

## CRECIMIENTO RADIAL DEL CORCHO DE REPRODUCCIÓN EN LOS ALCORNOCALES CATALANES Y VALENCIANOS

S. Fos & E. Barreno

U.D. Botánica. Dept. Biología Vegetal. Facultad de Ciències Biològiques. Universitat de València. Dr. Moliner, 50. 46100 - Burjassot (València)

---

### RESUM

Les suredes llewantines ocupen territoris sotmesos a diferents característiques ambientals, que permeten el plantejament d'estudis comparatius. Aquest treball tracta de valorar les diferències en el creixement radial del suro de reproducció, utilitzant tècniques de microscòpia òptica, per desenvolupar una nova metodologia. Amb aquesta finalitat es van seleccionar diferents estacions a les suredes catalanes i valencianes. En la quantificació d'aquest creixement ha estat diferenciada la contribució de cada tipus de suro (primaveral i tardorenc) a l'anell anual de creixement. Els increments anuals mesurats per als suros catalans mostren un valor mitjà de 2.958 mm, malgrat que són un poc inferiors els mesurats a Castelló (1.622 mm). Aquestes diferències als anells anuals responen al major creixement primaveral dels suros catalans (2.623 mm de mitjana) que el dels valencians (1.235 mm), i és semblant la gruixària del suro de tardor. Les diferències semblen relacionades amb la minimització dels efectes del període d'aridesa estival a les suredes catalanes. També han estat observades diferències anatòmiques importants associades amb les esmentades asimetries ombroclimàtiques.

### RESUMEN

Los alcornoques levantinos se desarrollan en territorios con características ambientales diferentes, lo que permite plantear estudios comparativos entre los mismos. Este trabajo trata de valorar las diferencias en el crecimiento radial del corcho de reproducción, utilizando técnicas de microscopía óptica, desarrollándose una nueva metodología. Para ello se han seleccionado diversas estaciones en los alcornoques catalanes y valencianos. En la cuantificación de este crecimiento se ha diferenciado la contribución de cada tipo de corcho (primaveral y otoñal) en el anillo anual de crecimiento. Los incrementos anuales medidos para los corchos catalanes rinden un valor medio de 2.958 mm, siendo algo inferiores los medidos en Castellón de 1.622 mm. Estas diferencias en los anillos anuales son consecuencia del mayor crecimiento primaveral en los corchos catalanes (2.623 mm de media) que en los valencianos (1.235 mm), siendo semejantes los espesores de corcho otoñal. Estas diferencias parecen estar relacionadas con la minimización del periodo de aridez estival en los alcornoques catalanes. También se han observado diferencias anatómicas importantes que están asociadas con las mencionadas asimetrías ombroclimáticas.

### ABSTRACT

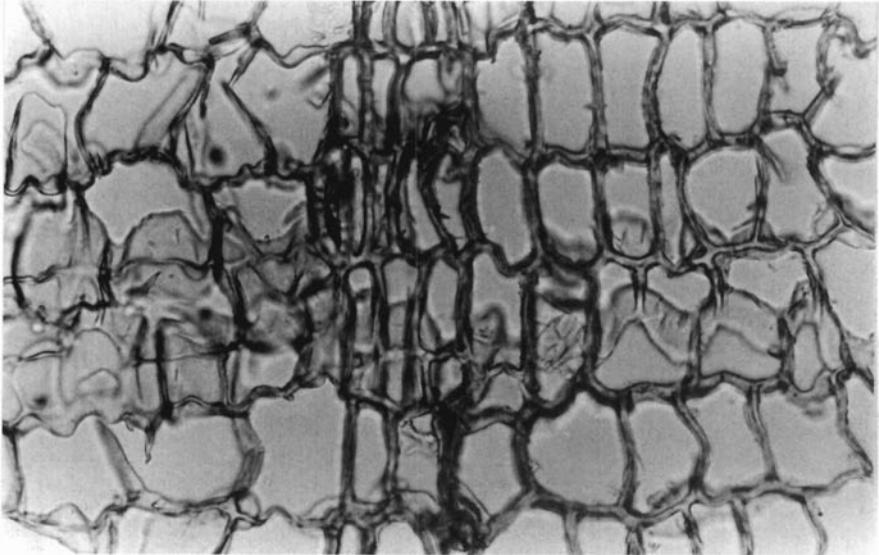
Eastern cork-oak forests are present in territories with different environmental characteristics, allowing to raise comparative studies between them. This work is an attempt to evaluate the radial growth differences of the reproduction cork, using techniques of optical microscopy, having developed a new methodology. Thus, several sites from catalonian and valencian cork-oak forests have been selected. In the quantification of this growth, the contribution of each cork type (early cork and late cork) in the annual growing rings have been differentiated. The annual increments measured in catalonian corks have an average of 2.958 mm, being

