés hídrico, las enfermedades y los procesos fisiológicos, OLIET (1995). Algunos autores, LANDIS (1989) establecen ya recomendaciones de los mismos para pinos o robles americanos, mientras que las quercíneas mediterráneas son en la actualidad objeto de estudio.

Por otro lado, la posibilidad de prever la adaptabilidad de la planta a su nuevo medio es posible mediante la aplicación de técnicas como el ensayo de potencial de regeneración radical (PRR). Éste permite avanzar en el estudio de la capacidad de supervivencia tras la repoblación, aportando resultados fiables que se obtienen en condiciones óptimas controladas y con un coste relativamente bajo DURVEA (1984).

MATERIALES Y MÉTODOS

La semilla de *Quercus ilex* L. utilizada se recogió en Albuquerque (Badajoz), Región de Procedencia 11b: Región Extremadura, Subregión San Pedro-Guadalupe. Tras la recogida se

procedió a la selección de visu bajo los estándares habituales de calidad: aspecto, color, tamaño, estado sanitario, etc.

Como sustrato se empleó una mezcla de un 75% en volumen de turba rubia y el resto de vermiculita. Se utilizaron dos tipos de turba rubia, una sin fertilizar y otra enriquecida (180-80-150 mg/l).

Se sembró en contenedores Forest Pot 300 (50 alveolos por bandeja y 300 ml. por alveolo) en las instalaciones de la E.U.I.T. Forestal de Madrid, en la cual se vinieron desarrollando los trabajos conducentes, por un lado, a la elaboración de un proyecto fin de carrera, PINAZO (1998), y por otro, al inicio del proyecto de investigación del que el presente trabajo supone una de sus partes.

I.- Fase de vivero

A los nueve meses la planta se trasladó del invernadero al vivero estableciéndose los tratamientos a estudio, del siguiente modo:

Tabla 1.- Determinación de los tratamientos.

Iluminación	Fertilización	Tratamiento
Sombra	Turba sin fertilizar	T0S
	Turba fertilizada	T1S
	Turba fertilizada + fertilizante (NH ₄ NO ₃)	T2S
Luz	Turba sin fertilizar	T0L
	Turba fertilizada	T1L
	Turba fertilizada + fertilizante (NH ₄ NO ₃)	T2L

Cada tratamiento consta de cuatro bandejas distribuidas al azar. En los tratamientos de sombra la radiación solar incidente se redujo en un 50% respecto a los de luz mediante una estructura recubierta por una malla estudiada al efecto (4/6/98 – 17/9/98).

El nivel de fertilización T2 resultó de la adición sobre la turba rubia fertilizada de nitrato amónico (33,5% de riqueza en N), aportando una dosis final del doble de la concentración original en nitrógeno (110 mg/g-planta + 54 mg/g de la turba). Se practicó una fertirrigación semanal, aplicada mediante pistola, planta por planta, hasta un total de 17 (25/05/98 – 14/09/98).

Las condiciones de cultivo fueron una temperatura entre 18 y 26°C (salvo una corta etapa de estancia de las plantas en vivero a temperatura ambiente) y riego a capacidad de campo.

A los diez meses se extrajo una muestra de 28 plantas por tratamiento para su caracterización, midiéndose los siguientes parámetros morfológicos:

- Diámetro en el cuello de la raíz ([DCR]= mm.).
- Altura ([H]= cm.).
- Número de hojas (NH).
- Superficie foliar (SF).
- Coeficiente de esbeltez (H/DCR).
- Peso seco de hojas, tallo y aéreo ([PSH, PST, PSA]= g.).
- Peso seco radical ([PSR]= g.).
- Peso seco de raíces secundarias ([PSRS]= g.).
- Número de puntas activas (NPA).
- Número de raíces secundarias (NRS).
- Relación entre peso seco aéreo y radical (PSA/PSR).
- Índice de Dickson (Qi= PST/ [(H/D)+(PSA/PSR)]).

