

BIOMASA SUBTERRANEA DE LOS MATORRALES DE *Quercus coccifera* EN EL ESTE DE ESPAÑA

I. CAÑELLAS

Area Selvicultura y Mejora. CIFOR. INIA

A. SAN MIGUEL

Dpto. Silvopascicultura, ETSI Montes. Madrid

RESUMEN

Se ha estimado la biomasa subterránea de los matorrales de *Quercus coccifera* en la provincia de Valencia (este de España). El muestreo se realizó en ocho matorrales de coscoja con estructuras aéreas de diferente edad y supuso la excavación de una superficie de 24 m². La biomasa subterránea total osciló entre 34 y 81 t/ha (M.S.), con una media de 53 t/ha, lo que confirma el importante papel edafogénico, protector y estabilizador de estas comunidades. La biomasa subterránea se concentra en los 45 cm superficiales del suelo, y la extensión superficial de las raíces supera en todos los casos a la de los brotes aéreos. La relación biomasa subterránea — biomasa aérea, muy alta, oscila entre 2,61 y 4,73, y es superior a la de otros ecosistemas forestales mediterráneos.

PALABRAS CLAVE: *Quercus coccifera*

Coscoja

Matorral

Raíz

Biomasa

INTRODUCCION

La biomasa subterránea suele constituir una fracción importante de la total en los ecosistemas arbustivos. Además, canaliza una parte significativa de su productividad neta (Martínez, Merino, 1987), por lo que es, con frecuencia, más importante que el estrato aéreo a la hora de proveer substrato para la humificación (Fogel, 1985). Por ello, y por sus múltiples funciones productoras y estabilizadoras, el conocimiento de su estructura y función es fundamental para planificar racionalmente su utilización. Sin embargo, a pesar de la importancia que se

Recibido: 19-4-96

Aceptado para su publicación: 29-11-96

reconoce a esta fracción de la biomasa, se han realizado muy pocos estudios sobre ella, siendo en la actualidad los ecosistemas americanos de matorral mediterráneo los más conocidos a este respecto (Hellmers *et al.*, 1955; Miller, Ng, 1977; Kummerow, 1981; Miller, 1981).

Las razones de la escasez de información se deben, sin duda, a la poca accesibilidad de las raíces, que ha dificultado el desarrollo de métodos fiables para su estudio. La insuficiente información y la poca precisión de los métodos utilizados dificultan las comparaciones e invalidan los intentos de generalización y modelización, razón por la cual no existe aún una teoría global que explique las relaciones dinámicas y estructurales básicas de los sistemas radicales en ecosistemas forestales.

En España se han llevado a cabo estudios sobre la biomasa y productividad radical en pastizales (Joffre *et al.*, 1987) y algunos bosques (Escarre *et al.*, 1984). Sin embargo, existe todavía muy poca información sobre dichos aspectos en nuestros abundantes ecosistemas arbustivos (Martínez, Merino, 1987; Martínez *et al.*, 1988). En concreto, todavía no existe ningún dato relativo a la biomasa subterránea de los coscojares de *Quercus coccifera* en España. Sin embargo, en el resto de Europa sí se dispone de cierta información al respecto: Rapp, Lössaint (1981) proporcionan datos orientativos sobre la relación entre la biomasa aérea y radical en la garriga francesa; Rambal (1984), Rambal, Leuterne (1987), Kummerow *et al.* (1990) evalúan y analizan las características de los sistemas radicales de estas mismas comunidades; y Christodoulakis, Psaras (1988) describen la anatomía y estructura radical de los coscojares griegos.

El objetivo general del trabajo que presentamos es contribuir al conocimiento de la biomasa subterránea de nuestros ecosistemas arbustivos; el particular, describir las características más importantes del sistema radical de los coscojares del este peninsular.

MATERIAL Y METODOS

El estudio se realizó en ocho localidades de la provincia de Valencia (este de España) y sobre coscojares con estratos aéreos de diferente edad (medida a través de la fecha del último incendio). Las principales características de las parcelas de ensayo se exponen en la Tabla 1.

