

PRODUCCIÓN DE HOJARASCA EN ESPECIES DE MATORRAL MEDITERRÁNEO Y SU RELACIÓN CON ALGUNOS FACTORES AMBIENTALES

*Belmonte Serrato, F.; Romero Díaz, A. & López Bermúdez, F.**

RESUMEN

Se evalúa la producción mensual de hojarasca en cuatro especies vegetales mediterráneas: *Pinus halepensis*; *Juniperus oxycedrus*; *Rosmarinus officinalis* y *Thymus vulgaris*. Se analizan las variaciones mensuales, estacionales y anuales en relación con la humedad del suelo, la cual puede afectar tanto al crecimiento y desarrollo de la vegetación, como a la producción de hojarasca, siendo esta un indicativo claro de la producción de biomasa y de su evolución. Los resultados indican que la humedad media mensual influye de forma desigual en la producción de hojarasca y que la distribución de las precipitaciones puede desplazar los picos de máxima producción.

Palabras clave: Producción de hojarasca, humedad del suelo, matorral mediterráneo.

SUMMARY

In this paper is evaluated the monthly litter production in four Mediterranean vegetable species: *Pinus halepensis*; *Juniperus oxycedrus*; *Rosmarinus officinalis* and *Thymus vulgaris*. Are analysed the monthly variations, seasonal and annual in relationship to the soil moisture, the one which can affect to the growth and development of the vegetation, as well as to the litter production, being this an indicative clear of biomass production and of its evolution. The results indicate that the monthly mean soil moisture influences in a way unequal the litter production and that the distribution of the rainfalls can displace the maximum production peaks.

Key words: Litter production, soil moisture, mediterranean scrub.

* Área de Geografía Física. Universidad de Murcia. "Campus de La Merced" Santo Cristo, 30001 Murcia.

INTRODUCCIÓN

La producción de hojarasca forma parte, junto con la biomasa de tallos nuevos, de lo que se denomina **producción primaria neta** (Rapp y Cabanettes, 1981). La caída de hojarasca pone en relación los sistemas suelo y planta, siendo la principal ruta de entrada de nutrientes minerales y materia orgánica en los ecosistemas vegetales. Esta incorporación de materia orgánica y bioelementos al suelo representados por la caída de hojarasca, es un condicionamiento para el reciclaje de los ecosistemas de matorral (Lavado et al., 1989).

El seguimiento de la evolución de la producción de hojarasca, es de suma importancia al abordar estudios relacionados con la modelización del balance hídrico o la redistribución de nutrientes en un ecosistema determinado (Gee *et al.*, 1988), así como en los estudios de modelización de las pérdidas de lluvia por interceptación (Belmonte Serrato, 1997). Estas variaciones mensuales y estacionales en el aporte de hojarasca al suelo, están reguladas por procesos y factores biológicos, climáticos, edáficos, especies vegetales, edad y densidad (González y Gallardo, 1981).

El objetivo fundamental de este trabajo, ha sido cuantificar la producción mensual de hojarasca en cuatro especies de matorral mediterráneo: *Pinus halepensis*; *Juniperus oxycedrus*; *Rosmarinus officinalis* y *Thymus vulgaris* y determinar la relación existente entre las variaciones mensuales y estacionales de producción y la humedad del suelo,

ÁREA DE ESTUDIO

El estudio se ha llevado a cabo en el área experimental de "El Ardal" situada en la Cuenca de Mula (Murcia), en la que desde 1989, el Área de Geografía Física de la Universidad de Murcia, viene realizando experiencias encaminadas al seguimiento de los procesos de erosión y de las relaciones clima-planta-suelo. La estación pertenece a la RESEL (ICONA, 1996).

