

CRECIMIENTO Y PRODUCCION PRIMARIA DE *ROSMARINUS OFFICINALIS* EN RELACION CON ALGUNOS FACTORES AMBIENTALES

JULIA MARTÍNEZ FERNÁNDEZ¹, J. MARTÍNEZ FERNÁNDEZ¹, F. LÓPEZ BERMÚDEZ¹
y F. BELMONTE SERRATO¹

RESUMEN

El crecimiento, producción de hojarasca y productividad primaria neta han sido calculados para *Rosmarinus officinalis* en una comunidad semiárida en el campo experimental de «El Ardal» (Cuenca de Mula, Murcia). Los resultados muestran una apreciable relación entre las variables mencionadas y la evolución temporal de la humedad del suelo. Los datos de producción primaria se encuentran dentro del rango de los comunicados para otras comunidades mediterráneas de la Península Ibérica.

Palabras clave: *Rosmarinus officinalis*, crecimiento, producción primaria, producción de hojarasca.

INTRODUCCION

A pesar de la creciente atención que el estudio del matorral mediterráneo está recibiendo, la información existente acerca de los parámetros fenológicos y ecofisiológicos de las distintas especies es claramente insuficiente. Además, dicha información se halla dispersa, lo que dificulta el acceso a la misma y reduce su potencial utilidad.

Sin embargo, estos trabajos son imprescindibles para multitud de propósitos teóricos y aplicados. Desde el punto de vista de la investigación básica, son muchos los estudios que requieren información acerca de parámetros tales como la biomasa, el crecimiento, el índice foliar o la producción primaria de especies concretas, además de los relacionados con la ecofisiología y la dinámica del matorral mediterráneo (DOMINGO *et al.*, 1991). Es, por ejemplo, una información muy importante en la modelización del balance hídrico o la redistribución de nutrientes en un ecosistema determinado (GEE *et al.*, 1988). Es también muy valiosa en relación con la interpretación de datos procedentes de la teledetección (MILLINGTON y TOWNSHEND, 1989).

Desde un punto de vista aplicado, utilizar una buena base de datos para las principales especies mediterráneas sería de gran ayuda en la gestión de las comunidades de matorral, tanto en la conservación de especies y planes de manejo específicos, como en el diseño de programas de pastoreo, el desarrollo de técnicas para la reproducción de especies de interés en óptimas condiciones ecofisiológicas o la evaluación de la biomasa global disponible en un ecosistema concreto.

Disponer de semejante información es una necesidad elemental y una base imprescindible para una buena parte de los estudios sobre cuestiones ambientales en países como España, en los que las comunidades de matorral poseen un peso muy importante. Diseñar una estrategia técnica y científica tendente a completar y facilitar el acceso a la información existente en este campo debería constituir una tarea preferente.

Por otra parte, la respuesta de los diversos parámetros ecofisiológicos se halla estrechamente ligada con factores ambientales, de los que habría que resaltar los más relacionados con el *stress* hídrico (PEARCY *et al.*, 1989; DOMINGO *et al.*, 1991; RAICH *et al.*, 1991; BARTON, 1993). Es por ello imprescindible el estudio de las características estructurales y funcionales de las diversas especies en relación con tales factores, con el fin

¹ Área de Geografía Física. Universidad de Murcia. Campus de «La Merced». 30001 Murcia.

de utilizar dicha información en territorios amplios que incluyen gradientes ambientales.

Las cuencas y campos experimentales, convenientemente engarzados dentro de un enfoque con mayor integración espacial, constituyen elementos importantes en el estudio de las características de las especies de interés, sobre todo frente a cambios ambientales. La obtención de series temporales en parámetros tales como el crecimiento o la producción de hojarasca en individuos específicos permite, por ejemplo, el análisis de su respuesta ante las variaciones interanuales de las condiciones climáticas.

