

EVOLUCIÓN TEMPORAL DEL GRADO DE ENDURECIMIENTO DE PLANTAS DE VIVERO DE 4 ESPECIES FORESTALES ESPAÑOLAS CULTIVADAS EN LOCALIDADES CON CONDICIONES CLIMÁTICAS DISTINTAS

M. Fernández^{1*}, F. Carvajal¹, R. Alejano¹, L. Domínguez¹, R. Tapias¹ y S.P. Alesso².

Universidad de Huelva. Departamento de Ciencias Agroforestales, Escuela Politécnica Superior.
Campus de La Rábida, Carretera de Palos de la Frontera s/n, 21819 Palos de la Frontera, Huelva.
Universidad de Huelva. CIDEU. Edificio de la Biblioteca Universitaria, Campus de El Carmen.
21071. Huelva

* manuel.fernandez@dcaf.uhu.es

Resumen

Desde principio del otoño hasta principio de primavera se estudió la evolución de algunos caracteres morfo-fisiológicos indicadores de la calidad de las plantas de vivero destinadas a repoblación forestal (altura, diámetro, distribución de biomasa, nutrición mineral, capacidad de regeneración de raíces y resistencia al frío). Las especies ensayadas fueron *Quercus suber*, *Q. ilex* (de dos regiones de procedencia, 11e y 15a), *Pistacia lentiscus* y *Olea europaea* var. *sylvestris*. Todas ellas eran de una savia, procedentes de semillas germinadas en la primavera anterior, crecidas en el mismo tipo de envase (300 cm³) y con el mismo sustrato pero cultivadas en dos viveros de localización y características climáticas diferentes. En cuanto al patrón de evolución temporal de los parámetros medidos, se advirtió una alta correlación con la temperatura ambiente, siendo el vivero de clima con estaciones más marcadas el que alcanzó con anterioridad su grado máximo de resistencia al frío y el que retrasó la salida de la dormición durante la época invierno-primavera. Indudablemente, las distintas especies se diferenciaron en su patrón de evolución y en el grado de resistencia al frío conseguido, debiendo resaltar las diferencias encontradas entre las dos procedencias de encina, siendo la de clima con estaciones más extremas (15a) la que en todo momento presentó un mayor grado de resistencia al frío. También se encontró un alto grado de correspondencia entre el contenido en K y la resistencia al frío o el contenido en N y P con la capacidad de regeneración de raíces. Las cuatro especies necesitaron acumular, al menos, 350 h (< 8 °C) para conseguir un grado apreciable de resistencia al frío, alcanzándose el máximo resistencia entre 700 y 800 h.

Palabras clave: *Quercus suber*, *Quercus ilex*, *Pistacia lentiscus*, *Olea europaea*, Resistencia al frío, Capacidad de regeneración de raíces.

INTRODUCCIÓN

El establecimiento con éxito de una plantación es el principal objetivo en el proceso de repoblación forestal. Teniendo en cuenta la larga longevidad que, salvo imprevistos, alcanzan las especies forestales, está claro que su genotipo debe ser cuidadosamente contemplado. Asimismo, las variables de producción en vivero condicionarán el éxito o fracaso a corto plazo. Dado el sistema de producción de planta forestal que emplean la mayoría de los viveros españoles, una de las variables ambientales de crecimiento (la temperatura) puede llegar a ser determinante del grado de endurecimiento alcanzado por las plantas (Boorse *et al.* 1998, Mollá *et al.* 2003, Pardos *et al.* 2003) y, por tanto, de su aptitud o no para ser transplantada.

El objetivo general del presente estudio es la caracterización morfo-fisiológica en vivero, a lo largo de la estación fría (otoño-invierno), de cuatro especies forestales mediterráneas (alcornoque, encina, acebuche y lentisco) para su posterior establecimiento en campo, teniendo en cuenta los siguientes parámetros (características morfológicas, tolerancia al frío, capacidad de regeneración de raíces y contenido en nutrientes minerales), con el fin de poder ofrecer al viverista información sobre el estado de las plantas en cada momento y recomendaciones acerca del momento óptimo para la plantación.

