

ESTUDIO SOBRE LA INFLUENCIA DE DISTINTOS NIVELES DE FERTILIZACIÓN Y ACONDICIONAMIENTO POR ESTRÉS HÍDRICO SOBRE BRINZALES DE *Q.ilex L.* y *Q. suber L.* CULTIVADOS EN VIVERO.

J.ZAZO MUNCHARAZ*, R. PLANELLES GONZÁLEZ*, C. CALDERÓN GUERRERO*, L. CORNEJO GARCÍA*, G. MARTÍNEZ ROMERO*, L. MARTÍN LÓPEZ*, M. CAMPILLO GÓMEZ*, A. VIVAR SANZ**.

*Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Forestal. Dpto. Silvopascicultura. Universidad Politécnica de Madrid. C/ Ramiro de Maeztu s/n. 28040 Madrid.

e-mails: director@forestales.upm.es; rosapla@eimfor.com; carlos.calderon@upm.es

**Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Forestal. U.D. Matemáticas. Universidad Politécnica de Madrid. C/ Ramiro de Maeztu s/n. 28040 Madrid.

RESUMEN

Se ha estudiado la influencia de la fertilización y acondicionamiento por estrés hídrico en el cultivo de plantas de *Q.ilex L.* y *Q.suber L.* en contenedor. La experiencia ha consistido en probar con tres niveles de fertilización (control, fertilización semanal y fertilización bisemanal) y con tres niveles de estrés hídrico (cultivo a capacidad de campo, nivel de estrés moderado y nivel de estrés fuerte). Tras un año de cultivo en invernadero, se instalaron las plantas en una parcela y se han obtenido resultados de crecimiento y supervivencia para el alcornoque y de supervivencia para la encina.

P.C. Fertilización, estrés hídrico, alcornoque, encina, calidad planta.

ABSTRACT

It has been studied the influence of fertilization and drought conditioning for the nursery production of *Q.ilex L.* and *Q.suber L.* seedlings in containers. We probed three fertilization levels (control, weekly fertilization and fertilization every two weeks) and three water restriction levels (No restriction, moderated stress and high stress level). After one year in nursery, the seedlings were in field established. We include the results of growing and survival index for cork oak and survival index for holm oak.

K.W. Fertilization, water stress, cork oak, holm oak, seedling quality.

INTRODUCCIÓN:

A) FERTILIZACIÓN: El manejo de la fertilización constituye la forma más importante de influir en el estado nutritivo final. La fertilización es, junto con el riego, una de las variables culturales con mayor influencia en la calidad de planta que se produce en contenedor. En especial, cuando la producción es intensiva, se puede acelerar o retrasar el crecimiento morfológico de la planta, alterar la composición nutritiva de los tejidos con actuaciones sobre el contenido de reservas (carbohidratos), se puede influir en la actividad y capacidad de generar raíces, en la capacidad de arraigo en la plantación, la resistencia al estrés hídrico, la resistencia al frío y a enfermedades, etc. Sin embargo, existen muchos factores que pueden alterar la composición final de los tejidos para regímenes de fertilización similares en cuantía. Por citar uno, la composición de la materia prima de la que está constituida el fertilizante (orgánica o inorgánica, nitrógeno amoniacal o nítrico, etc.) determina la forma de absorción y asimilación del mismo (LANDIS, T.D.; 1985). El balance de los distintos elementos o formulación del fertilizante puede afectar a los niveles finales de los distintos nutrientes, produciéndose, en muchos casos, interacciones entre ellos.

Los nutrientes minerales son los elementos esenciales que las plantas obtienen del suelo. Según (AMOT & START; 1939), un elemento es esencial cuando cumple las siguientes características: 1) Su omisión da como resultado un crecimiento anormal, la imposibilidad de completar todas las fases del ciclo de vida o la muerte prematura de la planta. 2) Su función es específica y no puede ser reemplazada por otro elemento. 3) Ejerce un efecto directo sobre el crecimiento de la planta y su metabolismo, siendo componente de las partes constituyentes de la planta o requerido para un proceso metabólico.

Según lo dicho, una correcta formulación del fertilizante permite a la planta optimizar la producción de los fotosintetizados, mejorar el arraigo, maximizar la resistencia al estrés hídrico postrasplante y, en definitiva, incrementar las tasas de supervivencia.