En el campo experimental de «El Ardal», junto a otras líneas de investigación, se está trabajando, bajo el enfoque anterior, en la caracterización de diversas especies de interés. El presente trabajo se centra en el estudio del crecimiento, la producción de hojarasca y la producción primaria de una especie relevante del matorral mediterráneo, *Rosmarinus officinalis*, y en sus relaciones con las variaciones temporales de diversos factores ambientales, en particular la humedad edáfica.

AREA DE ESTUDIO. LOCALIZACION Y CONDICIONES AMBIENTALES

El campo experimental de «El Ardal» fue diseñado e instrumentado en febrero de 1989 para el estudio de los procesos en el sistema clima-suelo-vegetación (LÓPEZ BERMÚDEZ *et al.*, 1991). Está situado en la Cuenca de Mula, en el centro de la Región de Murcia (Fig. 1), a una altitud de 550 m, sobre litología caliza y exposición Norte.

Se dispone de una serie larga de precipitación (53 años) de la estación «Embalse de La Cierva», situada a 4 km del Campo Experimental. La precipitación es de 317 mm anuales, aunque la oscilación interanual es extrema, entre 72 mm en 1978 y 848 en 1951. El tipo de suelos mayoritario es el Calcisol Pétrico (FAO-ISRIC, 1989), poco profundos y pedregosos (40% de cobertura de piedras). El contenido de materia orgánica del suelo bajo matorral se sitúa en torno al 5-7%. La humedad edáfica es baja la mayor parte del tiempo. En más del 60% de los meses el contenido de humedad ha sido inferior al punto teórico de marchitamiento. En 1991, por ejemplo, esta situación se prolongó durante ocho meses.

La vegetación está mayoritariamente formada por especies arbustivas, fundamentalmente *Rosmarinus officinalis*, *Juniperus oxycedrus*, *Juniperus phoenicea*, *Rhamnus lycioides*, *Genista scorpius*, *Genista valentina* y *Thymus vulgaris*. Algunos bosquetes abiertos de *Pinus halepensis* y gramíneas perennes, en particular *Brachypodium retusum*, completan el paisaje vegetal dominante.

METODOLOGIA

Crecimiento

En abril de 1990 se seleccionaron 23 individuos de romero. De cada ejemplar se midió el número de tallos totales. En cada uno de ellos se marcaron y etiquetaron de 10 a 20 tallos, a los que se les ha venido haciendo un seguimiento mensual de su longitud, de mayo de 1990 a marzo de 1992.

Se ha intentado de este modo: a) obtener unos resultados representativos acerca del crecimiento del conjunto de la población; b) recoger y contrastar la variabilidad individual, distinguiendo en este caso la variación aleatoria, debida al azar, de la no aleatoria, y atribuible por tanto a factores intrínsecos a los propios individuos, tales como la edad o el tamaño; c) analizar la variación temporal debida a diferencias en las condiciones ambientales, fundamentalmente precipitación, temperatura y humedad del suelo.

Producción de hojarasca

Se seleccionaron individuos de distinto tamaño y se dispuso una malla en cada uno de ellos de forma que se pudiera obtener la producción total de hojarasca de los mismos. Con periodicidad mensual se ha recogido dicha producción con ayuda de un aspirador portátil. Posteriormente se ha sometido la hojarasca a 80° C durante 24 h. para obtener el peso seco.

A partir de las relaciones alométricas peso seco-biovolumen establecidas con anterioridad en *R. officinalis* (MARTÍNEZ FERNÁNDEZ *et al.*, 1991), se ha estimado la biomasa de los individuos bajo control, con el fin de obtener una relación biomasa/producción de hojarasca que posteriormente será utilizada en la estimación de la producción primaria.

