

ESTRUCTURA Y FUNCIONALISMO DE UN ENCINAR MONTANO EN EL MONTSENY

II . BIOMASA ARBOREA ¹

Por

LL.FERRES², F.RODA², A.M.C.VERDU³
y J.TERRADAS²

OBJETIVOS

La finalidad del presente trabajo, parte de cuyos resultados se exponen en este artículo, es determinar la biomasa, mineralomasa y producción del encinar - montano de La Castanya (Montseny, provincia de Barcelona). En la primera fase del trabajo nos propusimos determinar la biomasa total y la de cada una de las distintas fracciones (madera de $\emptyset \geq 5$ cm, madera de $\emptyset < 5$ cm, brotes de 1 y 2 años, hojas repartidas por clases de edad, corteza) del estrato arbóreo . Las muestras tomadas con tal finalidad servirán posteriormente para determinar la mineralomasa y la producción .

-
1. Este trabajo ha disfrutado de una Ayuda de Investigación Cooperativa Hispano-Norteamericana .
 2. Departamento de Ecología, Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Barcelona, Bellaterra (Barcelona) .
 3. Departamento de Botánica, Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Barcelona, Bellaterra (Barcelona) .

MATERIAL Y METODOS

Una vez delimitada el área de estudio, cuyas características han sido descritas por Terradas *et al.*- (1980) en el primer artículo de la serie, se procedió a numerar y medir el diámetro a 1,30 m (DBH) a todas las encinas; hemos considerado el estrato arbóreo constituido por todas las encinas de DBH igual o superior a 5 cm. Se seguidamente se seleccionaron 15 encinas en una zona contigua a la parcela de estudio y de características parecidas a las de la misma; la selección se hizo atendiendo no al número de pies por clase de diámetro sino al área basal de cada clase, para muestrear de forma más intensa las clases que contribuyen en un porcentaje más alto a la biomasa total. Los 15 árboles fueron talados durante el período Diciembre 1978-Febrero 1979.

El método seguido para determinar la biomasa y posteriormente la producción es una combinación de los empleados por Duvigneaud *et al.* (1971) y Whittaker y Woodwell (1969). El proceso seguido con cada uno de los 15 árboles fue el siguiente:

1) El eje principal era fraccionado en segmentos de diámetro homogéneo y longitud no superior a 1 m hasta un diámetro de 5 cm. A cada uno de estos segmentos se le medían los siguientes parámetros: diámetro en el centro, longitud y peso fresco, y se tomaban dos discos, uno en cada extremo, uno de los cuales era pesado en fresco para poder determinar posteriormente su contenido de agua y el porcentaje de corteza; el otro se utilizará para realizar las medidas de producción.

2) A cada una de las ramas primarias que salían de este eje principal se le medían: altura sobre el suelo de su punto de inserción, diámetro en la base, longitud y peso fresco, y le asignábamos tres índices (de 1 a 5) para las cantidades de hojas, brotes del año y ramificación. Las ramas con un diámetro superior a 5 cm eran tratadas

como árboles después de haber pasado por el proceso anterior .

3) De cada árbol tomábamos como mínimo 4 ramas (hasta 13 para los mayores) de diámetro menor o igual a 5 cm . En el laboratorio se dividía cada rama en las siguientes fracciones : hojas (separadas por clases de edad), brotes del año, del año anterior, madera de 0-1 cm, de 1-2 cm, de 2-3 cm, de 3-4 cm y de 4-5 cm de diámetro . Cada una de estas fracciones era secada a 75°C hasta peso constante y luego pesada . El total de ramas muestreadas es de 72 .

Todas estas muestras han sido almacenadas en espera de realizar los análisis y las medidas de producción .

El proceso seguido para estimar el peso seco - de cada una de las fracciones de los 15 árboles talados se describe a continuación . Las unidades empleadas en los cálculos son gramos y centímetros .

- Peso seco de madera de $\emptyset \geq 5$ cm (incluyendo la corteza) : para cada árbol, a partir de los discos de los cuales conocíamos el peso fresco y el peso seco, se calculaba el porcentaje de agua de la madera de $\emptyset \geq 5$ cm . Aplicando este porcentaje al peso fresco total de madera de esta categoría obteníamos su peso seco . La regresión calculada para PS de madera de $\emptyset \geq 5$ cm sobre DBH para los 15 árboles es:

$$y = 71,818 x^{0,521} \quad r^2 = 0,978 \quad (1)$$

- Peso seco de copa (madera de $\emptyset > 5$ cm y hojas) : a partir de las 72 ramas muestreadas calculamos la regresión de PF sobre PS que resultó ser :

$$y = 19,417 + 0,585 x \quad r^2 = 0,994 \quad (2)$$

Utilizando esta regresión calculamos el peso seco de copa de cada uno de los 15 árboles .