B) ENDURECIMIENTO: El proceso de endurecimiento, denominado también de

preacondicionamiento, constituye la última fase en el ciclo de cultivo de un brinjal. Comienza una vez que las plantas han alcanzado unas características que se consideran idóneas para su desarrollo en el campo. Los objetivos que se pretenden con el endurecimiento son: 1) Frenar o detener el crecimiento apical de la planta y estimular la desviación de los carbohidratos fotosintetizados hacia el tallo y el sistema radical. 2) Inducir la entrada en dormancia de la plántula activando la formación de yemas de reposo. 3) Concluir la preparación de la planta para resistir situaciones de estrés (hídrico, térmico, etc).

El proceso de endurecimiento ocurre de manera espontánea en las plantas crecidas en la naturaleza. Así, en un intento de emularlo, el viverista trata de preparar o condicionar a la planta para que, a priori, toda su potencial resistencia a situaciones de estrés esté maximizada en el momento de la plantación. Las prácticas viverísticas utilizadas para endurecer las plántulas son las siguientes: 1) Acortar artificialmente el fotoperiodo. 2) Disminuir el aporte de nitrógeno e incrementar el de potasio. 3) Reducir la temperatura. 4) Aplicar niveles moderados de estrés hídrico.

En este estudio se ha experimentado con diferentes niveles de endurecimiento mediante la aplicación de niveles moderados de estrés hídrico.

MATERIALES Y MÉTODOS:

I) Materiales

A) Semillas: Se recolectaron las bellotas de ambas especies en Alburquerque (Badajoz), siendo las siguientes sus correspondientes Regiones de Procedencia:

- *Quercus ilex* L.: Región de Procedencia 11b: Región Extremadurese, Subregión San Pedro - Guadalupe.
- *Quercus suber* L.: Región de Procedencia 2: Sierra de San Pedro.

B) Medios de cultivo:

1) Sustratos: el sustrato empleado se compone de una mezcla convenientemente homogeneizada de un 75% en volumen de turba y un 25% de vermiculita (nombre comercial: "Termita" de Asfaltex).

2) Contenedores: Se emplearon contenedores Forest Pot 300

3) Fertilizantes:

- Nitrato amónico (NH_4NO_3) de riqueza del 33,5% con una presentación comercial en bolsas de 1000g., en forma de perlas sólidas recubiertas de una película protectora frente a la humedad de *Manuel Riesgo S.A.*
- Fertilizante complejo (N-P-K)(Mg) de riqueza (4-25-35) con dos diferentes presentaciones comerciales: por un lado se utilizaron Bolsas de 15kg. de fertilizante soluble en agua *Peters Professional*. Por otro también se usó fertilizante granulado o en polvo, soluble en agua, elaborado por *Conifer Finisher Scotts*.

Como herramienta para la aplicación de la solución fertilizante se empleó una jeringa-pistola dosificadora con una capacidad máxima de 50ml. por cada carga.

II) Aparatos y equipos de análisis empleados.

❖ Aparatos para la determinación de las superficies foliares:

- Analizador digital de imágenes
- Planímetro digital

❖ Equipos para la determinación de las concentraciones en nutrientes:

- Estufa
- Molinillo de premolido
- Molinillo para molido fino
- Cápsulas de estaño
- Medidor del contenido de nitrógeno: CHN-600
- Microondas de digestión
- Espectrofotómetros

❖ Báscula y balanzas.

❖ Sensores de temperatura y humedad.

❖ Equipo para la evaluación del estado hídrico

- Cámara de *Scholander* y equipo complementario
- Botella de nitrógeno tipo R

III) **Diseño del experimento:** Se estableció un diseño multifactorial en bloques completos al azar con los siguientes niveles de fertilización y acondicionamiento hídrico:

Tabla nº 1: Factores evaluados	
Niveles de estrés hídrico	Niveles de fertilización

<ul style="list-style-type: none"> • R0: nivel de referencia, a capacidad de campo. • R1: nivel de estrés moderado con pérdidas de hasta un 30% en peso. • R2: nivel de estrés fuerte, con pérdidas de hasta un 40% en peso. 	<ul style="list-style-type: none"> • T0: turba fertilizada. • T1: turba fertilizada+ fertilización de crecimiento semanal con amonio nitrato + fertilización tardía de endurecimiento con N-P-K hasta 24-150-210 mg/planta, resultando por combinación de ambas 110 mg N/planta. • T2: turba fertilizada + fertilización de crecimiento bisemanal con amonio nitrato + fertilización tardía de endurecimiento con N-P-K hasta 24-150-210 mg/planta, resultando por combinación de ambas 110 mg N/planta.
--	--

