

# ESTRUCTURA Y FUNCIONALISMO DE UN ENCINAR MONTANO EN EL MONTSENY .

## IV. PRODUCCION DE HOJARASCA <sup>1</sup>

Por

A.M.C.VERDU <sup>2</sup>, LL.FERRES <sup>3</sup>, F.RODA <sup>3</sup> y J.TERRADAS <sup>3</sup>

### INTRODUCCION

En el presente trabajo, exponemos los primeros resultados sobre la producción de hojarasca y la consiguiente restitución al suelo de algunos elementos minerales (Na, K, Ca y Mg), en el encinar montano de La Castanya (Montseny, Barcelona) . El estudio se inscribe dentro de un programa de investigación más amplio sobre estructura y funcionalismo de los ecosistemas forestales del Montseny .

La caída de hojarasca al suelo constituye una de las transferencias de energía y materia más importantes para el mantenimiento del funcionalismo del bosque ( Rochow, 1974), ya que cubre una de las fases de la circulación de nutrientes dentro del ecosistema forestal, la de retorno desde la biomasa vegetal a la reserva edáfica. No es de extrañar por ello que haya sido objeto de numerosas publicaciones, destacando entre éstas la revisión de Bray y Gorham (1964) .

Prácticamente, los únicos estudios de esta índole realizados en bosques del mismo tipo que el escogido por nosotros son los de Rapp (1969), que ha completado el balance de los nutrientes principales en dos encinares mediterráneos (Rouquet y Madeleine) cercanos a Mont

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

pellier (Francia) y los de Poli, Leonardi y Bella (1974) que han trabajado en la producción de hojarasca en un en cinar mediterráneo de la vertiente occidental del Etna, Monte Minardo .

## METODOS

El área de estudio, la parcela experimental de La Castanya, en el Montseny, se describe en el primer artículo de la serie (Terradas *et al.*, 1980).

Los resultados<sup>1</sup> que presentamos corresponden al período de un año de estudio, comprendido entre los me ses de Mayo de 1978 y 1979 .

Para la recolección de la hojarasca se han uti lizado trampas en forma de cono invertido de malla plás tica de 2 mm de poro, con una superficie receptora de 0.25 m<sup>2</sup>, situada a 84 cm del suelo .

Inicialmente se instalaron ocho trampas. Seis me ses más tarde se colocaron otras ocho . En total dieci-seis trampas, distribuidas al azar en la parcela experi mental de 0.22 ha .

Los dispositivos son vaciados dos veces por mes. La hojarasca recogida en cada una de las trampas es lle vada al laboratorio, secada en la estufa a 75°C durante tres días y pesada . A continuación se separa en las si guientes fracciones:

- hojas de encina
- ramas finas de encina (diámetro inferior a 0.5 cm y longitud menor de 40 cm)
- inflorescencias y frutos de encina
- el resto constituye la fracción que denomina-

---

1. Estos resultados no incluyen la fracción "ramas" de diámetro superior a 0.5 cm y de longitud mayor de 40 cm . Desde el 2/4/79 se muestrea mensualmente la citada fracción .

mos miscelánea (hojas, ramas finas, frutos de otras especies arbóreas y arbustivas, deyecciones de aves e insectos, restos no identificados, etc.)

Una vez clasificado, este material es pesado, triturado y digerido según el método de la digestión húmeda (Duque Macías, 1971) para la determinación cuantitativa de los elementos minerales. Na y K se analizan por fotometría de llama. Ca y Mg por absorción atómica en el Servicio de Espectroscopía de la Universidad de Barcelona. En todos los patrones se añade un volumen constante de mezcla ácida ( $H_2SO_4$ ,  $HNO_3$  y  $HClO_4$  - en la proporción 1-10-4) hasta conseguir la concentración de las muestras. Para Ca y Mg se añade La 400 ppm a muestras, blancos y patrones.

## RESULTADOS Y DISCUSION

El grado de cobertura y la pauta de distribución de las ramas en las copas de los árboles, principalmente, provocan la heterogeneidad espacial que se refleja en los errores estándar (expresados en tanto por ciento de la media) de las tasas quincenales de caída de hojarasca, que varían entre 6.5 y 52.6.