Según la Clasificación Fitoclimática de Allué Andrade (1990), todas las parcelas corresponden al subtipo mediterráneo genuino menos seco (IV4), y según la tipología bioclimática de Rivas Martínez (1987), al piso mesomediterráneo inferior y al ombrotipo seco. El suelo corresponde siempre a la categoría de cambisol cálcico (Commission of the European Communities, 1985). La vegetación potencial se encuadra en la serie *Bupleuro-Querceto rotundifoliae* S., en su faciación termófila con *Pistacia lentiscus* (Rivas Martínez, 1987), pero la acción de incendios forestales sucesivos ha dado lugar a que la vegetación actual sea un coscojar de *Rhamno-Cocciferetum*.

TABLA 1

**PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LAS PARCELAS
EXPERIMENTALES DE COSCOJAR EN VALENCIA**

*Major characteristics of Quercus coccifera experimental plots at Valencia
(eastern Spain)*

Parcelas	N.º de parcela	Edad del estrato aéreo	UTM	Altitud m	Altura m	Pendiente p. 100
Acentinela	1	2 años	XJ9574	360	0,10	15
Moratilla	2	4 años	XJ8070	805	0,38	5
La Nevera	3	5 años	XJ9080	450	0,50	30
Requena	4	5 años	XJ7266	830	0,40	5
La Parra	5	6 años	XJ9069	600	1,20	30
Venta Moro	6	9 años	XJ4270	950	0,60	10
Yátova	7	12 años	XJ8562	605	0,60	10
Buñol	8	>40 años	XJ9365	725	1,55	5

La toma de datos de campo se realizó en el mes de noviembre porque, de acuerdo con la bibliografía consultada, consideramos que tanto el crecimiento aéreo como el radical se han detenido en esa época (Martínez, Merino, 1987). En este sentido, Caldwell, Camp (1974) afirman que es precisamente en ese mes de noviembre cuando se alcanzan las máximas densidades de raíces finas.

El método utilizado fue el de excavación directa (Bohm, 1979). Las calicatas se distribuyeron aleatoriamente en ocho parcelas de 1 ha (una por sitio de ensayo) cubiertas por coscojares puros, que son los habituales en la zona. En todos los casos se trabajó con calicatas de 1 m² de superficie, y con tres repeticiones (calicatas) por parcela (sitio). Una vez marcada la zona de trabajo, siempre con cobertura completa de *Quercus coccifera*, se eliminó toda la biomasa aérea y la capa de barrujo existente, generalmente de 1 cm de grosor y compuesta casi exclusivamente por hojas de coscoja. Hecho esto, se cavó y se separó la biomasa subterránea extraída en tres niveles de profundidad (0 - 15 cm, 15 - 30 cm y 30 - 45 cm) con una criba de 2 mm de luz. En ningún caso se cavó a mayores profundidades porque la abundancia de rocas lo impedía y porque, además, la presencia de raíces era ya muy escasa: solamente en tres ocasiones se observaron raíces de desarrollo vertical por debajo de los 45 cm, pero la existencia de rocas no permitió su seguimiento. En dos casos (Acentinela y La Nevera), la dificultad de determinar qué parte de la biomasa subterránea correspondía al estrato de 0 a 15 cm y qué parte al de 15 a 30 nos llevó a ofrecer los datos de forma conjunta para el estrato 0 - 30 cm. En otra parcela (Yátova), el espesor medio del suelo era de 20 cm, por lo que decidimos presentar los resultados para dicha profundidad.

Dentro de cada estrato edáfico, se pesó en fresco la biomasa subterránea, separando la de diámetro inferior a 5 mm de la de mayores dimensiones, en la que también se incluyeron los rizomas y tubérculos leñosos. No se separaron las raíz-

ces vivas de las muertas por la dificultad que presentaba su diferenciación en el campo. Sin embargo, a este respecto Kummerow *et al.* (1990) indican que las raíces muertas se encuentran incluidas casi al 100 p.100 dentro del grupo de las de diámetro inferior a 5 mm (80 p.100 para < 1 mm y 20 p.100 para diámetros entre 1 y 5 mm).