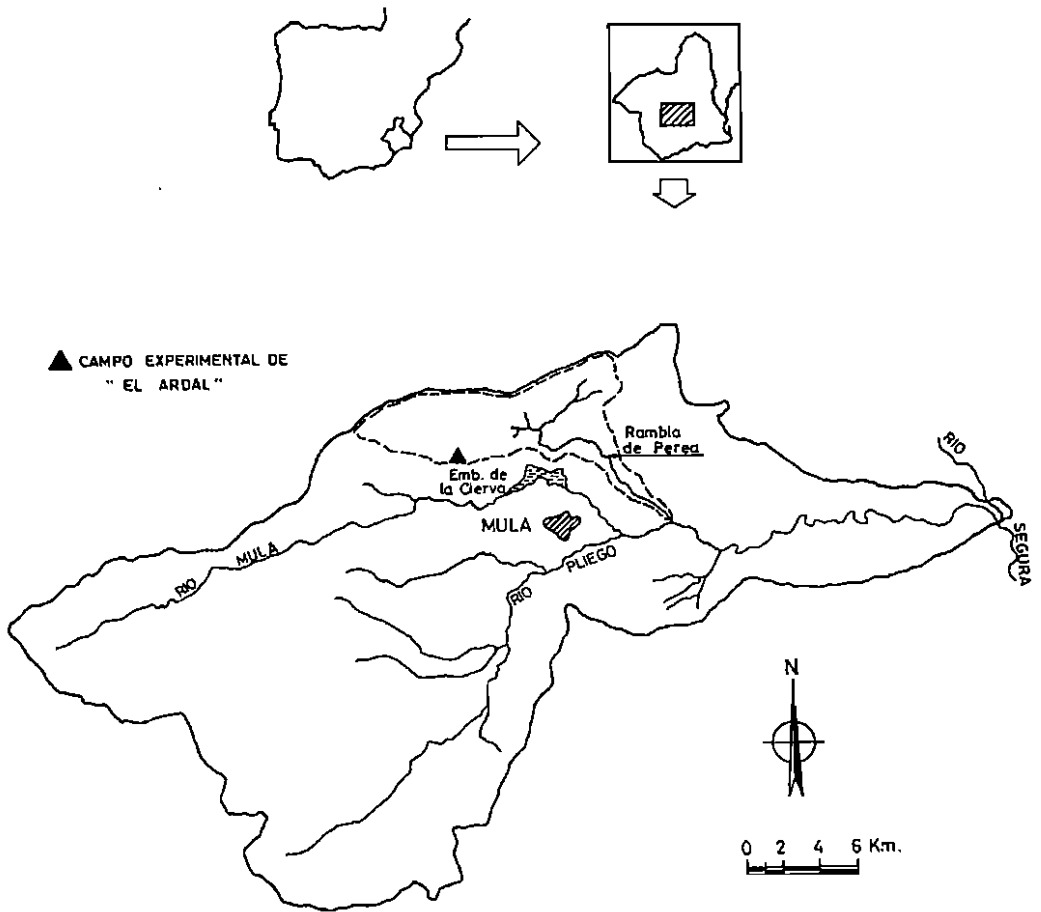


Fig. 1. Localización del Campo Experimental de *El Ardal*.

Producción primaria

Se ha considerado como: $PPN = BTN + PH$, donde PPN = Producción Primaria Neta, BTN = biomasa de tallos nuevos y PH = producción hojarasca (RAPP, CABANETTES, 1981).

La biomasa de tallos nuevos se ha obtenido a partir de los datos de crecimiento medio por tallo en cada individuo, número total de tallos y de la relación longitud/biomasa en los tallos nuevos. La producción total de hojarasca se ha obtenido directamente a partir de los muestreos mensuales. Los valores medios de biomasa fueron previa-

mente establecidos, utilizando métodos de muestreo no destructivos (ETIENNE, 1989). Se han utilizado también las relaciones establecidas entre biomasa media y producción de hojarasca y biomasa de tallos nuevos, para obtener la producción primaria neta media de *R. officinalis*.

RESULTADOS Y DISCUSION

Crecimiento

Los valores medios de crecimiento anual por tallo varían bastante para los dos períodos considerados, probablemente respondiendo a una diferente dis-

ponibilidad hídrica (Tabla I). Presenta un marcado carácter estacional, siendo la primavera (abril, mayo y junio) la época de mayor crecimiento.

