

## Alteraciones del humus en bosques mediterráneos continentales afectados por incendios

Almendros G., González-Vila F.J., Martín F.

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 95-99

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

<http://om.ciheam.org/article.php?IDPDF=CI000513>

To cite this article / Pour citer cet article

Almendros G., González-Vila F.J., Martín F. **Alteraciones del humus en bosques mediterráneos continentales afectados por incendios.** In : Bellot J. (ed.). *Jornadas sobre las bases ecológicas para la gestión en ecosistemas terrestres.* Zaragoza : CIHEAM, 1989. p. 95-99 (Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 3)



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

## ALTERACIONES DEL HUMUS EN BOSQUES MEDITERRANEOS CONTINENTALES AFECTADOS POR INCENDIOS

---

---

G. ALMENDROS\*, F. J. GONZÁLEZ-VILA\*\* y F. MARTÍN \*\*

\* I.E.B.V. (C.S.I.C) Madrid

\*\* I.R.N.A (C.S.I.C.) Sevilla

---

---

**Keywords:** humus, humic substances, forest fire.

**Abstract:** *ALTERATIONS OF HUMUS IN CONTINENTAL MEDITERRANEAN FOREST AFFECTATE BY FIRE.* Active fire-induced dynamism of soil humus was found after the analytical comparison of humic polymers from unaltered or burned soil areas, and from laboratorysimulated burnings on soil samples or soil humus fractions.

In general, the polymer structure of humic and fulvic acids were found to be rather resistant to the destruction by fire, but they often underwent noticeable chemical transformation as revealed by physical and chemical methods (IR spectroscopy, <sup>13</sup>C NMR spectroscopy, oxidative degradation followed by combined GC-MS, elementary composition, etc) .

The most significant alterations -from the soil point of wiew- arose from the selective destruction of specific oxygen-containing functional groups, which probably contributed to a condensation of the tertiary structure of the humus polymers. These effects were responsible for the transformation of fulvic acid into humic acid-like polymers, the latter being also transformed into very stable condensed polymers that quantitatively contributed to the soil humin fraction.

To all appearances, the modifications observed in the properties of the humic polymers are responsible for the changes in aggregation, wettability, mobilization of cations, and for the biological activity of the soils under burned areas.

Los estudios ecológicos relacionados con los efectos de los incendios forestales o con el manejo controlado del fuego, requieren del conocimiento de su influencia sobre las propiedades del humus (Viro, 1984; DeBano *et al.*, 1977; Wright y Bailey, 1982; Sanroque *et al.*, 1985; Vega, 1985). Al ser la fracción orgánica del suelo la que presumiblemente ha de acusar en mayor medida los efectos de las altas temperaturas generadas durante el incendio, y constituyendo las sustancias húmicas su fracción más activa desde el punto de vista fisicoquímico, el presente estudio se centra en el análisis de esta serie de polímeros edáficos.

La dificultad de reconocer el efecto específico de los distintos procesos que intervienen durante el incendio, hace necesario el diseño de experimentos de simulación en el laboratorio que permitan diferenciar los efectos intrínsecos del fuego, de los debidos a las translocaciones de materia inducidas directa o indirectamente por el incendio (DeBano *et al.*, 1970; Savage *et al.*, 1972; Smith y Bowes, 1984; Giovannini *et al.*, 1983; Almendros *et al.*, 1984 a y b, 1988).

El estudio de las características del humus en tierras pardas bajo pinares de repoblación o bajo vegetación espontánea de la provincia de Madrid (bosques esclerófilos mediterráneos continentales) afectados por incendios, pone de manifiesto una transformación variable del humus por efecto del fuego:

- La relación C/N puede experimentar notables reducciones en ciertos casos, que podrían ser explicados por el incremento en las formas estables (no hidrolizables) de nitrógeno. Experimentos de laboratorio demuestran que cuando la destrucción del ácido húmico representa el 25% en peso, se ha perdido del orden de un 40% de oxígeno y un 10% de carbono, pero sólo un 6% del nitrógeno de la molécula.

