

Relación entre la biomasa de jales y su rendimiento energético por pirolisis

Nuñez E., Cabeza J., Escudero J.C.

in

Bellot J. (ed.).
Jornadas sobre las bases ecológicas para la gestión en ecosistemas terrestres

Zaragoza : CIHEAM
Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 3

1989
pages 345-350

Article available on line / Article disponible en ligne à l'adresse :

<http://om.ciheam.org/article.php?IDPDF=CI000565>

To cite this article / Pour citer cet article

Nuñez E., Cabeza J., Escudero J.C. **Relación entre la biomasa de jales y su rendimiento energético por pirolisis.** In : Bellot J. (ed.). *Jornadas sobre las bases ecológicas para la gestión en ecosistemas terrestres.* Zaragoza : CIHEAM, 1989. p. 345-350 (Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 3)



<http://www.ciheam.org/>
<http://om.ciheam.org/>

RELACION ENTRE LA BIOMASA DE JARALES Y SU RENDIMIENTO ENERGETICO POR PIROLISIS.

E. NUÑEZ; J. CABEZA y J.C. ESCUDERO.
 Area de Ecología. Facultad de Ciencias.
 Universidad de Extremadura.

Key words: biomass, energy, pyrolysis, *Cistus ladanifer*.

Abstract: RELATIONSHIP BETWEEN "JARALES" STANDS BIOMASS AND ITS ENERGETIC YIELD IN PYROLISIS. Energetic yield obtained from "jara" (*Cistus ladanifer* L.) was studied through transformation of biomass into char. Pyrolysis -distillation of organic materials by heating without oxygen addition- was utilized. Three different ages of "jara" were tested. Leaves, capsules, photosynthetic and non-photosynthetic shoots were separately pyrolyzed.

Char yield and heating value (32-44.9% and 7200 Kcal Kg⁻¹ respectively) were comparable to those obtained from evergreen oak and other trees, under the same experimental conditions. Exploitation of "jara" as alternative energy source is discussed and related ecological consequences are assessed.

INTRODUCCION.

La biomasa ha recibido considerable atención como una alternativa para la obtención de energía y se han realizado estimas teóricas de su posible rendimiento en ecosistemas de tipo mediterráneo (Margaris, 1981b). Actualmente se afirma que la aportación energética total de la biomasa al consumo mundial es 8.5 veces superior a la aportación hidráulica (Sotelo, 1983).

Pimentel *et al.* (1984) analizan los costes y beneficios económicos que supondría un aumento en el consumo de biomasa como energía alternativa y destacan los problemas ambientales que ello conlleva: pérdida de suelos, nutrientes, etc.

Un gran número de procesos, tanto químicos como biológicos y térmicos, han sido propuestos para convertir esta biomasa en combustible de alta calidad. Entre ellos, se ha usado ampliamente el de

pirólisis, que consiste en la destilación destructiva de la materia orgánica a altas temperaturas y en ausencia de oxígeno.

Según las condiciones de temperatura, tiempo y velocidad de calentamiento a las que se lleva a cabo la pirólisis; se obtendría una calidad distinta de carbón (Philippou, 1981), por lo que numerosos estudios intentan optimizar el método (Ehrburger y Lahaye, 1982; Bernalte, 1985; Valenzuela *et al.*, 1987, entre otros).

La jara (*Cistus ladanifer* L.) es una especie de matorral muy extendida por buena parte de la España silíceo mediterránea, y forma en muchos casos sistemas prácticamente monoespecíficos de gran cobertura. Es una especie pirófito activa que se regenera fácilmente por semillas tras diversos tipos de manejos y perturbaciones (Montgomery y Strid, 1976; Margaris, 1982a; Houerou, 1981).

En el presente trabajo se estudia la biomasa de jaras de tres edades diferentes; y su rendimiento energético mediante la conversión en carbón por el método de pirólisis.

MATERIALES Y METODOS.

El matorral investigado está situado en Villar del Rey, al noroeste de la provincia de Badajoz. Los valores de precipitación y temperatura media anuales son de 697.6 mm y 15.3°C, respectivamente.

Se recolectó la biomasa aérea en jarales de tres edades (1, 5 y 15 años). Los cálculos se efectuaron a partir de un número significativo de muestras de 1 m², en función de la superficie total ocupada por el matorral de cada edad. El material vegetal fue fraccionado en hojas, cápsulas, tallos fotosintéticos (T1) tres grupos de tallos no fotosintéticos (T2, T3 y T4, en orden creciente de grosor) y se secó en estufa de aire forzado a 105°C hasta peso constante (48 horas). Posteriormente fue molido en un molinillo Culatti con tamiz de 1 mm de luz.