- Peso seco total : ha sido obtenido sumando para cada árbol el peso seco de madera de $\emptyset \geq 5$ cm y el de copa . La regresión obtenida para PS total sobre DBH es:

$$y = 214,767 x^{2,291} \quad r^2 = 0,981 \quad (3)$$

- Peso seco de corteza : a partir de una muestra de 30 discos de $\emptyset \geq 5$ cm se calculó el % de peso seco - de corteza sobre el peso seco total de madera y corteza. El valor obtenido es :

$$\bar{x} = 14,09\% \quad \text{error estandar} = 3,60\% \text{ de la media}$$

Se procedió de forma análoga con 4 muestras de cada una de las 5 clases de diámetro de madera de $\emptyset < 5$ cm. Los valores obtenidos son :

0-1cm	$\bar{x} = 34,59\%$	error estandar	= 3,38%	de la	media
1-2cm	$\bar{x} = 25,42\%$	"	"	= 3,39%	" " "
2-3cm	$\bar{x} = 17,50\%$	"	"	= 2,26%	" " "
3-4cm	$\bar{x} = 17,22\%$	"	"	= 2,35%	" " "
4-5cm	$\bar{x} = 16,98\%$	"	"	= 6,29%	" " "

Utilizando estos datos se calculó el peso seco de corteza de madera de $\emptyset \geq 5$ cm y el de cada una de las 72 ramas . La regresión obtenida para PS de corteza sobre PF de la rama es :

$$y = 16,111 + 0,123 x \quad r^2 = 0,991 \quad (4)$$

A partir de esta regresión se calculó el peso seco de corteza correspondiente a la madera de copa de cada árbol; sumándolo con el correspondiente a la madera de $\emptyset \geq 5$ cm se obtuvo el peso seco total de corteza de cada árbol . La regresión obtenida para PS de corteza sobre DBH es :

$$y = 41,339 x^{2,224} \quad r^2 = 0,979 \quad (5)$$

- Peso seco de hojas : con los datos obtenidos de las 72 ramas muestreadas se calcularon cuatro regresiones de PS de hojas sobre PF de la rama correspondientes a : ramas con un índice de follaje de 1 ó 1,5, de 2 ó 2,5 de 3 ó 3,5 y de 4 ó 4,5 ; se calculó también una regresión para todas las ramas juntas que se aplicó para las de los ocho primeros árboles, de las cuales no teníamos anotados los índices . Las regresiones son :

Indice F	1	̄	1,5	y = 8,912 + 0,010x	r ² = 0,762	(6)	
"	"	2	̄	2,5	y = 9,759 + 0,047x	r ² = 0,764	(7)
"	"	3	̄	3,5	y = 6,321 + 0,065x	r ² = 0,809	(8)
"	"	4	̄	4,5	y = -31,294 + 0,083x	r ² = 0,789	(9)

Todas juntas y = 0,055 x^{1,012} r² = 0,874 (10)

A partir de estas regresiones se calcularon - los pesos secos de hojas de cada uno de los 15 árboles. La regresión obtenida para PS de hojas sobre DBH es :

$$y = 8,815 x^{2,263} \quad r^2 = 0,928 \quad (11)$$

El peso total y el de las diferentes fracciones para el área de estudio se han obtenido utilizando las regresiones (1), (3), (5) y (11) . Se ha estimado el pe so seco total y el de cada fracción para cada árbol de la parcela, ya que si se procede estimándolos para el ár bol de DBH igual al medio de la clase y multiplicándolo por el número de pies de la clase se obtiene una subes- t^íma . El peso de cada una de las clases de edad de ho jas, así como los de brotes de 1 y 2 años se han obtení do aplicando al total las proporciones de los mismos cal culadas a partir de las 72 ramas muestreadas .

RESULTADOS

Hemos construido una tabla alométrica para la encina (tabla n°1) . En lo que se refiere a la parcela de estudio los resultados obtenidos se detallan en la - tabla n°2, en la que se dan los pesos de cada fracción y el total, así como el número de pies y el área basal de las distintas clases de \emptyset , todo referido a una hectárea. Tablas 1 y 2 .

