

EL CRECIMIENTO RADIAL DEL ALCORNOQUE EN CINCO PARCELAS DE ALCORNOCAL DE GIRONA

A. Caritat, M. Molinas y M. Oliva

Laboratori del Suro. Universitat de Girona. Pl. Hospital 6, 17071 Girona, España.

RESUM

Es va quantificar el creixement radial de la surera en 5 parcel·les experimentals situades a les comarques gironines. Amb aquesta finalitat es van obtenir cilindres de fusta de 10 arbres tipus de cada parcel·la extrets amb barrina Pressler. En tres de les parcel·les es van obtenir també discs de fusta d'arbres tipus. L'observació i el marcatge dels anells es va realitzar ajudant-se d'un microscopi esteroscòpic. El programa d'ordinador CATRAS (Aniol, 1983) va ser utilitzat per al càlcul dels paràmetres estadístics. Els anells llenyosos presenten gruixos de mitjanes compreses entre 1,21 i 3,74 mm; la desviació estàndard varia de 0,24 a 1,88 mm i l'autocorrelació de 0,008 a 0,894. Aquests valors són similars als d'altres quercínees mediterrànies com *Quercus ilex* L. En el conjunt de les parcel·les el creixement era regular, propi de masses joves. En el cas de St. Hilari, parcel·la amb les classes diamètriques més elevades, (valors entre 24 i 57 cm), les corbes de creixement reflectien el major grau de maduresa. En algunes ocasions s'observaren augments sobtats atribuïts a diverses intervencions com desbrossament o tal·la selectiva. L'efecte de les extraccions periòdiques del suro sobre el ritme de creixement dels anells no s'ha pogut apreciar.

RESUMEN

Se cuantificó el crecimiento radial en 5 parcelas de alcornoque en las proximidades de Girona. Para ello se obtuvieron muestras de cilindros de 10 árboles tipo de cada parcela extraídos con barrina Pressler. En tres de las parcelas se obtuvieron también discos de madera de árboles tipo. La observación y marcaje de los anillos se realizó con ayuda de un microscopio esteroscópico. El programa CATRAS (Aniol, 1983) fue utilizado para calcular los parámetros estadísticos. Los anillos de crecimiento radial presentan grosores medios entre 1,21 y 3,74 mm; la desviación estándar media varía de 0,24 a 1,88 mm y la autocorrelación de 0,008 a 0,894. Estos valores son parecidos a los hallados en otras quercíneas mediterráneas como *Quercus ilex* L. Las parcelas estudiadas, cuyas clases diamétricas están comprendidas entre 5 y 57 cm, presentan en conjunto un crecimiento regular propio de las masas jóvenes. La parcela más madura es la de St. Hilari, (clases diamétricas entre 24 y 57 cm), hecho que queda reflejado en la curva de crecimiento. En algunas ocasiones se observan aumentos bruscos que se atribuyen a intervenciones como desbroce o tala selectiva. En el crecimiento de los anillos no se observa de manera clara el posible efecto de las extracciones periódicas del corcho.

ABSTRACT

Tree rings of *Quercus suber* L. are porous and difficult to read because of the irregular growth rhythm. Radial growth has been measured in five experimental plots situated in the region of Girona (Catalonia, NE Spain). Cores of ten standard trees of each plot were extracted using a Pressler borer. In three plots woody disks from standard trees were also obtained. Tree rings were examined under binocular lens. The CATRAS computer program (Aniol, 1983) was used to find statistical parameters. Tree rings have an average width changing from 1,21 to 3,74 mm, while average standard deviation varies from 0,24 to 1,88 mm. and autocorrelation from 0,008 to 0,894. These values are similar to those found in other Mediterranean *Quercus*, like *Q. ilex*

L. The studied cork-oak plots, with diametrical classes between 5 and 57 cm, show regular growth characteristic of young forest. The St. Hilari plot has the maturest trees, (diametrical classes from 24 to 57 cm) and this fact was reflected in the growth curve. Sudden growth increases are attributed to forestry management measures like clearing or selective cutting down. The effects of periodic cork extractions could no be clearly appreciated in this study.

