

Biomasa y mineralomasa subterránea del encinar de La Castanya, Montseny

Canadell J., Rodá F.

in

Bellot J. (ed.).
Jornadas sobre las bases ecológicas para la gestión en ecosistemas terrestres

Zaragoza : CIHEAM
Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 3

1989
pages 13-18

Article available on line / Article disponible en ligne à l'adresse :

<http://om.ciheam.org/article.php?IDPDF=CI000498>

To cite this article / Pour citer cet article

Canadell J., Rodá F. **Biomasa y mineralomasa subterránea del encinar de La Castanya, Montseny.** In : Bellot J. (ed.). *Jornadas sobre las bases ecológicas para la gestión en ecosistemas terrestres.* Zaragoza : CIHEAM, 1989. p. 13-18 (Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 3)



<http://www.ciheam.org/>
<http://om.ciheam.org/>

BIOMASA Y MINERALOMASA SUBTERRANEA DEL ENCINAR DE LA CASTANYA, MONTSENY.

J. CANADELL y F. RODA
Laboratori d' Ecologia, Facultat de Ciències
Universitat Autònoma de Barcelona

Key words: below ground biomass, *Quercus ilex*, allometric equations, ratio underground/aerial biomass, nutrient content in underground biomass.

Abstract: *SUBTERRANEAN BIOMASS AND MINERAL MASS OF THE HOLM OAK FOREST AT LA CASTANYA, MONTSENY*
Root systems from 36 holm oak (*Quercus ilex* L.) trees were excavated, according to the $\varnothing < \text{DBH}$ range, at La Castanya Biological Station, Montseny. Allometric equations were developed to estimate below ground biomass at an experimental plot (Terradas et al, 1980). Because of fine root ($\varnothing < 1$ cm) losses during excavation, 13 soils were used to assess fine root biomass. Thus, of the total tree biomass of 228,1 t/ha, 67,7 t/ha are accounted by root components (29,7%): 32,7 t/ha by roots > 5 in \varnothing (root crown included), 18,6 t/ha by roots 1 to 5 cm in \varnothing , and 16,4 t/ha by fine roots ($\varnothing < 1$ cm). Nutrient relative content of below ground biomass is 27,8% N, 24,2% P, 19,4% Ca, 33,3% K, and 32,2% Mg.

INTRODUCCION

En los estudios del funcionalismo de los ecosistemas forestales, la distribución de biomasa y de los nutrientes que en ella son retenidos forma parte de la información básica. Los datos sobre biomasa y mineralomasa son especialmente escasos para el compartimento subterráneo del ecosistema debido, principalmente, a los problemas inherentes a la excavación del sistema radical y separación de raíces finas.

En la compilación de datos de biomasa de más de 1.200 parcelas de bosques de todo el mundo hecha por Cannell (1982), sólo alrededor del 45% presentan una estima de biomasa subterránea y en la mayoría de casos tan sólo es aproximada.

Rodin y Bazilevich (1967) a partir de una recopilación de datos bibliográficos da unas proporciones medias de biomasa subterránea en bosques caducifolios templados. Santantonio et al. (1977) publican una revisión bibliográfica con

más de 100 referencias de biomasa subterránea de bosques de coníferas y caducifolios de la zona templada y de bosques tropicales y subtropicales.

En el conjunto de esta información, los bosques de las regiones de clima mediterráneo están escasamente representados. La adaptación a un período seco estival que caracteriza este clima, parece determinar una elevada biomasa subterránea como ha señalado Rundel (1980) para algunos *Quercus* spp. en California. Anteriormente Bray (1963) y Whittaker y Mark (1975) habían indicado que a medida que el ambiente es más seco o el clima presenta un período seco más pronunciado, la relación biomasa subterránea/aérea aumenta.

El estado nutricional del suelo es otro factor determinante del desarrollo del sistema radical, pero en este caso los resultados de los trabajos son contradictorios en determinar cómo influye en la relación biomasa subterránea: aérea (Bishop, 1962; Holecheck, 1982; Shank, 1945).

