

CRECIMIENTO RADIAL DEL CORCHO EN LOS ALCORNOCALES ESPAÑOLES: RELACIONES ENTRE ANATOMÍA Y BIOCLIMA.

S. FOS; P. PÉREZ-ROVIRA & E. BARRENO

DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA VEGETAL. FACULTAT DE CIENCIES BIOLÒGIQUES. UNIVERSITAT DE VALENCIA. 46200-BURJASSOT (VALENCIA).

RESUMEN

Se plantea un estudio comparativo del crecimiento radial del corcho de reproducción procedente de las principales zonas corcheras españolas: Extremadura-Huelva, Cádiz, Girona y Castellón. Los resultados muestran que las variables ambientales introducen diferencias significativas en el espesor de los anillos anuales y en la relación media entre ambos tipo de corcho (otoñal/primaveral). Los espesores medios más elevados se han medido en Cádiz (Jerez de la Frontera - 5.587 mm) y los más bajos en Castellón (Artana - 1.964 mm). Los restantes valores oscilan entre 2.963 mm, medidos en Sta. Cristina d'Aro (Girona), y los 3.566 mm, en Casas de Miravete (Cáceres). Estas asimetrías son debidas al mayor espesor del calibre primaveral. Los corchos más equilibrados en la contribución de cada tipo de corcho son los cacereños ($\cong 60:40$) y castellonenses ($\cong 75:25$), característica que contrasta con lo observado en las restantes áreas. Estas diferencias también se ponen de manifiesto en la anatomía de los anillos. Los valores cuantificados muestran correlaciones significativas con parámetros climáticos (Temperatura media anual, precipitación) y bioclimáticos (It, Ic).

P.C.: *Quercus suber*, corcho, crecimiento radial, anatomía, bioclimatología.

SUMMARY

A comparative study of the reproduction cork radial growth between the main cork productive areas in Spain is raised: Extremadura-Huelva, Cádiz, Girona and Castellón. The results show that environmental variables bring about significant differences in the annual increments and in the ratio between cork types (late/early cork). The highest average thickness had been measured in Cádiz (Jerez de la Frontera - 5.587 mm) and the lowest in Castellón (Artana - 1.964 mm). Remaining results yield between 2.963 mm, measured in Sta. Cristina d'Aro (Girona), and 3.566 mm, in Casas de Miravete (Cáceres). These asymmetries are due to the higher early cork development. The most equilibrated corks in the contributions of each cork type are those produced in Cáceres ($\cong 60:40$) and Castellón ($\cong 75:25$), resisting with those observed in the other areas. The obtained results showed significant correlation with climatic (annual average temperature, precipitation) and bioclimatic (It, Ic) parameters.

K.W.: *Quercus suber*, cork, radial growth, anatomy, bioclimatology.

INTRODUCCION

La gran extensión que ocupa el alcornocal en España posibilita su desarrollo en condiciones bioclimáticas muy diferentes. El bioclima tiene una influencia significativa sobre los parámetros que determinan la variabilidad cualitativa (anatomía-densidad y porosidad) y las propiedades del corcho (NATIVIDADE, 1950; FORTES & ROSA, 1988; MONTOYA, 1980; 1988; ALLUÉ & MONTERO, 1990; GONZÁLEZ ADRADOS *et al.*, 1994). Resulta, por tanto, de gran interés establecer cuales son las características del clima que afectan de una manera más decisiva a la actividad del felógeno formador de corcho y condicionan el espesor de los incrementos anuales y la contribución de cada tipo de corcho al anillo anual. Este trabajo se enmarca en un proyecto más amplio que incorpora la flora liquénica epífita como bioindicadora de las características ecológicas y bioclimáticas de los alcornocales.

MATERIAL Y METODOS

Se han estudiado diez alcornocales (Fig. 1) en diferentes condiciones bioclimáticas, que pertenecen a diferentes series de vegetación (RIVAS-MARTÍNEZ, 1987; RIVAS-MARTÍNEZ *et al.*, 1990; PÉREZ LATORRE *et al.*, 1994).