A su vez, y tras el molido y secado hasta peso constante de las muestras anteriores (agrupadas de 7 en 7), se midieron los siguientes parámetros fisiológicos, tanto en partes aéreas (A) como radicales (R):

- concentración en nitrógeno (NA, NR),
- concentración en fósforo (PA, PR),
- concentración en potasio (KA, KR),
- concentración en calcio (CaA, CaR),
- concentración en magnesio (MgA, MgR),
- concentración en sodio (NaA, NaR);

Viniendo todos estos valores expresados en mg/g. Su determinación se realizó por espectrofotometría de emisión atómica de plasma (ICP), previa digestión húmeda en microondas con HNO₃ al 95%; salvo en el caso del nitrógeno, en que la medida se obtuvo con un autoanalizador CHN-600.

Se realizó un ensayo de potencial de regeneración radical (PRR), trasplantando una muestra de 15 individuos por tratamiento a envases de 3 litros, rellenando con perlita la diferencia en volumen entre cepellón y envase. Al cabo de 4 semanas se midieron el número de puntas activas y la longitud de aquellas que sobresalieron del cepellón original en una longitud mayor de 1 cm.

II.- Fase de campo.

La plantación tuvo lugar el 9 de Marzo de 1.999, previa preparación con subsolado cruzado profundo de la parcela, sita en el término municipal de Alburquerque (Badajoz). Esta parcela presenta un 5% de pendiente media, una textura ligeramente arcillosa, pedregosidad escasa, altitud algo superior a los 300 m., precipitación media 750 mm/año y temperatura media de 16 °C.

Se plantaron 360 plantas, repartidas en tres bloques completos aleatoriamente distribuidos por la parcela, cada uno con 120 unidades (20 por tratamiento). El marco de plantación fue de 2 × 2.5 m. y la profundidad de aproximadamente un tercio de la parte aérea.

En los meses de Mayo y Noviembre del mismo año se realizaron sendas mediciones de diámetros, alturas y estado sanitario de las plantas, evaluando el porcentaje de supervivencia de los distintos tratamientos.

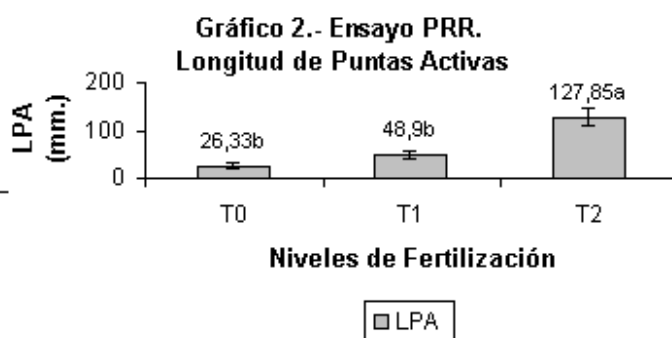
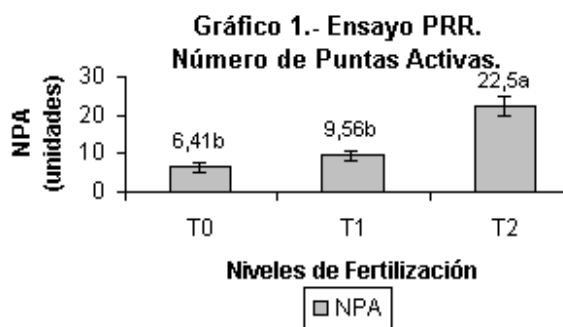
Todos los resultados obtenidos (vivero y campo) se valoraron mediante el análisis de varianza multifactorial, tomando como factores principales la luz y la fertilización. El contraste de medias de las variables que resultaron significativas se realizó mediante el test de LSD para un nivel de significación $\alpha=0.05$, utilizando el programa informático Statgraphics 4.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

I.- Fase de vivero:

La fertilización con nitrógeno del sustrato (T2) provocó valores superiores, estadísticamente significativos, de atributos morfológicos como el diámetro en el cuello de la raíz, la altura, el coeficiente de esbeltez, los pesos secos de las hojas y el tallo (pesos secos aéreos), la superficie foliar, el número de hojas y la relación entre peso seco de la parte aérea y la radical.

Los niveles T0 y T1 sólo mostraron una influencia positiva en el desarrollo del sistema radical, obteniéndose valores mayores significativamente de los pesos secos radical y de las raíces secundarias.