a bit lower in Castellón with 1.622 mm. These differences in the annual growing rings are due to the early development higher in catalonian cork (2.623 mm) than in valencian ones (1.235 mm), late cork thickness is similar in the two areas. These differences seem to be related with the escarce summer dry period in catalonian cork-oak forests. Important anatomical differences related with the mentioned ombroclimatic asimetries have been observed too.

**Keywords:** *Quercus suber* L., anatomy, radial growth, bioclimatology, cork-oak.

## INTRODUCCIÓN

El corcho es un tejido homogéneo formado por células muertas, de forma prismática, ordenadas en filas paralelas al eje radial del árbol y con las bases dispuestas en diferentes planos. Las dimensiones celulares varían en función de la estación de crecimiento en la que se han formado. Esto permite distinguir, en cada anillo anual, un corcho primaveral, formado al principio de la estación de crecimiento, y un corcho otoñal, formado al final de la misma. El primero está constituido por células mayores y con paredes más delgadas que el segundo (PEREIRA *et al.*, 1987) (Fig. 1). La contribución de cada tipo de corcho en los anillos anuales está influenciada por factores ambientales, fundamentalmente el clima, y factores genéticos (PARDOS CARRIÓN, 1980; FORTES & ROSA, 1988; MONTOYA, 1980; 1988; ALLUE & MONTERO, 1990). Estas proporciones van a determinar muchas de las propiedades mecánicas del corcho. Simultáneamente, las características celulares propias se traducen en densidades locales diferentes (FORTES & ROSA, 1988),



**Figura 1.-** Límite del anillo anual de crecimiento. Diferenciación de los tipos de corcho, otoñal (derecha) y primaveral (izquierda). (x1000)

delimitando, junto con la porosidad, la densidad de este material. Todo ello tiene un efecto directo sobre su calidad, aplicaciones y usos industriales.

En la Península Ibérica, el alcornoque (*Quercus suber* L.) tiene su óptimo en el cuadrante suroccidental. En el área levantina forma bosques más o menos extensos, en Cataluña (*Carici depressae-Quercetum suberis* (O. Bolós) Rivas- Martínez 1987= *Quercetum ilicis galloprovinciale suberetosum* Br.-Bl. 1936) y Comunidad Valenciana (*Asplenio onopteridis-Quercetum suberis* Costa *et al.*, 1985), sometidos a condiciones climáticas diferentes (COSTA *et al.*, 1985; VILAR, 1989) (Fig. 2).