MATERIAL Y MÉTODOS

Las plantas se produjeron a partir de semillas, germinadas en marzo de 2003 y cultivadas en dos viveros distintos (situados en las provincias de Huelva y Granada), excepto el lentisco que sólo se cultivó en Huelva. Se utilizaron plantas de una savia, crecidas en envases Super-Leach® 300 cm³, con sustrato de turba rubia:turba negra:corteza de pino (1:1:1 volumen). El régimen de fertilización no fue el mismo, siguiendo cada vivero su régimen habitual, con la condición de que durante la fase de crecimiento utilizasen un fertilizante rico en N y durante la de endurecimiento bajase la proporción de éste. Las especies y procedencias utilizadas fueron: *Olea europaea* var. *sylvestris* L. (recolectadas en S^a Morena, Córdoba); dos procedencias de *Quercus ilex* ssp. *ballota* L. (S^a Morena Occidental - 11e- y Sierra de Segura -15a-); *Quercus suber* L. (procedencia 6, Litoral Onubense-Bajo Guadalquivir) y *Pistacia lentiscus* L. (recolectadas en el P.N. de Doñana, Huelva). El seguimiento del estado de endurecimiento se llevó a cabo desde octubre de 2003 hasta abril de 2004, realizando mediciones en cuatro fechas (15 de octubre, 15 de diciembre, 1 de febrero y 15 de abril).

En cada fecha de medición se determinaron los siguientes atributos: parámetros morfológicos en 10-15 plantas por especie y tratamiento (altura, diámetro del cuello de la raíz, peso seco de tallos, raíz y hojas, relación parte aérea/raíz en peso seco, índice de Calidad de Dickson), estado nutricional (nitrógeno, fósforo y potasio), capacidad de crecimiento radical (CCR) y resistencia al frío (LT50, definida como la temperatura para la cual se causa un 50 % de daños en las hojas).

Los nutrientes se analizaron mediante métodos convencionales, Kjeldahl para el nitrógeno, azul de molibdato para fósforo y fotometría de llama para el potasio.

Para contabilizar la regeneración de raíces se utilizaron 5 plantas por especie, vivero y tratamiento. Se extraía cada planta del envase y, sin quitarle el cepellón, se cortaban con tijeras las raíces que sobresalían. Luego se volvía a plantar en un envase de 2,5 litros con perlita y se llevaban a una cámara de cultivo a 22°-18°C y 14h de fotoperíodo. Las plantas se regaban semanalmente con solución nutritiva (7-5-6 + Micros, 3 cm³/litro), intercalando riegos con agua cada 2 ó 3 días. A las 4 semanas se volvieron a sacar del envase y se contaban y medían las nuevas raíces.

Para el test de frío se utilizaron 5 plantas por especie y tratamiento. Las plantas se introducían, con las raíces aisladas, en un arcón congelador (IGNIS®) al que se le ha incorporado un programador de temperatura (West 4400) y dos ventiladores interiores para remover el aire. La temperatura se hacía descender lenta y progresivamente hasta la mínima prefijada en cada ensayo, una vez conseguida se mantenía durante 3 horas y volvía a subir lentamente hasta temperatura ambiente (un ciclo completo duraba 14-16 h). Posteriormente se sacaban las plantas y se llevaban a un invernadero con condiciones favorables para su crecimiento. Transcurridos dos semanas desde la realización del ensayo, se evaluaba el daño sufrido por las hojas (evaluación visual del porcentaje de superficie foliar afectada).

La primera semana de marzo se realizó una plantación en dos parcela dentro del Parque Nacional de Doñana, a razón de 60 plantas/especie/vivero/parcela, dispuestas aleatoriamente en 4 bloques/parcela y se llevó un seguimiento estacional de la supervivencia y el crecimiento. Todos los datos obtenidos se trataron mediante análisis de la varianza, considerando como factores fijos la especie/procedencia, la fecha y el vivero.

RESULTADOS

Como el objetivo principal de este estudio no es analizar las diferencias existentes entre especies, nos centraremos especialmente en comentar los aspectos más relevantes de la evolución estacional del estado de las plantas y las diferencias encontradas entre viveros. La evolución de las temperaturas en cada vivero durante el experimento (Figura 1) nos confirma la hipótesis de que el vivero de Granada, situado a 900 m de altitud, está situado en una zona más de clima más frío.