Cada una de estas fracciones se sometió a pirólisis en un equipo Mettler TA 3000 en atmósfera dinámica de nitrógeno (200 ml min⁻¹), aumentando 10°C min⁻¹ la temperatura desde 35°C hasta 200, 450 y 699.1°C. Los termogramas resultantes muestran la curva de pérdida de peso (TG) y su derivada (DTG), que pone de manifiesto las sucesivas fases del proceso.

RESULTADOS

Los valores de biomasa en las tres edades del jaral (93.9 g/ m² cuando tiene 1 año; 362.4 a los 5 y 1605.8 g/ m² cuando ha alcanzado los 15 años), se aproximan a los hallados por Chapman y col. (1976), Gray y Schlesinger (1981), Basanta (1982), etc., en otros tipos de matorral (Tabla 1).

TABLA 1 BIOMASA AÉREA (gm⁻²) DE LAS DISTINTAS FRACCIONES EN LAS TRES EDADES DEL JARAL.

FRACCIONES	EDAD (años)		
	1	5	15
Hojas	75.8	122.4	161.1
Cápsulas	-	9.6	29.9
T ₁	11.8	23.6	21.1
T ₂	6.3	57.6	229.0
T ₃	-	116.3	320.6
T ₄	-	32.3	814.7
TOTAL	93.9	362.4	1605.8

Se observa un aumento lineal de la biomasa con la edad en el período analizado (Fig.1), si bien se están estudiando edades superiores para encontrar el máximo desarrollo de la comunidad (Marquez, com. verbal). En otros tipos de matorral, este máximo se alcanza alrededor de los 20 años (Oechel y Reid, 1984). El incremento en la biomasa total se debe principalmente al material no fotosintético que se multiplica por 200 entre los años 1 y 15, mientras que el material fotosintético tan sólo se duplica. La preponderancia cada vez más acentuada de los tejidos no productores, origina un progresivo descenso de la disponibilidad de carbono para el crecimiento, con lo que éste se hace más lento (Margalef, 1980; Specht, 1981).

Los termogramas obtenidos en la pirólisis de cada fracción de biomasa (Figura 2) ponen de manifiesto varios posibles efectos:

-Una pérdida de peso (entre el 2.09% y el 6.9% del peso inicial) desde la temperatura de comienzo hasta 200°C, poco pronunciada en relación a la hallada en otras maderas (Bernalte, 1985), puesto que las muestras fueron secadas previamente a 105°C. Esta pérdida se asocia probablemente a la eliminación de algunos aceites esenciales y materias volátiles.

- Entre 170 y 220°C se produce el denominado "primer período de desintegración de la madera"

(Martinez Hermosilla, 1949), con abundante desprendimiento de gases, principalmente CO₂ y CO (Sotelo, 1983; Bernalte, 1985).

- La tercera fase se extiende en todos los casos entre 250 y 340°C, temperatura a la que comienza la pirólisis (Valenzuela *et al.*, 1987). En ella se desprenden hidrocarburos, brea, CO₂, etc. (Bernalte, 1985)

-Aproximadamente entre 350 y 450°C se observa un último proceso, que podría asignarse al período de agotamiento final de la madera (Sotelo, 1983), al término del cual ya está formado el carbón.

El aumento de temperatura provoca una gradual disminución de peso por pérdida de materiales volátiles, obteniéndose menor cantidad total de carbón (Tabla 2) pero de mejor calidad (Bernalte, 1985).

El rendimiento en carbón de la biomasa de jara a 450°C oscila entre un 32 y un 45%, con escasas diferencias entre las distintas fracciones utilizadas. El poder calorífico de este carbón es de 7200 Kcal Kg⁻¹ (Valenzuela, com. pers.) según las fórmulas desarrolladas por Adaro (1984). Tanto el rendimiento como el poder específico resultan muy semejantes a los obtenidos a partir de biomasa de otras especies como la encina, abedul, pino, etc. (Phillipou, 1981; Valenzuela *et al.*, 1987).

TABLA 2. PORCENTAJES DE CARBÓN OBTENIDOS A PARTIR DE CADA FRACCIÓN DE BIOMASA DE JARA A TRES DIFERENTES TEMPERATURAS.