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

El estudio de los anillos de crecimiento obligó al desarrollo de una nueva metodología para la obtención de secciones delgadas mediante microtomo de congelación (patente nº 9301689). En cada muestra se midieron los incrementos anuales completos existentes: tamaño muestral de 80-90 anillos de crecimiento por localidad. Para poder obtener resultados medios comparables, en los alcornocales catalanes y castellonenses, donde se aplican turnos de descorche más largos (12-14 años), sólo se han medido los primeros nueve anillos.

Los datos climáticos han sido suministrados por los Centros Meteorológicos Zonales correspondientes o tomados de ELÍAS DEL CASTILLO & RUIZ BELTRÁN (1977).

Los análisis estadísticos (ANOVA, intervalo de confianza de la media, coeficiente de correlación de Pearson, t-student) han sido realizados con el paquete estadístico SPSS 6.1.2.

RESULTADOS

La cuantificación del crecimiento radial del corcho de reproducción ha confirmado una serie de características: los mayores espesores se producen en el primer ciclo completo después de la pela; ocasionalmente, se ha observado un desplazamiento de este máximo al segundo año. Esta modificación suele ser atribuida a causas diversas relacionadas con la reducción del follaje, pero no se observaron anomalías en el momento de la recolección y las prácticas de poda no pudieron ser datadas. La cantidad de corcho producido en cada ciclo vegetativo se reduce a partir del primer año. Esta reducción afecta, fundamentalmente, a la producción de corcho primaveral, mientras que el espesor del corcho otoñal se mantiene prácticamente constante durante el turno de descorche para cada árbol.

Los resultados obtenidos en las diez localidades estudiadas se muestran en la Tablas I. La localidad que ha mostrado el crecimiento medio más elevado, significativamente diferente de las restantes estaciones, corresponde a Jerez de la Frontera (Loc. 5) y, consecuentemente, también los valores máximos medidos (8.65 mm). Las condiciones climáticas de este área

(Sierra del Aljibe) son particularmente húmedas por la frecuencia de precipitaciones y nieblas. Estas últimas no son registradas por las estaciones meteorológicas pero quedan evidenciadas por la abundancia de especies líquénicas del *Lobarion pulmonariae* (*Lobaria scrobiculata*, *Nephroma laevigatum*, *Degelia plumbea*, *Rinodina isidioides*) indicadoras de estas condiciones. Este clima, marcadamente oceánico, también determina unas características anatómicas particulares: con frecuencia, los anillos anuales carecen de las células típicas que los delimitan, marcando el inicio del período de latencia invernal (NATIVIDADE, 1950; PEREIRA *et al.*, 1987; FOS & BARRENO, 1994), aunque con la observación microscópica sí es posible diferenciar ambos tipos de corcho por la altura de las células y el grosor de sus paredes. También la contribución media del corcho invernal es la mínima (9.4%). La ausencia de parada vegetativa otoñal también se ha observado en otras localidades (Locs. 6.- Tarifa; 7.- Galaroza; 8.- Jerez de los Caballeros) pero de forma ocasional y, normalmente, asociada con años particularmente húmedos.

En el otro extremo se sitúan los alcornoques castellanenses (Locs. 3.- Ahín; 4.- Artana) que no muestran diferencias significativas entre ellos, pero sí con las restantes estaciones. Los anillos anuales presentan los espesores medios más bajos: 2.315 mm y 1.964 mm, respectivamente. En los corchos procedentes de este área se observa una proporción más equilibrada de ambos tipos de corcho (Tabla 2), sólo superada por la registrada en los alcornoques cacereños (Locs. 9.- Casas de Miravete — 66:34 —; 10.- Castañar de Ibor — 60:40 —). Estos dos territorios también coinciden en la clara separación de los tipos celulares que caracterizan cada tipo de corcho, característica que se asocia con la existencia de un segundo período de latencia provocado por la escasez de precipitaciones y las altas temperaturas estivales. Esta característica contrasta con lo observado en los restantes territorios, donde la diferenciación resulta poco aparente, observándose una gradación en el acortamiento de las células y en el engrosamiento de las paredes celulares. Independientemente de la unidad sintaxonómica que engloba a todos los alcornoques luso-extremadurenses (*Sanguisorbo-Querceto suberis* S.), las condiciones climáticas que caracterizan cada sector corológico determinan cambios en el comportamiento de la actividad meristemática formadora de corcho: los alcornoques toledano-taganos (Locs. 9 y 10) son más continentales y secos que los mariánico-monchiquenses (Locs. 7 y 8), más térmicos y con influencia atlántica (LADERO, 1987; RIVAS-MARTÍNEZ *et al.*, 1990). Estas diferencias no resultan significativas para el espesor medio del anillo anual, pero sí en el espesor de cada tipo de corcho y en su proporción relativa en el anillo anual (Tablas I).