- La modificación de la estructura química de los ácidos húmicos resulta especialmente notable, reconociéndose una destrucción selectiva de constituyentes polimetilénicos (que puede ser compensada, a su vez, por la incorporación de sustancias lipídicas libres de la necromasa o del suelo), la demetoxilación de las estructuras aromáticas, el aumento en la estabilidad de los constituyentes nitrogenados, la destrucción preferente de las estructuras alicíclicas y un considerable aumento de la aromaticidad total del polímero. Resulta notable, en todo caso, la gran estabilidad del ácido húmico frente a la destrucción por el fuego.

La separación e identificación (CG-EM) de los productos obtenidos tras degradación química de ácidos húmicos sometidos o no a los efectos del fuego muestra, en el primer caso, una mayor proporción de ácidos benceno-carboxílicos y un contenido más bajo de ácidos fenólicos y de ácidos dicarboxílicos alifáticos, en tanto que la proporción de ácidos grasos resulta relativamente constante.

- La respuesta variable de la actividad biológica del suelo podría ser explicada a partir de la modificación en la composición del humus. Mientras en ciertos casos se aprecia una disminución atribuida a la destrucción selectiva de las lignocelulosas y al

aumento en la estabilidad química de las sustancias húmicas (caso de la vegetación autocombustible), en otros casos se reconoce un aumento a medio plazo, que podría deberse a la mayor disponibilidad de bases de cambio en el suelo y al depósito masivo de necromasa parcialmente quemada.

Estudios recientes ponen de manifiesto que los anteriores efectos sobre las sustancias húmicas no se deben exclusivamente a la alteración química de los polímeros preexistentes, sino también a la transformación de fracciones fúlvicas y húmicas en otros tipos de sustancias de tipo húmico de reducida solubilidad. En condiciones de calentamiento relativamente suave, los ácidos fúlvicos se transforman en un polímero del tipo de los ácidos húmicos (insoluble a pH ácido) que evoluciona hacia un polímero insoluble a todos los valores de pH, del tipo de la humina. Este segundo proceso se observa también en los ácidos húmicos, que se transforman primero en sustancias del tipo de la humina y, en condiciones más extremas, en polímeros condensados estables frente a la degradación química y biológica, con composición elemental similar a la de los carbones de bajo rango (Fig.1).