Los tratamientos aplicados y el número de plantas en este ensayo son los siguientes:

Tabla nº 2: Denominación de los tratamientos aplicados			
Niveles de fertilización	Niveles de estrés hídrico		
	R0	R1	R2
TO	R0T0	R1T0	R2T0
T1	R0T1	R1T1	R2T1
T2	R0T2	R1T2	R2T2
Nº tratamientos	9		

Tabla nº 3: Cuantificación de las plantas empleadas por cada especie.	
Nº Plantas-bandejas para la germinación y 1 ^{er} crecimiento	2000 – 40
Total de plantas-bandejas en tratamiento	1800 – 36
Nº plantas-bandejas inicial/tratamiento	200 - 4
Nº Bloques	4

Elaboración y análisis de curvas P-V y sus relaciones hídricas: Las curvas Presión-Volumen se construyeron según el procedimiento descrito por (TYREE & HAMMEL; 1972) y (ROBICHAUX; 1984), utilizándose para ello 6 plantas por tratamiento. Previamente se empaparon los cepellones a saturación y se dejaron las plantas toda la noche envueltas en plásticos opacos. Al día siguiente se construyeron las curvas mediante la medición sucesiva de los potenciales hídricos y el peso de las plantas, que durante el transcurso de las mediciones van perdiendo peso. A partir de ellas se dedujeron los siguientes parámetros:

- Potencial osmótico de la planta en el punto de pérdida de turgencia ($\Psi_{\pi pt}$).
- Potencial osmótico de la planta en el punto de saturación ($\Psi_{\pi s}$).
- Déficit de saturación hídrico de la planta en el punto de pérdida de turgencia (DSH_{pt}).
- Módulo de elasticidad cerca del punto de saturación (E_{max}).

IV) Características de la zona de plantación: La parcela, sita en el término municipal de Alburquerque (Badajoz), se caracteriza por presentar un 5% de pendiente media, una textura del suelo ligeramente arcillosa, pedregosidad escasa, altitud algo superior a los 300 m., precipitación media 750 mm/año y temperatura media de 16 ° C. La bonanza de la meteorología existente en el año 1999, como se puede observar en el climodiagrama (Gráfico nº 1) con una primavera generosa en lluvias, dotando al suelo de la humedad necesaria para la realización de los procesos fisiológicos básicos, han dado como resultado el arraigo y desarrollo de la gran mayoría de las plantas. El estado de la parcela con anterioridad a la instalación de los ensayos en campo hizo necesaria una buena preparación del suelo. Para este fin se emplearon un Bulldozer Caterpillar D-7, equipado con subsolador y grada de discos. Dos años después de la plantación fue necesario eliminar la competencia herbácea mediante desbroce mecanizado con desbrozadora de cadenas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La diferente forma de dosificar la solución fertilizante (niveles de fertilización T1 y T2) no se ha manifestado en la morfología desarrollada por las plantas. Las cantidades de nutrientes suministrados, 110-150-210 mg/planta de N-P-K, iguales para los dos tratamientos, no han producido toxicidad a la vista del estado mostrado por las plantas durante el cultivo. Aunque las diferencias entre la conductividad eléctrica de los lixiviados y la solución fertilizante (MARTÍN, L; 2000, CAMPILLO, M.; 2000) excedió de la cantidad máxima tolerada, 300 μ S/cm (PEÑUELAS & OCAÑA, 1996), un régimen de riegos frecuente entre aplicaciones resultó efectivo para prevenir la posible acumulación perjudicial de sales.

Sobre la respuesta obtenida en el PRR (ver valores NPA **tabla nº 5**), los dos tratamientos de fertilización han tenido un comportamiento similar y con valores superiores al control. Sin ser significativo, el nivel T2 generó un mayor número medio de raíces. Tras el análisis fitoquímico de los nutrientes presentes en las plantas, se denota el aumento de las concentraciones de N-P-K, tanto en partes aéreas como radicales en las plantas fertilizadas.