Key words: cork-oak, Mediterranean sclerophylls, *Quercus suber* L., radial growth, wood rings

INTRODUCCIÓN

El crecimiento vegetativo del árbol está influenciado por numerosos factores internos y externos. Entre los factores externos destacan el clima y distintas perturbaciones como plagas, incendios o acciones humanas (Génova, 1988). Se han elaborado modelos para explicar las interrelaciones de los diversos factores en la formación de los anillos de crecimiento (Fritts, 1976). Estos modelos deben basarse en fenómenos ecofisiológicos comprobados experimentalmente ya que incluso cuando los factores externos son claramente limitantes, la función de respuesta no siempre es fácil de interpretar.

En las regiones templadas casi todos los vegetales leñosos forman cada año una capa bien definida de leño, concéntrica con las anteriores, denominada anillo de crecimiento. Cada anillo consta de dos porciones: una porción clara, inicial y otra porción oscura, terminal. La primera se origina del crecimiento primaveral y en gran parte depende de las reservas acumuladas en el año anterior; la segunda constituye el crecimiento de otoño y principalmente está en función de la asimilación desarrollada durante el propio período de crecimiento. Las diferencias del grosor de los anillos en períodos sucesivos se deben mayoritariamente a las variaciones de pluviosidad y temperatura, cuyo efecto es especialmente notorio durante las etapas críticas del desarrollo. Las curvas de crecimiento radial acumulado permiten apreciar la evolución del árbol a lo largo de su vida y acusan las perturbaciones positivas o negativas a que ha sido sometido (Gutiérrez, 1988). Por otra parte, la medida del grosor de los últimos anillos es un método utilizado para hacer estimaciones de producción (Ferrés, 1985).

En comparación con los países centroeuropeos, la región mediterránea dispone de pocos datos sobre crecimiento y producción primaria. La escasez es especialmente acusada en el caso de los árboles planifolios de hoja perenne como la encina (*Quercus ilex* L.), el alcornoque (*Quercus suber* L.) o la carrasca (*Quercus rotundifolia* Lamk.). Cabe citar los valores encontrados por Ferrés (1985) para la encina y los citados por Cambini (1974) para el alcornoque. Con este trabajo se pretende aportar nuevos datos mediante la comparación del crecimiento radial en cinco parcelas de alcornocal situadas en las comarcas de Girona.

MATERIAL Y MÉTODOS

Las cinco parcelas estudiadas (Fitor, Quart, St. Hilari, Montolivet y Cartellà) se hallan en las proximidades de Girona (Fig. 1). Sus características de estructura y composición aparecen descritas en la Tabla 1.