La cantidad de hojarasca caída en el período de estudio ha sido de  $4.52 \pm 0.39$  t ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> (I.C. del 95%). Por fracciones, las hojas representan el 68.11% del total ( $3.08$  t ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>); las ramas finas, el 23.22% ( $1.05$  t ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>); los frutos y las inflorescencias, el 3.21% ( $0.14$  t ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>). El porcentaje restante, un 5.46% ( $0.25$  t ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>) corresponde a la miscelánea.

El valor de la producción total se aproxima, aunque es inferior, a la media ( $5.5$  t ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>) que Bray y Gorham (1964) citan para la zona climática templada meridional (*warm temperate*).

En la tabla 1 presentamos los valores de producción de hojarasca, así como algunas características importantes de los encinares de Rouquet, Madeleine y Monte Minardo.

Tabla 1 . Características y valores de producción de hojarasca de cuatro encinares . (1) Rouquet, Montpellier . (2) Madeleine, Montpellier . (3) M.Minardo (Etna) . (4) La Castanya, Barcelona

Stand characteristics and litterfall in four evergreen-oak woods : (1) Rouquet, Montpellier; (2) Madeleine, Montpellier; (3) M.Minardo, Etna; (4) La Castanya, Barcelona .

|  | (1)     | (2)  | (3) | (4)  |
|--|---------|------|-----|------|
| Densidad de árboles<br>(n° ha <sup>-1</sup> )                      | 1440    | 527  | -   | 2008 |
| Area basal (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )                      | 38.8    | 42.0 | -   | 26.6 |
| Edad (años)  | 130-150 | -    | 25  | -    |
| Producción de hojarasca<br>(t ha <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup> ) | 3.8     | 7.0  | 3.4 | 4.5  |

En (1), (2) y (3) los valores de producción representan el promedio de cuatro años de estudio.

In (1), (2) and (3), litterfall figures are mean values of a four-year study .

Si comparamos la participación de cada fracción en el total caído (tabla 2) de los encinares mencionados con el de La Castanya, destaca la concordancia de porcentaje de las hojas . Por el contrario, el valor que obtenemos para frutos e inflorescencias es muy bajo, lo que puede atribuirse a las condiciones del año de estudio, particularmente poco favorables, aunque es posible que esta explicación resulte insuficiente .

## VARIACION ESTACIONAL

Durante todo el año se ha registrado caída de hojarasca (fig.1) . Por mínima que fuera la cantidad, las fracciones hojas y ramas finas han estado presentes en todas las recolecciones . Han sido seis los períodos en que no se ha recogido cantidad alguna de frutos e inflorescencias .

En el gráfico de las tasas de caída de hojarasca para cada período (fig.1), observamos tres máximos (tasa superior a  $2 \text{ g m}^{-2} \text{ día}^{-1}$ ), dos de los cuales se deben a fenómenos meteorológicos, los de la segunda quincena de agosto (granizada) y la segunda de noviembre (tormentas). En Rouquet, Madeleine y Monte Minardo la frecuencia anual de estos sucesos es de 0 ó 1, según los años .

La caída de hojas tiene una marcada pauta estacional, siendo el período de más intensidad el que va de mayo a mitades de agosto (más de un 55% del peso total de hojas caídas), con un máximo hacia junio . Esta pauta concuerda bastante con las que se han observado en Rouquet, Madeleine y Monte Minardo . En el período de estudio no hemos constatado la presencia de un máximo en setiembre que, ocasionalmente, aparece en los encinares mencionados .

Las ramas finas, como ya han señalado diversos autores, no manifiestan una tendencia a caer en determinada estación . Frecuentemente, la caída es atribuible a factores meteorológicos . Los dos máximos para esta fracción coinciden con los dos períodos a los que aludíamos antes .

Tabla 2 . Comparación del porcentaje de cada una de las fracciones respecto al total caído en los encinares de Rouquet (1), M.Minardo (2) y La Castanya (3) .

Amounts of the different litter fractions (leaves, branches, fruits plus inflorescences, and other material) expressed as a percentage of total litterfall in the evergreen-oak woods of Rouquet (1), M. Minardo (2) and La Castanya (3) .

|                  | (1)  | (2)  | (3)   |
|------------------|------|------|-------|
| Hojas            | 63.7 | 59.9 | 68.1  |
| Ramas            | 20.8 | 9.0  | 23.2* |
| Frutos e inflor. | 15.5 | 18.0 | 3.2   |
| Otras            | -    | 13.0 | 5.4   |

En (1) y (2) los valores representan el promedio de cuatro años de estudio.