Las perturbaciones reiteradas como incendios y talas, frecuentes en las regiones de clima mediterráneo, pueden determinar una mayor acumulación de biomasa subterránea. Esto es debido a que las plantas rebrotadoras, comunes en estas regiones (Gill, 1981), desarrollan una cepa de dimensiones considerables en respuesta a la perturbación (Kummerow, 1982).

En el estudio sobre la estructura y el funcionamiento del encinar de la Estación Biológica de La Castanya (Terradas et al., 1980, Ferrés et al., 1984), se había obtenido la biomasa y mineralomasa aérea pero no se conocía la referente a la parte subterránea. A este hecho se le añade la escasa información respecto al compartimento subterráneo en ecosistemas forestales de las regiones mediterráneas y, particularmente de la encina (*Quercus ilex* L.).

El objetivo de nuestro estudio fue evaluar la biomasa y mineralomasa del compartimento subterráneo de la parcela experimental, y analizar la influencia de diferentes factores ambientales en la acumulación de biomasa subterránea en la encina.

AREA DE ESTUDIO

El estudio se realizó en un encinar de la Estación Biológica de la Castanya, Montseny (Barcelona). El área muestreada se encuentra entre los 665m

y 750 m de altitud, con pendientes entre 15° y 30° e incluye zonas de solana y umbría. La caracterización física y climática del área ha sido detalladamente realizada por Terradas et al. (1980) y Ferrés et al. (1984).

METODOS

Se excavaron 36 ejemplares de encina de DN (Ø del tronco a 1,30 m) comprendido entre 7,25 cm y 23,15 cm cubriendo así, el rango de variaciones de la zona. El rango muestreado de altura total del árbol está comprendido entre 5 m y 12 m. También se tuvo en cuenta la orientación: 21 encinas eran de umbría y 15 de solana, siendo 33 de bellota y 3 de rebrote.

De la parte aérea de cada árbol se midió el DN, D50 (Ø del tronco a 0,50 cm de altura) y la altura (H). Posteriormente se cortaba el árbol y obteníamos el BAT (biomasa aérea total). Se excavaron las raíces manualmente hasta un Ø final de 1 cm y una profundidad de 100 cm. Se separaban y pesaban en fresco las fracciones de raíces de Ø mayor de 5 cm (incluida la cepa) y las raíces entre 1 y 5 cm de Ø. Las correspondientes submuestras se ponían a la estufa a 60° para determinar el peso seco. Las raíces finas, de un Ø inferior a 1 cm, se muestrearon en el mes de Octubre. Se extrajeron al azar muestras de suelo con una sonda de 60 cm de largo y 4 cm de Ø interior. El suelo obtenido se separaba por profundidades cada 20 cm y las raíces se subdividían en 3 clases: 1) Ø inferior a 2 mm, 2) Ø entre 2 mm y 5 mm y 3) Ø entre 5 mm y 10 mm. El total de sondas extraídas fue de 10 a 13 según la profundidad.

Se han realizado los siguientes análisis químicos. Análisis de nitrógeno según el método Kjeldahl. Para los análisis de fósforo, potasio, calcio y magnesio la materia orgánica fue mineralizada en una digestión ácida en caliente. Los cationes Ca y Mg se analizaron por espectroscopía de absorción atómica y el K por fotometría de emisión; finalmente, el P fue determinado por el método del amarillo de vanado-molibdato.

RESULTADOS

A partir de los resultados obtenidos de las 33 encinas de bellota excavadas se han desarrollado ecuaciones alométricas en las que se relaciona alguna variable de la parte aérea (DN, D50 y BAT) con el peso total de raíces gruesa (Ø >1 cm). Así mismo, se han construido para las fracciones de

raíces de $\varnothing > 5$ cm y raíces < 5 cm de \varnothing . Los mejores ajustes se han obtenido para las ecuaciones del tipo $\text{Log } Y = A + B \text{ Log } X$ donde la variable independiente es el DN, D50 o BAT. En la Tabla 1 se presentan estas ecuaciones y también las desarrolladas agrupando la muestra de encinas según la exposición: solana y umbría. Estas han resultado ser estadísticamente distintas ($p < 0,05$) según el análisis de la varianza de los coeficientes de las regresiones. Ninguna de las ecuaciones tiene un coeficiente de determinación superior al 0,80 debido a la gran diversidad morfológica de encinas que representa la muestra. La mejor estima se obtiene con BAT como variable independiente ($r^2 = 0,80$, E.E.E. = 0,124).