FRACCIONES	TEMPERATURA		
	200°C	450°C	699.1°C
Hojas	97.8	44.9	32.5
Cápsulas	98.2	41.0	29.5
T1	97.2	39.5	29.5
T2	97.3	39.1	28.3
T3	97.7	32.1	23.4
T4	96.6	32.0	23.2

FIGURA 1. BIOMASA AÉREA TOTAL, FOTOSINTÉTICA Y NO FOTOSINTÉTICA DE TRES EDADES DE JARAS.

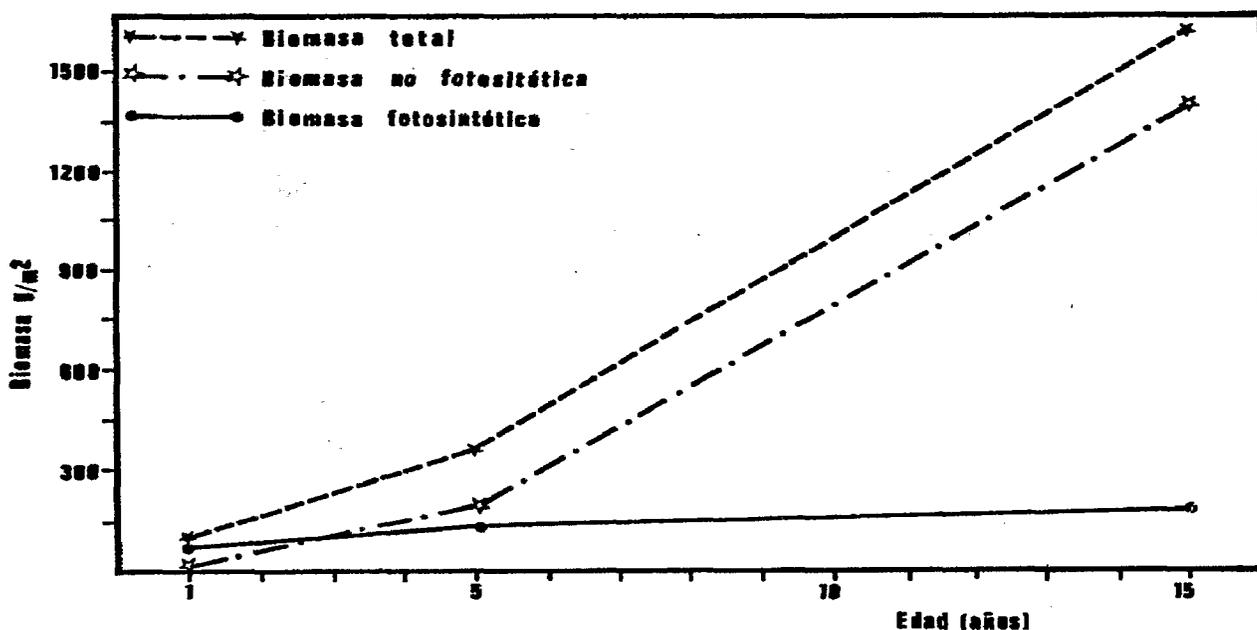


FIGURA 2. TERMOGRAMAS OBTENIDOS DE LA PIRÓLISIS DE TODAS LAS FRACCIONES DE BIOMASA DE JARAS.