Aunque la biomasa subterránea extraída pertenecía casi exclusivamente a *Quercus coccifera*, ocasionalmente pudieron presentarse contaminaciones de muy escasa entidad debidas a raíces de *Rhamnus alaternus*, *Asparagus acutifolius* y otras especies presentes, aunque con poca abundancia, en el coscojar. Afortunadamente las raíces de *Brachypodium retusum*, herbácea frecuente y abundante en estos matorrales, pueden distinguirse morfológicamente bien de las finas de coscoja, lo que permitió su eliminación total en todas las parcelas.

Una vez realizado el pesaje en fresco, se tomaron dos muestras de cada fracción de biomasa subterránea por parcela: una para su desecación en estufa a 105°C hasta peso constante para calcular su contenido en materia seca, y otra para determinar su composición química. Esta última muestra se desecó en estufa a 75°C hasta peso constante y se trituró para su posterior análisis químico, que consistió en la determinación del contenido en macroelementos (N, P, K, Ca, Mg y Na) y en los principales microelementos (Fe, Cu, Zn y Mn). La determinación del nitrógeno se realizó directamente por digestión en vía húmeda con el método Kjeldahl. Para la determinación de los demás elementos, se calcinó el material vegetal (1 g por muestra) en mufla a 490°C durante 12 h. La solución de las cenizas se preparó con ácido clorhídrico. Hierro, cobre, manganeso, zinc, calcio y magnesio se midieron por espectrofotometría de absorción atómica, los cuatro primeros directamente de la solución inicial y los dos últimos elementos en una disolución de ésta. El sodio y el potasio se determinaron por espectrometría de emisión. El fósforo se determinó por colorimetría en presencia de vanado molibdato amónico.

RESULTADOS Y DISCUSION

Aunque la superficie de muestreo no es elevada, los resultados obtenidos proporcionan una idea bastante clara del volumen y la distribución de la biomasa subterránea de los coscojares estudiados. La técnica empleada para el muestreo permite conocer características individuales de las raíces —como color, longitud, tamaño y forma— y también la distribución de éstas a lo largo del perfil, pero requiere mucho tiempo y un gran trabajo físico, lo que impide actuar sobre grandes superficies.

En la Tabla 2, y la Figura 1 se presentan, siempre en M.S., los resultados obtenidos en este estudio. La dispersión de los datos procedentes de las tres calicatas de cada parcela con respecto a la media es muy pequeña, de entre un 5 y un 10 p.100. Como era previsible, la parcela de Buñol, que es la de estructura aérea de mayor edad (más de 40 años), posee también los máximos valores de bioma-

TABLA 2

BIOMASA SUBTERRÁNEA DE MATORRALES DE COSCOJA
(g/m² M.S.)

Belowground biomass of Quercus coccifera shrublands, in g/m² (D.M.)

Parcelas	Profundidad suelo cm	Clases diamétricas		Biomasa Total g/m ²
		< 2 mm g/m ²	> 5 mm g/m ²	
Acentinela	0-30	632	2.823	3.455
	0-15	844	3.815	4.659
Moratilla	15-30	103	442	545
	total	947	4.257	5.204
La Nevera	0-30	961	4.151	5.112
	0-15	897	1.930	2.827
Requena	15-30	190	27	217
	30-45	68	394	462
	total	1.155	2.351	3.506
La Parra	0-15	1.513	2.574	4.087
	15-30	185	72	257
	30-45	58	86	144
	total	1.756	2.732	4.488
Venta Moro	0-15	795	3.914	4.709
	15-30	532	2.061	2.593
	30-45	137	242	379
	total	1.464	6.217	7.681
Yátova	0-20	959	4.239	5.199
	0-15	985	5.735	6.720
Buñol	15-30	144	678	822
	30-45	192	395	587
	total	1.321	6.808	8.129

sa subterránea (81 t/ha), mientras que ésta es mínima (34 t/ha) en la más joven, la de Acentinela, que con sólo dos años es también una de las que presentan peores características edáficas.