El área está situada a unos 550 m de altitud, en una pequeña loma con orientación Norte. La precipitación media anual está en torno a los 250 mm, aunque con acusadas variaciones mensuales e interanuales (Belmonte Serrato y Romero Díaz, 1996). El Ardal se encuadra en la provincia biogeográfica Castellano-Maestrazgo-Manchega y dentro de ella, en el sector Manchego (Sánchez Gómez et al. 1998). La formación vegetal predominante es el matorral, compuesto mayoritariamente por arbustos y gramíneas perennes, siendo *Rosmarinus officinalis* y *Brachypodium retusum*, las especies más representativas respectivamente, a estas se suman otras como *Juniperus oxycedrus*, *Rhamnus lycioides*, *Thymus vulgaris*, *Thymus membranaceus* y de forma aislada *Pinus halepensis*.

METODOLOGÍA

a) Precipitación y humedad del suelo

Los datos de precipitación se han obtenido de la estación meteorológica automática con que está dotado el campo experimental de "El Ardal", cuyo funcionamiento se inició

a finales de 1989. La humedad media mensual es el resultado de dos medidas mensuales tomadas en la primera y en la segunda quincena del mes, mediante el método gravimétrico, consistente en el cálculo de la humedad por diferencia de peso entre el suelo húmedo y el suelo después de secado en la estufa a 105°C durante 24 horas (Reynolds, 1970).

b) Producción mensual de hojarasca

La recogida de hojarasca se ha realizado mediante "cajas de hojarasca" de 50X50 cm y 30 cm de altura, con base y paredes tapizadas por una malla de plástico de 2 mm de luz (Martínez Fernández *et al.*, 1994). Las cajas se han mantenido en sus posiciones originales durante los cuatro años de muestreo. La recogida de la hojarasca se realizó con periodicidad mensual, con la ayuda de un aspirador portátil. El aspirador arrastraba pequeñas piedras y partículas de suelo, por lo que la muestra era lavada para separar ambas partes, antes de secarla en la estufa a 80 °C durante 24 h, obteniendo así el peso seco en gramos/m²/mes.

RESULTADOS Y DISCUSION

a) Humedad del suelo

De manera general, la humedad del suelo está estrechamente relacionada con la cantidad de precipitación recibida, de manera que los cambios que afecten a las precipitaciones tendrán un efecto, más o menos inmediato, sobre el contenido en humedad.

Los valores de la humedad media mensual de los cuatro años, así como la media mensual del período, junto con los valores estacionales, semestrales y anuales, se recogen en la tabla 1. Se aprecia una marcada diferencia bianual 1992-93, 1994-95, a excepción de los meses de verano, donde los porcentajes de humedad son similares para los cuatro años. Mayo de 1992 es el mes que presenta una mayor humedad del suelo, alcanzando un 25.8%. Por el contrario, septiembre de 1993, tiene la tasa más baja con un 3.6%. En cualquier caso estos dos extremos no reflejan ninguna tendencia, y estas tasas varían mucho en función de las precipitaciones, así, los dos meses citados, presentan tasas para el año 95, de 6.3 y 7.4%, respectivamente. Los únicos meses que tienen cierta estabilidad a lo largo de los cuatro años, son los meses de verano, en los que la tasa de humedad se sitúa entre el 3.6 y el 9.7%, lo que se debe a las escasísimas precipitaciones que, de forma general, se registran en estos meses.

Es de mencionar, la alta *resiliencia* que registran algunas especies mediterráneas y su capacidad de adaptarse a situaciones muy hostiles de falta de agua (Puigdefabregas, 1995), lo que les permite sobrevivir en condiciones de humedad muy bajas.

La tasa de humedad media anual se sitúa, para el conjunto del período, en el 12.8%, pero únicamente en verano desciende por debajo de esta cifra, para quedarse en una media del 5.5%. El invierno es la estación con más alta humedad del suelo 17.4%, mientras que primavera y otoño tienen tasas similares, 13.8 y 14.8% respectivamente. En cualquier caso, es clara la tendencia a la baja a lo largo de los cuatro años. Semestralmente, esta tendencia afecta de manera prioritaria al primer semestre, es decir, invierno y primavera, que

son las estaciones donde más se ha notado el descenso de las precipitaciones, siendo, además, las estaciones que más afectan al desarrollo de la vegetación.