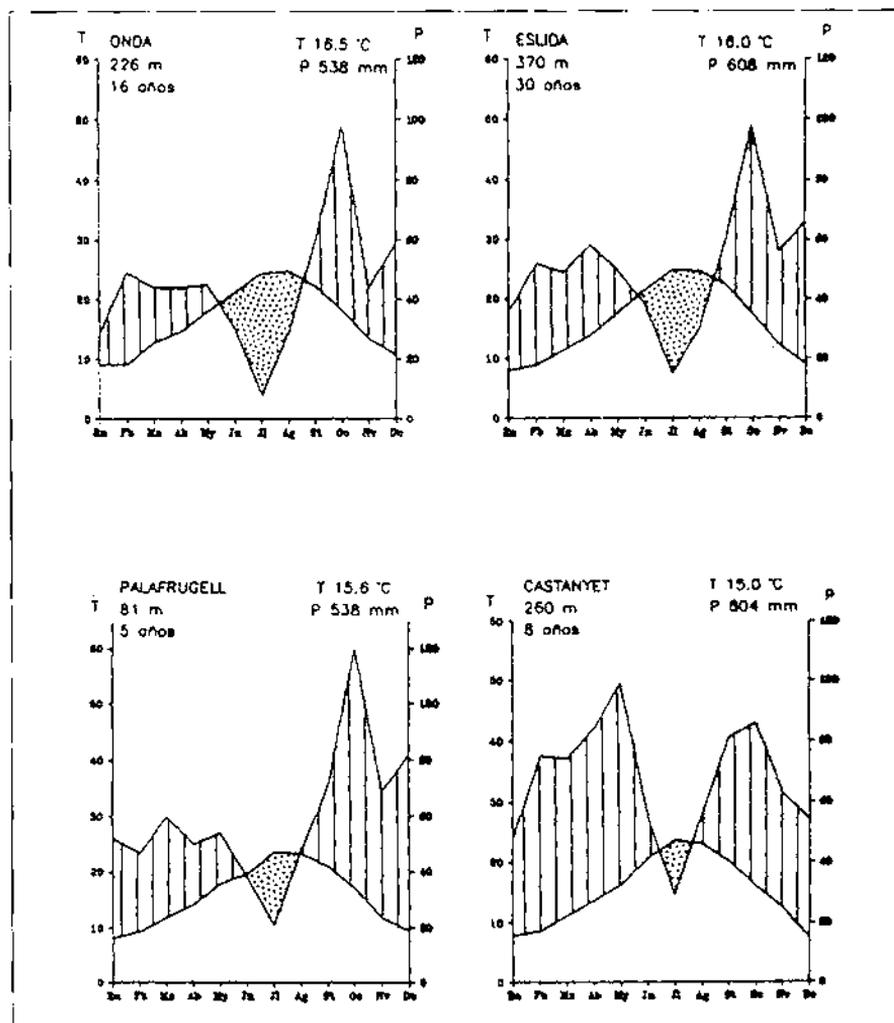


Figura 2.- Diagramas climáticos de algunas localidades gerundenses (Castanyet y Palafrugell) y castellanenses (Eslida y Onda). Datos tomados de ELÍAS & RUIZ (1977) o suministrados por el Centro Meteorológico Zonal de Levante (Eslida).

El objetivo de este trabajo es comprobar, mediante microscopía óptica, las variaciones anatómicas que inducen las asimetrías climáticas, fundamentalmente en lo referente a la contribución de cada tipo de corcho en los anillos anuales de crecimiento.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Se han estudiado seis localidades de alcornoque, procurando abarcar las variaciones ambientales existentes en cada territorio. Estas localidades, cuya situación se representa en la Figura 3, son:

### Barcelona-Girona

- 1.- Fogàs de Monclús. 540 m s.n.m. U.T.M.: 31TDG6123.
- 2.- Caldes de Malavella. 120 m s.n.m. U.T.M.: 31TDG8627.
- 3.- Castell d'Aro. 140 m s.n.m. U.T.M.: 31TEG0129.

### Castellón

- 4.- Azuebar. 625 m s.n.m. U.T.M.: 30SYK2517.
- 5.- Eslida. 450 m s.n.m. U.T.M.: 30SYK2918.
- 6.- Chovar. 450 m s.n.m. U.T.M.: 30SYK2915.

El muestreo se realizó mediante la extracción de muestras de corcho de reproducción a una altura de 130 cm del suelo, en diez árboles seleccionados, pertenecientes a clases diamétricas medias (entre 90-130 cm medidos sobre corcho). La escasa altura de descorche en las localidades catalanas de Caldes de Malavella y Castell d'Aro obligó a la obtención de algunas muestras a alturas inferiores.

Para el estudio de los anillos de crecimiento, conocida la elasticidad del corcho y su coeficiente de rozamiento frente al acero, se ha desarrollado una nueva metodología para la obtención de secciones delgadas mediante microtomo de congelación (patente núm. 9301689).

Se inicia con la eliminación de la superficie externa de los restos secos de felodermis y floema. Después se procede a la preparación de pequeñas columnas radiales de 2x2 mm de base y altura variable según el calibre del corcho. Las columnas son introducidas en tubos de ensayo, que contienen agua destilada con un humectante, para disminuir la tensión superficial y favorecer la total humectación de la muestra. Los tubos de ensayo son mantenidos en estufa a temperatura de 80-90°C durante 15-20 días. Completado el proceso, las columnas son prepa-

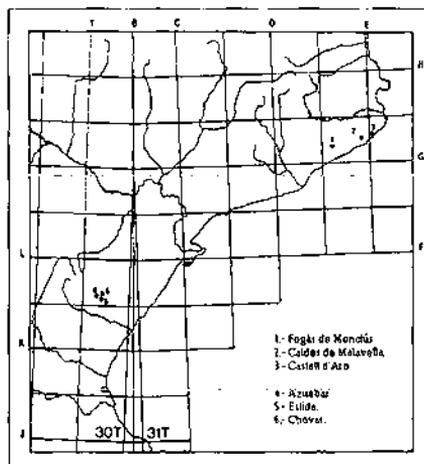


Figura 3.- Situación de las localidades estudiadas. Cuadrícula U.T.M. de 100 km de lado.