\* Este valor sólo incluye ramas finas (ver texto).

In (1) and (2) figures are mean values of a four-year study .

\* Large branches not included (see text) .

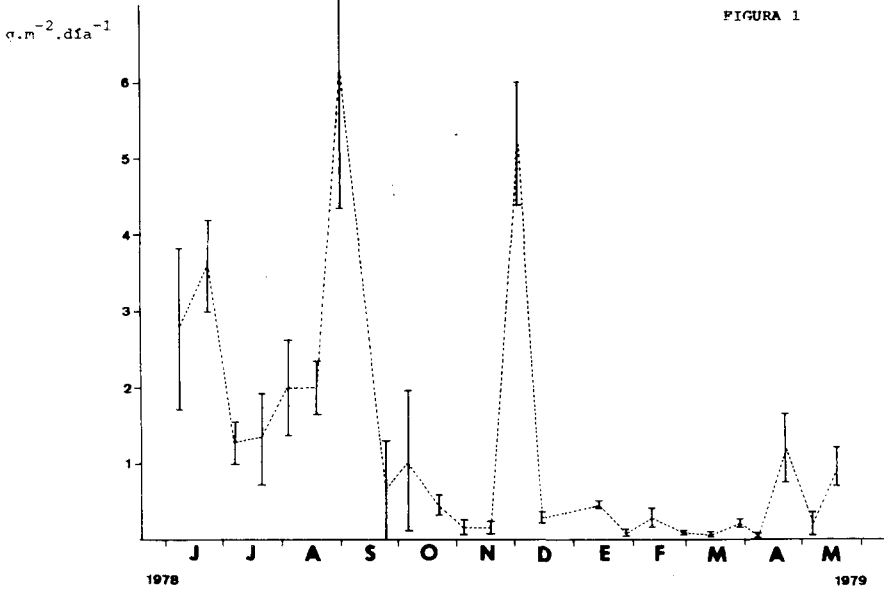


FIGURA 1

Figura 1 . Tasa de caída de hojarasca en el encinar de La Castanya .  
En  $\text{g/m}^2/\text{d}$  (peso seco) .

Litterfall tax in the La Castanya evergreen-oak forest .  
In  $\text{g/m}^2/\text{d}$  .

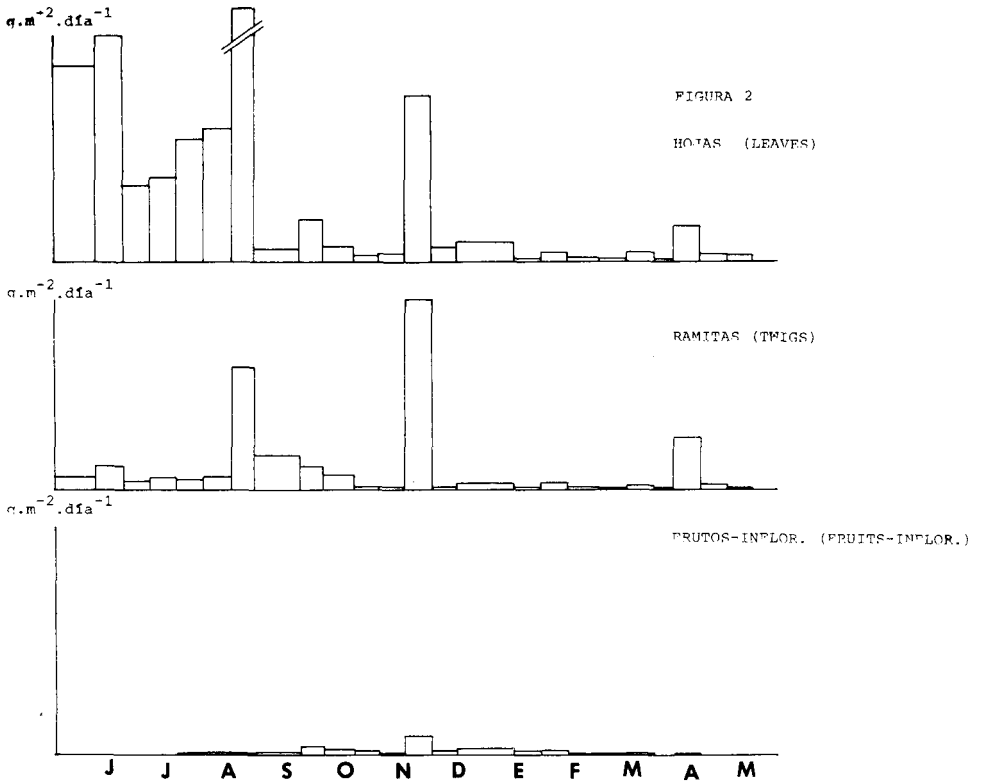


Figura 2 . Tasa de caída de las diferentes fracciones de hojarasca en encinar de La Castanya . En g/m<sup>2</sup>/d .