TABLA 1
Porcentajes de humedad mensual, estacional, semestral y anual.

	1992	1993	1994	1995	92-95
enero	20.6	16.7	17.8	13	17
febrero	21.4	22.2	11.8	9.1	16
marzo	24.8	22.3	13.9	15	19
abril	14.2	15.6	19.4	9.7	14.7
mayo	25.8	17.2	12.1	6.3	15.3
junio	18.6	13.3	5.5	7.4	11.2
julio	9.7	4.1	4.3	5.1	5.8
agosto	5.8	4.7	4.2	6.1	5.2
septiembre	6	3.6	4.2	7.4	5.3
octubre	13.4	8.7	21.6	9	13.2
noviembre	13.3	17.9	19.7	6.8	14.4
diciembre	10.4	22.3	19.7	15.1	16.8
Invierno	22.3	20.4	14.6	12.4	17.4
Primavera	19.5	15.4	12.4	7.8	13.8
Verano	7.2	4.2	4.2	6.2	5.5
Otoño	12.4	16.3	20.4	10.3	14.8
1º semestre	20.9	17.9	13.4	10.1	15.6
2º semestre	9.8	10.2	12.3	8.3	10.1
Anual	15.3	14.1	12.9	9.1	12.8
Precipitación	335.6	265.6	184.0	117.6	225.7

b) Producción de hojarasca

Martínez Fernández *et al.* (1994), comprobaron la existencia de una relación inversa de tipo logarítmico entre los valores mensuales de humedad del suelo y los de producción mensual de hojarasca en *Rosmarinus officinalis*, evidenciando una dependencia de esta respecto de aquella, de modo que los cambios producidos en la humedad del suelo parecen tener un reflejo inmediato en la producción de hojarasca.

La figura 1 representa las medias móviles de la humedad mensual y de la producción mensual de hojarasca en gramos/m² de cada una de las especies estudiadas. Gráficamente la media móvil tiene la ventaja de permitir una mejor visualización de los ciclos y la relación entre las variables al eliminar las distorsiones producidas por acontecimientos extremos. En ella, se aprecia el efecto de la relación inversa entre la humedad media mensual y la producción media mensual en todas las especies estudiadas, sin embargo, no se ha encontrado ningún tipo de correlación aceptable, lo que significa que esa relación

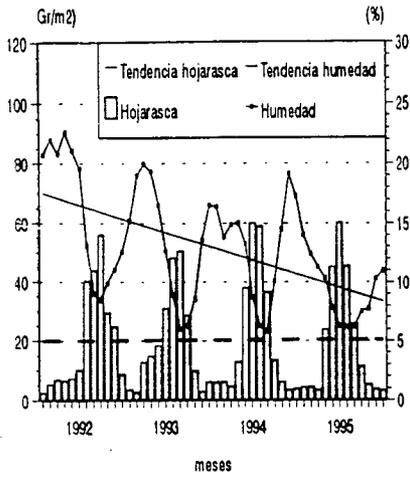
inversa es el efecto de la coincidencia entre el período de sequía estival y la etapa de máxima producción.

En *Juniperus oxycedrus* y a partir de 1994, se produce además, una cierta aleatoriedad debido, fundamentalmente, a que a partir de la segunda mitad de 1994 algunas partes de los individuos controlados habían comenzado a secarse, producto de la escasez de precipitaciones, mientras que la respuesta del resto de las especies fue la de parar el crecimiento de tallos nuevos, aunque de ello sólo se tiene constatación visual. La relación más aceptable se ha encontrado entre la humedad media estacional y la producción estacional, sobre todo para *Pinus halepensis* con una correlación de tipo logarítmico ($R^2 = 0.62$). En el resto de las especies el coeficiente de correlación es mucho más bajo, inferior a 0.20. También se obtiene una pequeña correlación entre la producción media mensual y la humedad media mensual del conjunto de la serie, con $R^2 = 0.55$ en *Pinus halepensis* y 0.50 para *Rosmarinus officinalis*, mientras que es totalmente irrelevante en *Juniperus oxycedrus* con 0.12 y *Thymus vulgaris* con 0.16.