radas para la obtención de secciones transversales finas (10-15  $\mu\text{m}$  de espesor) en un criotomo MTE de Slee-Mainz. Los cortes son teñidos con Hematoxilina Meyer, durante 20-30 minutos, y montados en portaobjetos con agua, o glicerogelatina si se desean preparaciones permanentes. Se han medido un total de 100 anillos de crecimiento en cada localidad, para la obtención de resultados estadísticamente significativos. Para ello se utilizó el programa de ordenador ESTADIS.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en las seis localidades estudiadas se muestran en las Tablas 1 y 2. Se ha realizado un análisis de la variancia para comparar el grosor medio de los anillos anuales y de cada tipo de corcho en las seis localidades estudiadas. Los mayores espesores corresponden, en todos los casos, al corcho producido al principio de la estación de crecimiento. Así, en cada anillo anual la contribución del corcho de primavera (75-88%) es superior a la del corcho de otoño (12-23%). Al seleccionar corcho de reproducción para las valoraciones, los resultados eran previsibles, considerando su diferencia frente al bormizo producido por el mismo árbol (FORTES & ROSA, *op. cit.*). Los anillos presentan un grosor medio comprendido entre 1.048 y 3.296 mm, con un valor promedio global de 2.347 mm. Para el corcho primaveral, los valores medios oscilan entre 0.795 mm, medidos en Eslida, y 2.907 mm, en Cal-

Localidades	Corcho primaveral (mm)				Corcho otoñal (mm)				Anillo anual (mm)			
	máx.	mín.	med.	var.	máx.	mín.	med.	var.	máx.	mín.	med.	var.
Fogàs de Monclús	3.30	1.50	2.449	0.297	0.78	0.33	0.514	0.018	3.99	1.98	2.963	0.256
Caldes de Malavella	3.45	1.35	2.907	0.156	0.69	0.12	0.389	0.014	4.14	1.56	3.296	0.205
Castell d'Aro	3.65	1.56	2.514	0.166	0.63	0.17	0.444	0.015	4.29	1.67	2.958	0.228
Azuebar	2.10	1.32	1.635	0.051	1.17	0.21	0.528	0.049	2.85	1.56	2.162	0.124
Eslida	1.50	0.39	0.795	0.129	0.51	0.12	0.252	0.013	1.80	0.54	1.048	0.141
Chovar	1.85	0.82	1.276	0.086	0.78	0.16	0.381	0.051	2.52	1.07	1.657	0.129

**Tabla 1.-** Crecimiento radial del corcho de reproducción registrados en las seis localidades estudiadas. MÁX.= máximo; MÍN.= mín.; MED.= media; VAR.= variancia.

Localidades	% CP	% CO
Fogàs de Monclús	82	18
Caldes de Malavella	88	12
Castell d'Aro	85	15
Azuebar	76	24
Eslida	75	25
Chovar	77	23

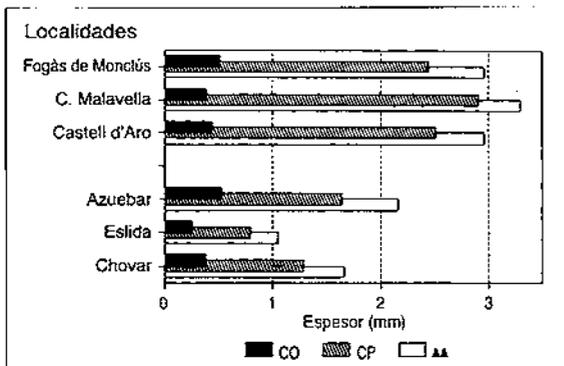
**Tabla 2.-** Porcentaje medio de cada tipo de corcho en los anillos de crecimiento. CP= corcho primaveral; CO= corcho otoñal

des de Malavella. Para el corcho otoñal varían entre 0.252 mm, también en Eslida, y 0.514 mm, en Fogàs de Monclús. Destaca la notable amplitud del intervalo de valores que pueden tomar ambos tipos de corcho y, en consecuencia, los anillos anuales. Este hecho es atribuible a las diferencias anuales en los periodos de actividad del felógeno, en función de la variabilidad anual de los parámetros climáticos, de la misma manera que se ve afectada su actividad cambial (CARITAT *et al.*, 1992). Por otro lado, las variaciones también se relacionan con factores internos del árbol, asociados a la elevada heterozigosis del alcornoque (PARDOS CARRIÓN, *op. cit.*; BRITO DOS SANTOS, 1980; MANZANERA & PARDOS CARRIÓN, 1990), que responde de forma diversa ante los mismos factores internos.