La influencia de la iluminación resultó en general poco manifiesta. No obstante, algunos parámetros como el diámetro, peso seco radical y número de puntas activas presentaron mayores valores para los tratamientos a plena luz; mientras que la altura, coeficiente de esbeltez y relación entre peso seco aéreo y radical alcanzaron sus valores más altos para los tratamientos sometidos a sombreado.

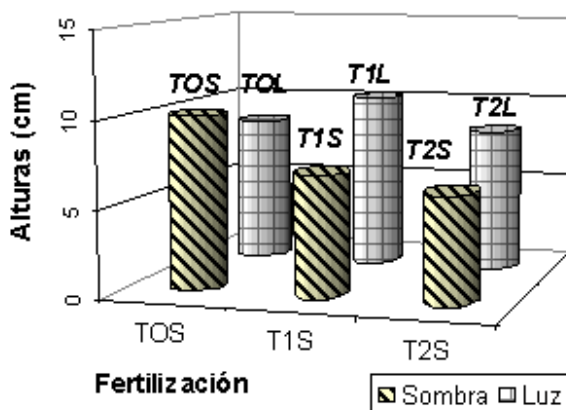
En cuanto al ensayo de regeneración radical (gráficos 1 y 2), los tratamientos con sustratos de mayor contenido en nitrógeno optimizaron la producción de raíces tanto en número como en longitud, no resultando significativa la influencia de la iluminación.

Las concentraciones en nutrientes estuvieron directamente relacionadas con la riqueza del sustrato, mostrando mayores valores cuanto más rico en nitrógeno fue su medio de cultivo. Cabe destacar, en contra de la tendencia general, un mayor valor de la concentración en calcio para las muestras que se desarrollaron sobre turba rubia fertilizada (T1).

La iluminación, nuevamente, no influyó sobre el contenido en nutrientes de la planta, salvo para las concentraciones de fósforo en la parte aérea, y de potasio (aéreo y radical) con valores mayores para los tratamientos en sombra.

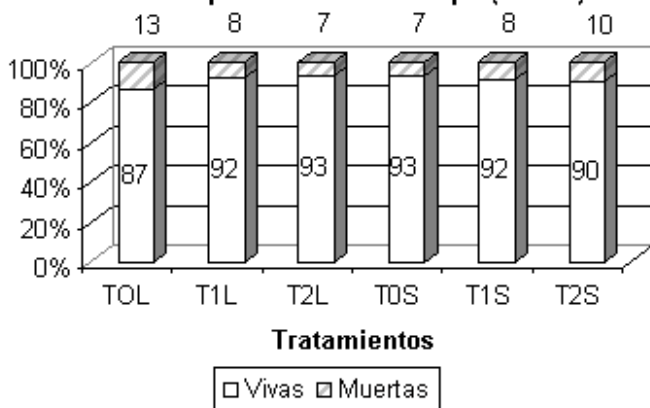
II.- Fase de campo.

Gráfico 3.- Evolución de la altura en campo



Como puede apreciarse en el gráfico 3, la mejor respuesta en cuanto a crecimiento en altura la mostró el tratamiento T1L formando grupo homogéneo con TOS. Dado que la interacción entre los factores resultó significativa (P-valor = 0,0065) no podemos realizar su estudio por separado.

Gráfico 4.- Supervivencia en campo (Nov.99)



La evolución del diámetro tras el primer período vegetativo no respondió estadísticamente a los tratamientos aplicados en vivero.

Por último, en cuanto a la supervivencia, los resultados aparecen en el gráfico 4, referidos al porcentaje sobre el total de cada tratamiento de las vivas o muertas.

CONCLUSIONES.

En la fase de vivero quedó de manifiesto la respuesta positiva de la mayor parte de los atributos

morfológicos a la fertilización con nitrógeno alcanzándose en los mismos los valores más elevados para los tratamientos T2 (164 mg/planta). El ensayo de regeneración radical corroboró esta tendencia, mostrando valores significativamente superiores en cuanto a número y longitud de raíces sobre turba con fertilización adicional.