En síntesis podemos decir que en el encinar - estudiado hay 2009 pies ha⁻¹ de DBH igual o superior a 5 cm, con un área basal de 26,63 m² ha⁻¹ y una biomasa total (en peso seco) de 160,4 t ha⁻¹ repartida en :

Tabla 1 . Tabla alométrica para la encina (*Quercus ilex* L.) . Los pesos se expresan en kilogramos y los diámetros en centímetros .

Allometric table for evergreen oak (*Quercus ilex* L.). Weight are measured in Kg and diameter in cm .

DBH	PS HOJAS	PS MADERA $\emptyset < 5$ cm	PS MADERA $\emptyset \geq 5$ cm	PS CORTEZA	PS TOTAL
10	1,6	16,5	23,8	7,2	41,9
15	4,0	35,9	66,1	17,8	106,0
20	7,7	60,7	136,4	33,9	204,8
25	12,7	89,3	239,3	55,9	341,3
30	19,2	120,2	378,9	84,2	518,3

Tabla 2 . Pesos secos, en t ha⁻¹, de las distintas fracciones y del total, número de pies por hectárea y área basal en m² ha⁻¹ de cada una de las clases de diámetro .

Dry weight, in t ha⁻¹, individual number per ha and basal area in m² ha⁻¹ for each DBH class .

CLASE	Ø MEDIO	NºPIES	AREA BASAL	PS MADERA Ø ≥ 5 cm	PS MADERA Ø < 5 cm	PS CORTEZA	PS HOJAS	PS TOTAL
5,00- 7,49	6,35	441,9	1,41	3,4	3,0	1,2	0,3	6,7
7,50- 9,99	8,69	366,0	2,19	6,2	4,6	2,0	0,4	11,2
10,00-12,49	11,33	303,5	3,07	10,0	6,4	2,9	0,7	17,0
12,50-14,99	13,74	361,6	5,38	19,3	11,0	5,4	1,2	31,6
15,00-17,49	16,18	232,1	4,78	18,7	9,6	5,0	1,1	29,4
17,50-19,99	18,61	160,7	4,38	18,4	8,6	4,7	1,1	28,0
20,00-22,49	20,88	107,1	3,67	16,4	7,0	4,1	0,9	24,3
22,50-24,99	23,18	13,4	0,57	2,7	1,1	0,6	0,1	3,9
25,00-27,49	25,92	22,3	1,18	5,9	2,1	1,4	0,3	8,3
TOTAL		2008,6	26,63	100,9	53,4	27,1	6,1	160,4

Madera de $\geq \emptyset$ 5 cm	100,9 t ha ⁻¹	
Madera de $< \emptyset$ 5 cm	53,4 t ha ⁻¹	incluyendo: 0,83 t ha ⁻¹ de brotes de 1 año 1,50t ha ⁻¹ de brotes de 2 años
Corteza	27,1 t ha ⁻¹	(ya incluida en la - madera)
Hojas	6,1 t ha ⁻¹	repartidas en : 2,43t ha ⁻¹ de 1 año 3,28t ha ⁻¹ de 2 años 0,39t ha ⁻¹ de más de 2 años

Los gráficos 1 y 2 corresponden respectivamente a : repartición en % de las diferentes fracciones del árbol sobre el total en función del DBH, y repartición del peso seco total, del de las diferentes fracciones , del número de pies y del área basal entre las distintas clases de \emptyset . Gráficos 1 y 2 .

Las medidas de producción no se han realizado aún pero podemos proponer un valor utilizando el criterio dado por Bray y Gorham (1964) según los cuales la - producción primaria neta de un bosque puede ser estimada como el triple del peso de hojas que caen anualmente. Según Verdú *et al.* (1980) la caída anual de hojas en el encinar del Montseny es de unas 3 t ha⁻¹; la producción - primaria neta puede situarse pues alrededor de las 9 t ha⁻¹ año⁻¹, aunque como indican también Bray y Gorham (1964) este valor es probablemente una sobreestima .

DISCUSION

Los resultados obtenidos han sido comparados - con los pocos datos bibliográficos que existen sobre el encinar .

Lossaint y Rapp (1971) dan las siguientes cifras para el encinar de Le Rouquet situado cerca de Montpellier en terreno llano a 185 m sobre el nivel del mar:

Figura 1 . Repartición en %, sobre el peso seco total, de las diferentes fracciones del árbol (madera de $\varnothing \geq 5$ cm, madera de $< \varnothing 5$ cm, corteza y hojas) en función del DBH .