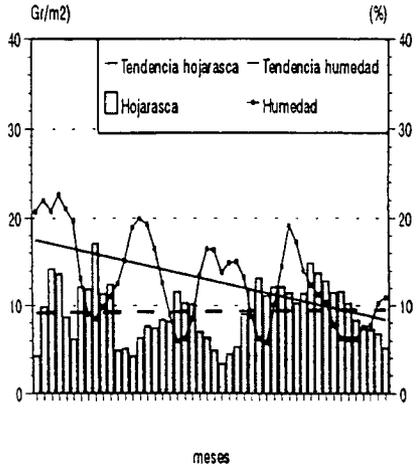
Los valores medios mensuales, estacionales, semestrales y anuales de producción de hojarasca (tabla 2), muestran grandes diferencias interanuales. Así, las especies de mayor porte, como *Pinus halepensis* y *Juniperus oxycedrus*, mantienen una producción anual relativamente constante o ligeramente creciente, debido a la pérdida de biomasa por efecto de la sequía, siendo 1994 el año de mayor producción para el pino y 1995 para el enebro. Por su parte, *Rosmarinus officinalis* y *Thymus vulgaris* tienen un comportamiento distinto (fig. 2). El primero, tiene una tendencia claramente descendente, con una diferencia neta entre los tres primeros años y el último. Esto quiere decir que la ralentización de la actividad biológica es inmediata al descenso de la humedad del suelo, por lo que la producción de hojarasca se nutre de la pérdida de biomasa, sin que haya recuperación por crecimiento de tallos nuevos. Esto hace que en 1995 la producción de hojarasca se reduzca a la mitad de la obtenida en 1992. Por su parte, *Thymus vulgaris* tiene una tendencia ascendente, con una diferencia bianual muy clara, pero totalmente opuesta a la que presenta *Rosmarinus*, que se debe, sin duda, a que el sistema radicular de *Thymus* es mucho más superficial y el claro descenso de la humedad del suelo, hizo que se secase de forma muy rápida gran parte de su biomasa de hojas, provocando un pico muy elevado de producción en el verano de 1994, lo que llevó a una producción anual realmente sorprendente de más de 200 gramos por m^2 , y tal es la cantidad de biomasa seca que en 1995 aún fue capaz de mantener una producción relativamente elevada.

Juniperus oxycedrus, tiene una evolución mucho más aleatoria y parece no responder a ningún tipo de comportamiento estacional, aproximadamente la mitad de la producción anual se recoge en dos meses centrales del año, pero que varían a lo largo de la serie (fig. 3). Para *Pinus halepensis* los meses más importantes de producción fueron octubre y agosto en 1992; agosto y julio en 1993; julio y junio en 1994; y junio y mayo en 1995. Lo que significa que, al tiempo que los mayores porcentajes de precipitación y, por tanto, de humedad, se desplazaban hacia el segundo semestre del año, la producción de hojarasca lo hacía en sentido contrario. Si se estudia la producción estacional de *Pinus Halepensis*, se observa como la mayor producción se reparte entre verano y otoño en 1992, se centra claramente en el verano de 1993, entre verano y primavera en 1994 y finalmente, en primavera para 1995. Esto se repite, casi por igual para *Rosmarinus officinalis*, aunque el

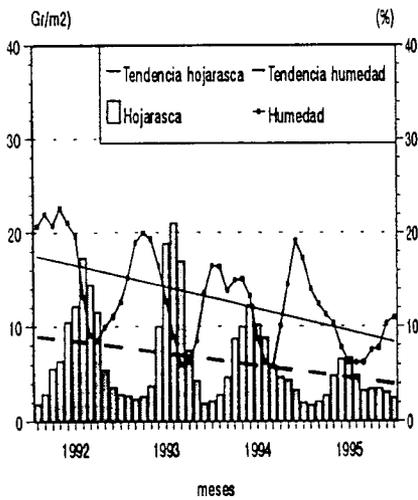
Figura 1: Humedad mensual y producción de hojarasca en las cuatro especies.