Los resultados obtenidos del análisis del corcho han sido correlacionados con parámetros climáticos e índices bioclimáticos (Tabla II) mediante técnicas de correlación lineal. Los coeficientes de correlación de Pearson (r), que se muestran en la Tabla III, confirman la existencia de correlaciones significativas entre los parámetros analizados. Las técnicas de correlación se han aplicado a todos los parámetros climáticos expuestos en la tabla II, pero sólo se muestran aquellos coeficientes de correlación que han resultado significativos con alguno de los valores medidos en el corcho.

Los espesores medios del anillo anual y del corcho de primavera están correlacionados con la temperatura media anual ($r = 0.67$; 0.69), el índice de termicidad ($r = 0.59$; 0.67), el índice de continentalidad ($r = 0.73$; 0.53) y, especialmente, con la precipitación anual ($r = 0.81$; 0.74). El espesor del corcho de otoño, así como los porcentajes medios de cada tipo, no muestran correlaciones significativas con los parámetros climáticos analizados, aunque algunos valores de r superan el 50%. Sí encontramos correlaciones significativas entre la relación de ambos tipos de corcho en el anillo anual (CO/CP) y los valores de mes más frío (T^a media — $r = 0.72$ — y T^a media de las mínimas — $r = 0.64$ —). Este resultado confirma la influencia directa de estos parámetros no sólo en la distribución de las especies (RIVAS-

MARTÍNEZ, 1987; GONZÁLEZ ADRADOS et al., 1994), sino también sobre la actividad fisiológica de los individuos.

CONCLUSIONES

Las diferencias climáticas entre los territorios estudiados introducen cambios significativos en el espesor medio y en las características anatómicas del anillo anual de crecimiento; las diferencias también son significativas en el espesor medio de cada tipo de corcho y en su proporción relativa en el anillo anual.

Los parámetros termoclimáticos (T, It, Ic) y ombroclimáticos (P) que determinan la “bondad” del clima y la disponibilidad de agua son los más estrechamente correlacionados con la actividad formadora de corcho: espesor medio del anillo anual y del corcho primaveral. Aunque el porcentaje medio de cada tipo de corcho en el anillo anual no muestra ninguna correlación significativa, el cociente entre ambos (CO/CP) está significativamente correlacionado con los valores del mes más frío (T^a media; T^a media de las mínimas).

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ALLUÉ, M. & MONTERO, G. (1990). Aportaciones al conocimiento fitoclimático de los alcornoques catalanes. *Comunicaciones I.N.I.A.. Serie Recursos Naturales*, 57: 1-69.

ELÍAS DEL CASTILLO, F. & RUIZ BELTRÁN, J. (1977). *Agroclimatología de España*. I.N.I.A. Madrid.

FORTES, M. A. & ROSA, M. E. (1988). Densidade da cortiça: factores que a influenciam. *Cortiça*, 593: 65-69.

FOS, S. & BARRENO, E. (1994). Crecimiento radial del corcho de reproducción en los alcornoques catalanes y valencianos. *SCIENTIA gerundensis*, 20: 5-15.

GONZÁLEZ ADRADOS, J. R.; ELENA ROSSELLO, R. & TELLA FERREIRO, G. (1994). *Atlas del Alcornoque en Extremadura*. Colección Monografías. Consejería de Agricultura y Comercia. Junta de Extremadura. 64 pp.