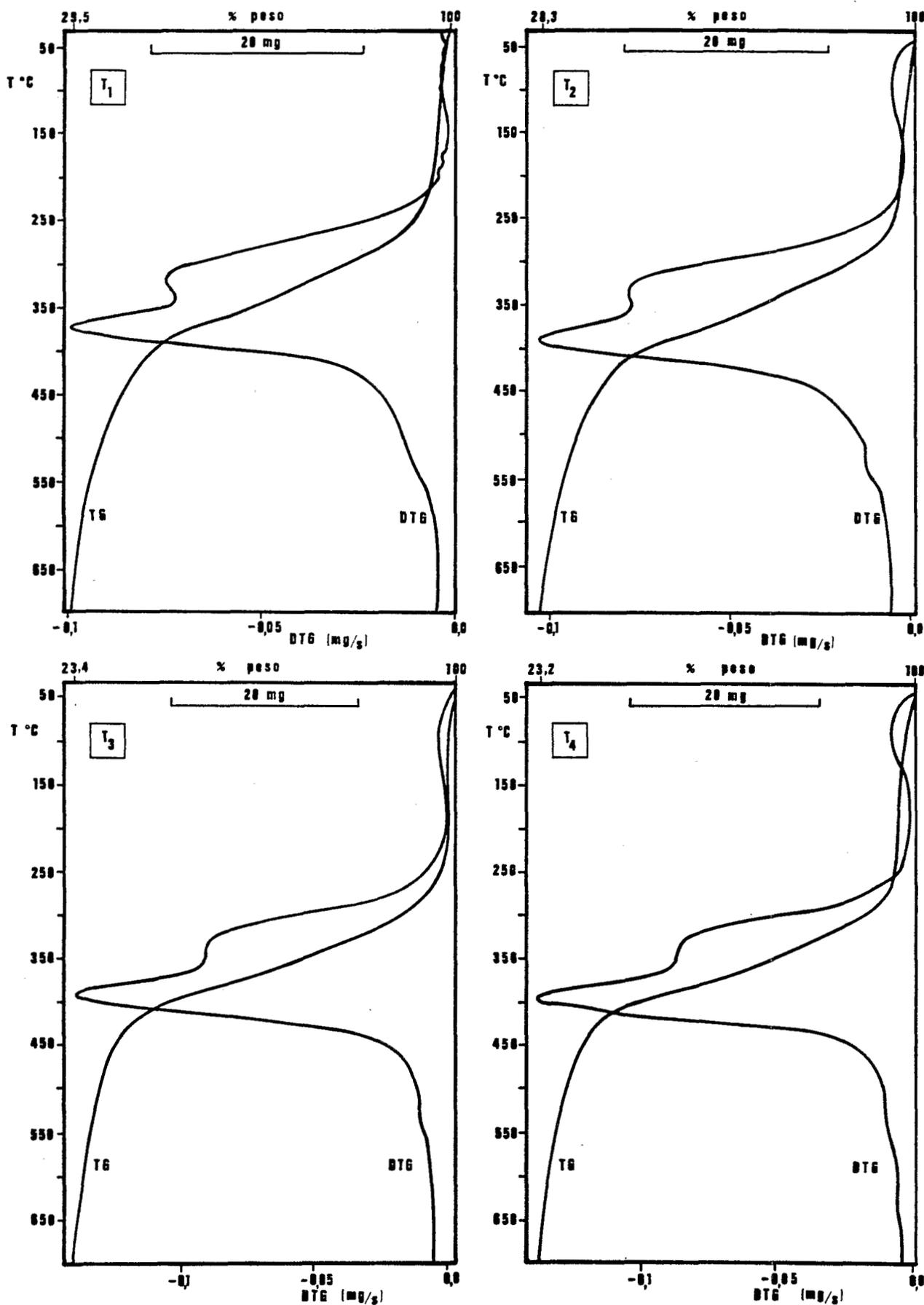
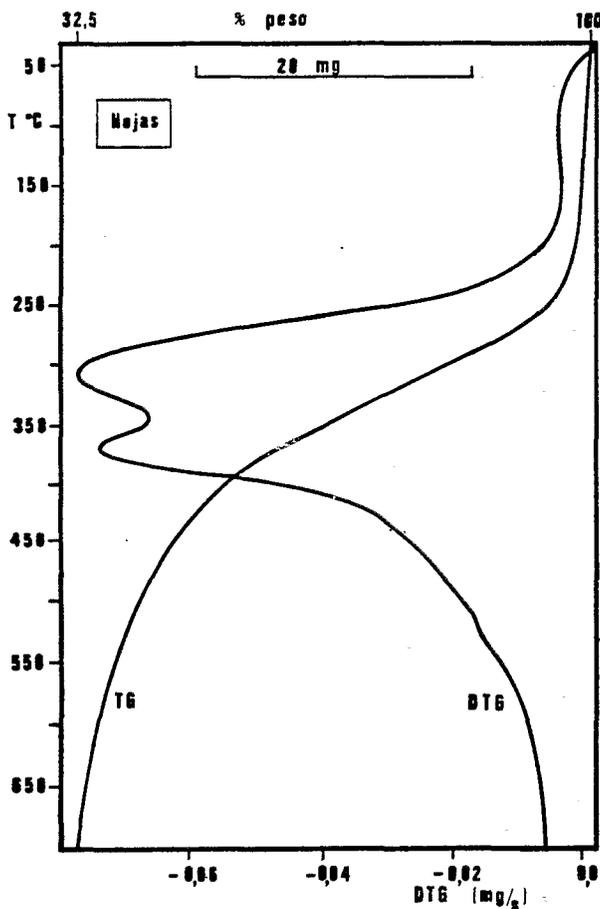
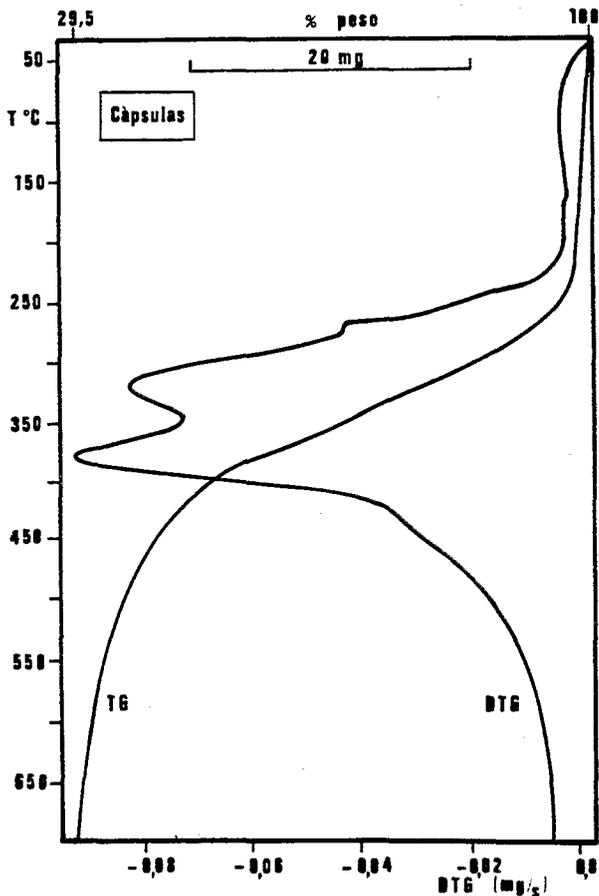