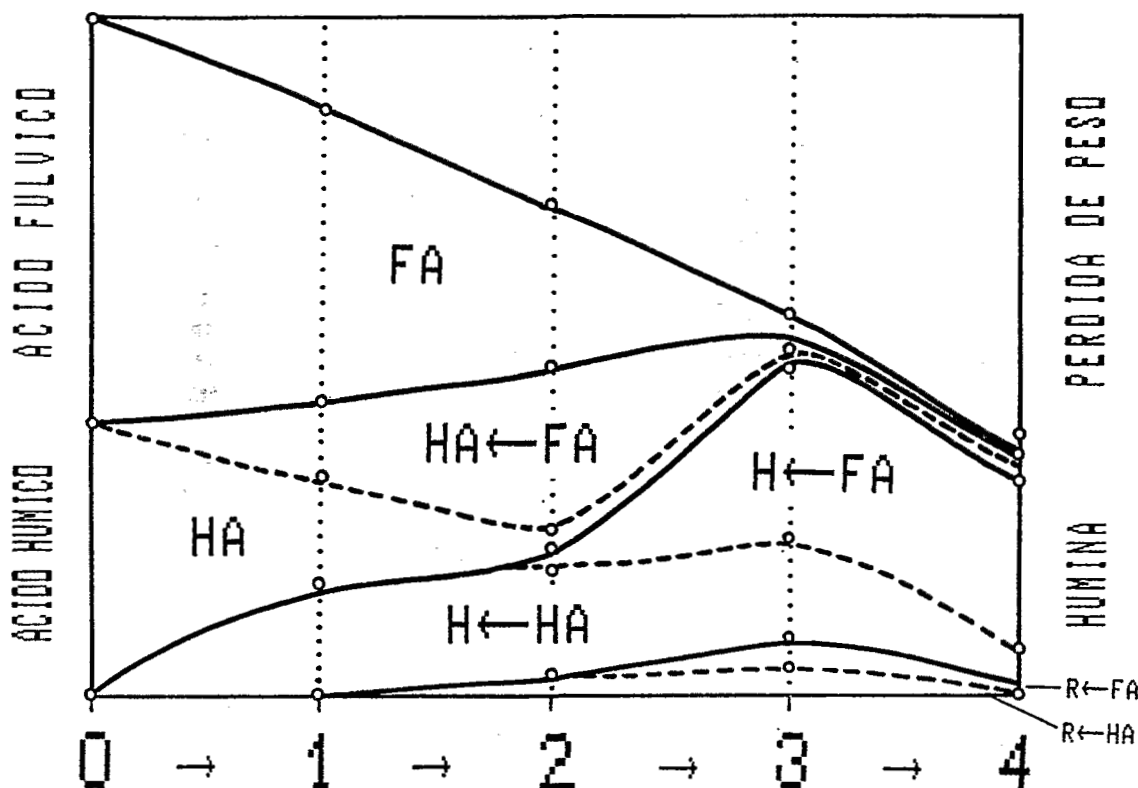
Las transformaciones anteriormente indicadas son fundamentalmente atribuidas a la intensa descarboxilación y deshidratación térmica de las fracciones húmicas, responsable de la destrucción progresiva de sus propiedades coloidales y de la reducción en su solubilidad. Dicho proceso conduciría a una mayor condensación de la estructura terciaria del ácido húmico y a una disminución en su polaridad. Estas modificaciones en los polímeros del humus podrían considerarse responsables en gran medida de la reducida humectabilidad de algunos suelos quemados, proceso éste último que se ha observado también en los casos en que no se incrementa apreciablemente el contenido total de lípidos del suelo.

La figura 2, obtenida mediante sustracción de espectros infrarrojos, ilustra los cambios producidos por el fuego en la estructura de ácidos húmicos en condiciones naturales o de laboratorio. En ambos casos se comprueba la disminución en la intensidad de las bandas de tensión O-H ( $3400\text{ cm}^{-1}$ ) y C=O (carboxilos,  $1720\text{ cm}^{-1}$ ), así como de las vibraciones C-H alifáticas ( $2920$  y  $1460\text{ cm}^{-1}$ ) y de la región propia de grupos OH alcohólicos (polisacáridos) y metoxilos (sobre  $1040\text{ cm}^{-1}$ ). La destrucción preferente de las proteínas se reconoce por la disminución de las vibraciones de amidas I y II a ( $1660$  y  $1540\text{ cm}^{-1}$ ). Las regiones espectrales que experimentan aumento en su intensidad por efecto del fuego corresponden a los enlaces C=C aromáticos ( $1510, 1610\text{ cm}^{-1}$ ) y a la región sobre  $1200\text{ cm}^{-1}$  que podría asignarse, entre otras, a sustituciones

FIGURA 1. EVOLUCIÓN DE LAS FRACCIONES COLOIDALES ORGÁNICAS DEL HUMUS DURANTE INCENDIOS SIMULADOS EN EL LABORATORIO (0→1→2→3→4: PROGRESIVAS FASES DE CALENTAMIENTO A 3501<sup>o</sup> C DE SUELOS SINTÉTICOS OBTENIDOS SOPORTANDO LAS SUSTANCIAS HÚMICAS EXTRAIDAS DE UNA TIERRA PARDA BAJO ENCINAR SOBRE LA FRACCIÓN MINERAL DEL PROPIO SUELO).