Respecto al acondicionamiento por estrés hídrico, éste merma, en general, el desarrollo de los atributos morfológicos como puede observarse tras comparar plantas sometidas y plantas no sometidas a estrés hídrico. El esfuerzo que la planta realiza en combatir la falta de agua se hace a costa de limitar otros procesos fisiológicos que intervienen en el crecimiento. La respuesta de las variables hídricas medidas ha sido diferente según la especie considerada (**tablas nº 4 y 5**). El alcornoque realizó ajustes osmóticos mostrando de forma significativa superiores valores absolutos en π_{100} y π_{pt} al tratamiento control. Así, los tratamientos de estrés hídrico moderado y fuerte alcanzaron para π_{100} : -2.37 y -2.58 MPa y en el control -2.29 MPa, mientras que el π_{pt} alcanzó -3.03 y -3.33 Mpa en los tratamientos de estrés hídrico moderado y fuerte y -2.99 MPa en el control, observándose que se alcanzaron menores diferencias al pasar de estrés moderado a fuerte que de control a moderado. En la encina no hubo diferencias entre tratamientos.

En cuanto a los resultados de campo, se observó el arraigo y el establecimiento de la gran mayoría de las plantas, probablemente debido a la abundante pluviometría recogida en los meses de abril y mayo (**gráfico nº 1**). Las tasas de mortalidad fueron para ambas especies, menores del 20% en todos los casos excepto en uno, R2T0 *Q.suber*, (**tabla nº 7**). El alcornoque sí presentó diferencias significativas para la supervivencia respecto al factor fertilización, resultando mayor en los tratamientos de fertilización alta. Se podría apuntar que los niveles de fertilización aplicados, iguales en ambas especies, pudieron influir más sobre la supervivencia del alcornoque por presentar un carácter menos esclerófilo que la *encina*, ya que el verano que sucedió a la plantación no dejó lluvias durante los 3 meses.

Quercus ilex L. no mostró significación estadística alguna que pudiera indicar el efecto de algún factor y se obtuvieron tasas de mortalidad que oscilaron entre el 3 y el 19% según el tratamiento considerado.

En el desarrollo morfológico del alcornoque se observa la influencia del efecto de la fertilización. La tasa de crecimiento en altura es mayor para las plantas fertilizadas bi-semanalmente (T2), seguidas del tratamiento control (T0) y por último las que fueron fertilizadas cada semana (T1). A pesar de existir diferencias significativas mediante el test de LSD ($\alpha < 0.05$), la diferencia en altura entre el crecimiento máximo y el mínimo sólo fue de 1,93 cm. El crecimiento en diámetro siguió las mismas pautas que la supervivencia, creciendo con las dosis de fertilizante, siendo mayor en el tratamiento T2 seguido del T1 y por último por el T0 (**tabla nº 7**). Durante la ejecución de tareas de desbroce mecanizado en la plantación contigua se afectó significativamente a la parte plantada de encina, de modo que ni el diseño en bloques prefijado permitió aislar dicha alteración. Por ello, no se puede afirmar nada por carecer de datos de los crecimientos en altura y diámetro. No obstante, se recoge la información relativa a la supervivencia de las mismas, cuya validez no resultó afectada.

En cuanto al potencial hídrico de las plantas, se observaron diferencias significativas para ambas especies en los potenciales de base, que fueron significativamente superiores en las plantas de fertilización semanal. La medida del potencial a mediodía solo parece corroborar esta tendencia para la encina, que alcanzó su valor significativamente más alto para el tratamiento R1T1. La repetición de las medidas para el mes de abril de 2001 parece corroborar dicha tendencia para la encina, que mantuvo sus niveles significativamente más altos para las plantas fertilizadas.

Las medidas del potencial efectuadas en noviembre de 2000, coincidentes con la parada vegetativa, muestran potenciales de base significativamente mayores para el tratamiento R1T0 en la encina, al igual que ocurre con el valor medio para el alcornoque. La repetición de las mediciones a mediodía muestra diferencias significativas entre los factores fertilización y estrés, presentando valores mayores de potencial los tratamientos no fertilizados y los sometidos a ciclos de sequía en vivero para la encina, esto es, se ratifica la bondad para este parámetro y especie del tratamiento R1T0. Para dicha medición en el alcornoque, la aplicación de estrés encuentra significación estadística, resultando mayor el potencial en plantas R0. La evaluación de los tratamientos en alcornoque muestra que los mayores valores se presentan para el tratamiento R0T0.