Variation with DBH of the proportion of wood $\varnothing \geq 5$ cm, wood $\varnothing < 5$ cm, bark - (already included in the wood fractions) and leaves, expressed as a percentage of total dry weight, in evergreen oak .

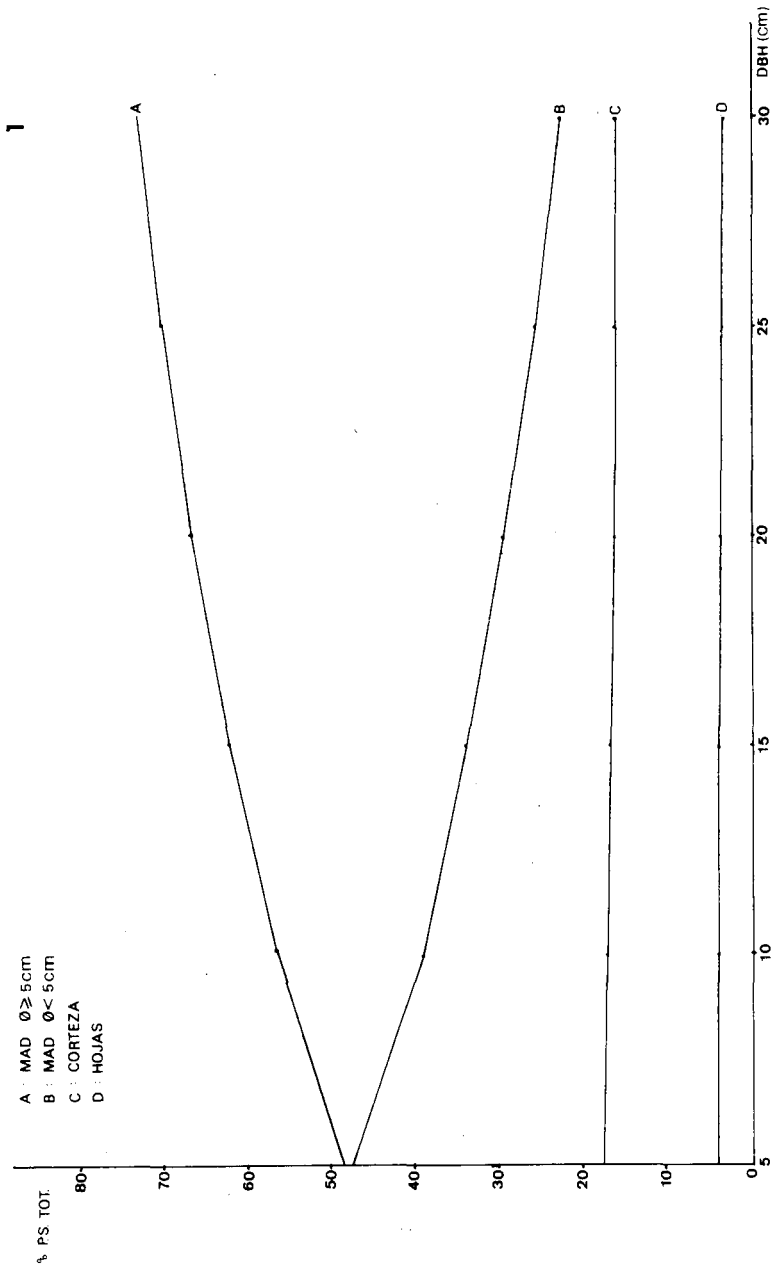
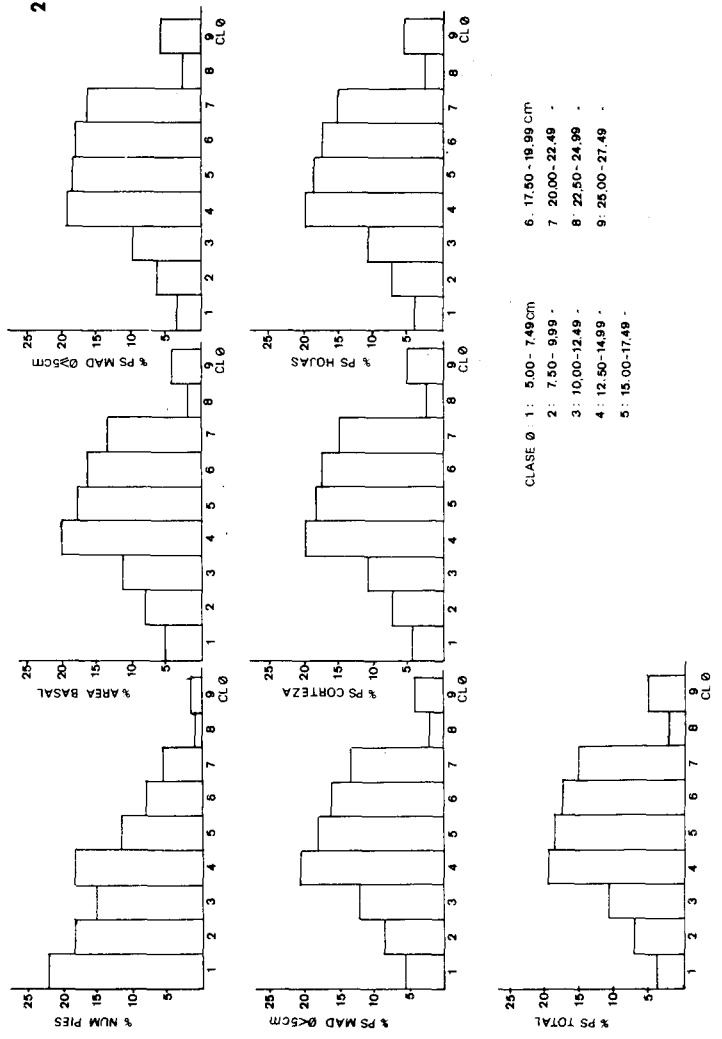