La biomasa subterránea media de todas las parcelas fue de 53 t/ha (M.S.), similar a la de muchos bosques. Estos datos concuerdan con los proporcionados por la bibliografía para coscojares franceses, a pesar de las condiciones climáticas y edáficas más favorables de estos últimos. Así, Rapp, Lossaint (1981) midieron 46 t/ha para un coscojar de 17 años; Rambal (1984), de 80 a 120 t/ha y Kummerow *et al.* (1990), 72 t/ha. Sin embargo, los datos de biomasa subterránea obtenidos para otros ecosistemas arbustivos mediterráneos son inferiores a los estimados en los coscojares citados (Tabla 3). La cuantía de la biomasa subterránea de los coscojares refleja la importancia del papel que desempeñan estos ecosistemas arbustivos en la edafogénesis (por disgregación y alteración de la

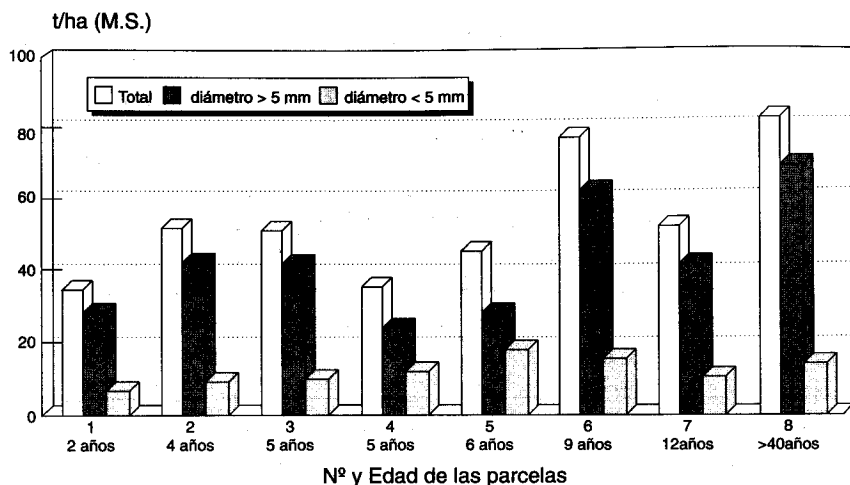


Fig. 1.- Biomasa subterránea en ocho coscojares de Valencia (t/ha M.S.)
Belowground biomass of eight Quercus coccifera shrublands (t/ha D.M.)

roca madre y por aporte de biomasa humificable) y en la protección y estabilización de los suelos en la región mediterránea.

Los porcentajes de biomasa subterránea correspondientes a las dos fracciones diamétricas consideradas fueron de 21,5 p.100 para raíces pequeñas (diámetro inferior a 5 mm) y 78,5 p.100 para los mayores. La contribución de las raíces pequeñas a la biomasa subterránea total es así algo superior a la de 15,3 p.100 que describe Rambal (1984) para dichas raíces en la garriga francesa, de la que un 3 p.100 del total corresponde a lo que él denominó raíces finas (diámetro inferior a 3 mm).

En relación a la estructura de la biomasa subterránea, se debe señalar que en casi todos los casos el cuello de la raíz está muy engrosado, formando un tubérculo leñoso que suele recibir la denominación de *lignotuber*. Estos engrosamientos, de hasta 75 cm de diámetro, constituyen el punto de aparición de nuevos brotes aéreos tras incendios o cortas. Tanto en la parcela de Buñol como en la de Venta el Moro el coscojar era muy denso, y la mayor parte de la superficie de las calicatas estaba ocupada por biomasa de los engrosamientos del cuello de la raíz.

La distribución del sistema radical depende casi totalmente de las posibilidades físicas para su crecimiento. Las raíces se extienden lateralmente a mucha más distancia que los brotes aéreos. Es frecuente la existencia de anastomosamientos entre raíces de una misma planta o, incluso, de plantas distintas. Por otra parte, también es frecuente que las raíces cambien de dirección, probablemente en respuesta a obstáculos físicos o a cambios en sus posibilidades de penetración en el suelo. En relación a este aspecto, podemos señalar que en varias ocasiones observamos raíces con cambios completos de sentido (180 grados).