El análisis estadístico de los parámetros morfológicos reveló diferencias significativas entre viveros ($p < 0,05$) para las cuatro fechas de medición. Al inicio del experimento (octubre 2003) las plantas del vivero de Granada partían de un tamaño mayor (Tabla 1), manteniéndose esa diferencia a lo largo del ensayo (Tabla 2). Se pudo constatar que durante el experimento las plantas siguieron creciendo, tanto la raíz (viveros de Huelva y Granada), como la parte aérea (vivero de Huelva). No obstante, durante el período más frío (diciembre-febrero) prácticamente no se produjo crecimiento en ninguna de las especies.

También se obtuvieron diferencias significativas entre fechas ($p < 0,01$) para la capacidad de

regeneración de raíces, con valores de regeneración más bajos en octubre y abril ($23,5 \pm 12,0$ cm) que en diciembre y febrero ($162 \pm 60,5$ cm). Las diferencias más acusadas entre viveros se dieron durante el período más frío (diciembre-febrero), presentando el vivero de Granada valores más altos ($p < 0,01$) para las encinas y el alcornoque en estas fechas (Tabla 3). Asimismo, para las fechas del período más frío la concentración de nutrientes, principalmente nitrógeno y fósforo, fue más alto para las plantas del vivero de Granada (Tabla 4), a pesar de partir de valores no significativamente distintos en octubre.

La evolución estacional del grado de resistencia al frío mostró diferencias importantes entre fechas ($p < 0,01$), siendo en febrero y diciembre cuando las plantas presentaron un mayor grado de resistencia, si bien, las del vivero de Huelva, en diciembre aún no habían alcanzado su máximo grado de resistencia. En general, para las cuatro especies, el período de endurecimiento retrasó su comienzo y adelantó su salida en el vivero de Huelva respecto al de Granada. De una forma aproximada, analizando la evolución de la temperatura (Figura 1), el grado de endurecimiento de las plantas en cada fecha (Figura 2) y la capacidad de crecimiento de raíces, podríamos decir que la dormición no comenzó a ser efectiva hasta que la temperatura media de las mínimas no bajó de $7,5-8,0$ °C, produciéndose la salida del estado de dormición cuando se superó esta misma temperatura. Igualmente, podríamos repetir la afirmación anterior para temperatura media de las máximas de $18,0-18,5$ °C o temperatura media de $12,5-13,0$ °C.

Aunque con ligeras diferencias entre especies, se pudo observar que las plantas no presentaron una respuesta significativa al frío hasta que no habían acumulado más de 350 h con temperaturas por debajo de 8 °C, obteniendo los valores máximos de resistencia en la medición para la que habían acumulado 950 h. Respecto a la respuesta en campo, no se obtuvieron diferencias significativas en las tasas de mortalidad de las plantas un año después de la plantación, aunque sí se apreció un mayor vigor (crecimiento) de las encinas y alcornoques procedentes de Granada durante los primeros meses tras la plantación.

DISCUSIÓN

Los tamaños de plantas obtenidos en los viveros están dentro de los rangos usuales de plantas de una savia producidas normalmente en los viveros españoles (Navarro *et al.* 1998, Martínez *et al.* 2001, Royo *et al.* 2003, Villar-Salvador *et al.* 2004a, Villar-Salvador *et al.* 2004b), si bien el acebuche parece encontrarse en los límites más altos en cuanto a altura (Navarro *et al.* 1998, Bañón *et al.* 2003). El menor tamaño de las plantas de Huelva respecto de las de Granada dio lugar a valores inferiores del índice de calidad de Dickson (ICD) a lo largo de todo el ensayo, especialmente para *Q. ilex*, pero no diferenciado para *Olea europaea*. Valores de ICD por debajo de 0,6 en *Quercus* podrían indicar plantas pequeñas o mal proporcionadas (Fernández y Royo, 1998), por lo que si tomamos como referencia las fechas del período diciembre-febrero (por ser época habitual de plantación), observamos que en general para la época fría presentaron valores aceptables, por encima de 0,6.

La relación parte aérea/raíz en peso seco nos proporciona información sobre la compensación existente entre parte transpirante y absorbente. De una forma genérica, valores por encima de 3,0 en pinos y 1,0 en encinas pueden comprometer la viabilidad de la plantación (Fernández y Royo, 1998). Con *Pseudotsuga menziesii* los valores buenos de la relación tallo/raíz oscilan entre 1 y 2, de 2 a 3 son valores críticos y mayores de 3 no serían aceptables (Thompson, 1985). En nuestro caso, encinas y alcornoque, a pesar de las fluctuaciones entre fechas, se obtuvieron valores cercanos a 1,0 ó menores. El acebuche presentó los valores más altos, entre 3 y 5, dentro del rango superior de los obtenidos habitualmente (Bañón *et al.* 2003, Navarro *et al.* 1998).