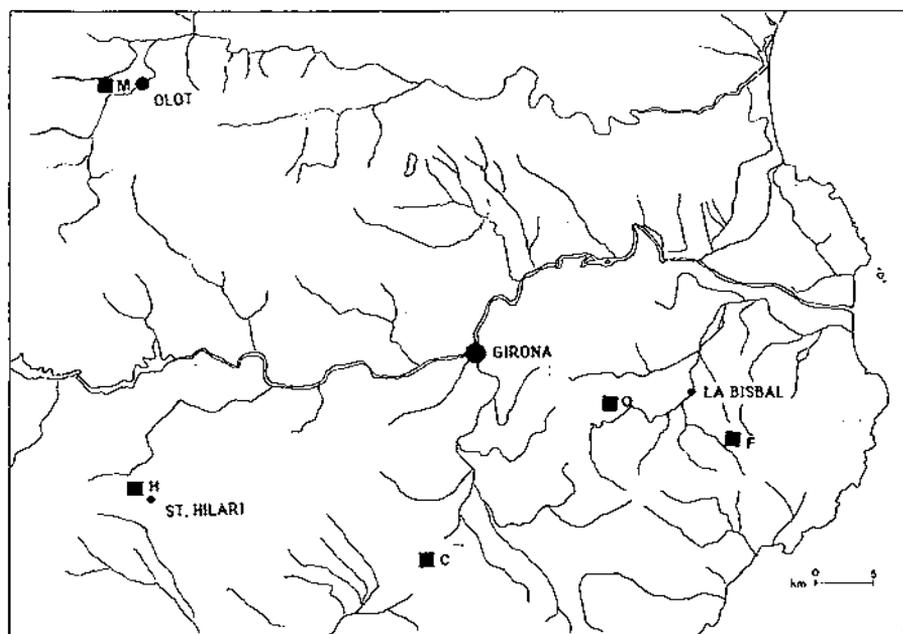


Figura 1.- Situación de las parcelas experimentales de alcornoque (H = St. Hilari, Q = Quart , F = Fitor , C = Cartellà, M = Montolivet).

Tabla 1. - Características topográficas, climáticas y estructurales de las parcelas experimentales.

	St. Hilari	Quart	Fitor	Cartellà	Montolivet
Superficie (m ²)	400	400	400	400	400
Altitud (m s n m)	825	230	170	125	500
Orientación	SW	NW	SW	-	SE
Pendiente (%)	42	25	25	5	19
Precip. anual (mm)	858	659	659	715	970
T media anual (°C)	11,2	15,1	15,1	13,8	12,7
Substratos	granodiorita	esquistos	esquistos	aluvial	volcánico
Diámetros (cm)	24-57	9,3-29	5-32	5-32	6-42
Altura media (m)	12,4	11,4	10,8	4,9	11,7
Pies/ha	575	875	1024	475	620
Area basal (m ² /ha)	58	28	25	14	36

Obtención de las muestras

El muestreo se realizó mediante la obtención de cilindros o «cores» con barrina Pressler. En cada parcela se seleccionaron 10 árboles de acuerdo con las clases diámetricas y de cada uno de ellos se obtuvieron dos cilindros de orientación norte y sur respectivamente. La perforación del árbol se realizó a 1,30 m del suelo, de forma perpendicular a la corteza. Si la consistencia de la madera lo permitía se perforaba hasta el centro del tronco, de esta forma se conseguían una serie completa de anillos desde el primero al más reciente. La herida causada por la perforación se llenaba con resina antifúngica para evitar posibles infecciones.

En las parcelas de Quart, Fitor y St. Hilari se obtuvieron discos del tronco de dos árboles tipo para cada parcela.

Tanto los discos como los cilindros se dejaron secar al aire y se pulieron para su observación. Se ha podido comprobar que esta técnica da mejores resultados que el empleo de colorantes.

Estudio de los anillos

El marcaje de los anillos se realizó con ayuda de lupa binocular. Debido al crecimiento irregular, en algunos casos se hace difícil determinar los límites de los anillos y es frecuente que algunas series no se puedan interpretar. Una vez marcadas las series, el grosor de los anillos se midió mediante aparatos automáticos (Aniol, 400 mm) del CREAF (Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals, de la Generalitat de Catalunya). Posteriormente se seleccionaron las mejores series para realizar las sincronizaciones y obtener las curvas medias de crecimiento acumulado. Se utilizó el programa de ordenador CATRAS (Aniol, 1983) para calcular los correspondientes parámetros estadísticos.

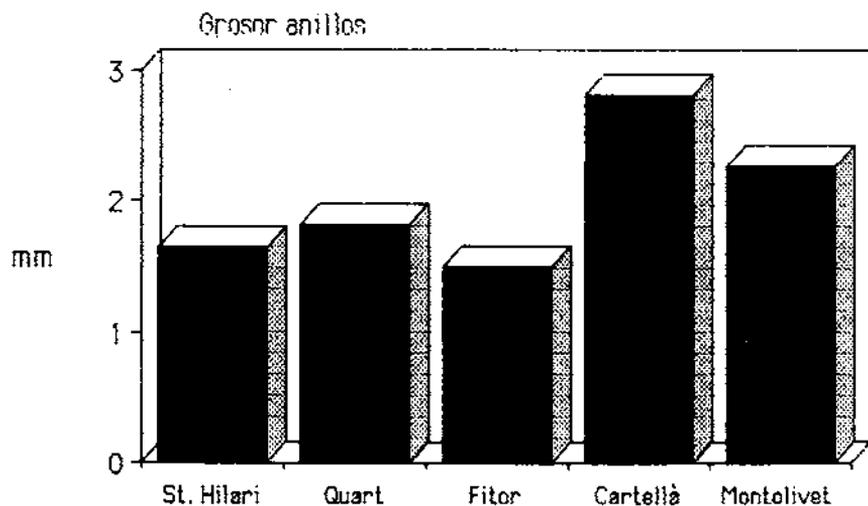


Figura 2.- Grosor medio de los anillos de crecimiento del leño registrado en las cinco parcelas experimentales.