TABLA 3

**BIOMASA SUBTERRÁNEA DE DIVERSAS COMUNIDADES DE
MATORRAL MEDITERRANEO**

Belowground biomass of some Mediterranean shrublands

Comunidades	Biomasa subterránea (t/ha (M.S.))	Referencias bibliográficas
Matorral (Chile)	20,0	Kummerow <i>et al.</i> , 1981
Chaparral (California)	18,8	Kummerow <i>et al.</i> , 1981
Mallee (Australia)	13,7	Margaris, 1976
Brezales del SW de España	13,5	Martínez, Merino, 1987
Coscojar-garriga (Francia)	72,0	Kummerow <i>et al.</i> , 1990
Coscojar-garriga (Francia)	80-120	Rambal, 1984
Coscojar (España)	34-81	Datos propios

Aunque la mayor parte de las raíces de los coscojares estudiados avanzan en dirección más o menos paralela a la superficie del suelo, en alguna ocasión encontramos raíces de crecimiento perpendicular que se introducían en fisuras de las rocas; en esos casos no fue posible determinar su longitud total. Las escasas raíces profundas no contribuyen muy significativamente a aumentar la biomasa subterránea total, pero desempeñan una importante función fisiológica, ya que permiten a la planta acceder a humedad profunda y, de ese modo, le permiten resistir largos e intensos períodos de sequía.

Al igual que sucede en otros coscojares y en matorrales de similar fisionomía (Miller, Ng, 1977; Rambal, 1984; Martínez, Merino, 1988; Kummerow, 1989; Kummerow *et al.*, 1990), la mayor parte de la biomasa subterránea de nuestras parcelas experimentales se concentra en los primeros 15 - 30 cm de suelo. Esta distribución superficial del sistema radical puede ser explicada por los siguientes motivos:

- Las restricciones físicas de los suelos pedregosos, poco evolucionados y de escasa profundidad.

- La proximidad del sistema radical al horizonte humífero, donde tiene lugar la liberación de los nutrientes en forma asimilable. Sobre sustratos pobres, ésta puede asegurar la reabsorción eficiente de los mismos (Kummerow *et al.*, 1977) y, de este modo, contribuir a incrementar las posibilidades de persistencia de la especie.

- Las raíces superficiales permiten aprovechar lluvias de pequeña intensidad (Rambal, Leuterne, 1987).

- Un cierto «equilibrio» con la escasa talla del estrato arbustivo. Según Miller, Ng (1977), la profundidad de la raíz está directamente relacionada con la altura de la parte aérea, y parece independiente del volumen o biomasa de ésta. Hemos observado que en zonas con mayor profundidad y fertilidad de suelo se pueden encontrar matas de coscoja de mayor porte.

Las raíces pequeñas se distribuyen preferentemente de forma superficial: la mayor parte de su biomasa se presenta en los primeros 15 cm de suelo (entre un 54 p.100 y un 89 p.100). Ello concuerda con la afirmación de Rambal (1984) de que más del 50 p.100 de las raíces finas se encuentra en los primeros 10 cm de suelo.

En los coscojares, aunque la biomasa aérea sea eliminada con cierta frecuencia por incendios o rozas, la subterránea permanece viva. Las raíces y tallos subterráneos gruesos no son afectados por los fuegos, y parece que tampoco lo son mucho las denominadas finas, ya que al menos pueden rebrotar desde los engrosamientos del cuello de la raíz.

Los resultados obtenidos en nuestro estudio parecen indicar que la cuantía de la biomasa subterránea no depende exclusivamente de la edad del rebrote, sino también de las características del suelo. En ese sentido, podemos señalar que no se observan diferencias significativas entre las biomásas subterráneas de nuestras parcelas experimentales, aunque sí las hay entre Acentinela y Buñol, que además de ser respectivamente las parcelas de menor y mayor edad, son también las de peores y mejores características edáficas. En relación a este aspecto, Rambal (1984) no encontró diferencias significativas en la biomasa subterránea de dos parcelas con edades de la estructura aérea muy próximas (2 y 4 años), pero sí entre aquellas y otra de 36 años. Por el contrario, Kummerow *et al.* (1990) no encontraron diferencias significativas entre tres parcelas con diferentes edades, ni para la biomasa radical total ni para sus diferentes fracciones.