Por lo que se refiere a la biomasa de encinas de rebrote, en la Tabla 2 se muestran las características de los 3 ejemplares que se excavaron. La variabilidad de la biomasa de la cepa no ha

permitido poder establecer relaciones alométricas entre la parte aérea y la biomasa radical. Los valores obtenidos de biomasa de raíces son: 470 kg, 143 kg y 91 kg de los cuales el 77%, el 62% y el 56% corresponden a la biomasa de la cepa, respectivamente.

Se ha calculado la biomasa subterránea total de la parcela experimental. El cálculo de las raíces gruesas se ha basado exclusivamente en las regresiones 1, 2 y 3 (Tabla 1) que corresponden a encinas de bellota, debido a que más del 80% de los árboles de la parcela son de este tipo (Ferrés, 1984). Se ha obtenido un valor de 51,3 t/ha en peso seco de raíces gruesas ($\varnothing > 1$ cm), de las cuales 18,6 t/ha son raíces de 1 a 5 cm de \varnothing y 32,7 t/ha corresponden a raíces de $\varnothing > 5$ cm incluidas las cepas. La proporción de corteza para cada una de las fracciones es de: 33,66% y 17,35% respectivamente.

TABLA 1. ECUACIONES PARA ESTIMAR LA BIOMASA DE LAS RAICES DE QUERCUS ILEX L. DE ACUERDO CON LA SIGUIENTE ECUACIÓN: $\text{LOG PS} = A + B \text{ LOG } X$

No	Fracción	A	B	r ²	E.E.E.	n	X
1	Total	-1.031	2.181	0.72	0.166	33	DN
2	Raíces & > 5 cm	-1.163	2.123	0.63	0.192	32	DN
3	Raíces & 1-5 cm	-1.137	1.892	0.66	0.160	32	DN
4	Total	-1.650	2.597	0.78	0.147	33	D50
5	Total	-0.175	0.878	0.80	0.124	31	BAT
6	Total umbría	-1.358	2.428	0.79	0.162	21	DN
7	Total solana	-0.448	1.734	0.71	0.136	12	DN

PS=Peso seco raíces(kg); X=variable independiente; No=nº ecuación, r²= coef.determinación; E.E.E.= error estándar de la estima; n=nº de sistemas radicales de la muestra; DN= \varnothing tronco a 1,30 m; D50= \varnothing tronco a 0,5m (cm); BAT=biomasa aérea total (kg).

TABLA 2. CARACTERISTICAS DE LAS 3 ENCINAS DE REBROTE (PESO SECO) .

Perímetro de la cepa (m)	biomasa subterránea (kg)				biomasa total aérea (kg)	relación subter: aéreo
	cepa	raíces $\varnothing > 5$ cm	raíces $\varnothing 1$ a 5 cm	total		
3.60	317.35	81.94	71.26	470.55	244.86	1.92
2.08	89.42	30.80	23.41	143.63	172.45	0.84
1.55	51.20	9.24	31.18	91.62	106.89	0.86

La biomasa de raíces finas se estimó en 16,35 t/ha repartidas en las diferentes profundidades y clases diamétricas que se especifican en la Tabla 3. La suma de las dos categorías, raíces gruesas más raíces finas, da una biomasa subterránea total de 67,7 t/ha. De esta manera la biomasa de raíces finas representa el 24,2% y la biomasa de raíces gruesas las 3/4 partes restantes.

En cuanto al contenido de nutrientes, en la Tabla 4 se muestra la mineralomasa de las diferentes fracciones de raíces gruesas y la mineralomasa total de la parte aérea.

DISCUSION

La biomasa aérea arbórea de la parcela experimental es de 160,4 t/ha (Ferrés et al, 1984). En el presente estudio se ha obtenido una biomasa subterránea de 67,7t/ha, que representa el 29,7% de la biomasa total arbórea. Esta proporción se encuentra dentro del rango dado por Rodin y Bazilevich (1967) para bosques templados caducifolios (15% al 35%) y excede el límite superior del rango dado por Fogel (1983) para bosques de coníferas. (15% al 25%). De otro lado Persson (1979) generaliza que la biomasa de raíces constituye alrededor del 20-30% del peso seco total. En las 3 citas, el encinar de La Castanya se sitúa entre los bosques con una mayor acumulación de biomasa subterránea.