Figura 2 . Repartición en % del peso seco total, del de las diferentes fracciones, del número de pies y del área basal entre las distintas clases de diámetro .
 Distribution by diameter class of the number of trees, basal area, total above-ground biomass, and biomass of the different plant parts, expressed as a percentage of its respective totals .



1440 pies ha⁻¹ (incluye la clase de 0-5 cm de DBH pero sólo representa un 1,5% del total), con un área basal de 38,8 m² ha⁻¹ y una biomasa total de 269 t ha⁻¹ repartida en :

Madera de $\geq \emptyset$ 7 cm	235 t ha ⁻¹	
Madera de $< \emptyset$ 7 cm	27 t ha ⁻¹	incluyendo: 2 t ha ⁻¹ de brotes de 1 año 1 t ha ⁻¹ de brotes de 2 años
Hojas	7 t ha ⁻¹	repartidas en : 4,5 t ha ⁻¹ de 1 año 2,5 t ha ⁻¹ de 2 años

La edad del bosque la estima en unos 150 años (las encinas mayores tienen un DBH de 40 cm) y la altura media de los árboles es de 11 m. En Le Rouquet la densidad es menor que en el Montseny pero el área basal es considerablemente mayor ya que la clase con mayor número de pies es la de 15-20 cm mientras que en nuestro caso es la de 5-7,5 cm y el límite superior de DBH es menor. La biomasa total es lógicamente más elevada, así como el cociente Biomasa Total/Área Basal (6,99 en su caso y 6,03 en el nuestro) como corresponde a un bosque con más abundancia de árboles mayores. Hay que señalar el valor marcadamente inferior al nuestro de la biomasa de ramas, a pesar de que estos autores utilizan un criterio más amplio; esta diferencia se debe probablemente a diferencias en la estructura de los árboles. La biomasa de hojas representa el 2,6% de la total en Le Rouquet mientras que en el Montseny representa el 3,8%; esto concuerda con la menor cantidad de copa y con el hecho de que el bosque de Le Rouquet está más desarrollado. En nuestro caso el porcentaje de hojas de 1 año es menor que el de 2 años, debido a que durante la primavera de 1978 las encinas brotaron muy poco.

Por otra parte Susmel *et al.* (1976) dan los siguientes valores para el encinar de Supramonte di Orgosolo (Cerdeña) situado a unos 900 m sobre el nivel del mar : 394 pies ha⁻¹ (consideran sólo pies de DBH superior a 17,5 cm), con un área basal de 39,27 m² ha⁻¹ y una biomasa total de 340 t ha⁻¹ repartida en :

Madera 332,6 t ha⁻¹

Hojas 7,4 t ha⁻¹ repartidas en 3,8 t ha⁻¹ de 1 año
2,2 t ha⁻¹ de 2 años
1,0 t ha⁻¹ de 3 años
0,4 t ha⁻¹ de 4 años

Utilizando el mismo criterio obtenemos en nuestro caso: 303 pies ha⁻¹ con un área basal de 9,8 m² ha⁻¹ y una biomasa total de 64,5 t ha⁻¹ repartida en :