Tabla 2. - Parámetros relativos al crecimiento radial del leño registrados en diferentes alcornoques de las cinco parcelas experimentales. IM= grosor medio de los anillos de cada parcela ; DE = desviación estándar ; AUT. = autocorrelación.

árbol	anillos	IM (mm)	DE	AUT.	árbol	anillos	IM (mm)	DE	AUT.
Quart					St. Hilari				
1	53	2,47	0,88	0,455	1	52	1,71	0,75	0,390
2	17	2,14	0,80	0,500	2	75	1,55	0,72	0,769
3	45	1,91	0,54	0,546	3	65	1,59	0,93	0,848
4	29	1,76	0,57	0,403	4	49	1,37	0,58	0,661
5	15	2,31	0,47	0,444	5	78	1,37	0,84	0,809
6	60	1,43	0,54	0,510	6*	55	2,67	1,17	0,870
7	24	2,02	0,69	-	7	45	1,21	0,49	0,400
8	55	2,29	1,23	0,894	8	38	1,69	0,94	0,758
9	58	1,23	0,24	0,690	9	58	1,61	0,65	0,327
10*	55	2,06	1,07	0,710					
11*	54	1,26	0,44	0,651					
Cartellà					Montolivet				
1	28	1,96	0,45	0,091	1	39	2,32	0,52	0,488
2	21	2,49	0,95	0,576	2	50	2,38	0,62	0,590
3	19	2,89	1,27	0,626	3	28	2,63	0,57	0,744
4	20	3,74	1,88	0,864	4	23	2,12	0,69	0,239
5	22	2,86	0,74	0,350	5	32	2,21	0,71	0,233
6	15	3,36	0,73	0,166	6	40	1,99	0,40	0,214
7	18	2,84	0,91	0,681					
8	13	2,24	0,57	0,008					
9	26	3,04	0,999	0,787					
Fitor									
1	58	1,27	0,735						
2	41	2,07	1,383						
3	66	1,55	0,846						
4	69	1,35	0,603						
5	44	1,75	0,809						
6	64	1,40	0,504						
7	54	1,31	0,639						
8	36	1,44	0,446						
9*	54	1,38	0,399						

* Anillos medidos sobre disco

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los datos del crecimiento de los anillos correspondientes a este estudio aparecen en la Tabla 2. Los anillos presentan un grosor medio entre 1,21 a 3,74 mm, con un valor promedio global de 1,98 mm. La desviación estándar varía de 0,24 a 1,88 mm y la autocorrelación de 0,008 a 0,894. De acuerdo con los valores de autocorrelación deducimos que la relación entre el grosor de un anillo y el siguiente es muy variable. La mayoría de las series presentan un coeficiente de sensibilidad a los factores climáticos que puede considerarse medio (vease Creus i Puigdefábregas, 1976).