En este mismo sentido, ha sido ampliamente utilizada la relación biomasa subterránea/aérea para poner de manifiesto el patrón de la distribución de materia orgánica entre los dos compartimentos del ecosistema. Sin embargo, la información que obtenemos de esta relación puede ser muy limitada o incluso cuestionable en aquellos ecosiste-

mas donde son frecuentes las perturbaciones como los incendios (Kummerow et al., 1981). La relación biomasa subterránea/aérea de la parcela experimental es de 0,42,siendo la variación individual de la muestra de 0,23 a 0,70 (X= 0,41±0,12)

A partir de la revisión bibliográfica realizada por Santantonio et al. (1977) obtenemos una relación de biomasa subterránea/aérea para bosques templados de coníferas de 0,30 ± 0,14(n=47),para bosques templados caducifolios de 0,25 ± 0,10 (n=45) y para bosques tropicales y subtropicales de 0, 25 ± 0,17 (n=25). Estos valores nos definen un rango donde el valor obtenido en el encinar de La Castanya se sitúa entre los más altos. Whittaker y Marks (1975) dan una media de 0,37 ± 1,26 para una recopilación de 12 especies arbóreas. Los valores más elevados corresponden a *Quercus alba* (0,91) y *Q. coccinea* (0,45), los cuales han desarrollado una cepa de gran dimensión como consecuencia de los incendios reiterados .

Los ejemplares de encina rebrotados tienen una relación biomasa subterránea/aérea de 0,86, 0,84 y 1,92. Esta pauta de distribución de la materia orgánica se asemeja a la de los arbustos. Asi Kummerow (1981) en una recopilación de datos del "chaparral" de California y del "matorral" de Chile obtiene una relacion media de biomasa subterránea/aérea de 1,03 ± 1,21 para un total de 15 especies.

Según estos resultados podemos concluir que en el encinar la acumulación de biomasa en el compartimento subterráneo constituye un proceso muy importante. De esta manera, la encina se encuentra entre los árboles que invierte una mayor cantidad de materia orgánica en la construcción de su sistema radical.

TABLA 3. BIOMASA DE LAS RAICES FINAS*DE LA PARCELA EXPERIMENTAL (t/ha)

Prof.suelo (cm)	Ø <2 mm	Ø 2-5 mm	Ø 5-10 mm	Desconocido	Total
0 a 20	1.570	2.156	3.823	0.420	7.971
20 a 40	1.209	3.126	2.487	0.066	6.890
40 a 60	0.675	0.836	0.000	0.015	1.527
total	3.455	6.119	6.311	0.503	16.389

* raíces vivas y muertas

TABLA 4 BIOMASA (t/ha) Y MINERALOMASA (kg/ha) DELAS RAICESGRUESASY DE LA ARTEAÉREA DE LA PARCELA EXPERIMENTAL

Fracción	Biomasa	N	P	K	Ca	Mg
Parte subterrá.						
Madera Ø >5 cm	27.0	73.0	14.86	98.6	109.2	25.9
Corteza Ø >5 cm	5.7	25.4	0.68	24.4	62.8	6.2
Madera Ø 1-5 cm	12.3	35.4	9.51	44.2	48.5	13.0
Corteza Ø 1-5 cm	6.3	25.1	1.50	25.1	65.2	5.8
Total	51.3	158.6	26.55	192.3	285.7	51.0
Parte aérea *						
Total	160.4	410.7	83.10	384.3	1195.7	106.9

* datos obtenidos de Ferrés et al. (1984)

El resultado de los análisis de nutrientes de las raíces gruesas no apoya las observaciones de algunos autores como Johnson y Rissier (1974) para algunos *Quercus* sps en Oklahoma, en el sentido de asignar bajas concentraciones de elementos minerales a la madera y corteza de raíces. Ello se pone de manifiesto en la proporción de mineralomasa de las raíces respecto al total de

mineralomasa arbórea (excluidas las raíces finas): 27,8% de N, 24,2% de P, el 19,4% de Ca, el 33,3% de K y el 32,2% de Mg. Se observa que el N, K, Mg representan una proporción más elevada que la representada para la biomasa de raíces gruesas que es de 24,2%. De hecho estas proporciones pueden ser mayores debido a que no se ha considerado las raíces finas .