FIGURA 2 (CONTINUACIÓN)



DISCUSION

La jara alcanza unos valores considerables de biomasa en un periodo de tiempo relativamente corto, lo que unido a su fácil reproducción y a su implantación en suelos muy pobres o incluso fuertemente impactados, la convierten en una materia prima muy adecuada para la obtención de energía.

Puesto que de todas las fracciones de la biomasa se obtienen unos rendimientos muy semejantes, pueden utilizarse todas ellas para transformarlas en carbón. De acuerdo con su poder calorífico, la jara de los matorrales estudiados rendiría aproximadamente unos 46 millones de Kcal Ha⁻¹ los 15 años de edad; 10 millones a los 5 años y 2 millones de Kcal Ha⁻¹ cuando las jaras tienen tan sólo un año. Además del carbón, al pirolizar la biomasa se obtienen otros compuestos tanto líquidos (ácido acético, metanol, acetona, etc.) como gaseosos (metano, etileno, hidrógeno, CO₂), algunos de los cuales pueden utilizarse para consumo industrial o doméstico (Philippou, 1981).

Una vez conocida la oferta de la naturaleza, se hace necesario seleccionar el procedimiento más adecuado de corte y la periodicidad del mismo para obtener el máximo rendimiento. Estudios de este tipo han sido realizados ya en otros ecosistemas de tipo mediterráneo (Margaris, 1981b).

Por otro lado, hay que valorar con carácter prioritario los efectos ambientales del tipo de aprovechamiento propuesto (Pimentel *et al.*, 1984). La jara se implanta perfectamente en sitios erosionados, reteniendo eficazmente el suelo (Montgomery y Strid, 1976; Juhren y Montgomery, 1977); además una eliminación continuada de la biomasa disminuiría progresivamente la productividad del sistema por la pérdida de nutrientes edáficos (Margaris, 1981b; Pimentel *et al.*, 1984).

La gestión racional de estos ecosistemas requiere por tanto el conocimiento de su particular estructura y función (Merino, 1986), ya que resulta inadecuada la aplicación de los resultados obtenidos en otros ecosistemas semejantes.