El efecto del acondicionamiento hídrico en el alcornoque, que fue la especie que ajustó su potencial

osmótico en vivero, ha sido imperceptible tras el primer período vegetativo en campo. Según (BURDETT; 1990) "el estado fisiológico de la planta presenta la peculiaridad de que puede variar en un amplio rango (dependiendo del parámetro considerado) en un espacio temporal relativamente corto (horas). Esto quiere decir que todo el esfuerzo invertido en la consecución de una planta de calidad con unos determinados atributos fisiológicos, puede desvanecerse en cuestión de horas debido a un mal manejo de la planta". Pudiera ser que ésta fuera la razón de la no repercusión mostrada en campo por el acondicionamiento hídrico. El tiempo transcurrido desde que se aplicó el tratamiento hasta la plantación (2 meses) ha podido ser suficiente como para que la planta pierda los ajustes adquiridos tras la fase en vivero.

CONCLUSIONES

A) El tratamiento de fertilización ha resultado influyente para las plantas de alcornoque, siendo el nivel de fertilización bisemanal con amonio nitrato y una fertilización tardía de endurecimiento con N-P-K hasta 24-150-210 mg./planta, el que aportó mayores tasas de supervivencia y desarrollo morfológico. Para la encina, nada puede afirmarse en cuanto a la influencia en la morfología, no siendo influyente en su supervivencia.

B) El tratamiento de acondicionamiento por estrés hídrico no ha influido en cuanto a desarrollo morfológico y supervivencia se refiere. Los valores de los potenciales hídricos observados revelan la pérdida de la influencia del mismo en el ajuste osmótico de la planta. No obstante, podría recomendarse la aplicación de los ciclos de sequía en vivero con un nivel de estrés moderado con pérdidas de hasta un 30% en peso, en tanto en cuanto el valor de los potenciales hídricos resulta mayor en las plantas así tratadas.

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.
- CAMPILLO GOMEZ, M.; (2000) Estudio de la influencia de la fertilización y del acondicionamiento a estrés hídrico en vivero sobre las características fisiológicas y morfológicas de brinzales de *Quercus suber L.* Proyecto Fin de Carrera. E.U.I.T. Forestal. Universidad Politécnica Madrid.
- 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.
- MARTIN LOPEZ, L. (2000) Estudio de la influencia de la fertilización y del acondicionamiento a estrés hídrico en vivero sobre las características fisiológicas y morfológicas de brinzales de *Quercus ilex L.* Proyecto Fin de Carrera. E.U.I.T. Forestal. Universidad Politécnica Madrid.
- PEÑUELAS, J.L.; OCAÑA, L. (1996). El cultivo de plantas forestales en contenedor. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Ed. Mundi-Prensa.
- ROBICHAUX, RH. (1984). Variation in the tissue water relations of two sympatric Hawaiian *Dubautia* species and their natural hybrid. *Oecologia.* 65: 75-81.
- TYREE, M. & HAMMEL, H.T., 1972. The measurement of the turgor pressure and the water relations of plants by the pressure technique. *J. Exp. Bot.* 23:267-282.

Tabla 4. *Q.ilex* L. Valores medios de todos los parámetros de calidad obtenidos tras 52 semanas de cultivo.