Las plantas del vivero de la localidad más fría, respecto del otro vivero, adelantaron cerca de un mes en el inicio del proceso de endurecimiento y retrasaron casi otro mes la salida de la dormición. Por tanto, la posible “ventana” de salida de las plantas al campo es más amplia en el primero (10-diciembre a 20-marzo) que en el segundo (10 de enero a 28 de febrero), aproximadamente, al menos para el año estudiado. Asimismo, las plantas de la localidad mas fría endurecieron más intensamente que las de la otra, especialmente las encinas, alcanzando niveles de resistencia al frío (LT50) más altos, una vez conseguido su grado máximo de resistencia. En estudios realizados en cámara de cultivo para estas mismas especies, hemos podido determinar que el máximo de resistencia al frío se alcanza cuando las plantas acumulan entre 700 y 800 h ($< 8^{\circ}\text{C}$), según la especie, por lo que

posiblemente, en el vivero de Granada se habría conseguido este estado los primeros días de enero. No obstante, las plantas del vivero de Huelva llegaron a alcanzar un alto grado de resistencia al frío que, quizás, hubiese mejorado si se incrementase el contenido en nutrientes de las plantas aumentando su régimen de fertilización. Posiblemente, el mayor contenido en nutrientes, en particular K_{hojas} en *Q. suber* y *Q. ilex* y N y P en *Q. suber* y *Q. ilex* (15a), hayan contribuido a incrementar la tolerancia al frío y la capacidad de regeneración de raíces, respectivamente.

Lógicamente, se han obtenido diferencias significativas entre especies para casi todos los parámetros morfológicos y fisiológicos analizados, por lo que el análisis de los valores de los distintos parámetros y la correlación entre ellos debe hacerse para cada especie independientemente. Cabe destacar las diferencias obtenidas entre las dos procedencias de encina, síntoma de que la resistencia al frío depende, en cierto grado, del genotipo, pudiendo correlacionarse con el régimen térmico de las poblaciones de origen (Pardos *et al.* 2001). El hecho de haber realizado la plantación durante la primera semana de marzo, justo cuando las plantas de los dos viveros aún conservaban un alto grado de endurecimiento, y la primavera tan favorable que prosiguió a la plantación, pudo contribuir a que no se produjesen diferencias en mortalidad entre viveros y a que, sin embargo, las plantas con mayor tamaño, CCR y contenido en nutrientes desarrollasen un mayor crecimiento durante los primeros meses.

Agradecimientos

Se agradece la financiación aportada por el MCYT para la ejecución del proyecto I+D de referencia AGL2002-02757 dentro del cual se desarrollaron gran parte de los trabajos de este estudio. También se agradece al Parque Nacional de Doñana la ayuda prestada en la recolección de semillas y la instalación de las parcelas de campo. Asimismo se agradece al Grupo Empresarial ENCE y a Viveros PonceLajara su colaboración en la producción de las plantas.