Por otro lado, el efecto de la aplicación de la técnica de sombreado no resultó significativa, pues morfológicamente afecta sólo al diámetro, PSR y NPA, que disminuyen, y a la relación PSA/PSR, que aumenta con el sombreado. Fisiológicamente la reducción lumínica ocasiona el aumento de PA, KA, KR, NaA y NaR, y la reducción de la concentración en calcio radical. Así, si bien es cierto que son parámetros a considerar, aducimos a su menor "peso específico" para cuestionar la rentabilidad de la utilización del sombreado.

Una vez en campo, tras el primer período vegetativo no se obtuvieron grandes variaciones entre unos tratamientos y otros, destacando muy levemente por los valores de supervivencia y altura obtenidos el tratamiento T1L. Sin embargo, todavía es muy pronto para extraer conclusiones de la evolución del ensayo en esta fase dado que las condiciones meteorológicas durante este primer verano resultaron excepcionalmente favorables para el desarrollo de todas las plantas y, previsiblemente, bajo las condiciones climáticas habituales de la zona se manifestarán realmente los efectos de los tratamientos aplicados más a largo plazo.

AGRADECIMIENTOS.

Este trabajo se ha realizado gracias a la financiación del proyecto de la CICYT FOA97-1652 incluido en el Plan Nacional de I+D. También deseamos mostrar nuestro agradecimiento al Excmo. Ayuntamiento de Alburquerque por la cesión de la parcela experimental donde se desarrolla toda la fase de campo.

BIBLIOGRAFÍA.

- DURYEA, M.L. (1984). *Evaluating Seedling Quality: principles, procedures and predictive abilities of major tests*. Forest Research Laboratory. Oregon State University pp: 101-103.
- LANDIS, T.D. (1989). *Mineral Nutrients and Fertilization. The container tree nursery manual, Vol. 4*. Agriculture Handbook 674. Forest Service U.S. Dep. of Agriculture. pp: 1-70.
- OLIET, J.; 1995. *Influencia de la fertilización en vivero sobre la calidad de planta y la supervivencia en campo de varias especies forestales*. Tesis Doctoral. Universidad de Córdoba. ETSIAM.
- PINAZO, O. (1998). *Estudio de la influencia de las técnicas y medios de cultivo en vivero sobre los atributos morfológicos y fisiológicos de brinzales de Quercus ilex L. para establecer criterios de calidad de planta*. Proyecto Fin de Carrera. E.U.I.T.Forestal. Madrid. 125 pp.

Tabla 2.- Valores medios de parámetros morfológicos 10 meses tras la siembra de brinzales de *Q.ilex*. DCR: diámetro en el cuello de la raíz (mm), NH: número de hojas, SF: superficie foliar (cm²), PSH: peso seco hojas (g), PST: peso seco tallo (g), PSA: peso seco aéreo (g), PSR: peso seco total raíces (g), PSA/PSR: relación peso seco aéreo: peso seco radical, PSRS: peso seco raíces secundarias (g), NPA: nº puntas activas. En la misma fila valores seguidos de letras diferentes, difieren significativamente ($\alpha < 0.05$) test LSD.

	Fertilización						Iluminación			
	Control		Baja		Alta		Plena		50% Luz	
DCR (mm)	5.70±0.23	b	5.78±0.23	ab	6.10±0.23	a	6.12±0.19	a	5.60±0.19	b
NH	14.5±1.6	c	18.9±1.6	b	25.9±1.6	a	20.0±3.5	ns	19.6±3.7	ns
SF (cm ²)	64.0±10.2	c	114.4±10.2	b	164.7±10.2	a	117.7±31.7	ns	111.0±30.4	ns
PSH (g)	1.02±0.16	c	1.70±0.16	b	2.41±0.16	a	1.77±0.45	ns	1.65±0.41	ns
PST (g)	0.86±0.13	c	1.31±0.13	b	1.75±0.13	a	1.27±0.32	ns	1.34±0.36	ns
PSA (g)	1.88±0.27	c	3.01±0.27	b	4.17±0.27	a	3.05±0.75	ns	3.00±0.75	ns
PSR (g)	3.71±0.27	a	2.95±0.27	b	2.54±0.27	c	3.45±0.22	a	2.68±0.22	b
PSA/PSR	0.53±0.11	c	1.11±0.11	b	1.75±0.11	a	1.04±0.08	b	1.22±0.08	a
PSRS (g)	0.73±0.08	a	0.53±0.08	b	0.52±0.08	b	0.63±0.14	ns	0.56±0.10	ns
NPA	4.2±1.4	b	4.0±1.4	b	7.3±1.4	a	6.0±1.2	a	4.3±1.2	b

Tabla 3. Valores medios de los atributos morfológicos por tratamientos. H: altura (cm), H/DCR: coeficiente de esbeltez, NRS: n° raíces secundarias, Qi: índice de Dickson. En la misma fila valores seguidos por letras distintas difieren significativamente ($p < 0.05$) test LSD.