La relación biomasa subterránea/biomasa aérea (R/S) puede ser contemplada como una medida del «esfuerzo» que dedica la vegetación a aprovechar el agua y los nutrientes del suelo. En nuestro caso (Cañellas, San Miguel, 1991; Cañellas, 1993), dicha relación, que oscila entre 2,61 y 4,73 con un valor medio de 3,5 (Tabla 4), es ligeramente superior a la de los coscojares franceses y sensiblemente mayor que la de otros ecosistemas arbustivos (Tabla 5). Ello pone de manifiesto la adaptación de los coscojares al medio mediterráneo, y también su gran capacidad de competir eficientemente en un ambiente tan difícil desde los puntos de vista climático, edáfico y de presión antrópica (pastoreo, fuego, roturación, etc.).

Finalmente, analizaremos la información relativa a la composición química de la biomasa subterránea de los coscojares, aspecto todavía menos estudiado que los precedentes. En la Tabla 6 se expone la composición mineral de la biomasa subterránea extraída y analizada por nuestro equipo en las ocho parcelas experimentales de coscojar de la provincia de Valencia. En ella, para cada una de las fracciones diamétricas consideradas, se exponen las medias (de ocho muestras) de las concentraciones de los distintos elementos químicos y sus correspondientes desviaciones típicas. Una de las primeras conclusiones que pueden extraerse es la importancia del volumen de nutrientes contenido en la biomasa subterránea de los coscojares. Otra, que buena parte de dicha mineralomasa se encuentra situada en las raíces finas, a través de cuya mortalidad son restituidos al suelo en forma de materia orgánica humificable. Este hecho y la ya conocida posibilidad de retranslocación (Cañellas, 1993), contribuyeron a dar estabilidad a los ciclos

TABLA 4

**RELACION ENTRE LA BIOMASA AEREA Y SUBTERRANEA PARA
OCHO COSCOJARES DE VALENCIA**

Above- (S) and belowground (R) biomass and R/S ratios for eight Quercus coccifera shrublands at Valencia

Parcelas	Biomasa aérea (S)	Biomasa subterránea (R)	Relación de Biomasa (R/S)
	(M.S.) t/ha	(M.S.) t/ha	
Acentinela	8,90	34,55	3,88
La Moratilla	11,00	52,04	4,73
La Nevera	13,00	51,12	3,93
Requena	13,40	35,06	2,62
La Parra	14,80	44,88	3,03
Venta Moro	17,20	76,81	4,52
Yátova	19,40	51,99	2,68
Buñol	31,10	81,29	2,61
Media	15,07	53,47	3,50

TABLA 5

**RELACION BIOMASA SUBTERRANEA/BIOMASA AEREA EN
DIVERSAS COMUNIDADES DE MATORRAL MEDITERRANEO**

Root/shoot biomass ratios in some Mediterranean shrublands

Comunidades	Relación biomasa subterránea/biomasa aérea (R/S)	Referencias bibliográficas
Matorral (Chile)	0,3 - 0,4	Hoffmann, Kummerow, 1978
Matorral (Chile)	0,7	Miller, Ng, 1977
Frigana (Grecia)	1,6	Margaris, 1976
Chaparral (California - USA)	0,9 - 2,5	Miller, Ng, 1977
Chaparral (California - USA)	0,4 - 0,8	Kummerow <i>et al.</i> 1977
Coscojar-garriga (Francia)	2,0	Rapp, Lossaint, 1981
Brezal (España)	2,3	Martínez, Merino, 1987
Coscojar (España)	2,6 - 4,7	Datos propios

biogeoquímicos y a incrementar la eficiencia en la utilización de los nutrientes. En último lugar, nos gustaría destacar la ausencia de diferencias significativas entre la composición mineral de las dos fracciones diamétricas que constituyen la biomasa subterránea, cuando en principio podría esperarse una mayor concentración en las raíces pequeñas. Ello puede ser explicado, al menos en parte, por los ya comentados procesos de almacenamiento y retranslocación de nutrientes, que en los coscojares parecen revestir una especial importancia en los mecanismos de foliación-defoliación de las áreas más secas y de peores características edáficas (Cañellas, 1993).