Litterfall tax for different litter fractions in the La Castanya evergreen-oak forest . In g/m<sup>2</sup>/d .



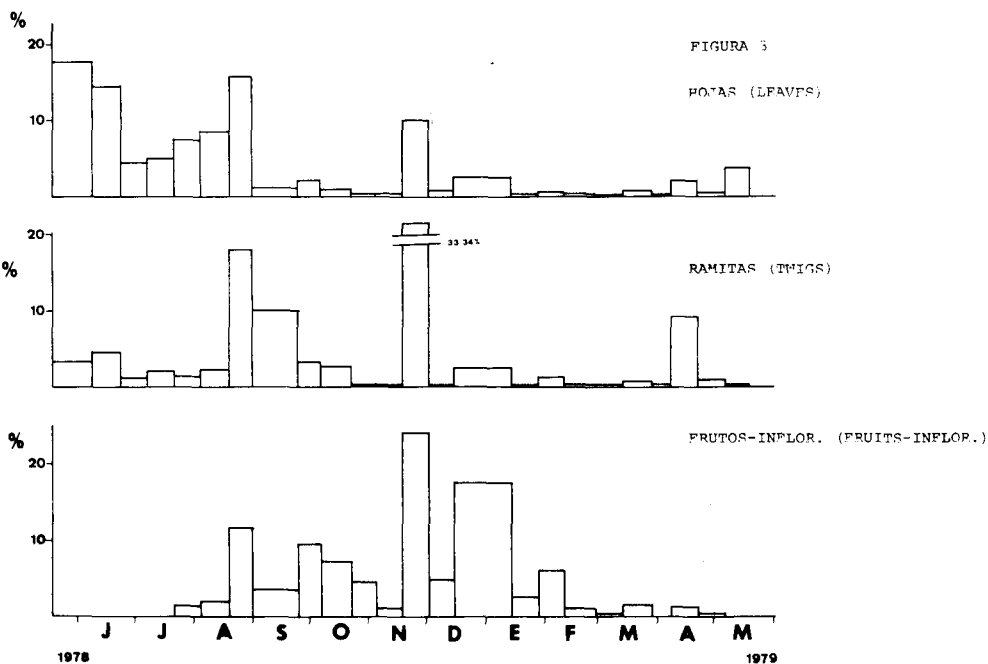


Figura 3 . Fluctuaciones en la caída de la hojarasca (por fracciones) .  
 En ordenadas, el peso (g) caído en el período considerado,  
 referido al total de la fracción correspondiente (en %) .

Litterfall fluctuations; litter weight (in g) is referred  
 to total litter weight failed during the observation time.

La caída de frutos se da en dos fases: en otoño caen, predominantemente, las bellotas abortadas y en invierno hacen lo propio las desarrolladas y sus cúpulas.

Las figuras 2 y 3 resumen lo que acabamos de comentar .

## RENOVACION DE LA BIOMASA FOLIAR DE LA ENCINA

En el encinar de La Castanya, la biomasa foliar de la encina durante el invierno de 1978-79 era de  $6.1 \text{ t ha}^{-1}$  (Ferrés *et al.*, 1980), y la producción anual, estimada por la recolección de hojarasca, de  $3.08 \text{ t ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ . Así pues, el tiempo de renovación de esta biomasa es de dos años . Esta cifra es ligeramente superior a la hallada en Rouquet (1.8 años), tras cuatro años de observaciones . Este tiempo de renovación sería coherente con la interpretación de los autores que han trabajado en Rouquet, Madeleine y Monte Minardo, de que en estos encinares se presenta un ciclo bianual en la caída de -hojas, que se traduce en una producción de hojas más elevada uno de cada dos años . Por consiguiente, considerando como unidad de tiempo períodos de dos años, la producción de hojas tendrá fluctuaciones mucho menores que las que pueden aparecer de año en año .