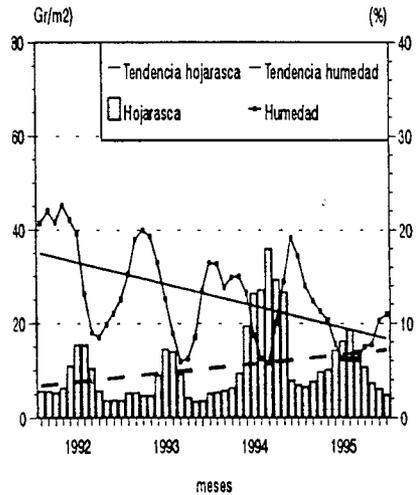
Pinus halepensis



Juniperus oxycedrus



Rosmarinus officinalis



Thymus vulgaris

máximo de 1994 se reparte en dos meses: abril y junio; mientras que *Thymus vulgaris*, porcentualmente, mantiene una producción similar entre primavera y verano y mantiene los máximos de producción entre junio y julio, suponiendo ambas en torno al 70% de la producción anual, excepto en 1994 en que el máximo se desplaza a agosto.

TABLA 2
Valores medios mensuales, estacionales y anuales de producción de hojarasca en gramos/m² (1992-1995).

	Pino	Enebro	Romero	Tomillo
enero	6	6.4	2.2	5.8
febrero	2.9	6.8	2.5	6.2
marzo	4.2	11	4.2	6.1
abril	12.4	11.2	7.9	7
mayo	26.7	7.3	6.5	9.7
junio	42.4	8.9	15	23.2
julio	51.7	12.3	14.4	21
agosto	50.4	11.6	9.6	11.6
septiembre	15.4	8.3	6.3	5.4
octubre	15.9	15.2	4.3	6.2
noviembre	6.3	7.1	2.4	4.9
diciembre	3.7	5.9	2.1	4.6
Invierno	13	25.1	9	18.2
Primavera	81.5	27.4	29.4	39.9
Verano	117.5	32.1	30.26	38.1
Otoño	25.9	28.3	7.1	15.7
anual	237.9	112	77.5	112

Uno de los aspectos más importantes a destacar, respecto a la producción de hojarasca de las distintas especies es la aportación de materia orgánica al suelo. Los suelos que sustentan una vegetación con altas tasas de producción de hojarasca, mejoran notablemente sus propiedades físicas, en especial, al incrementarse la porosidad y la capacidad de infiltración. Como resultado de ello, los suelos se hacen más resistentes a los procesos de erosión, disminuyendo la escorrentía superficial. Este hecho, unido al tipo de litología, es sin duda uno de los responsables de que en "El Ardal" las tasas de erosión sean sensiblemente más bajas que en otros ambientes mediterráneos.