TABLA I
CRECIMIENTO Y PRODUCCION PRIMARIA
DE *ROSMARINUS. OFFICINALIS*

Variables	Período	
	5-90/4-91	5-91/4-92
CREC (cm.año ⁻¹ .tallo ⁻¹)	0,55	0,17
H (gm ⁻² .año ⁻¹)	171,0	100,6
BA (gm ⁻² .año ⁻¹)	189,6	63,0
PPN (gm ⁻² .año ⁻¹)	360,6	163,6
PPN/B	0,65	0,30
H/BA	0,90	1,60

Crec: Crecimiento. H: Producción de hojarasca. BA: Biomasa acumulada en tallos nuevos. PPN: Producción primaria neta.

En el análisis de las respuestas individuales en el crecimiento, al margen de las variaciones temporales, se ha comprobado la existencia de una importante heterogeneidad. En una buena parte de los casos dicha variabilidad individual no muestra tendencia alguna, resultando tener un marcado carácter aleatorio.

Del análisis conjunto de la serie de 23 meses se desprende la ausencia de correlaciones importantes entre el crecimiento de *R. officinalis* y los valores mensuales de la precipitación y temperatura. Sin embargo, la humedad del suelo representa un importante aumento del coeficiente de correlación, que aumenta con el tiempo de retardo, hasta hacerse significativo cuando éste es de dos meses, probablemente el tiempo necesario para que se evidencie la respuesta biológica. La regresión lineal del crecimiento frente a la humedad del suelo es altamente significativa ($p = 0,001$). El resultado concuerda con lo esperado, ya que el régimen hídrico depende sólo parcialmente de las entradas puntuales de agua en forma de precipitación. La regresión entre humedad y crecimiento mejora considerablemente con un modelo exponencial (Fig. 2), que resulta ser significativo para $p < 0,0001$.

Si se analiza la serie temporal del crecimiento exclusivamente para los meses con un error relativo inferior al 20%, coincidentes con los de mayor crecimiento, la relación con la precipitación y la temperatura mejoran considerablemente. Se ha obteni-

do un modelo de regresión múltiple significativo ($p < 0,01$) utilizando como predictores la precipitación con dos meses de retardo y la temperatura.

Aunque la significación no alcanza la obtenida con la humedad edáfica, la relación estadísticamente significativa entre los valores observados y esperados de dicha regresión se considera de interés, ya que la extrapolación de los resultados de crecimiento de romero a lo largo de gradientes ambientales de precipitación y temperatura, junto a datos de cobertura o frecuencia de aparición de la especie, podría permitir una estimación indirecta sencilla de la producción primaria en el conjunto de su área de distribución. En cualquier caso sería conveniente el análisis de una serie temporal más larga.

Producción de hojarasca

Se evidencia un ritmo estacional, alcanzándose la mayor producción en la segunda mitad del verano, en los meses de agosto y septiembre, a diferencia de los resultados hallados para otras especies mediterráneas (LAVADO *et al.*, 1989). Las fluctuaciones interanuales son bastante importantes, en función del régimen hídrico. El control de la humedad edáfica sobre la producción de hojarasca se ha comprobado a través de la obtención de regresiones significativas entre los valores mensuales de ambas variables, resultando el modelo más significativo la regresión logarítmica (Fig. 3), con $p < 0,0001$. A diferencia de los resultados obtenidos con el crecimiento, no se aprecian períodos de retardo en la caída de hojarasca en relación con la humedad del suelo.

Se ha establecido una regresión lineal estadísticamente significativa ($p < 0,006$) entre biomasa y producción de hojarasca dentro de la franja de tamaños muestreados, que ha permitido calcular la producción media de hojarasca de *R. officinalis* en el Campo Experimental. Los valores obtenidos varían entre 100 y 170 g.m⁻².año⁻¹ en los períodos muestreados (Tabla I), en función del régimen hídrico existente.