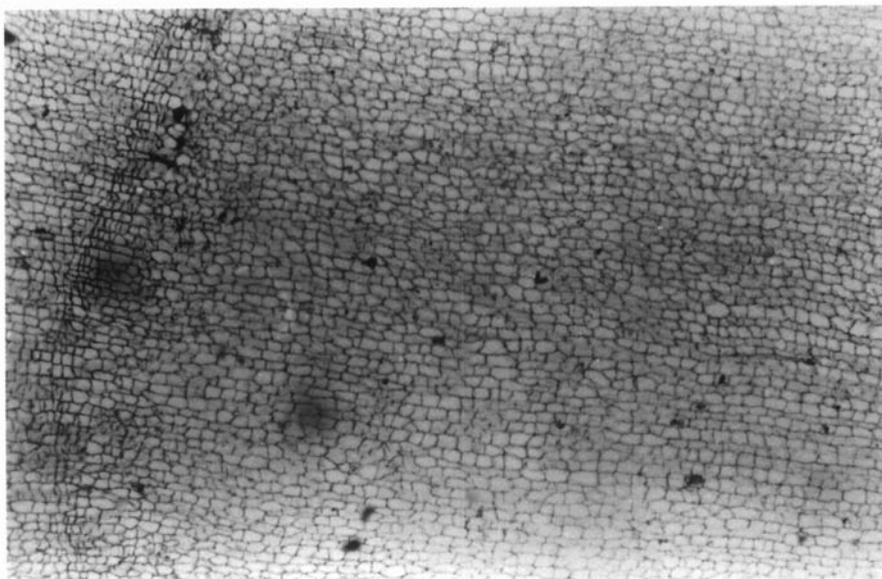
Las diferencias significativas observadas entre ambos conjuntos de localidades restan importancia a estos valores globales, considerando más ilustrativo analizar por separado los resultados obtenidos.

Los mayores incrementos anuales se han registrado en las localidades catalanas, con valores medios entre 2.963 mm, medidos en Fogàs de Monclús, y 3.296 mm, en Caldes de Malavella, situándose la media en 3.072 mm. Este crecimiento está dominado por la contribución del corcho de primavera (82-88%) (Tabla 2), cuyos valores oscilan entre 2.449 mm, de Fogàs de Monclús, y 2.907 mm, de Caldes de Malavella, siendo 2.623 mm el espesor medio. Por su parte, la proporción de corcho otoñal es escasa (12-18%), presentando valores entre 0.389 mm, en Caldes de Malavella, y 0.514 mm, en Fogàs de Monclús, con un valor medio de 0.449 mm. Los corchos producidos en los alcornocales valencianos muestran incrementos anuales medios inferiores (1.622 mm). Los valores medidos oscilan entre 1.048 mm, mínimo absoluto, y 2.162 mm, medido en Azuébar. El espesor del corcho primaveral, con un valor medio de 1.235 mm, oscila entre 0.795 mm y 1.635 mm, medidos en Eslida y Azuébar, respectivamente. El otoñal presenta valores comprendidos entre 0.252 mm y 0.528 mm, en las mismas localidades, siendo la media 0.387 mm. Estos valores se traducen en una menor contribución del corcho primaveral (75-77%) en favor del corcho otoñal (23-25%).

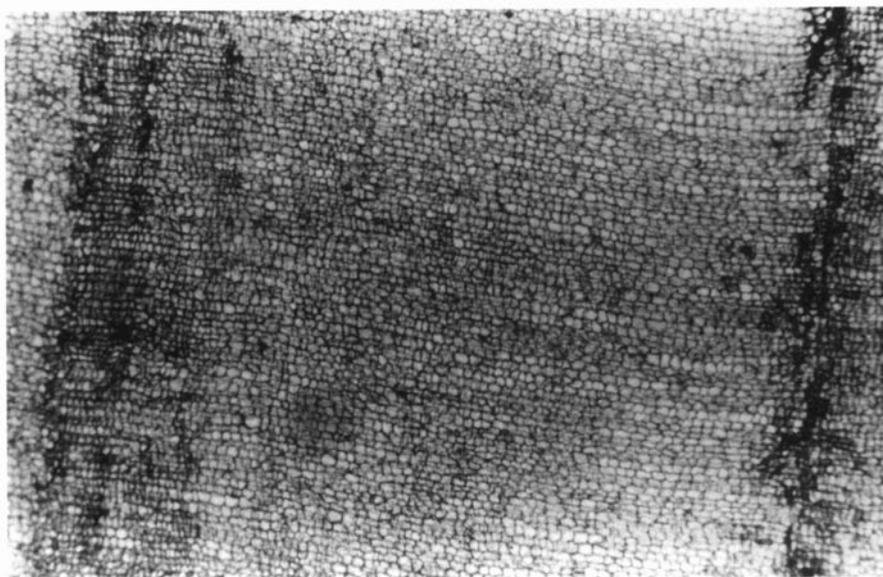
No hay diferencias significativas en cuanto al grosor del corcho de otoño medido en ambos territorios (Fig. 4). Sin embargo, las diferencias anatómicas sí resultan apreciables. En los corchos producidos en Cataluña, la diferenciación entre ambos