El análisis de la varianza se ha utilizado para comparar el grosor medio de los anillos en las cinco parcelas que muestran entre sí diferencias significativas. El mayor crecimiento anual se registró en los árboles de la parcela Cartellà, todos ellos en fase juvenil, con grosores de 1,96 a 3,74 mm y un valor medio de 2,82 mm (Fig. 1). Siguen los de la parcela de Montolivet, situada en un área de elevada pluviosidad, cuyos anillos miden de 1,99 a 2,63 mm con un valor medio de 2,27 mm. Las tres parcelas restantes (Quart, St. Hilari y Fitor) muestran valores anuales de incremento radial medio inferiores a 2 mm (Tabla 3), si bien reflejan situaciones distintas. Nótese que las parcelas de Quart i Fitor, situadas ambas en una zona geográfica de relativa baja pluviosidad, difieren relativamente. La parcela de Quart, situada en una vertiente umbría, tiene grosores de 1,23 a 2,47 con un valor medio de 1,83 mm; mientras la parcela Fitor, situada en una solana, es la que registra el crecimiento menor del conjunto, con un valor medio de 1,5 mm, siendo el grosor mínimo de 1,27 mm y el máximo de 2,07 mm. En el caso de la parcela de St. Hilari, que se encuentra en una área de elevada pluviosidad, pero se trata de la única parcela madura con clases diamétricas comprendidas entre 24 y 57 cm, el grosor medio de los anillos oscila de 1,21 a 2,69 mm con un valor promedio global de 1,64 mm.

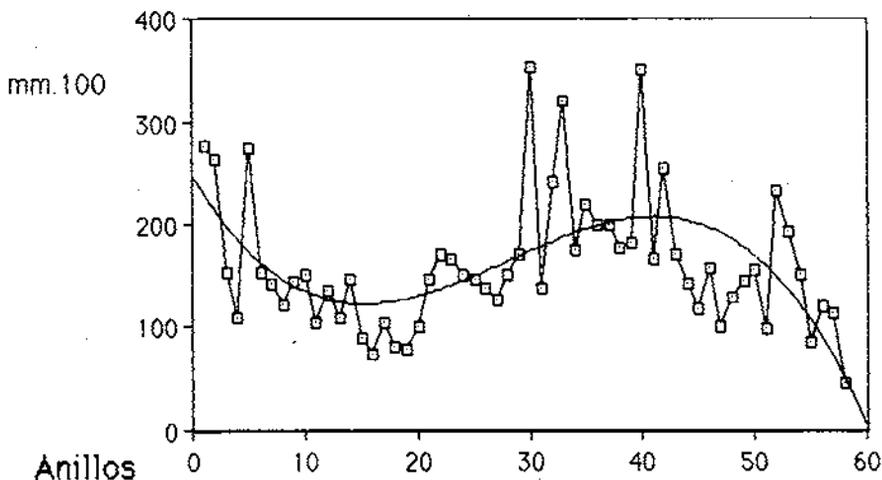


Figura 3.- Variación del crecimiento radial del tronco de un alcornoque de la parcela de St. Hilari.

Tabla 3.- Parámetros globales relativos al crecimiento radial del leño registrados en las cinco parcelas experimentales. \bar{l} = grosor medio de los anillos de cada parcela; DE = desviación estándar; AUT. = autocorrelación.

Parcela	árboles	anillos	\bar{l} (mm)	DE	AUT.
St. Hilari	9	57	1,64	0,78	0,648
Quart	11	42	1,83	0,64	0,476
Fitor	9	54	1,50	0,74	-
Cartellà	9	21	2,82	0,94	0,467
Montolivet	6	36	2,27	0,75	0,418

Las curvas medias de crecimiento radial, obtenidas para cada uno de los alcornoques analizados, permitieron observar como en la mayoría de los casos el crecimiento es muy elevado al principio para descender muy ligeramente en años sucesivos. En general se mantiene un ritmo relativamente constante con fluctuaciones anuales debidas a cambios de pluviosidad y temperatura. Sólo en los anillos más recientes de los árboles más maduros de la parcela de St. Hilari pudimos observar la tendencia a la disminución del ritmo de crecimiento propia de esta etapa del desarrollo (Fig. 3). Las curvas de crecimiento acumulado ponen de relieve esta