	TRATAMIENTO								
	R0T0	R1T0	R2T0	R0T1	R1T1	R2T1	R0T2	R1T2	R2T2
Altura (cm)	21,04	21,15	18,80	26,40	25,85	25,05	27,30	26,60	24,11
DCR (mm)	6,38	6,88	6,11	6,80	6,60	6,81	7,28	6,67	6,34
NH	19,87	23,62	20,29	25,33	24,33	26,00	25,91	27,91	24,83
SF (cm ²)	85,32	105,92	85,3	114,60	111,38	106,83	121,57	113,56	100,53
PSA (g)	2,69	3,14	2,55	3,64	3,52	3,54	3,99	3,60	3,19
PSH (g)	1,39	1,84	1,48	2,06	2,02	1,90	2,22	2,08	1,80
PST (g)	1,29	1,30	1,07	1,58	1,50	1,63	1,76	1,52	1,39
PSR (g)	4,09	4,61	3,88	4,14	4,15	4,15	4,42	4,25	3,76
PSRP (g)	3,53	3,96	3,39	3,61	3,63	3,59	3,86	3,72	3,36
PSRS (g)	0,56	0,65	0,49	0,53	0,52	0,56	0,56	0,53	0,40
PSA:PSR	0,69	0,73	0,67	0,92	0,87	0,88	0,91	0,87	0,94
QI	1,76	2,07	1,76	1,64	1,63	1,71	1,82	1,64	1,56
NA (mg/g)	7,70	8,65	7,95	11,05	10,47	10,20	9,90	10,17	9,95
NR (mg/g)	3,75	3,70	3,77	7,05	6,20	6,27	5,82	5,95	6,67
PA (mg/g)	0,56	0,49	0,52	0,84	0,84	0,87	0,81	0,81	0,80
PR (mg/g)	0,67	0,54	0,54	0,94	0,99	0,90	1,04	1,06	0,96
KA (mg/g)	3,41	3,71	3,64	3,83	3,97	4,17	3,73	4,00	4,02
KR (mg/g)	5,16	5,09	4,71	5,75	6,29	5,99	5,86	6,23	6,04
π_{pt} (MPa)	-3,86	-3,30	-3,35	-3,28	-2,74	-3,55	-3,55	-3,55	-3,55
π_{100} (MPa)	-2,86	-2,36	-2,51	-2,36	-1,87	-2,59	-2,33	-2,46	-2,53
DSHpt (%)	15,08	21,49	15,28	34,79	22,84	17,33	19,41	19,91	17,43
ϵ_{max} (MPa)	30,42	19,54	29,58	14,03	16,29	23,59	22,85	27,94	25,04

Tabla 5. *Q.suber* L. Valores medios de todos los parámetros de calidad obtenidos tras 52 semanas de cultivo

	TRATAMIENTO								
	R0T0	R1T0	R2T0	R0T1	R1T1	R2T1	R0T2	R1T2	R2T2
Altura (cm)	33,30	32,80	35,36	50,90	43,89	48,90	44,36	49,19	44,77
DCR (mm)	4,52	4,45	4,93	5,89	4,84	4,67	4,86	5,13	4,99
NH	28,50	28,87	30,83	45,83	40,21	38,21	37,71	40,54	34,46
SF (cm ²)	129,07	119,15	129,22	201,61	149,91	165,41	154,39	190,31	141,28
PSA (g)	2,58	2,34	2,84	5,17	3,73	3,99	3,57	4,51	3,44
PSH (g)	1,41	1,22	1,48	2,41	1,82	1,95	1,71	2,23	1,52
PST (g)	1,17	1,12	1,36	2,76	1,91	2,04	1,86	2,29	1,92
PSR (g)	5,17	4,68	5,79	6,53	5,12	5,18	4,55	5,61	4,69
PSRS (g)	0,6	0,62	0,76	0,87	0,66	0,61	0,60	0,77	0,72
PSA:PSR	0,50	0,51	0,49	0,76	0,71	0,79	0,82	0,82	0,72
QI	1,01	0,91	1,16	1,25	0,94	0,83	0,83	0,98	0,87
NA (mg/g)	9,05	9,67	8,77	10,47	10,87	11,41	11,01	11,05	11,60
NR (mg/g)	4,67	5,85	4,75	7,52	7,70	8,20	8,56	8,50	8,47
PA (mg/g)	0,90	1,13	0,97	1,52	1,51	1,64	1,81	1,61	1,56
PR (mg/g)	0,90	1,01	0,85	1,54	1,54	1,59	1,74	1,50	1,64
KA (mg/g)	3,90	4,11	3,76	4,40	4,39	4,47	4,47	4,20	4,03
KR (mg/g)	3,67	3,89	3,40	4,47	4,04	4,07	4,57	4,36	4,21
π_{pt} (MPa)	-2,86	-2,84	-3,45	-3,03	-3,30	-3,35	-3,08	-2,96	-3,21
π_{100} (MPa)	-2,36	-2,24	-2,71	-2,24	-2,58	-2,59	-2,30	-2,29	-2,45
DSHpt (%)	10,42	13,69	13,245	17,01	12,98	15,83	15,77	12,00	16,35
ϵ_{max} (MPa)	38,75	29,55	12,28	26,29	29,15	29,72	24,90	27,02	26,40
NPA	2,30	2,40	1,75	4,85	7,05	8,60	5,85	9,70	5,60