BIBLIOGRAFÍA

- BAÑÓN, S.; OCHOA, J.; FRANCO, J.A.; SÁNCHEZ-BLANCO, M.J.; ALARCÓN, J.J.; TORRECILLAS, A. and FERNÁNDEZ, T.; 2003. Hardening of *Olea europaea* var. *sylvestris* seedlings by application of water and humidity ambiental stress treatments. *Acta Hort.* 614: 515-520.
- BOORSE, G.C.; EWERS, F.W. & DAVIS, S.D.; 1998. Response of chaparral shrubs to belowfreezing temperatures: acclimation, ecotypes, seedlings vs. adults. *Am. J. Bot.* 85(9): 1224-1230.
- FERNÁNDEZ, M. y ROYO, A. (1998). Estudios realizados en la cátedra de anatomía, fisiología y genética forestal para el control de calidad de planta forestal. En: *Curso superior de viveros y producción de planta forestal autóctona para colonización de ecosistemas mediterráneos*. 16-27 de noviembre. Valasín. Guadalajara.
- MOLLÁ, S.; VILLAR-SALVADOR, P.; GARCÍA-FAYOS, P. y PEÑUELAS, J. L.; 2003. Influencia de la localización del vivero sobre la resistencia a la helada y el desarrollo en campo de *Quercus ilex* spp. *ballota* L. *Montes*, 74: 23-30.
- MARTÍNEZ, G.; PLANELLES, R.; ZAZO, J.; BELA, D.; VIVAR, A. y LÓPEZ, M.; 2001. Estudio de la influencia de la fertilización nitrogenada y la iluminación sobre atributos morfológicos y fisiológicos de brinzales de *Q. suber* L. cultivado en vivero. Resultados del 1er año en campo. *Actas del III Congreso Forestal Español*. Tomo II : 784-789.
- NAVARRO, R. M^a; DEL CAMPO, A.; ALEJANO, R. y ÁLVAREZ, L.; 1998. Caracterización decalidad final de planta de encina, alcornoque, algarrobo y acebuche en cinco viveros en Andalucía. *Informaciones Técnicas* 53/98. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía.
- PARDOS, M.; ROYO, A.; GIL, L. y PARDOS, J.A.; 2003. Effect of nursery location and outplanting date on field performance of *Pinus halepensis* and *Quercus ilex* seedlings. *Forestry*, 76(1): 67-81.
- PARDOS, M.; PARDOS, J.A. y MONTERO, G.; 2001. Variación estacional de la actividad radical en tres procedencias de *Quercus suber* L. *Actas del III Congreso Forestal Español*. Tomo II : 36-42.
- ROYO, A.; FERNÁNDEZ, M.; GIL, L. and PARDOS, J.A.; 2003. Assessing the hardiness of Aleppo

- pine, maritime pine and holm oak seedlings by electrolyte leakage and water potential methods. *Tree Planters' Notes* 50(1): 38-43.
- ROYO, A.; GIL, L. y PARDOS, J. A. La resistencia al frío y el potencial de regeneración radical en plantas de *Pinus halepensis* MILL., *Pinus pinaster* AIT. y *Quercus ilex* L. cultivadas en contenedor. En: F. Puertas Tricas y M. Rivas (eds.). *Actas del I Congreso Forestal Hispano-Luso y II Congreso Forestal Español*. IRATI-97, 3: 579-584.
- VILLAR-SALVADOR, P.; PLANELLES, R.; ENRÍQUEZ, E. and PEÑUELAS, J.L.; 2004. Nursery cultivation regimes, plant functional attributes, and field performance relationships in the Mediterranean oak *Quercus ilex* L. *For. Ecol. Manage.* 196: 257-266.
- VILLAR-SALVADOR, P.; PLANELLES, R.; OLIET, J.; PEÑUELAS, J.L.; JACOBS, F. and GONZÁLEZ, M.; 2004. Drought tolerance and transplanting performance of holm oak (*Quercus ilex*) seedlings after drought hardening in the nursery. *Tree Physiol.* 24: 1147-1155.
- THOMPSON, B. E.; 1985. Seedling morphology: what you can tell by looking. En: *Evaluating Seedling Quality: Principles, Procedures, and Predictive Abilities of Major Tests*. En: Duryea, M. L., ed. Corvallis, Oregon, F.R.L., pp. 59-71.

Tabla 1. Valores medios ($\pm$ ET) de los parámetros morfológicos por vivero y especie al comienzo del ensayo (octubre de 2003).