FA: ÁCIDOS FÚLVICOS QUE PERMANECEN INALTERADOS; HA→FA: FRACCIÓN DEL TIPO DE LOS ÁCIDOS HÚMICOS FORMADA POR CALENTAMIENTO DEL ÁCIDO FÚLVICO; H→FA: FRACCIÓN DEL TIPO DE LA HUMINA FORMADA POR CALENTAMIENTO DE ÁCIDOS FÚLVICOS; R→FA: RESIDUO CARBONOSO ESTABLE OBTENIDO POR CALENTAMIENTO DEL ÁCIDO FÚLVICO.

HA: ÁCIDOS HÚMICOS QUE PERMANECEN INALTERADOS; H→HA: FRACCIÓN DEL TIPO DE LA HUMINA FORMADA POR CALENTAMIENTO DEL ÁCIDO HÚMICO; R→HA: RESIDUO CARBONOSO ESTABLE FORMADO A PARTIR DEL ÁCIDO HÚMICO.



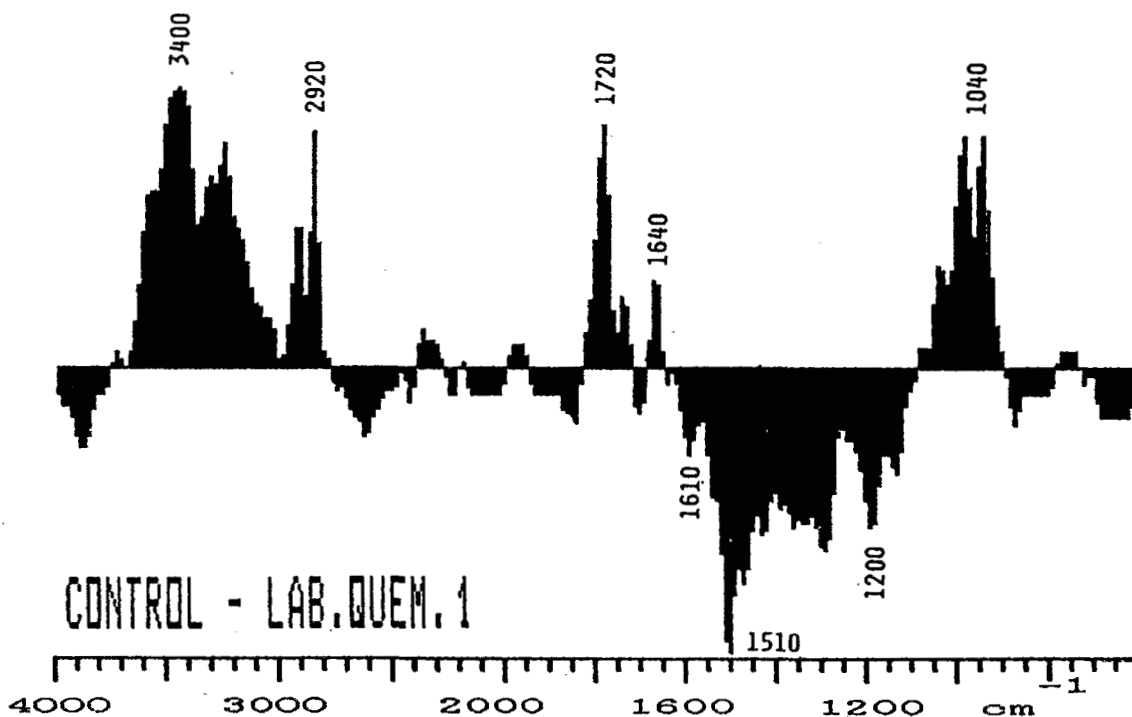
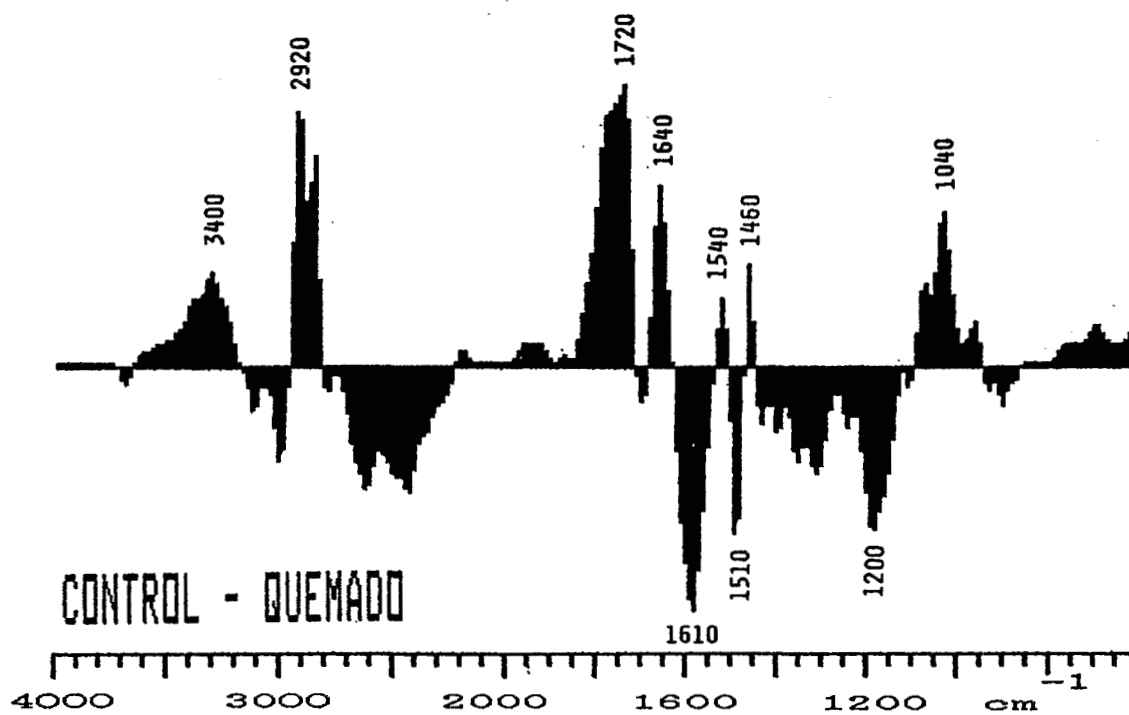
aromáticas de la lignina. Los anteriores resultados confirman los obtenidos por tensión  $^{13}\text{C}$  RMN, que sugieren el aumento relativo en el número de carbonos aromáticos (160-110 ppm), concomitante a la pérdida de varios tipos de carbonos parafínicos (5-46 ppm) y de polisacáridos (110-46 ppm).

La composición y estructura de las sustancias húmicas en los suelos afectados por incendios sugieren una elevada estabilidad frente a la degradación química y biológica, similar a la que caracteriza las etapas de "madurez" de los tipos de humus más evolucionados. Desde este punto de vista, los incendios o quemas controladas de baja intensidad no suponen necesariamente un efecto desfavorable para el suelo, contribuyendo a la liberación de los nutrientes inmovilizados en el humus y acele-

rando el ciclo biogeoquímico en determinados ecosistemas. Por el contrario, otros incendios con repercusiones más extremas conducen a la destrucción de las propiedades de superficie de los coloides húmicos, acumulándose polímeros inertes frente a la degradación biológica y con reducida actividad fisicoquímica, pero cuyo esqueleto carbonado todavía puede retener considerable cantidad de compuestos lipídicos resistentes al efecto del fuego. En estas condiciones, y en función del tipo de vegetación, la movilización térmica de lípidos, unida a la decarboxilación y condensación de los polímeros del humus pueden conducir a la aparición de los procesos de repelencia al agua y disminución de la capacidad de intercambio catiónico en los suelos afectados por el fuego.