BIBLIOGRAFIA

- ADARO, E.N. 1984. *Aprovechamiento energético de residuos forestales para obtención de carbón vegetal*. Madrid.
- BASANTA, A. 1982. *Vegetación seral de Sierra Morena. Estudio ecológico de las respuestas del matorral a distintas intervenciones humanas en el Coto Nacional "La Pata del Caballo" (Huelva)*. Tesis Doctoral Universidad de Sevilla.
- BERNALTE, J. 1985. *Preparación y estudio de carbón vegetal de madera de encina*. Tesis de Licenciatura. Universidad de Extremadura.
- CHAPMAN, S.B. 1976. *Production Ecology and Plant Nutrition*. En "Methods in Plant Ecology" (Ed. S.B. Chapman) Blackwell Sci. Pub. Oxford, pp. 157-228.
- EHRBURGER, P. Y LAHAYE, J. 1982. *Effect of carbonization on the porosity of beechwood*. *Carbón* 20, 433-439.
- GRAY, J.T. Y SCHLESINGER, W.H. 1981. *Biomass production and litter fall in the coastal sage scrub of southern California*. *Amer. J. Bot.* 68: 24-33.
- HOUEYOU, H.N. 1981. *Impact of man and his animals on mediterranean vegetation*. En "Ecosystems of the World II. Mediterranean type shrublands" (Eds. F. di Castri, W. Goodall y R.L. Specht). Elsevier Sci. Pub. Co. Amsterdam.
- JUHREN, M.C. Y MONTGOMERY, K.R. 1977. *Long term response of Cistus and certain other introduced shrubs on disturbed wildlands sites in southern California*. *Ecology* 58, 129-138.
- MARGALEF, R. 1980. *Ecología*. Ed. Omega. Barcelona.
- MARGARIS, N.S. 1981a. *Adaptative strategies in plants dominating Mediterranean-type ecosystems*. En "Ecosystems of the World II. Mediterranean-type shrublands". (Eds. F. di Castri, W. Goodall y R.L. Specht). Elsevier Sci. Pub. Co. Amsterdam.
- MARGARIS, N.S. 1981b. *Maquis biomass for energy cost and benefits*. En "Components of productivity of Mediterranean-Climate Regions. Basic and Applied". (Eds. N.S. Margais y H.A. Mooney). Springer-Verlag.
- MARTINEZ HERMOSILLA P. 1949. *Estado actual de las técnicas de destilación de maderas duras*. Publicaciones Ministerio de Agricultura. Madrid.
- MERINO, J. 1986. *Productividad. Ciclo de nutrientes en el área de Doñana*. En "Bases ecológicas per la gestió ambiental. Diputació Barcelona.
- MONTGOMERY, K.R. Y STIRD, W.T. 1976. *Regeneration of introduced species of Cistus (Cistaceae) after fire in southern California*. *Madroño* 23, 417-427.
- OECHEL, W.C. Y REID, C.D. 1984. *Photosynthetic and biomass of chaparral shrubs along a fire-induced age gradient in southern California*. *Bull. Soc. Bot. Fr. Act. Bot.* 131, 399-409.
- PHILIPPOU, J.L. 1981. *Conversion of biomass into energy and chemicals thermolitic methods*. En "Components of Productivity of Mediterranean-Climate Regions. Basic and Applied". (Eds. N.S. Margaris y H.A. Mooney). Springer-Verlag.
- PIMENTEL, D.; FRIED, F.R.; OLSON, L.; SMITH, S.; JHOSON, K; WESCMAN, A.; WHELAN, A.; FOGLIA, K.; POOLE, P.; KLEIN, T.; SOBIN, R. Y BOCHE, A.; 1984. *Environmental and social cost of biomass energy*. *Bioscience* 34, 89-94.
- SOTELO, J.L. 1983. *Aprovechamiento energético de la biomasa*. Lección inaugural. Universidad de Extremadura.
- SPECHT, R.L. 1981. *Primary productivity in mediterranean Climate ecosystems regenerating after fire*. En "Ecosystems of the World II. Mediterranean type shrublands". (Eds. F. di Castri, W. Goodall y R.L. Specht). Elsevier Sci. Pub. CO. Amsterdam, pp. 257-267.
- VALENZUELA, C.; BERNALTE, A.; SERRANO, V. Y BERNALTE, J. 1987. *Influence of particle size and pyrolysis conditions on yield, density and some textural parameters of chars prepared from holm oak wood*. *J. Anal. Appl. Pyrolysis* 12, 61-70.