Tabla 6. Datos meteorológicos año 2000.
I.N.M. Estación "El Sesmo" Albuquerque.

	pi	Ci	Fi	TMMCi	TMMFi	Ti
Enero	4,8	17	-1	12,1	1,6	6,8
Febrero	5,6	23	4	18,7	6,0	12,4
Marzo	12,4	26	2	20,1	6,9	13,5
Abril	125,7	22	1	15,8	6,7	11,2
Mayo	103,2	35	7	23,7	11,9	17,8
Junio	0	40	9	31,9	15,4	23,6
Julio	3,4	42	11	33,6	15,7	24,6
Agosto	0	41	12	33,8	16,6	25,2
Septiembre	4,5	39	8	30,6	14,7	22,6
Octubre	25,7	32	6	23,3	10,4	16,8
Noviembre	140,7	19	3	14,8	6,6	10,7
Diciembre	203,7	17	2	13,1	6,5	9,8

pi: precipitación media mensual

Ci: temperatura máxima mensual.

Fi: temperatura mínima mensual.

TMMCi: temperatura media de las máximas del mes.

TMMFi: temperatura media de las mínimas del mes.

ti: temperatura media mensual.

Gráfico1: Climodiagrama de Walter-Lieth (1960). Clasificación de Allué-Andrade.

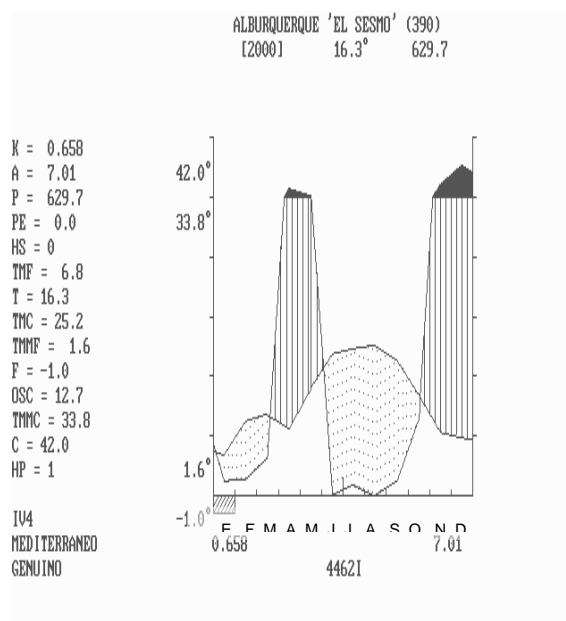


Tabla 7. Evolución de los parámetros morfológicos y mortalidad durante el primer período vegetativo en campo. Valores medios (\pm error estándar) para $\alpha < 0.05$.

		TRATAMIENTO									SIG
		R0T0	R0T1	R0T2	R1T0	R1T1	R1T2	R2T0	R2T1	R2T2	
<i>Q.ilex</i>	Mortalidad	0.19 ± 0.09	0.05 ± 0.02	0.18 ± 0.07	0.07 ± 0.05	0.08 ± 0.02	0.10 ± 0.04	0.13 ± 0.05	0.19 ± 0.07	0.03 ± 0.02	NS
	CrH(cm)	3.47 ± 0.67	3.45 ± 0.58	5.03 ± 0.82	3.31 ± 0.63	2.86 ± 0.53	4.87 ± 0.96	4.73 ± 1.17	1.82 ± 0.43	4.05 ± 0.68	NS
<i>Q.suber L.</i>	CrD(mm)	1.32 ± 0.16	1.84 ± 0.16	1.90 ± 0.19	1.26 ± 0.13	1.53 ± 0.13	1.72 ± 0.14	1.26 ± 0.16	1.29 ± 0.13	1.70 ± 0.13	NS
	Mortalidad	0.13 ± 0.06	0.17 ± 0.08	0.08 ± 0.03	0.17 ± 0.02	0.07 ± 0.02	0.12 ± 0.06	0.29 ± 0.11	0.15 ± 0.03	0.02 ± 0.02	NS