Vivero	Especie	H (cm)	D (mm)	PSrz (g)	PSpa (g)	PSpa/PSrz	ICD
HU	<i>O. e.</i>	74,75 $\pm$ 4,21	5,12 $\pm$ 0,12	1,60 $\pm$ 0,07	7,44 $\pm$ 0,64	4,62 $\pm$ 0,30	0,47 $\pm$ 0,01
	<i>Q. i.</i> (11e)	11,48 $\pm$ 1,00	3,41 $\pm$ 0,28	1,13 $\pm$ 0,15	1,00 $\pm$ 0,12	0,89 $\pm$ 0,07	0,51 $\pm$ 0,07
	<i>Q. i.</i> (15a)	8,15 $\pm$ 0,75	3,38 $\pm$ 0,16	0,98 $\pm$ 0,15	0,62 $\pm$ 0,07	0,69 $\pm$ 0,10	0,53 $\pm$ 0,08
	<i>Q. s.</i>	24,83 $\pm$ 1,49	4,08 $\pm$ 0,31	2,80 $\pm$ 0,23	1,36 $\pm$ 0,15	0,48 $\pm$ 0,02	0,63 $\pm$ 0,06
	<i>P. l.</i>	6,37 $\pm$ 0,98	2,00 $\pm$ 0,18	0,17 $\pm$ 0,08	0,23 $\pm$ 0,07	2,24 $\pm$ 0,60	0,08 $\pm$ 0,03
GR	<i>O. e.</i>	69,73 $\pm$ 2,72	5,75 $\pm$ 0,19	1,66 $\pm$ 0,10	8,04 $\pm$ 0,40	4,92 $\pm$ 0,21	0,52 $\pm$ 0,03
	<i>Q. i.</i> (11e)	18,93 $\pm$ 1,21	3,83 $\pm$ 0,15	2,77 $\pm$ 0,15	2,15 $\pm$ 0,23	0,76 $\pm$ 0,06	0,87 $\pm$ 0,06
	<i>Q. i.</i> (15a)	18,07 $\pm$ 1,22	3,89 $\pm$ 0,15	2,52 $\pm$ 0,18	1,98 $\pm$ 0,18	0,80 $\pm$ 0,06	0,83 $\pm$ 0,05
	<i>Q. s.</i>	50,17 $\pm$ 1,96	4,44 $\pm$ 0,26	2,69 $\pm$ 0,32	5,37 $\pm$ 0,62	2,05 $\pm$ 0,08	0,60 $\pm$ 0,08

Tabla 2. Valores medios ($\pm$ ET) de los parámetros morfológicos por vivero y especie al final del ensayo (abril de 2004).

Vivero	Especie	H (cm)	D (mm)	PSrz (g)	PSpa (g)	PSpa/PSrz	ICD
HU	<i>O. e.</i>	85,67 $\pm$ 2,41	6,75 $\pm$ 0,26	3,08 $\pm$ 0,32	10,90 $\pm$ 0,93	3,69 $\pm$ 0,27	0,87 $\pm$ 0,09
	<i>Q. i.</i> (11e)	17,65 $\pm$ 1,46	4,09 $\pm$ 0,17	2,23 $\pm$ 0,27	1,87 $\pm$ 0,21	0,86 $\pm$ 0,05	0,80 $\pm$ 0,08
	<i>Q. i.</i> (15a)	14,17 $\pm$ 1,19	3,65 $\pm$ 0,17	1,18 $\pm$ 0,17	1,26 $\pm$ 0,16	1,18 $\pm$ 0,16	0,50 $\pm$ 0,07
	<i>Q. s.</i>	27,39 $\pm$ 2,50	3,92 $\pm$ 0,32	3,77 $\pm$ 0,59	1,67 $\pm$ 0,33	0,44 $\pm$ 0,03	0,73 $\pm$ 0,12
	<i>P. l.</i>	6,55 $\pm$ 0,29	2,12 $\pm$ 0,15	0,17 $\pm$ 0,03	0,23 $\pm$ 0,03	1,61 $\pm$ 0,20	0,10 $\pm$ 0,02
GR	<i>O. e.</i>	69,30 $\pm$ 3,67	6,29 $\pm$ 0,25	2,88 $\pm$ 0,23	8,52 $\pm$ 0,59	3,03 $\pm$ 0,17	0,82 $\pm$ 0,06
	<i>Q. i.</i> (11e)	17,08 $\pm$ 1,49	4,69 $\pm$ 0,46	4,23 $\pm$ 0,70	2,00 $\pm$ 0,35	0,47 $\pm$ 0,04	1,69 $\pm$ 0,38
	<i>Q. i.</i> (15a)	18,44 $\pm$ 1,07	5,26 $\pm$ 0,20	5,11 $\pm$ 0,40	2,22 $\pm$ 0,21	0,44 $\pm$ 0,03	1,87 $\pm$ 0,14
	<i>Q. s.</i>	49,01 $\pm$ 1,98	5,58 $\pm$ 0,30	4,27 $\pm$ 0,55	5,19 $\pm$ 0,47	1,28 $\pm$ 0,09	0,97 $\pm$ 0,13