Figura 2: Curvas de producción mensual acumulada

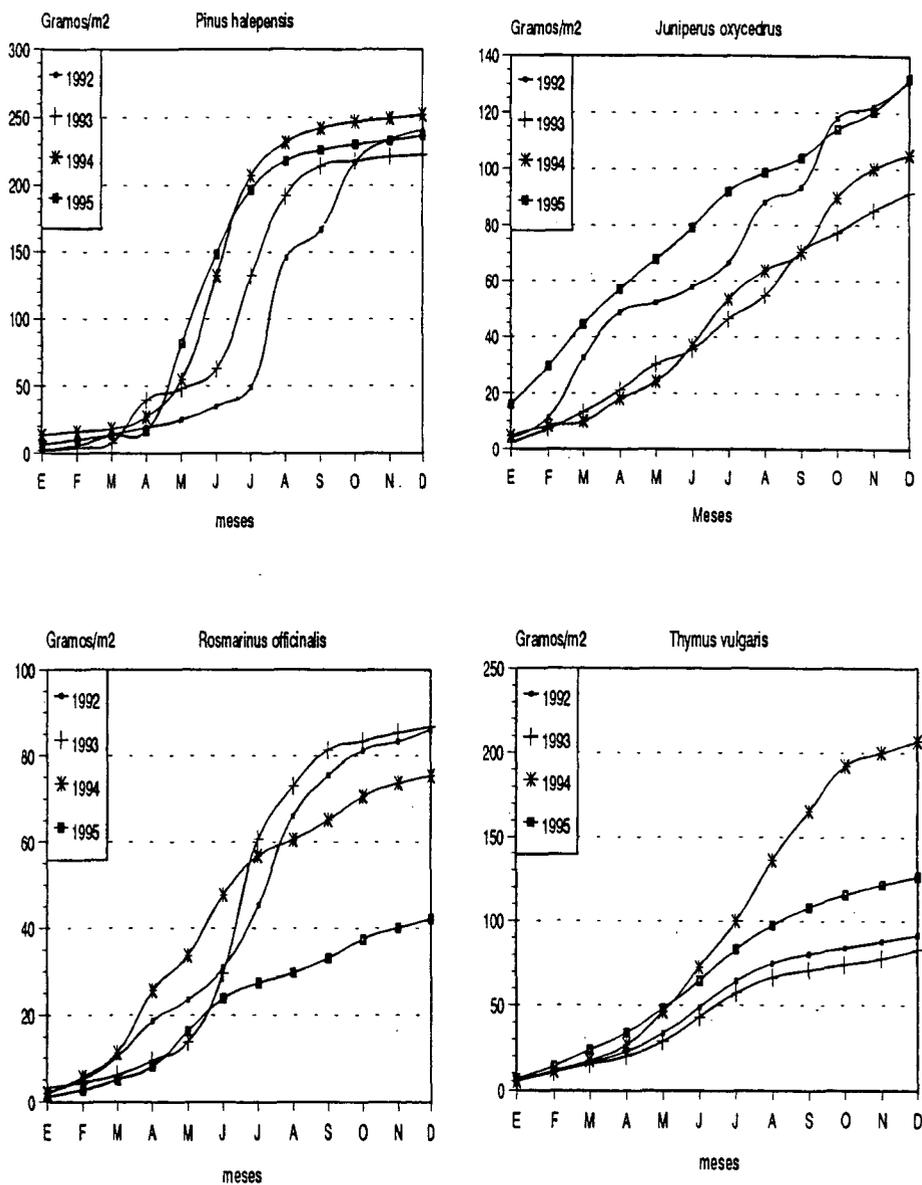
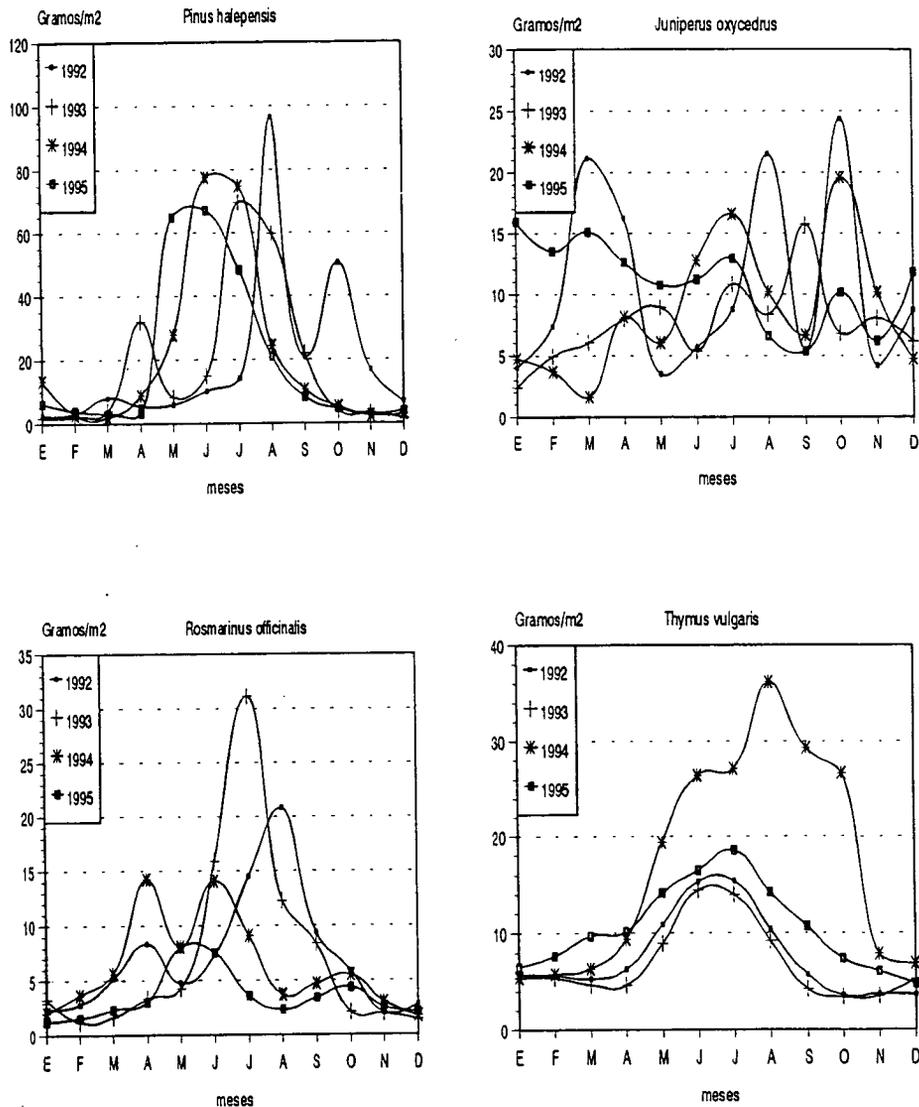