## APORTES ANUALES DE NA, K, CA Y MG POR LA CAIDA DE HOJARASCA

En la tabla 3 se presentan los aportes anuales de estos cuatro elementos, en las distintas fracciones de la hojarasca . En la tabla 4 figuran los valores extremos de las concentraciones de estos cationes en las citadas fracciones .

Las variaciones de la concentración a lo largo del año, de estos cuatro elementos y en las tres fracciones son moderadas y resultan difíciles de interpretar .

Tabla 3 . Aportes anuales en las tres fracciones de la hojarasca de encina de Na, K, Ca y Mg en el encinar montano de La Castanya (Montseny) . En kg ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> .

Annual inputs of Na, K, Ca and Mg to the forest floor through evergreen-oak litterfall in the evergreen-oak wood at La Castanya (Barcelona) . In kg ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup> .

|                  | Na   | K     | Ca    | Mg   |
|------------------|------|-------|-------|------|
| Hojas            | 0.62 | 15.08 | 27.53 | 4.03 |
| Ramas finas      | 0.13 | 2.35  | 13.53 | 1.24 |
| Frutos e Inflor. | 0.01 | 0.85  | 0.58  | 0.16 |
| Total            | 0.76 | 18.28 | 41.64 | 5.43 |

Tabla 4 . Valores extremos de las concentraciones de Na, K, Ca y Mg en las tres fracciones de la hojarasca de encina del encinar montano de La Castanya . En % peso seco .

Extreme values of Na, K, Ca and Mg contents in evergreen-oak litter-fall in the evergreen-oak wood at La Castanya (Barcelona) . In % oven-dry weight .

|               | Na           | K           | Ca          | Mg          |
|---------------|--------------|-------------|-------------|-------------|
| Hojas         | 0.01 - 0.03  | 0.31 - 0.60 | 0.73 - 1.15 | 0.09 - 0.18 |
| Ramas finas   | 0.009 - 0.02 | 0.09 - 0.49 | 0.72 - 1.65 | 0.07 - 0.15 |
| Frutos - Inf. | 0.005 - 0.01 | 0.26 - 0.77 | 0.17 - 0.65 | 0.07 - 0.18 |

Tabla 5 . Aportes anuales de Na, K, Ca y Mg en la trascolación de la lluvia, netos en la lluvia; en la hojarasca caída y totales restituidos al suelo . En Kg ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>.

Annual inputs of Na, K, Ca and Mg to the forest floor in the evergreen-oak wood at La Castanya (Barcelona): in throughfall; removed from the canopy; in litterfall; and in throughfall plus litterfall. In kg ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup> .

| ELEMENTO | TRASCOLACION | NETOS | HOJARASCA | TOTALES |
|----------|--------------|-------|-----------|---------|
| Na       | 8.3          | 1.5   | 0.8       | 9.1     |
| K        | 19.7         | 18.3  | 18.3      | 38.0    |
| Ca       | 23.1         | 8.7   | 41.6      | 64.7    |
| Mg       | 3.9          | 1.9   | 5.4       | 9.3     |

Las más destacables son las del Ca y K, en especial es  
te último .

La suma de los aportes anuales de Na,K,Ca y Mg representa un porcentaje de 1.46 respecto al peso total de la hojarasca caída . En Rouquet es de 2.23 y en Ma  
deleine de 2.47 . La diferencia estriba, en gran parte, en los aportes de calcio, que son notablemente más ele  
vados en estos dos encinares, sobre sustrato calcáreo.

La ordenación de cationes, según la importancia cuantitativa de los aportes, es idéntica a la que se -  
obtiene en los encinares franceses y en cambio muy di  
ferente, lógicamente, de la que resulta en los aportes  
anuales por trascolación de la lluvia (*throughfall*) y  
en los aportes netos (diferencia entre los primeros y  
los de la lluvia incidente) (Rodá *et al.*, 1980) . En la  
tabla 5 se reúnen los aportes de los distintos compar-  
timentos citados, así como los totales, que son restí  
tuídos al suelo .

## SUMMARY

Litterfall and its concomitant mass and nutrient (Na, K, Ca and Mg) fluxes to the forest floor are studied in a montane-mediterranean evergreen-oak (*Quercus ilex* L.) wood at La Castanya (Montseny, Barcelona) .