Madera 62,1 t ha⁻¹

Hojas 2,4 t ha⁻¹

En su caso las hojas representan un 2,18% de la biomasa total y la relación Biomasa Total/Área Basal toma un valor de 8,66; estos valores son respectivamente más bajo y más alto que los nuestros como corresponde a un encinar más maduro. Para dar idea del grado de desarrollo de los encinares en los que trabajan estos autores señalaremos que el límite superior de DBH es de 90 cm y que en una de las parcelas de estudio el área basal es de 66 m² ha⁻¹; en nuestro caso todos los árboles están dentro de la categoría de 0-30 cm, que denominan jóvenes, faltando totalmente las categorías de maduros (30-60 cm) y senescentes (DBH superior a 60 cm).

Finalmente Susmel y Viola (1975) dan una tabla alométrica para la encina construida a partir de 18 ejemplares de su zona de estudio. De la comparación con la construida a partir de nuestros datos deducimos: los valores que dan para la biomasa total son ligeramente superiores en su caso pero muy concordantes con los nuestros; en cuanto a la biomasa de ramas dan valores inferiores pero utilizando un criterio más restrictivo ($\emptyset < 3$ cm). Los valores que dan para la biomasa de hojas no son muy distintos a los nuestros, pero mientras en su caso el porcentaje de peso de hojas sobre el total disminuye sensiblemente al aumentar el DBH, en el nuestro presenta tan sólo una ligera tendencia a disminuir. Los valores que dan para la corteza son tan inferiores a los nuestros (del orden de 1/3) que hacen difícil por el momento cualquier explicación.

SUMMARY

Above-ground tree biomass data are reported as first results of a study on the structure and dynamics of the tree stratum in the evergreen-oak wood at La Castanya (Montseny, Barcelona) .

15 evergreen-oaks (*Quercus ilex* L.ssp *ilex*) were fallen from a spot near the experimental plot. An allometric table for the evergreen-oak is given, together with estimates of the total above-ground tree biomass - for the experimental plot, partitioned in wood $\emptyset \geq 5$ cm, wood $\emptyset < 5$ cm, bark, and leaves by leave-age . Results are compared with those from evergreen-oak woods obtained by other workers .

BIBLIOGRAFIA

- BRAY, Jr. y GORHAM, E. 1964 . Litter Production in Forests of the World . *Advances in Ecological Research* 2:101-157, London-New York Academic Press .
- DUVIGNEAUD, P., DENAEYER, S., AMBROES, P. y TIMPERMAN, J. 1971 . Biomasse, productivité et cycle des polyéléments biogenes dans l'écosysteme Chenaie caducifoliée . *IRSN de Belgique*, Mem.164.
- LOSSAINT, P. 1967 . Etude intégrée des facteurs écologiques de la productivité au niveau de pédosphère en région méditerranéenne dans le cadre du PBI . Programme et description des stations . *Oecol.Plant.* 4:341-366 .
- LOSSAINT, P. y RAPP, M. 1971 . Repartition de la matière organique, productivité et cycle des éléments minéraux dans des écosystèmes de climat méditerranéen . En P.Duvigneaud (ed.). *Productivité des écosystèmes forestiers* . Actes Coll.Bruxelles, - Unesco .
- SUSMEL, L. y VIOLA, F. 1975 . Tavola allometrica del leccio . Secondo contributo allo studio dell'ecosistema lecceta di Supramonte . *Monti e Boschi* n°4 .
- SUSMEL, L., VIOLA, F. y BASSATO, G. 1976 . Ecologia della lecceta del Supramonte di Orgosolo . III contributo : Produzione primaria, produzione secondaria (erbivori), condizioni attuali e possibilità de conservazione . CEDAM Casa Editrice Dott. Antonio Milani .
- TERRADAS, J., FERRES, LL., LOPEZ-SORIA, L., RODA, F. y VERDU, A.M.C. 1980 . Estructura y funcionalismo de un encinar montano en el Montseny . I. Objetivos generales y descripción del área de estudio . *Mediterránea* 4 .
- VERDU, A.M.C., FERRES, Ll. y RODA, F. 1980 . Estructura y funcionalismo de un encinar montano en el Montseny .IV. Producción - de hojarasca . *Mediterránea* 4 .
- WHITTAKER, R.H. y WOODWELL, G.M. 1969 . Measurement of the Net Primary Production of Forests . En P.Duvigneaud (ed.). *Productivité des écosystèmes forestiers* . Actes Coll.Bruxelles, Unesco.