TABLA 6

COMPOSICION MINERAL DE LA BIOMASA SUBTERRANEA DE
Quercus coccifera
 Mineral composition of *Quercus coccifera* belowground biomass

Fracción diamétrica	(M.S.) mg/g						(M.S.) µg/g			
	N	P	K	Ca	Mg	Na	Fe	Mn	Cu	Zn
< 5 µ	4,18	0,30	3,82	19,43	1,60	0,11	708,6	51,9	4,9	15,8
mm σ	0,73	0,08	0,97	4,02	1,07	0,12	236,0	30,3	2,2	3,9
> 5 µ	3,88	0,28	2,70	20,13	1,64	0,12	595,4	49,5	3,3	12,4
mm σ	0,65	0,05	0,77	5,32	1,30	0,17	141,6	17,2	1,8	3,5

µ: media aritmética; σ: desviación típica de la media

CONCLUSIONES

Por primera vez se han realizado estudios sobre la biomasa subterránea de los coscojares (*Quercus coccifera* L.) españoles. Los valores obtenidos en ocho parcelas experimentales de la provincia de Valencia oscilaron entre 34 y 81 t/ha de M.S., con una media de 53. La cuantía de la biomasa subterránea de los coscojares refleja la importancia del papel que desempeñan estos ecosistemas arbustivos en la edafogénesis (por disgregación y alteración de la roca madre y por aporte de biomasa humificable) y en la protección y estabilización de los suelos en la región mediterránea.

En las condiciones del ensayo, la distribución de las raíces es muy superficial: se concentra en los primeros 15 ó 30 cm de suelo. El cuello de la raíz suele estar engrosado, constituyendo un tubérculo leñoso (*lignotuber*) de grandes dimensiones.

La relación biomasa subterránea/biomasa aérea (R/S) media es de 3,5; sensiblemente superior a la de otros ecosistemas mediterráneos. Ello pone de manifiesto la adaptación de los coscojares al medio mediterráneo, y también su gran capacidad de competir eficientemente en un ambiente tan difícil desde los puntos de vista climático, edáfico y de presión antrópica (pastoreo, fuego, roturación, etc.).

En relación a la composición química de la biomasa subterránea, que también ha sido estudiada por primera vez en los coscojares españoles, podemos destacar la importancia de la mineralomasa subterránea y el papel que ésta puede desempeñar en la estabilización de los ciclos biogeoquímicos y en la utilización eficiente de los nutrientes en el medio mediterráneo.

SUMMARY

Subterranean biomass of *Quercus coccifera* L. shrublands in eastern Spain

Subterranean biomass of kermes oak (*Quercus coccifera* L.) shrublands has been studied by controlled excavation in 24 m² of eight experimental areas located in Valencia, eastern Spain. The age of the aboveground component of the ecosystem was estimated using the date of the last fire. Total belowground biomass ranged from 34 to 81 t/ha D.M. (average 53 t/ha). Most subterranean biomass was located in the uppermost 15 - 30 cm of the soil. The distribution area of belowground biomass always exceeded that of the aboveground biomass. The average dry weight root/shoot (R/S) ratio ranged from 2.61 to 4.73 (average 3.5). These figures are higher than those of other Mediterranean ecosystems.