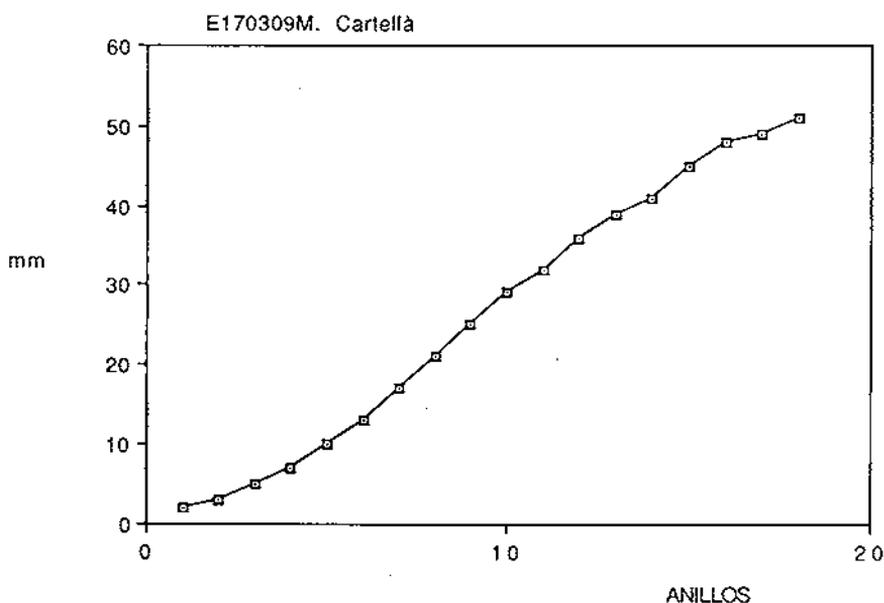


Figura 4.- Curva de crecimiento acumulado del leño para un alcornoque de la parcela de Cartellà.

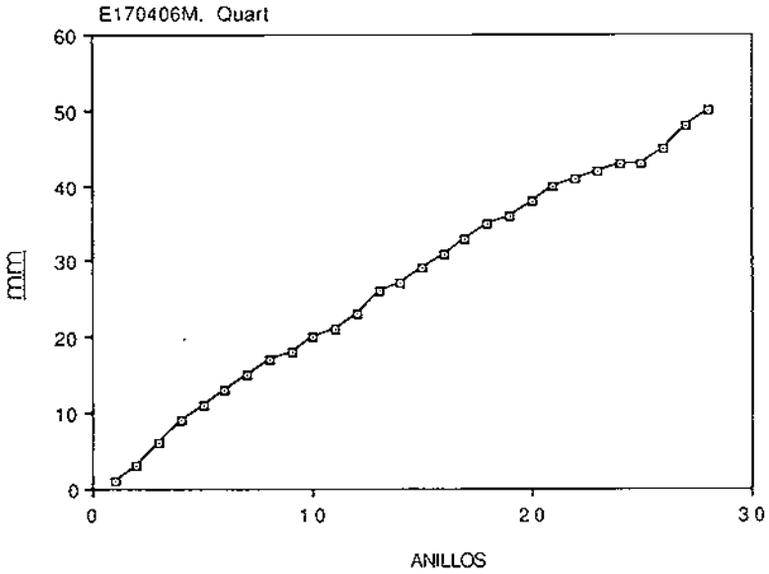


Figura 5.- Curva de crecimiento acumulado del leño para un alcornoque de la parcela de Quart.

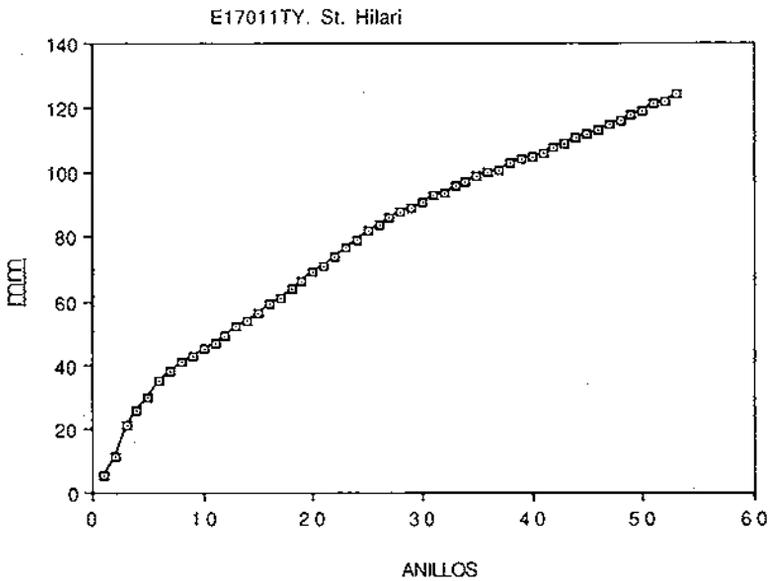


Figura 6.- Curva de crecimiento acumulado del leño para un alcornoque de la parcela de St. Hilari.