LADERO, M. (1987). *La vegetación de España. 13. La España Luso-Extremadurensis*. En: RIVAS-MARTÍNEZ, S. & M. PEINADO (Ed.) Colección Aula Abierta, 3: 453-485.

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. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid. 267 pp.

NATIVIDADE, J. V. (1950). *Subericultura*. D. Gral dos Serv. Florestais e Aquícolas. Lisboa. 448 pp.

PEREIRA, H.; ROSA, M. E. & FORTES, M. A. (1987). The cellular structure of cork from *Quercus suber* L.. *I.A.W.A. Bull. n.s.*, 8 (3): 213- 218

PÉREZ LATORRE, A. V.; NIETO-CALDERA, J. M. & CABEZUDO, B. (1993). Contribución al conocimiento de la vegetación de Andalucía. II. Los Alcornoques. *Acta Botánica Malacitana*, 18: 223-258.

RIVAS-MARTÍNEZ, S. (1987). *Memoria del mapa de series de vegetación 1:400.000*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Serie técnica. Madrid. 268 pp.

RIVAS-MARTÍNEZ, S.; LOUSA, M.; DIAZ, T. E.; FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, F. & COSTA, J. C. (1990). La vegetación del Sur de Portugal (Sado, Alentejo y Algarve). *Itinera Geobot.*, 3: 5-126.



Fig. 1.- Situación geográfica de las localidades estudiadas (+) y de las estaciones meteorológicas consideradas (•).

GIRONA (*Carici depressae-Querceto suberis sigmetum*)

- 1.- **Santa Cristina d'Aro**. Les Taules. 140 m. UTM: 31TEG0129.
- 2.- **Santa Coloma de Farnés**. Serrat del Corb. 260 m. UTM: 31TDG6736.

CASTELLÓN (*Asplenio onopteridis-Querceto suberis sigmetum*)

- 3.- **Ahín**. Serra d'Espadà. Los Noguerales. 725 m. UTM: 30SYK2718.
- 4.- **Artana**. Serra d'Espadà, El Hondo. 280 m. UTM: 30SYK3418.

CÁDIZ (*Teucro baetici-Querceto suberis sigmetum* y *Myrto-Querceto suberis sigmetum*)

- 5.- **Jerez de la Frontera**. Loma de la Mesa. 360 m. UTM: 30STF6347.
- 6.- **Tarifa**. Sierra de Saladavieja. Cañada de la Jara. 140 m. UTM: 30STF6200.

EXTREMADURA-HUELVA (*Sanguisorbo agrimonioidis-Querceto suberis sigmetum*)

- 7.- **Galaroza** (HU). Sierra Navahermosa. La Suerte. 680 m. UTM: 29SQC0400.
- 8.- **Jerez de los Caballeros** (BA). Ctra. Zahinos-Higuera de Vargas, Km. 3. 300 m. UTM: 29SPC7746.
- 9.- **Casas de Miravete** (CC). Sierra de Miravete. 420 m. UTM: 30STK6401.
- 10.- **Castañar de Ibor** (CC). Sierra de Porrinas. 700 m. UTM: 30STJ9287.

Tabla I.- Crecimiento radial del corcho de reproducción en las localidades estudiadas. Espesor medio (mm) del anillo anual y de cada tipo de corcho y su porcentaje medio en el anillo anual de crecimiento. El intervalo de confianza para la media ha sido calculado a un nivel de significación del 95% (P<0.05).