KEY WORDS: *Quercus coccifera*
Kermes oak
Shrubland
Root
Biomass

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ALLUE ANDRADE J.L., 1990. Atlas Fitoclimático de España. INIA. Madrid.
BOHM W., 1979. Methods of studying root systems. Springer-Verlag. Nueva York.
CALDWELL M.M., CAMP L.B., 1974. Belowground productivity of two cool desert communities. *Oecologia (Berl.)*, 17, 123-130.
CAÑELLAS I., 1993. Ecología, características y manejo de los matorrales de coscoja (*Quercus coccifera* L.) en España. Tesis Doctoral. ETSI. Montes. Madrid.
CAÑELLAS I., SAN MIGUEL A., 1991. Structure and browse production of kermes oak shrublands in Spain. IV International Rangeland Congress, Montpellier. Francia, 518-520.
CHRISTODOULAKIS N.S., PSARAS G.K., 1988. A contribution to the root study of the evergreen sclerophyllous anatomy of the primary root of *Quercus coccifera* L. *Flora Morphol. Geobot. Oekophysiol.*, 180(5/6), 445-453.
COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES, 1985. Soil Map of the European Communities (1:1.000.000). Luxemburgo.
FOGEL R., 1985. Root as primary producers in below-ground ecosystems. En: *Ecological Interactions in soil*. Fitter A.H., ed. Special Publication, n.º 4 of the British Ecological Society. Blackwell Scientific Publication.
ESCARRE J., GRACIA C., RODA F., TERRADAS J., 1984. Ecología del bosque esclerófilo mediterráneo. *Investigación y Ciencia*, 95, 69-78.
HELLMERS M., HORTON J.S., JUGREN G., O'KEEFE J., 1955. Root systems of some chaparral plants in southern California. *Ecology*, 36(4), 667-678.
HOFFMANN A., KUMMEROW J., 1978. Root studies in the chilean matorral. *Oecologia*, 32, 57-69.
JOFFRE R., LEIRA M.J., RAMBAL S., FERNANDEZ R., 1987. Dynamique racinaire et extraction de l'eau du sol par des graminées pérennes et annuelles méditerranéennes. *Oecol. Plantarum*, 8(22), 181-184.
KUMMEROW J., 1981. Structure of roots and root systems. En: *Ecosystems of the world 11. Mediterranean-type shrublands*. di Castri F., Goodall D.W., Specht R.L., ed., 269-288.
KUMMEROW J., 1989. Structural aspects of shrubs in mediterranean-type plant communities. *Options Méditerranéennes, Série Séminaires*, 3, 5-11.
KUMMEROW J., KRAUSE D., JOW W., 1977. Root systems of chaparral shrubs. *Oecologia*, 29, 163-177.
KUMMEROW J., MONTENEGRO G., KRAUSE D., 1981. Biomass, phenology and growth, en *Resource use by chaparral and matorral*. Miller P., ed. Springer-Verlag, 69-96.
KUMMEROW J., KUMMEROW M., TRABAUD L., 1990. Root biomass, root distribution and the

- fine-root growth dynamics of *Quercus coccifera* L. in the garrigue of southern France. *Vegetatio*, 87(1), 37-44.
- MARGARIS N.S., 1976. Structure and dynamics in a phryganic (east Mediterranean) ecosystem. *J. Biogeography*, 3, 248-259.
- MARTINEZ F., MERINO J., 1987. Evolución estacional de la biomasa subterránea del matorral del P.N. de Doñana. VIII Bienal Real Sociedad Esp. Hist. Natural, 563-570.
- MARTINEZ F., MERINO O., MERINO J., 1988. Aspectos metodológicos de la estimación de la productividad del sistema radical en matorral mediterráneo. Congreso mundial del Bosque y Matorral Mediterráneo. Cáceres.
- MILLER P.C., 1981. Resource use by chaparral and matorral. Billings W.D., ed., Vol. 39. Springer-Verlag, Nueva York. Inc.
- MILLER P.C., NG E., 1977. Root-shoot biomass ratios in shrubs in southern California and Chile. *Madroño*, 24(4), 215-223.
- RAMBAL S., 1984. Water balance and pattern of root water uptake by *Quercus coccifera* L. evergreen shrub. *Oecologia*, 62(1), 18-25.
- RAMBAL S., LEUTERNE J., 1987. Changes in above ground structure and resistances to water uptake in *Quercus coccifera* along a rainfall gradient. En: Plant response to stress. Tehunen J.D., ed. Springer-Verlag, pp. 191-200.
- RAPP M., LOSSAINT P., 1981. Some aspects of mineral cycling in the garrigue of southern France. En: Mediterranean-type shrublands. Origin and structure. di Castri F., Goodall D.W., Specht R.L., ed., pp. 289-301.
- RIVAS MARTINEZ S., 1987. Memoria del Mapa de Series de Vegetación de España. ICONA. Madrid.