Tabla 3. Valores medios ($\pm$ ET) del número de raíces regeneradas y de su longitud por vivero y especie en febrero de 2004)

Vivero	Especie	Nº total de raíces	Longitud total (cm)
HU	<i>O. e.</i>	109,40 $\pm$ 18,43	331,99 $\pm$ 79,21
	<i>Q. i.</i> (11e)	22,80 $\pm$ 2,62	26,95 $\pm$ 9,66
	<i>Q. i.</i> (15a)	22,40 $\pm$ 3,17	30,69 $\pm$ 15,43
	<i>Q. s.</i>	27,60 $\pm$ 5,35	84,49 $\pm$ 35,81
	<i>P. l.</i>	30,60 $\pm$ 7,94	28,69 $\pm$ 9,32
GR	<i>O. e.</i>	92,20 $\pm$ 16,01	377,46 $\pm$ 82,26
	<i>Q. i.</i> (11e)	37,20 $\pm$ 5,18	87,42 $\pm$ 19,28
	<i>Q. i.</i> (15a)	63,60 $\pm$ 16,09	207,80 $\pm$ 58,86
	<i>Q. s.</i>	85,80 $\pm$ 10,91	281,48 $\pm$ 34,13

Tabla 4. Valores medios ($\pm$ ET) de los contenidos en nutrientes minerales por vivero y especie (febrero de 2003).

Vivero	Especie	Órgano	N (%)	P (%)	K (%)
HU	O. e	Hoja	2,0 $\pm$ 0,2	0,17 $\pm$ 0,01	0,88 $\pm$ 0,05
		Raíz	1,7 $\pm$ 0,2	0,10 $\pm$ 0,01	0,93 $\pm$ 0,05
	Q. i. (11e)	Hoja	1,1 $\pm$ 0,1	0,09 $\pm$ 0,00	0,23 $\pm$ 0,00
		Raíz	0,7 $\pm$ 0,1	0,08 $\pm$ 0,00	0,42 $\pm$ 0,04
	Q. i. (15 ^a)	Hoja	1,1 $\pm$ 0,1	0,10 $\pm$ 0,03	0,26 $\pm$ 0,03
		Raíz	0,7 $\pm$ 0,1	0,10 $\pm$ 0,01	0,67 $\pm$ 0,04
	Q. s.	Hoja	1,8 $\pm$ 0,1	0,07 $\pm$ 0,00	0,31 $\pm$ 0,03
		Raíz	1,0 $\pm$ 0,1	0,05 $\pm$ 0,01	0,25 $\pm$ 0,02
	P. l.	Hoja	2,5 $\pm$ 0,1	0,17 $\pm$ 0,00	0,73 $\pm$ 0,00
		Raíz	2,1 $\pm$ 0,1	0,13 $\pm$ 0,00	1,22 $\pm$ 0,00
GR	O. e.	Hoja	2,3 $\pm$ 0,1	0,19 $\pm$ 0,03	1,04 $\pm$ 0,01
		Raíz	1,8 $\pm$ 0,1	0,16 $\pm$ 0,02	1,00 $\pm$ 0,07
	Q. i. (11e)	Hoja	1,2 $\pm$ 0,1	0,09 $\pm$ 0,02	0,38 $\pm$ 0,05
		Raíz	0,7 $\pm$ 0,1	0,10 $\pm$ 0,03	0,35 $\pm$ 0,02
	Q. i. (15 ^a)	Hoja	1,7 $\pm$ 0,1	0,15 $\pm$ 0,01	0,46 $\pm$ 0,03
		Raíz	0,9 $\pm$ 0,1	0,09 $\pm$ 0,01	0,47 $\pm$ 0,06
	Q. s.	Hoja	2,1 $\pm$ 0,1	0,17 $\pm$ 0,03	0,63 $\pm$ 0,05
		Raíz	1,5 $\pm$ 0,2	0,15 $\pm$ 0,00	0,35 $\pm$ 0,04