FIGURA 2.- EFECTOS DEL FUEGO SOBRE LA ESTRUCTURA DE LOS ÁCIDOS HÚMICOS, RECONOCIDOS MEDIANTE COMPARACIONES ENTRE EL MATERIAL EXTRAÍDO DE UNA TIERRA PARDA BAJO ENCINAR EN ZONAS AFECTADAS O NO POR EL FUEGO, ASÍ COMO EL SOMETIDO A INCENDIO SIMULADO EN CONDICIONES DE LABORATORIO.

LAS GRÁFICAS CORRESPONDEN A SUSTRACCIONES DE ESPECTROS DONDE LA LÍNEA BASE DE VALOR 0 INDICA UNA ABSORBANCIA EQUIVALENTE EN PARES DE ESPECTROS NORMALIZADOS A IGUALDAD DE SUPERFICIE RELATIVA EN EL INTERVALO ESPECTRAL CONSIDERADO. LA REGIÓN NEGATIVA CORRESPONDE A LAS REGIONES CON MAYOR ABSORCIÓN EN LAS MUESTRAS SOMETIDAS A LOS EFECTOS DEL FUEGO.



## BIBLIOGRAFIA

- ALMENDROS, G.; POLO A.; IBAÑEZ, J. Y LOBO, M.C., 1984 a.- *Contribución al estudio de la influencia de los incendios forestales en las características de la materia orgánica del suelo. I: Transformaciones del humus en un bosque de Pinus pinea del Centro de España.* Rev.Ecol.Biol.Sol., 21: 7-20.
- ALMENDROS, G.; POLO A.; IBAÑEZ, J. Y LOBO, M.C., 1984b.- *Contribución al estudio de la influencia de los incendios forestales en las características de la materia orgánica del suelo. II: Transformaciones del humus por ignición en condiciones controladas en laboratorio.* Rev. Eol. Biol.Sol., 21: 145-160.
- ALMENDROS, G.; F.MARTÍN Y F.J. GONZÁLEZ-VILA. 1988.- *Effects of fire on humic and lipid fractions in a Dystric Xerochrept in Spain.* Geoderma. 42 (en prensa).
- DEBANO, L.F.; MANN. L.D. Y HAMILTON D.A.; 1977.- *Fire's effect on physical and chemical properties of chaparral soils.* En: Proc. Symp. Envir. Cons. Fire and Fuel Manag. Medit. Ecosys., 65-74. Forest. Serv. U.S.D.A.
- GARCÍA-FAYOS, P.; HERNÁNDEZ, J.A Y RUBIO J.L. 1988. *Relaciones entre parámetros ambientales y erosionabilidad en suelos de las comarcas de Ayora y Hoya de Buñol (Valencia).* II Jornadas sobre Bases Ecológicas para la Gestión Ambiental.
- GIOVANNINI, G.; LUCCHESI, S.Y CEREVELLI, S., 1983.- *Water-repellent substances and aggregate stability in hydrophobic soil.* Soil Sci., 135; 110-113.
- SANROQUE, P.; RUBIO, J.L Y MANSANET J. 1985.- *Efecto de los incendios forestales en las propiedades del suelo, en la composición florística y en la erosión hídrica de las zonas forestales de Valencia (España).* Rev.Ecol. Biol. Sol. 22: 131-147.
- SAVAGE, S.M.; OSBORN J. Y HEATON, C., 1972.- *Substances contributing to fire-induced water repellency in soils.* Soil. Sci. Soc. Am. Proc., 36: 674-679.
- SMITH, D. Y BOWES G., 1974.- *Loss of some elements in fly ash during old-fields burns in Southern Ontario.* Can. J. Soil Sci. 54: 215-224.
- VEGA, J.A., 1985.- *Datos preliminares sobre el comportamiento del fuego prescrito para la reducción de combustible bajo pinares de Galicia.* En: Estudios sobre prevención y efectos ecológicos de los incendios forestales. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación/Instituto Nacional para la Conservación de la Naturaleza. Madrid, pp. 51-57.
- VIRO, P.J. 1974.- *Effects of forest fire on soil.* En: T.T. Kozlowski and C.E. Ahlgreen (Editors). Fire and Ecosystems. Academic Press. N.Y., pp. 8-45.
- WRIGHT, H.A.Y BAILEY A.W., 1982.- *Fire Ecology.* John Wiley & Sons.