	T0S		T1S		T2S		T0L		T1L		T2L	
H (cm.)	15.6± 1.8	d	31.0± 2.7	b	39.6± 5.0	a	14.5± 1.5	d	20.0± 1.8	c	32.1± 3.7	b
H/DCR	28.1± 2.9	de	57.3± 4.8	b	69.7± 8.7	a	25.4± 2.3	e	33.0± 2.9	d	50.1± 5.6	c
NRS	65.4± 7.8	ns	73.6± 6.9	ns	67.9± 8.2	ns	67.9± 9.8	ns	65.6± 10.3	ns	76.4± 7.8	ns
Qi	1.58± 0.22	b	0.85± 0.13	d	0.72± 0.09	d	2.11± 0.35	a	1.53± 0.22	b	1.19± 0.20	c

Tabla 4.- Valores medios de las concentraciones en nutrientes en mg/g medidas a los 10 meses de la siembra de brinzales de *Q. ilex*. NA: Nitrógeno en parte aérea (mg/g), NR: Nitrógeno parte radical (mg/g), PA: Fósforo parte aérea (mg/g), PR: Fósforo parte radical (mg/g), KA: Potasio parte aérea (mg/g), KR: Potasio parte radical (mg/g), NaA: Sodio parte aérea (mg/g), NaR: Sodio parte radical (mg/g), CaA: Calcio parte aérea (mg/g), CaR: Calcio parte radical (mg/g), MgA: Magnesio parte aérea (mg/g), MgR: Magnesio parte radical (mg/g). En la misma fila valores seguidos de letras diferentes, difieren significativamente ($\alpha < 0.05$) test LSD.

	Fertilización						Iluminación			
	Control (T0)		Baja (T1)		Alta (T2)		Plena (L)		50% Luz (S)	
NA	7.41± 0.55	c	8.85± 0.55	b	11.30± 0.55	a	9.20± 1.32	ns	9.18± 1.01	ns
NR	2.7± 0.1	c	4.3± 0.3	b	10.1± 0.5	a	5.68± 2.13	ns	5.74± 2.23	ns
PA	0.64± 0.12	b	0.83± 0.17	a	0.80± 0.14	a	0.63± 0.04	b	0.88± 0.04	a
PR	0.63± 0.04	c	0.96± 0.05	b	1.18± 0.08	a	0.87± 0.20	ns	0.98± 0.16	ns
KA	6.19± 1.39	ns	7.05± 1.56	ns	7.04± 1.71	ns	5.51± 0.33	b	8.01± 1.16	a
KR	6.26± 1.44	b	8.40± 1.90	ab	10.39± 3.60	a	6.30± 0.72	b	10.41± 2.27	a
CaA	12.73± 0.53	b	18.12± 1.27	a	14.06± 1.47	b	15.80± 3.28	ns	14.14± 1.27	ns
CaR	3.13± 0.07	b	4.64± 0.30	a	4.98± 0.33	a	4.67± 0.82	a	3.84± 0.42	b
NaA	0.20± 0.02	b	0.22± 0.02	ab	0.26± 0.02	a	0.19± 0.01	b	0.25± 0.01	a
NaR	0.17± 0.02	b	0.23± 0.04	ab	0.30± 0.02	a	0.17± 0.02	b	0.29± 0.02	a
MgA	2.19± 0.20	ab	2.28± 0.25	a	0.02± 0.13	b	2.10± 0.17	ns	2.22± 0.14	ns
MgR	1.04± 0.04	c	1.36± 0.07	b	1.66± 0.05	a	1.31± 0.20	ns	1.39± 0.18	ns