tendencia general al crecimiento constante, propio de las etapas juveniles, que presentan la mayoría de los árboles analizados (Fig. 4 -6). Sin embargo, en algunos casos, como en los alcornoques de la parcela de Quart, se observaron algunos cambios bruscos que parecen coincidir siempre con desbroces o aclareos (Fig 5). En el caso de la parcela de St. Hilari, que es la que se encuentra en una fase de mayor madurez, la curva de crecimiento disminuye su pendiente en la zona correspondiente a los últimos años (Fig.6). Es de destacar que en ninguna de las parcelas estudiadas se puede apreciar de manera clara el posible efecto de las extracciones periódicas del corcho.

En este trabajo además se ha relacionado el crecimiento radial de los cinco últimos anillos con el crecimiento apical estudiado por las autoras en un trabajo paralelo cuyos resultados se exponen en este mismo volumen (Molinas et al., 1992). En la Fig. 7 se muestra la ecuación de regresión lineal establecida. En general, a mayor crecimiento radial corresponde mayor incremento apical, pero el coeficiente de regresión es bastante bajo (0,54). Sin embargo este valor se halla dentro del intervalo hallado por Cambini (1974) para alcornoques de vivero de cinco años. La mayor discrepancia entre los valores de crecimiento radial y apical correspondió a los árboles de St. Hilari; los últimos anillos de estos alcornoques son estrechos pero la longitud media de los segmentos de brotación de las ramas es relativamente elevada. Este hecho fue interpretado como una muestra del mayor grado de madurez de estas plantas.

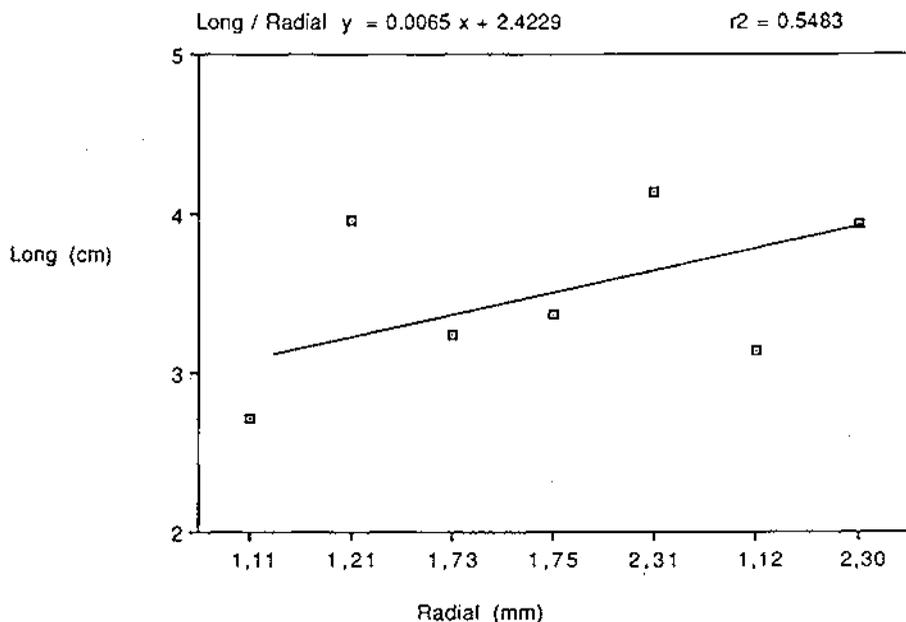


Figura 7.- Relación entre el crecimiento apical medio de las ramas y el radial del leño en los últimos cinco años, observada en las parcelas experimentales.