## BIBLIOGRAFIA

- ALMENDROS, G.; POLO A.; IBAÑEZ, J. Y LOBO, M.C., 1984 a.- *Contribución al estudio de la influencia de los incendios forestales en las características de la materia orgánica del suelo. I: Transformaciones del humus en un bosque de Pinus pinea del Centro de España.* Rev.Ecol.Biol.Sol., 21: 7-20.
- ALMENDROS, G.; POLO A.; IBAÑEZ, J. Y LOBO, M.C., 1984b.- *Contribución al estudio de la influencia de los incendios forestales en las características de la materia orgánica del suelo. II: Transformaciones del humus por ignición en condiciones controladas en laboratorio.* Rev. Eol. Biol.Sol., 21: 145-160.
- ALMENDROS, G.; F.MARTÍN Y F.J. GONZÁLEZ-VILA. 1988.- *Effects of fire on humic and lipid fractions in a Dystric Xerochrept in Spain.* Geoderma. 42 (en prensa).
- DEBANO, L.F.; MANN. L.D. Y HAMILTON D.A.; 1977.- *Fire's effect on physical and chemical properties of chaparral soils.* En: Proc. Symp. Envir. Cons. Fire and Fuel Manag. Medit. Ecosys., 65-74. Forest. Serv. U.S.D.A.
- GARCÍA-FAYOS, P.; HERNÁNDEZ, J.A Y RUBIO J.L. 1988. *Relaciones entre parámetros ambientales y erosionabilidad en suelos de las comarcas de Ayora y Hoya de Buñol (Valencia).* II Jornadas sobre Bases Ecológicas para la Gestión Ambiental.
- GIOVANNINI, G.; LUCCHESI, S.Y CEREVELLI, S., 1983.- *Water-repellent substances and aggregate stability in hydrophobic soil.* Soil Sci., 135; 110-113.
- SANROQUE, P.; RUBIO, J.L Y MANSANET J. 1985.- *Efecto de los incendios forestales en las propiedades del suelo, en la composición florística y en la erosión hídrica de las zonas forestales de Valencia (España).* Rev.Ecol. Biol. Sol. 22: 131-147.
- SAVAGE, S.M.; OSBORN J. Y HEATON, C., 1972.- *Substances contributing to fire-induced water repellency in soils.* Soil. Sci. Soc. Am. Proc., 36: 674-679.
- SMITH, D. Y BOWES G., 1974.- *Loss of some elements in fly ash during old-fields burns in Southern Ontario.* Can. J. Soil Sci. 54: 215-224.
- VEGA, J.A., 1985.- *Datos preliminares sobre el comportamiento del fuego prescrito para la reducción de combustible bajo pinares de Galicia.* En: Estudios sobre prevención y efectos ecológicos de los incendios forestales. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación/Instituto Nacional para la Conservación de la Naturaleza. Madrid, pp. 51-57.
- VIRO, P.J. 1974.- *Effects of forest fire on soil.* En: T.T. Kozlowski and C.E. Ahlgreen (Editors). Fire and Ecosystems. Academic Press. N.Y., pp. 8-45.
- WRIGHT, H.A.Y BAILEY A.W., 1982.- *Fire Ecology.* John Wiley & Sons.