Producción primaria

Los valores medios en los dos períodos considerados, entre 160 y 360 g.m⁻².año⁻¹ (Tabla I), resultan similares a los obtenidos para otras especies

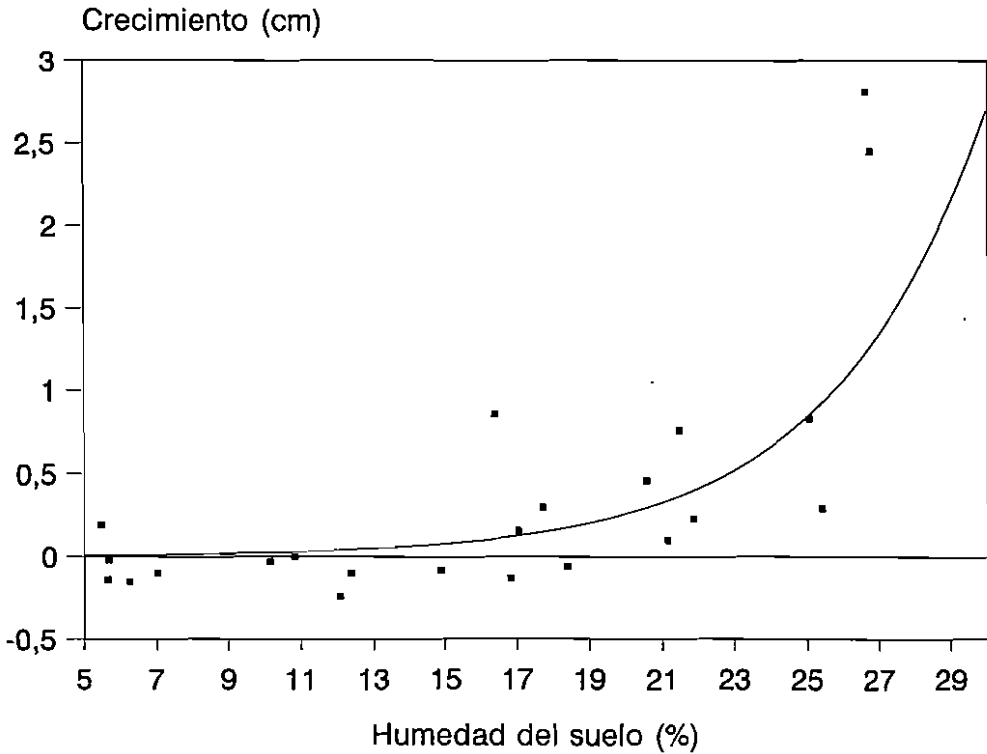


Fig. 2. Regresión exponencial entre los valores mensuales de humedad edáfica con dos meses de retardo y el crecimiento de los callos de *Rosmarinus officinalis*. $p < 0.0001$.

mediterráneas del Sureste peninsular semiárido como *Lygos sphaerocarpa* ($189 \text{ g.m}^{-2}.\text{año}^{-1}$), *Anthyllis citysoides* ($239 \text{ g.m}^{-2}.\text{año}^{-1}$) y *Stipa tenacissima* ($326 \text{ g.m}^{-2}.\text{año}^{-1}$) (PUIGDEFÁBREGAS, 1993). Datos aportados para otras comunidades de matorral en ambientes más húmedos del Sur de la Península Ibérica (MERINO *et al.*, 1990) se encuentran dentro del mismo rango.

Por el contrario, datos procedentes de comunidades estrictamente semiáridas, inferiores a $100 \text{ g.m}^{-2}.\text{año}^{-1}$ (RICHARD, VAUGHAN, 1988) se distancian de los aquí hallados. Si bien la disponibilidad de agua

es el principal factor limitante de la producción primaria en medios con *stress* hídrico, los valores medios de precipitación probablemente resultan insuficientes como predictores de la misma, teniendo otros factores topográficos y edáficos un peso importante en la determinación del régimen hídrico.

En el campo experimental de «El Ardal», situado en una ladera de exposición Norte, diversas entradas adicionales de agua en forma de nieblas, rocío, etc., una menor evapotranspiración y las buenas propiedades hidrológicas de los suelos, contribuyen a paliar el importante déficit hídrico.