**Figura 4.-** Representación gráfica de los espesores de cada tipo de corcho y del anillo anual de crecimiento. (CP= corcho primaveral, CO= corcho otoñal, AA= anillo anual).



**Figura 5.-** Sección transversal del corcho producido en Girona (Caldes de Malavella).  
Visión parcial de un anillo anual de crecimiento (x40).



**Figura 6.-** Sección transversal del corcho producido en Castellón (Azuebar). Visión completa de un anillo anual de crecimiento (x40).

tipos de corcho resulta poco aparente, observándose una gradación en el acortamiento de las células y el engrosamiento de las paredes celulares (Fig. 5). Por el contrario, en los corchos valencianos existe una clara separación entre los tipos celulares que delimitan cada tipo de corcho (Fig. 6). Asociamos estas características anatómicas con las diferencias ombroclimáticas existentes entre ambos territorios. En Cataluña, la corta duración del periodo de aridez estival (Fig. 2) determina una disponibilidad hídrica satisfactoria durante todo el año, favoreciendo un crecimiento radial continuado (MOLINAS *et al.*, 1992). La figura 7 representa la aridez estival (P-2T) (A) y la precipitación en agosto y septiembre (B), parámetros climáticos de gran significación en el comportamiento fisiológico de las especies vegetales mediterráneas (MORENO *et al.*, 1990). Puede comprobarse la existencia en todas las estaciones de un periodo de aridez, aunque éste es claramente inferior en las dos estaciones catalanas (Castanyet y Palafrugell), donde también son superiores las precipitaciones en los meses que marcan el inicio de la estación húmeda. Por su parte, los alcornoques castellanenses sufren un periodo de sequía estival de dos o tres meses, que parece provocar la interrupción del crecimiento radial, reanudado con las lluvias otoñales. Estas diferencias en el volumen y distribución anual de las precipitaciones podrían ser las causas de las asimetrías anatómicas observadas entre los corchos producidos en cada territorio. Los resultados obtenidos en estudios semejantes (FOS, 1992; FOS & BARRENO, 1992) apoyan estas afirmaciones. Los corchos procedentes de la Sierra de Monchique (Bajo Alentejo, Portugal), cuya vegetación corresponde a un alcornoque mixto de tránsito hacia un quejigal africano (*Sanguisorbo-Quercetum suberis quercetosum canariensis* RIVAS-MARTÍNEZ *et al.*, 1990), presentan características muy próximas a las observadas en Cataluña, existiendo también correlaciones climáticas (RIVAS-MARTÍNEZ *et al.*, 1990). Por otra parte, los corchos producidos en Cáceres, climáticamente sometidos a un marcado periodo de sequía estival, muestran estrechas analogías con los corchos valencianos (FOS & BARRENO, 1994).

En los alcornoques catalanes, los corchos que muestran mayores incrementos anuales corresponden a la localidad más húmeda, próxima a los territorios potenciales del quejigal (*Carici depressae-Quercetum canariensis* O. Bolós 1954), Caldes de Malavella. Esta mayor humedad se ve confirmada por la abundancia del roble (*Quercus humilis* Miller), junto a especies de la alianza *Quercion robori-petraeae* y de la clase *Quercus-Fagetea* (DOMÍNGUEZ PLANELLA *et al.*, 1992).