LOCALIDAD	ANILLO ANUAL	CORCHO PRIMAVERAL	CORCHO OTOÑAL	%CP	%CO
Sta. Cristina d'Aro	2.96 ± 0.27	2.58 ± 0.26	0.39 ± 0.02	85.1 ± 1.1	14.9 ± 1.1
Sta Coloma de Farnes	3.22 ± 0.28	2.69 ± 0.26	0.45 ± 0.02	84.3 ± 1.1	15.7 ± 1.1
Ahín	2.32 ± 0.17	1.86 ± 0.16	0.45 ± 0.02	78.7 ± 1.4	21.3 ± 1.4
Artana	1.96 ± 0.26	1.61 ± 0.24	0.36 ± 0.02	76.8 ± 2.0	23.2 ± 2.0
Jerez de la Frontera	5.59 ± 0.33	5.08 ± 0.32	0.50 ± 0.02	90.6 ± 0.4	9.4 ± 0.4
Tarifa	3.36 ± 0.32	2.97 ± 0.30	0.39 ± 0.03	87.1 ± 0.9	12.9 ± 0.9
Galaroza	3.45 ± 0.29	3.04 ± 0.28	0.41 ± 0.02	86.6 ± 1.0	13.4 ± 1.0
Jerez de los Caballeros	3.11 ± 0.33	2.57 ± 0.31	0.54 ± 0.04	79.6 ± 1.5	20.4 ± 1.5
Casas de Miravete	3.57 ± 0.21	2.40 ± 0.18	1.17 ± 0.05	65.6 ± 1.6	34.4 ± 1.6
Castañar de Ibor	3.35 ± 0.25	2.11 ± 0.21	1.24 ± 0.06	60.5 ± 1.8	39.5 ± 1.8

Tabla II.- Coeficientes de correlación linear (r) entre el crecimiento radial del corcho y los parámetros climáticos analizados. Los asteriscos indican diferencias significativas (P<0.05).

	T	It	m	m'	Ic	P
AA	0.67*	0.59	0.44	0.46	0.73*	0.81*
CP	0.69*	0.67*	0.56	0.62	0.53	0.74*
CO	-0.07	-0.22	-0.34	-0.47	0.60	0.19
%CP	0.30	0.42	0.52	0.61	-0.26	0.23
%CO	-0.30	-0.42	-0.52	-0.61	0.26	-0.23
CO/CP	0.52	0.61	0.64*	0.72*	0.04	0.51

T=temperatura media anual; It=índice de termicidad; m=media de las mínimas del mes más frío; m'=media del mes más frío; Ic=índice de continentalidad de Rivas-Martínez; P=precipitación anual;

Tabla III.- Tabla climática de las estaciones termoplumiométricas seleccionadas en las proximidades de las localidades estudiadas. (Alt=altura; Na=número de años de registro; M=media de las máximas del mes más frío; Pv=precipitación estival; P²=precipitación de agosto+septiembre; Imv=índice de mediterraneidad estival)

Estación	Alt	Na	T	It	M	m	m'	Ic	P	Pv	P ²	Imv	Tipo Bioclimático
Palafrugell (GI)	81	5	15.6	319	11.5	4.8	8.2	35.9	685	93	114	4.2	Meso. inf. Subhd. inf.
Castanyet (GI)	260	8	15.0	300	11.0	4.0	7.5	42.4	804	140	137	2.8	Meso. med. Subhd.
Vall d'Uixo (CS)	170	17	16.4	357	14.7	4.6	9.7	36.2	503	57	84	7.0	Termo. sup. Seco sup.
Esilda (CS)	370	17	16.2	310	10.1	4.7	7.4	38.2	637	82	97	4.7	Meso. inf. Subhd. inf.
Ubrique (CA)	420	6	19.0	420	15.7	7.3	11.5	47.2	984	44	38	10.6	Termo. inf. Subhd. sup.
Almodovar, Pno (CA)	105	15	17.4	411	15.1	8.6	11.9	36.7	723	18	22	21.1	Termo. inf. Subhd. inf.
Galaroza (HU)	554	28	14.0	286	15.7	2.3	7.3	-	1071	52	54	6.7	Meso. med. Hd. inf.
Jerez de los Caballeros (BA)	492	40	15.6	314	12.2	3.6	7.9	46.4	667	40	34	10.0	Meso. inf. Subhd. inf.
Casas de Miravete (CC)	451	9	17.0	330	11.3	4.7	8.0	44.0	791	47	47	10.4	Meso. inf. Subhd. inf.
Cañamero (CC)	580	20	14.9	290	10.8	3.3	7.1	46.2	847	61	42	6.8	Meso. med. Subhd. sup.

las mínimas del mes más frío; m'=media del mes más frío; Ic=índice