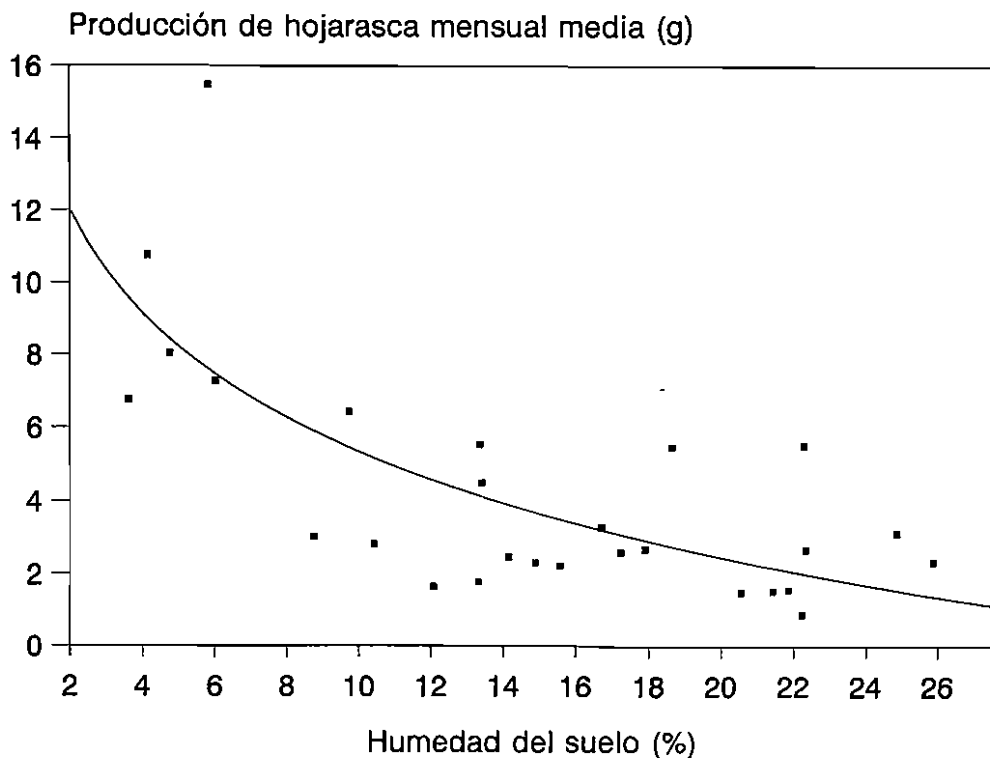


Fig. 3. Regresión logarítmica entre los valores mensuales de humedad edáfica y la producción de hojarasca de *Rosmarinus officinalis*. $p < 0.0001$.

CONCLUSIONES

El seguimiento de las variaciones temporales de parámetros tales como el crecimiento y la producción de hojarasca en individuos de *Rosmarinus officinalis* seleccionados permite el análisis de la respuesta a las variaciones ambientales, en particular climáticas. Se ha evidenciado la dependencia de dichos parámetros, fundamentalmente respecto a la humedad edáfica.

La utilización de métodos de muestreo no destructivos de la biomasa y las relaciones establecidas entre ésta y los datos de crecimiento y producción

de hojarasca ha permitido la estimación de la producción primaria neta de *R. officinalis*, cuyos valores se encuentran dentro de los rangos aportados para otras comunidades de matorral mediterráneo.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo ha sido realizado como parte del proyecto de investigación MEDALUS (Mediterranean Desertification and Land Use). MEDALUS fue fundado por la CEE en el marco del Programa Ambiental sobre Clima y Riesgos Naturales (EPOCH), contrato núm. EPOC-CT90-0014-(SMA). Su ayuda es altamente agradecida.

SUMMARY

Shoot growth, litter production and net primary productivity have been calculated for a community of *Rosmarinus officinalis* in a semi-arid community in the «El Ardal» experimental field site (Mula Basin, Murcia). The results show a strong relationship between the above variables and the temporal evolution of soil moisture. Data on primary production is in the range of those communicated from other mediterranean communities in the Iberian Peninsula.