Litterfall is collected biweekly in 16 (only 8 during the first 6 months) conical, 0.25 m<sup>2</sup> litterfall traps randomly distributed over a 0.22 ha experimental plot .

Results from the first year of study (May 1978 - May 1979) are reported in this paper . Litterfall amounted to 4.5 t ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup>, not including in this figure the branches longer than 40 cm or thicker than 5 mm.

Leaves represented 3.08 t ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup> (68.11% of litterfall), twigs 1.05 t ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup> (23.22%), and fruits and inflorescences 0.14 t ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup> (3.21%) . Leaf fall exhibited a distinct seasonal maximum in late spring-early summer, but total litterfall peaked later when an autumn hailstorm and a november windstorm struck the forest .

Nutrient contents of freshly-fallen evergreen-oak litter were within the range of published values - for this species .

Nutrient fluxes in litterfall were (kg ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup>) : Na 0.76, K 18.28, Ca 41.64 and Mg 5.43 .

Throughfall data from Rodá *et al.* (1980) allowed to compute the following nutrient fluxes in litterfall plus throughfall (kg ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup>): Na 9.1, K 38.0, Ca 64.7 and Mg 9.3 .

## BIBLIOGRAFIA

- ALVERA, B. 1973 . Estudios en bosques de coníferas del Pirineo Central : Pinar con acebo de San Juan de la Peña: 1)"Producción - de hojarasca" . *Pirineos*, 109:17-29, Jaca .
- ALVERA, B. 1974 . Retorno al suelo de materia orgánica y bioelementos minerales en dos bosques altoaragoneses . *Comunicación al VII Congreso Internacional de Estudios Pirenaicos* . Seo de Urgell .
- AUSSENAC, G. 1969 . Production de litière dans divers peuplements forestiers de l'est de la France . *Oecol.Plant.* IV:225-236 .
- BRAY, J.R. y GORHAM, E. 1964 . Litter production in forest of the world . *Advances in Ecological Research*, 2:101-157 . London , - N.Y., Academic Press .
- DUQUE MACIAS, F. 1971 . Determinación conjunta de fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, manganeso, cobre y cinc en plantas . *An.Edaf.Agrób.*, 30(3-4):207-229 . Madrid .
- DUVIGNEAUD, P., DENAEYER-DE SMET, S. y MARBAISE, J.L., 1969 . Litière totale annuelle et restitution au sol des polyéléments biogènes . *Bull.Soc.Roy.Bot.Belgique.*, 102:339-354 .
- FERRES, Ll., RODA, F. y VERDU, A.M.C. 1980 . Estructura y funcionamiento de un encinar montano en el Montseny . II. Biomasa arbórea . *Mediterránea*, 4 .
- LOSSAINT, P. y RAPP, M. 1971 . Répartition de la matière organique productivité et cycles des éléments minéraux dans des écosystèmes de climat méditerranéen . En P.Duvigneaud (ed.). *Productivité des écosystèmes forestiers* . Actes Coll. Bruxelles, Unesco.
- POLI, E., LEONARDI, S. y BELLA, R. 1974 . Produzione di lettiera - nella lecceta del M. Minardo (Etna) nel periodo Settembre 1970 Giugno 1974 . *Arch. Bot. Bio.Ital.*, L, 4a.Ser., XIX, fasc. III -IV, 87-106 .
- RAPP, M. 1967 . Production de litière et apport au sol d'éléments minéraux et d'azote dans un bois de pins d'alep (*Pinus halepensis* Mill.). *Oecol.Plant.*, 2:325-338 .
- RAPP, M. 1969 . Production de litière et apport au sol d'éléments minéraux dans deux écosystèmes méditerranéens. La forêt de *Quercus ilex* L. et la garrigue de *Quercus coccifera* L. *Oecol. - Plant.*, 4:377-410 .
- ROCHOW, J.J. 1974 . Litter fall relations in a Missouri forest . - *Oikos*, 25:80-85 .



- RODA, F., FERRES, Ll. y VERDU, A.M.C. 1980 . Estructura y funcionalismo de un encinar montano en el Montseny . III . Contenido de sodio, potasio, calcio y magnesio en las aguas de lluvia . *Mediterránea*, 4 .
- SYKES, J.M. y BUNCE, R.G.H. 1970 . Fluctuations in litter-fall in a mixed deciduous woodland over a three-year period 1966-68 . *Oikos*, 21:326-329 .
- 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 .