

## EFFECTOS DE UN INCENDIO FORESTAL EN UNA MASA DE *PINUS PINASTER* SOBRE LOS CATIONES DE CAMBIO Y EL ESTADO DEL HIERRO EN EL SUELO

MARÍA TERESA IGLESIAS<sup>1</sup>, M. C. FERNÁNDEZ BERMEJO<sup>1</sup>, M. L. PALOMAR<sup>2</sup>  
y J. GONZÁLEZ PARRA<sup>1</sup>

### RESUMEN

Se estudian dieciocho perfiles de suelos desarrollados bajo *Pinus pinaster*, trece de ellos sufrieron los efectos de un incendio forestal diez meses antes de la toma de muestras y cinco sin impactar que se toman como testigos. Se ha determinado el pH en agua, cationes de cambio, hierro total y hierro libre. Con los resultados obtenidos se ha realizado un estudio estadístico con el programa R-sigma. Se observa que en los suelos impactados aumenta el pH y más en superficie; los cationes  $Ca^{2+}$  y  $K^+$  aumentan significativamente en los impactados y no lo hacen  $Mg^{2+}$  ni  $Na^+$ . El hierro total tiene valores semejantes en todos los perfiles estudiados (testigos e impactados) y la relación hierro libre a hierro total aumenta con valores estadísticamente significativos en la superficie de impactados.

**Palabras clave:** Incendios. Suelos. Propiedades químicas.

### INTRODUCCION

El hombre es un importante agente modificador del medio natural. Cada año los incendios forestales destruyen miles de hectáreas en nuestro país, liberándose los nutrientes acumulados en la biomasa forestal, aumentando la erosionabilidad de los suelos y llevando a éstos a un nivel de pobreza nutritiva importante.

No es posible pues, prescindir del fuego al estudiar el medio natural, ya que origina cambios microclimáticos y desempeña un papel destacado en la composición de las comunidades vegetales, fomentando el pirofitismo (GARCÍA-FAYÉS, 1987; FOLCH I GUILLÉN, 1977).

El suelo también sufre los efectos del incendio, teniendo lugar una modificación de las propiedades fisicoquímicas, que es función de las características edáficas y de la intensidad y duración del fuego, produciéndose una mineralización de los constituyentes orgánicos que aumenta la fertilidad química, con incremento del pH y de los cationes de cambio (FERNÁNDEZ *et al.*, 1988, y GONZÁLEZ *et al.*, 1992). Asimismo tienen lugar

transformaciones mineralógicas, que conllevan la liberación de hierro (IGLESIAS, 1993).

Un buen conocimiento de las características de los suelos de un área es esencial para poder evaluar este proceso. En el presente trabajo se estudia el impacto de un incendio forestal sobre el ecosistema edáfico, haciendo referencia fundamentalmente a las variaciones de acidez, cationes de cambio y formas de hierro, que han tenido lugar a los diez meses del incendio.

### ZONA DE ESTUDIO

Los suelos están ubicados en Arenas de San Pedro (Avila), en la zona de Lancharón, están desarrollados sobre esquistos y cuarcitas del Cámbrico inferior. Son Cambisoles húmicos y dístricos. La vegetación es un pinar de repoblación de *Pinus pinaster*, el piso bioclimático corresponde al mesomediterráneo superior y el clima es Mediterráneo templado. Después del incendio se talaron y arrastraron los pinos, no registrándose lluvias torrenciales hasta el momento de la toma de muestras.

### MATERIAL Y METODOS

El estudio se realiza en cuarenta y siete muestras correspondientes a trece perfiles impactados por el

<sup>1</sup> Dpto. Edafología. U.C.M.

<sup>2</sup> Centro de Ciencias Medioambientales.

TABLA I  
CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS MUESTRAS

Testigos	Impactados	Alt (m)	Orient	Distancia <sup>1</sup>	Pendiente (%)
T 7	LA3, LA2, LA1, LA4 LA5	750	N NE	200 m	25-30
T 6	LA10, LA6	750	SO	200 m	25-30
T 8	LA7, LA8 LA12	650	N NE	200-400 m	25-30
T 9	LA11, LA9	650	SO	200 m	25-30
T 10	LA13	550	SO	50 m	25-30

<sup>1</sup> Distancia entre perfiles.

fuego y cinco sin impactar que se consideran como testigos. Todos ellos se desarrollaron a partir de idéntico material original y pendiente (20%-30%), variando la altitud (550 a 750 m) y orientación; la distancia entre ellos es variable, para mantener constante el material original (Tabla I).

El muestreo se realiza a dos o tres profundidades diferentes en cada perfil (total 40 cm), coincidiendo con capas de distinta intensidad aparente de impacto; en los testigos el muestreo coincide con horizontes edáficos.