Key words: *Rosmarinus officinalis*, shoot growth, primary production, litter production.

BIBLIOGRAFIA

- BARTON, A. M., 1993: «Factors controlling plant distributions: drought, competition, and fire in montane pines in Arizona». *Ecological Monographs*, 63, 4, 367-398.
- DOMINGO, F.; PUIGDEFÁBREGAS, J.; CLARK, S. C.; INCOLL, L. D. & LOCKWOOD, J. G., 1991: «Plant physiological behaviour in relation to water in a semi-arid environment in Southeast Spain». En: *Hydrological Interactions between Atmosphere, Soil and Vegetation*. IAHS. Publication. 204. Wallingford. 335-343.
- GEE, G. W.; BEEDLOW, P. A. & SKAGGS, R. L., 1988: «Water balance». In: RICKARD, W. H.; ROGERS, L. E.; VAUGHAN, B. E., y LIEBETRAU, S. F., *Shrub-steppe. Balance and change in a semi-arid terrestrial ecosystem*. Elsevier. Amsterdam. 61-84.
- ETIENNE, M., 1989: «Non destructive methods for evaluating shrub biomass: a review». *Acta Oecologica Oecol. Applic.* 10, 2, 115-128.
- FAO-ISRIC, 1989: *Soil Map of the World*. Wageningen, 137 pp.
- 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.
- LÓPEZ BERMÚDEZ, F.; ROMERO DÍAZ, M. A. & MARTÍNEZ FERNÁNDEZ, J., 1991: «Soil erosion and semi-arid mediterranean environment. «El Ardal» Experimental Field (Murcia, Spain)». En: *Soil Erosion Studies in Spain*. Ed. Geoforma. Logroño, 137-152.
- MARTÍNEZ FERNÁNDEZ, J.; LÓPEZ BERMÚDEZ, F.; ROMERO DÍAZ, M. A.; MARTÍNEZ FERNÁNDEZ, J.; ALONSO SARRIÁ, F.; ESPINOSA, V. y JAVALOY, A., 1991: «El matorral semiárido del sureste de España. Aportación metodológica para su evaluación». *Studia Oecologica*, VIII, 97-105.
- MERINO, O.; MARTÍN, N. P.; MARTÍN, A. & MERINO, J., 1990: «Successional and temporal changes in primary productivity in two mediterranean scrub ecosystems». *Acta Oecologica*, 11 (1), 103-112.
- MILLINGTON, A. & TOWNSHEND, J., 1989: *Biomass assesment. Woody biomass in the SADCC Region*. 270 pp. Earthscan. Londres.
- PEARCY, R. W.; SCHULZE, E.-E. & ZIMMERMANN, R., 1989: «Measurement of transpiration and leaf conductance». In: PEARCY, R. W.; EHLERINGER, J.; MOONEY, H. A., y RUNDLELL, P. W., *Plant Physiological Ecology*. Chapman and Hall. Londres, 137-160.
- PUIGDEFÁBREGAS, J. (Group Coordinator), 1993: «The Tabernas (Almería) field site». *Medalus I Final Report*, 461-503.
- RAPP, M. & CABANETTES, A., 1991: «Biomass and productivity of a *Pinus pinea* stand». *Components of Productivity of Mediterranean-Climatic Regions. Basic and Applied Aspects*. Boston.
- RAJCH, J. W.; RASTETTER, E. B.; MELILLO, J. M.; KICKLIGHTER, D. W.; STEUDLER, P. A.; PETERSON, B. J.; GRACE, A. L.; MOORE II, B. & VÖRÖSMARY, C. J., 1991: *Ecological Applications*, 1, 4, 399-429.
- RICHARD, W. H. & VAUGHAN, B. E., 1988: «Plant community characteristics and responses». *Shrub-Steppe. Balance and change in a semi-arid terrestrial ecosystem*. Elsevier, 109-179.