Figura 3: Curvas de producción mensual de hojarasca



CONCLUSIONES

De las diferencias interanuales de la producción de hojarasca se desprende que en los dos últimos años del período de estudio, la biomasa de hojas de las especies estudiadas se ha visto reducida considerablemente, consecuencia, sin duda, del efecto de la sequía, ya que en 1994 se recogieron 184 mm y en 1995 tan solo 117.

Los picos de producción máxima en *Pinus halepensis* y *Rosmarinus officinalis*, se han ido desplazando desde finales del verano a finales de la primavera. Aunque este efecto no se aprecia tan claramente en las otras dos especies estudiadas. Este hecho también puede ser debido a la falta de humedad del suelo, como consecuencia del descenso de las precipitaciones de primavera, que en años normales son importantes.

Se ha comprobado que la producción de hojarasca en las especies estudiadas, excepto *Juniperus oxycedrus*, que en estos cuatro años presenta un comportamiento bastante aleatorio, evidencian un claro ritmo estacional, centrandolo la mayor producción en los meses de verano, con algunos picos secundarios en octubre e incluso en abril o mayo.

Aunque se comprueba la existencia de una relación inversa entre la producción de hojarasca y la humedad edáfica, no se ha hallado ninguna correlación aceptable entre los valores de una y otra variable, siendo, en cualquier caso, los valores medios estacionales de dichas variables, las que presentan mayor grado de correlación, confirmando el comportamiento estacional de la producción de hojarasca.

A través de este análisis de datos es posible detectar las especies que son más resistentes a la sequía y también el diferente comportamiento de cada una de ellas ante la mayor o menor presencia de agua en el suelo. De las especies estudiadas las de mayor masa foliar, *Pinus halepensis* y *Juniperus oxicedrus*, parecen ser las más resistentes y las que en periodo seco conservan más biomasa. Por el contrario *Thymus vulgaris*, que es la especie con menos biomasa, la pierde casi toda en los periodos secos. Las curvas de producción mensual de hojarasca para *Thymus* en los años secos (1994 y 1995) son mucho más elevadas que en los años un poco más húmedos (1992 y 1993).