AGRADECIMIENTOS: Este estudio se realizó en el marco del proyecto de Ocupación/84 del Instituto Nacional del Empleo y del proyecto 2129/83 de la Comisión Asesora para la Investigación Científica y Técnica.

Agradecemos la ayuda recibida de Lluís Ferrés, Jaume Terradas, Miquel Riba i Isa , y muy especialmente a Pilar Andrés con quien compartimos el trabajo de campo. También al Dept. de Biología de la Universidad de Alicante por los análisis químicos realizados.

BIBLIOGRAFIA

- BISHOP, D.M, 1962. *Lodgepole pine rooting habits in the Blue Mountains of of Northeastern Oregon*. Ecology, 43 : 140-142 .
- BRAY, J. R., 1963. *Root production and the estimation of net productivity*. Can. J. Bot., 41: 65-72 .
- CANNELL, M. G. R. 1982. *World forest biomass and primary production data*. Academic Press. London.
- FERRÉS, LL. , RODÀ, F. , VERDÚ, A.M.C. Y TERRADAS, J. 1984. *Circulación de nutrientes en algunos ecosistemas forestales del Montseny (Barcelona)* . Mediterránea 7 : 139-166 .
- FOGEL. 1983. *Root turnover and productivity of coniferous forest*. In *The root systems and their mycorrhizas*. Atkinson (ed) . Nijhoff M.W. Junk Publishers. The Hague.
- GILL, A. 1981. *Fire adaptive traits of vascular plants*. In *Fire regimes and ecosystems properties*. Mooney, H.A. (ed) . Hawaii .
- HOLECHECK, J. L. 1982 . *Fertilizer effects on above- and below- ground biomass of four species*. J . Rang.Manag., 35 : 39-42
- JOHNSON, F. L. Y RISSER, P.G. 1974 . *Biomass, annual net primary production and dynamics of six mineral elements in a post oak-blackjack oak forest*. Ecology, 55: 1246-1258 .
- KUMMEROW, J. 1981 . *Carbon allocation to root systems in mediterranean evergreen sclerophylls* . In *Components of productivity of Mediterranean climate regions -Basic and applied aspects*. Margaris, N. S . y Mooney, H.A. (ed) . London.
- KUMMEROW, J. 1982. *The relation between root and shoot systems in chaparral shrubs* . In *Dynamics and management of mediterranean-type Ecosystems*. Conrad, C .E. y Oechel, W.C. (eds) . California.

- PERSSON, H. 1979. *Fine-root production, mortality and decomposition in forest ecosystems*. *Vegetatio*, 41: 101-109 .
- RODIN, L.E. Y BAZILEVICH, N. I. 1967. *Production and mineral cyclin in terrestrial vegetation*. Oliver y Boyd (eds) London.
- RUNDEL, P .W. 1980. *Adaptations of mediterranean-climate oaks to environmental stress*. In Ecology, management, and utilization of California oaks. Pacific southwest forest and experimetal station.
- SANTANTONIO, D . HERMAN, R.K. Y OVERTON, W. S. 1977. *Root biomass studies in forest ecosystems*. *Pedo biología*, 17 : 1-31 .
- SHANK, D.B. 1945. *Effect of phosphorus, nitrogen, and soil moisture on top-root ratios of inbred hybrid maize*. *J. Agr. Res.*, 70 : 365-377 .
- TERRADAS, J. , FERRÉS, LL, LÓPEZ, L Y RODA, F, VERDÚ, A.M.C. 1980 . *Estructura y funcionalismo de un encinar montano en el Montseny*. I .Planteamiento del estudio y descripción del área experimental . *Mediterránea*, 4 : 11-22 .
- WHITTAKER, R. H. Y MARKS, L. 1975. *Methods of assessing terrestrial productivity*. In Primary productivity of the biosphere. H.Lieth y R.H. Whit-taker (edsj) . Springer-Verlag. New York.