El descenso de la temperatura asociada con la mayor altitud y el alejamiento de la mar, provoca una disminución del crecimiento anual del corcho, influyendo

negativamente sobre los incrementos primaverales en favor de los otoñales (Tabla 2). Los corchos producidos en Castell d'Aro, localidad más litoral, muestran un comportamiento semejante. La disminu-

Localidades	% CP	% CO
Fogàs de Monclús	82	18
Caldes de Malavella	88	12
Castell d'Aro	85	15
Azuebar	76	24
Eslida	75	25
Chovar	77	23

**Tabla 2.-** Porcentaje medio de cada tipo de corcho en los anillos de crecimiento. CP= corcho primaveral; CO= corcho otoñal

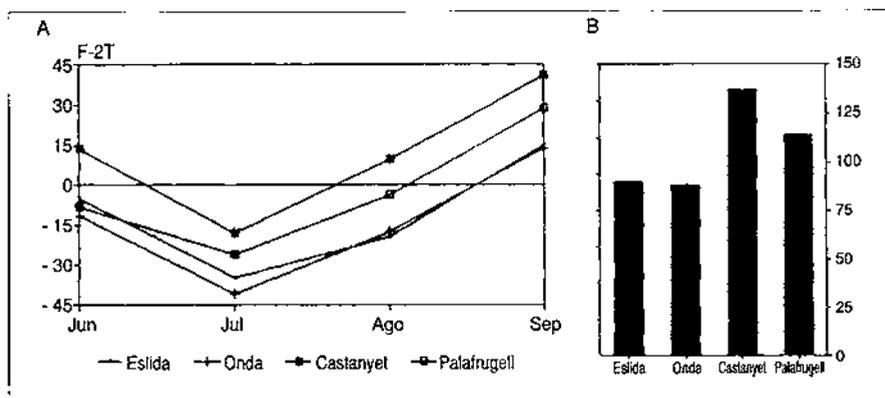


Figura 7.- Parámetros climáticos. A. Aridez (P-2T) de los meses estivales en las estaciones meteorológicas seleccionadas (ver Figura 2). B. Precipitación (mm) de los meses que marcan el final de la estación seca (agosto+septiembre).

ción en los incrementos anuales y la variación en las proporciones de cada tipo de corcho no pueden ser asociadas a temperaturas más bajas, considerándolas relacionadas con la mayor disponibilidad hídrica durante los meses otoñales.

En los alcornoques castellonenses, las diferencias entre localidades parecen relacionar los mayores incrementos anuales con la buena estructuración del bosque. La localidad de Azuebar (Barranco de la Mosquera), conocida localmente por su excepcional estado de conservación (COSTA *et al.*, *op. cit.*; COSTA, 1986), rinde los espesores más altos del área valenciana. Estos resultados apoyarían la conveniencia, desde el punto de vista productivo, de evitar las prácticas relacionadas con la eliminación del matorral. Estos resultados se enfrentarían a los que sostienen una disminución generalizada del rendimiento del alcornoque por competencia con las especies del sotobosque. Estas prácticas se realizan con periodicidad variable en la localidad de Chovar, midiéndose espesores anuales inferiores. Debe aclararse que, conocido el diferente comportamiento que muestra cada alcornoque frente a las mismas intervenciones silvícolas, las observaciones apuntadas no deben ser aplicadas con carácter general. Bajo las condiciones de ombroclima seco (*sensu* RIVAS-MARTÍNEZ, 1987) del alcornoque valenciano, la permanencia del sotobosque incrementa el aporte de agua por condensación de las nieblas, que frecuentemente inundan las sierras, al tiempo que colabora en el mantenimiento de la humedad edáfica y participa activamente en la mejora cualitativa de los suelos. Resulta llamativo el escaso crecimiento radial medido en la localidad de Eslida, hecho que creemos atribuible a fenómenos de recuperación posteriores a incendios acontecidos en años anteriores.

## CONCLUSIÓN

La comparación de las características anatómicas de los corchos producidos en los alcornoques más importantes del levante peninsular ha revelado diferencias significativas.

Estas diferencias se presentan tanto en las características estructurales como en las variaciones estacionales de la actividad del felógeno.

Los corchos valencianos muestran una clara diferenciación entre ambos tipos de corcho (Fig. 6), observándose una discontinuidad entre las células largas y de paredes delgadas, que caracterizan el corcho primaveral, y las cortas y de paredes gruesas del corcho otoñal. Por el contrario, los producidos en Cataluña se caracterizan por una graduación (Fig. 5), más o menos prolongada, en la transformación de los tipos celulares, resultando difícil la diferenciación de ambos tipos de corcho.

En cuanto a la actividad del felógeno, las diferencias climáticas, principalmente respecto a la cuantía y distribución de las precipitaciones, favorecen el crecimiento primaveral en los corchos catalanes, traduciéndose en unos incrementos anuales mayores que los medidos para los corchos castellonenses. El espesor del corcho otoñal no muestra diferencias significativas entre ambos territorios.