CONCLUSIONES

Al igual que otras especies mediterráneas perennifolias, los períodos de actividad cambial del alcornoque presentan variaciones según los años (Ephrat, 1971) determinando que los límites de los anillos sean poco claros. Además, la abundancia de radios medulares pluriseriados contribuye a desdibujar estos límites. Por ello las muestras deben ser escogidas siguiendo el criterio de facilidad de lectura como han destacado otros autores (Bichard, 1983).

El grosor medio de los anillos, en el conjunto de las parcelas estudiadas, es de unos 2 mm, valor parecido al hallado por Cambini (1974) para alcornoques de vivero y al observado por Ferrés (1985) en encinas de un área geográfica próxima a Girona. Sin embargo, el crecimiento radial muestra diferencias significativas en las cinco parcelas estudiadas. Así, los índices mayores corresponden a alcornocales jóvenes como el de Cartellà o también a situaciones de mayor disponibilidad hídrica, como en Montolivet.

Las curvas de crecimiento acumulado facilitan la observación del crecimiento y reflejan el efecto de las perturbaciones. Aunque cada árbol presenta una pauta propia, el conjunto de todos los árboles estudiados muestra un período de crecimiento intenso, comprendido entre los 5 y 10 primeros años, al que sigue otro período de crecimiento algo menor, aunque también elevado, cuyo ritmo, en general, es relativamente constante, con oscilaciones debidas a los cambios de temperatura y pluviosidad. Sólo en los árboles muy maduros se registra tendencia ligera a disminuir el crecimiento.

Una constatación importante de este trabajo es que mediante el estudio de los anillos no se ha podido probar ninguna influencia del descorche en el crecimiento. Sin embargo este hecho deberá ser comprobado con el análisis de un número mayor de árboles.

Agradecimientos

Este trabajo se ha realizado gracias al Programa de Materias Primas Renovables de las Comisiones de las Comunidades Europeas (MA1B/ 105-E 1987). Se ha contado con una ayuda de la Comissió Interdepartamental de Recerca i Innovació Tecnològica de la Generalitat de Catalunya (Antònia Caritat). Expresamos nuestro agradecimiento a la Dra. Emilia Gutiérrez del Departament d'Ecologia de la Universitat de Barcelona.

Bibliografía

- ANIOL, R. 1983. Tree-ring analysis using CATRAS. *Dendrochronologia*. 3: 45-53.
- BICHARD, D. 1983. *Classes de croissance du chene-vert dans de SE de la France. Leurs relations avec quelques caractéristiques de la station*. Marseille:CEMAGREF, Group. d'Aix en Provence. Div. P.F.C.I.
- CAMBINI, A. 1974. Effetti della defogliazione anticipata sull'accrescimento della quercia da sughero (*Quercus suber* L.). *Stazione Sperimentale del Sughero. Memoria N° 39*. Tempio Pausania (Sass. Italia).
- CREUS J. & PUIGDEFABREGAS P. 1976. Climatología histórica y dendrocronología del *Pinus uncinata* Ramond. *Cuadernos de Investigación* (Publicaciones del Colegio Universitario de Logroño). 2: 17 - 30.

- EPHRAT, Y. 1971. Periderm development and the annual rhythm of phellogen and cambial activity in *Quercus suber* and *Quercus calliprinos*. M.Sc. Thesis, Tel-Aviv Univ.
- FERRES, LL. 1985. Creixement radial i producció primària neta aèria a l'alzinar de la Castanya (Montseny, Barcelona). *Orsis*. 1:71-79
- FRITTS, H.C. 1976. *Tree rings and climate*. London: Academic Press
- GENOVA, R. 1988. *Dendrocronologia: respuesta de las especies leñosas al clima*. Curso de Ecología Terrestre. Centro de Altos Estudios Agronómicos Mediterráneos. Zaragoza.
- MOLINAS, M., OLIVA, M. & CARITAT, A. 1992. Estudio comparativo de la elongación apical y los parámetros foliares en seis parcelas de alcornoque de Girona. *Scientia gerundensis* 18: 61-71.