Es también de destacar que la mayor incorporación de materia orgánica al suelo, en las especies de matorral, no la realizan las especies de mayor biomasa. En periodos de sequía, especies muy vulnerables a ella, tienen aportaciones de biomasa al suelo similares a especies arbóreas como *Pinus halepensis* (figura 2).

La resiliencia de algunas especies del matorral mediterráneo es lo que explica la existencia de una cobertura vegetal, incluso en condiciones extremas de falta de humedad del suelo, ante periodos de sequía.

La presencia de especies con altas tasas de hojarasca, mejoran las propiedades físico-químicas de los suelos. Se favorece la infiltración, se disminuye la escorrentía superficial, y en consecuencia los procesos de erosión asociados.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación se ha realizado en el marco de los Proyectos: MEDALUS (Mediterranean Desertification and Land Use), contrato nº ENV4-CT95-0119 (DG-XII-DTEE), financiado por la Unión Europea (1991-1998); AGF95-0635, financiado por la

CICYT en el marco del Plan Nacional de I+D (1995-1998) y Proyecto RESEL-LUCDEME (Dirección General de Conservación de la Naturaleza). Los autores expresan su agradecimiento.

REFERENCIAS

- BELMONTE SERRATO, F. & ROMERO DÍAZ, M.A. (1996): "Aproximación a las características climáticas en el área de influencia del campo experimental de El Ardal (Murcia). La representatividad de las series climáticas disponibles". *Papeles de Geografía*, **23-24**, 47-61
- BELMONTE SERRATO, F. (1997): "Interceptación en bosque y matorral mediterráneo semiárido: Balance hídrico y distribución espacial de la lluvia neta". Tesis doctoral. Universidad de Murcia. 375 pp. (Inédita).
- GEE, G.W.; BEEDLOW, P.A.; & SKAGGS, R.L. (1988): "Water balance". In: *Shrubsteppe. Balance and change in a semi-arid terrestrial ecosystem*. RICKARD, W.H.; ROGERS, L.E.; VAUGHAN, B.E., Y LIEBETRAU, S.F. (Eds). Elsevier. Amsterdam. 61-48.
- GONZÁLEZ, H.W. Y GALLARDO, J.F. (1982): "El efecto hojarasca: Una revisión". *An. Edaf. Agrobiol.* **41**, 129-157.
- ICONA (1996): "Red de estaciones experimentales de seguimiento y evaluación de la erosión y la desertización (RESEL)", PROYECTO LUCDEME. Dirección General de Conservación de la Naturaleza, Ministerio de Medio Ambiente. Madrid, 70-73.
- LAVADO, M.; NÚÑEZ, E. y ESCUDERO, J.C. (1989): "Variaciones mensuales en el aporte de biomasa al suelo por distintas especies de matorral mediterráneo". *Options Méditerranéennes*, **3**, 167-172.
- MARTÍNEZ FERNÁNDEZ J.; MARTÍNEZ FERNÁNDEZ J.; LÓPEZ BERMÚDEZ, F. & BELMONTE SERRATO, F. (1994): "Crecimiento y producción primaria de *Rosmarinus officinalis* en relación con algunos factores ambientales". *Ecología*, **8**, 177-183.
- PUIGDEFABREGAS, J. (1995): Desertification: stress beyond resilience, exploring a unifying process structure. *Ambio*, **24**(5): 311-313.
- RAPP, M. & CABANETTES, A. (1981): "Biomass and productivity of a *Pinus pinea* stand". *Components of Productivity of Mediterranean-Climate Regions. Basic and Applied Aspects*. Boston.
- REYNOLDS, S.G. (1970): "The gravimetric method of soil moisture determination. Part I. A study of equipment and methodological problems". *Journal of Hydrology*. **Vol. 11**, 258-273.
- SANCHEZ GOMEZ, P (Cood.) (1998): *Flora de Murcia. Claves de identificación e iconografía de plantas vasculares*. Diego Marín, Murcia.