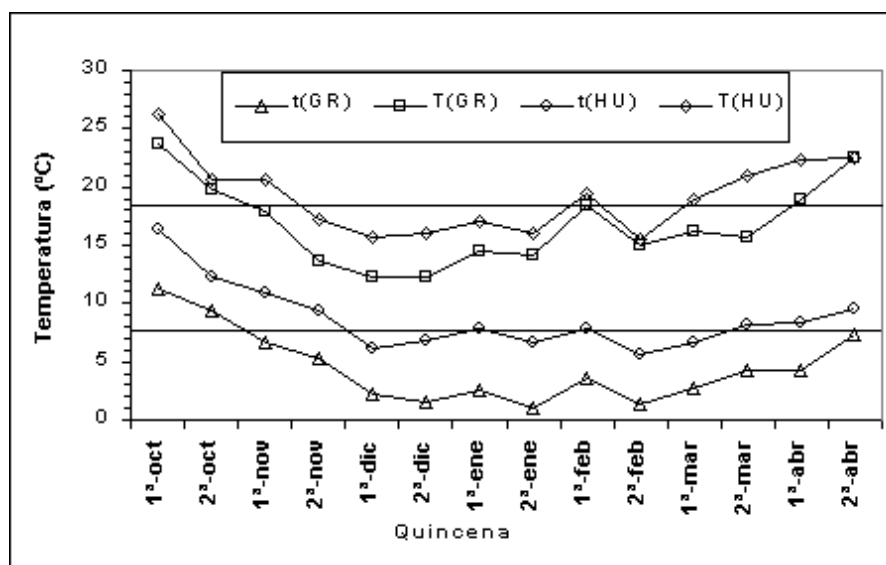
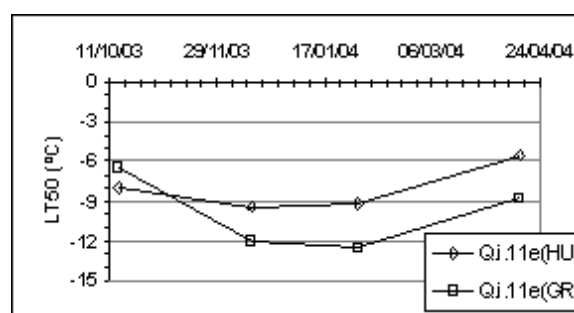
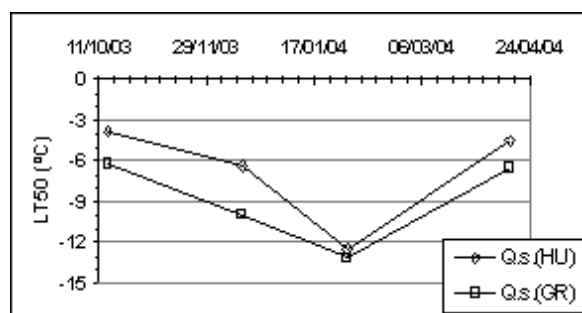


Figura 1: Evolución de la temperatura para los dos viveros (HU=Huelva, GR=Granada) durante el experimento. t = temperatura media de las mínimas, T = temperatura media de las máximas.



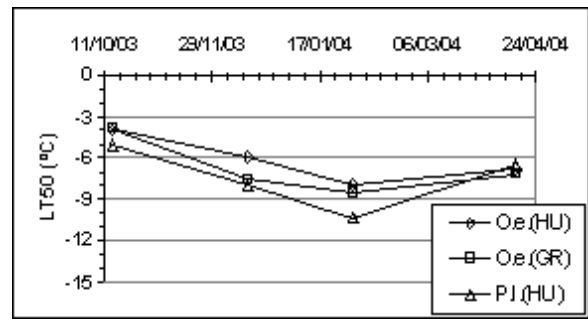
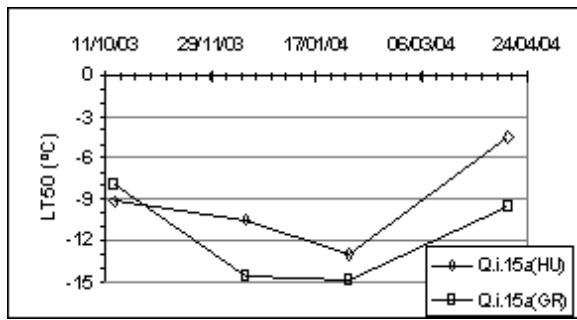


Figura 2: Evolución estacional de la resistencia al frío (LT50, temperatura que origina el 50 % de daños en hojas) para las cuatro especies y los dos viveros (HU=Huelva, GR=Granada).