Los resultados también sugieren la importancia de conservar la estructura del bosque para la mejora productiva de los alcornoques castellonenses, al incrementarse los aportes hídricos y minerales a los suelos.

#### AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar nuestro agradecimiento a J.C. Tormo por la preparación del material fotográfico que ilustra este trabajo. Asimismo, al MEC por la concesión de la Beca de Formación de Postgrado, que ha permitido el desarrollo de estas investigaciones.

## Bibliografía

- ALLUE M. & G. MONTERO, 1990. Aportaciones al conocimiento fitoclimático de los alcornoques catalanes. *Comunicaciones I.N.I.A. Serie Recursos Naturales*. 57: 1-69.
- BRITO DOS SANTOS J. 1980. A cortiça amadia e os problemas da sua qualidade. *Convención Mundial del Corcho. Servicio de Publicaciones Agrarias*: 153-160.
- CARITAT A., M. MOLINAS & M. OLIVA, 1992. El crecimiento radial del alcornoque en cinco parcelas de alcornoque de Girona. *Scientia Gerundensis*. 18: 73-83.
- COSTA, M., J.B. PREIS, R. FIGUEROLA & G. STUBING, 1985. Los alcornoques valencianos. *Documents phytosociologiques*. 9:301-318.
- COSTA M. 1986. La vegetación en el País Valenciano. *Cultura Universitaria Popular*. 5. Universitat de València.
- DOMÍNGUEZ PLANELLA A., L. VILAR & L. POLO. 1992. Composición y estructura de los alcornoques de Girona. *Scientia Gerundensis* 18: 163-175.
- ELÍAS F. & L. RUIZ. 1977. Agroclimatología de España. Cuadernos I.N.I.A. 7. Ministerio de Agricultura. Madrid.
- FORTES M.A. & M.E. ROSA (1988) Densidade da cortiça: factores que a influenciam. *Cortiça*. 593: 65-69.
- FOS S. 1992. Correlación entre clima, estructura y densidad del corcho y bioindicadores líquenicos. Tesis de Licenciatura. Universitat de València.
- FOS S. & E. BARRENO. 1992. About *Quercus suber* L. epiphytic lichens and their relation to the quality of cork. *The Second International Lichenological Symposium, IAL*. 2: 32-33. Lecture.
- FOS S. & E. BARRENO. 1994. Epiphytic Lichens on *Quercus suber* L. and their relation to the quality of cork. *Crypt. Bot* 4: 156-165.
- MANZANERA J.A. & J.A. PARDOS CARRIÓN. 1990. Micropropagation of juvenile and adult *Quercus suber* L. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*. 21: 1-8.
- MOLINAS M., M. OLIVA & A. CARITAT. 1992. Estudio comparativo de la elongación apical y los parámetros foliares en seis parcelas de alcornoque. *Scientia Gerundensis*. 18: 61-71.
- MONTOYA J.M. 1980. Las áreas potenciales, reales y óptimas de *Quercus suber* L. en España. *Convención Mundial del Corcho. Servicio de Publicaciones Agrarias*: 60-66.
- MONTOYA J.M. 1988. Los alcornoques. 2a. ed. Madrid. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- MORENO J.M.; F.D. PINEDA & RIVAS-MARTÍNEZ. 1990. Climate and vegetation at the Eurosiberian-Mediterranean boundary in the Iberian Peninsula. *Journal of Vegetation Science*. 1: 233-244.
- PARDOS CARRIÓN J.A. 1980. Hacia la mejora genética del alcornoque. *Convención Mundial del Corcho. Servicio de Publicaciones Agrarias*: 92-97.
- PEREIRA H., M.E. ROSA & M.A. FORTES. 1987. The cellular structure of cork from *Quercus suber* L. *I.A.W.A. Bull. n. s. 8* (3): 213-218.
- RIVAS-MARTÍNEZ S. 1987. Memoria del Mapa de Series de Vegetación 1:400.000. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Serie Técnica. Madrid.
- RIVAS-MARTÍNEZ S., M. LOUSA, T.E. DÍAZ, F. FERNÁNDEZ & J.C. COSTA. 1990. La vegetación del sur de Portugal (Sado, Alentejo y Algarve). *Itinera Geobot.* 3: 5-126.
- VILAR, L. 1989. Los alcornoques de la provincia de Girona. *Scientia Gerundensis*. 15: 143-151.