Se realizan las siguientes determinaciones: pH en agua (1:2,5); Ca<sup>2+</sup> y Mg<sup>2+</sup> (espectrofotometría de absorción atómica) y Na<sup>+</sup> y K<sup>+</sup> (fotometría de llama). El hierro se obtiene por espectrofotometría de absorción atómica después de un ataque ácido para el hierro total y extracción con ditionito para el hierro libre. El estudio estadístico se realiza con el programa R-sigma, por comparación de dos medias (muestras independientes) y comparando dos muestras con datos pareados.

## RESULTADOS Y DISCUSION

En la Fig. 1 se expresan los valores de pH en agua de horizontes superficiales de perfiles testigo (valor medio) e impactados, poniéndose de manifiesto un incremento en estos últimos en 1,4 unidades con resultados estadísticamente significativos, siendo  $p < 0,001$ . En horizontes subsuperficiales este aumento es menor 0,65, pero también significativo ( $p < 0,01$ ); después del incendio aumenta el valor de pH en los suelos y aún más en superficie, corroborando los resultados encontrados en la bibliografía (ELLIS *et al.*, 1983; GIME-

NO CAMACHO, 1987; PRITCHETT FISHER, 1987; FERNÁNDEZ *et al.*, 1988; WOO y LEE, 1989; GONZÁLEZ *et al.*, 1992, e IGLESIAS *et al.*, 1993). El incremento de pH se debe al aporte de bases por incineración de la vegetación, a que éstas son retenidas por el complejo adsorbente y al escaso tiempo transcurrido desde el incendio.

El catión predominante del complejo de cambio es el Ca<sup>2+</sup>, tanto en perfiles testigo como impactados (Fig. 2). En horizontes superficiales los valores de Ca<sup>2+</sup> son superiores en perfiles impactados que en testigos (valor medio); las diferencias obtenidas son estadísticamente significativas ( $p < 0,01$ ). En horizontes subsuperficiales las diferencias son menores, pero también significativas ( $p < 0,05$ ). Después del incendio tiene lugar un incremento de este catión, fundamentalmente en superficie; concordando con lo expuesto por OYA y TOKASHIKI (1984), KHANA y RAISON (1986), REYNA (1988), DYRNESS, VAN CLEEVE y LEVISON (1989).

El K<sup>+</sup> de cambio aumenta después del incendio en horizontes superficiales (Fig. 3); los resultados son estadísticamente significativos ( $p < 0,01$ ). Al profundizar también existe un incremento de este catión, debido posiblemente a la facilidad de lixiviación por drenaje; los resultados son estadísticamente significativos ( $p < 0,001$ ).

En la Fig. 4 se expresan los valores de Mg<sup>2+</sup> de cambio en horizontes superficiales de perfiles impactados y el valor medio de testigos, observándose una tendencia a incrementar en los primeros, aunque las diferencias no son estadísticamente significativas. Lo mismo ocurre al profundizar.

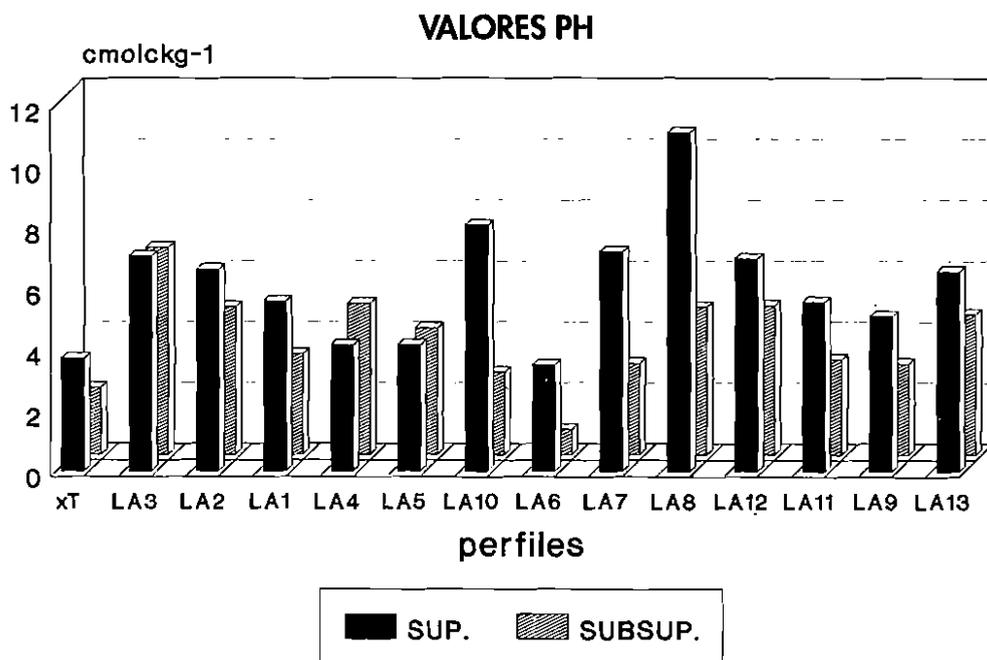


Fig. 1. Valores de pH en H<sub>2</sub>O de horizontes superficial y subsuperficial, en testigos (valor medio) e impactados.

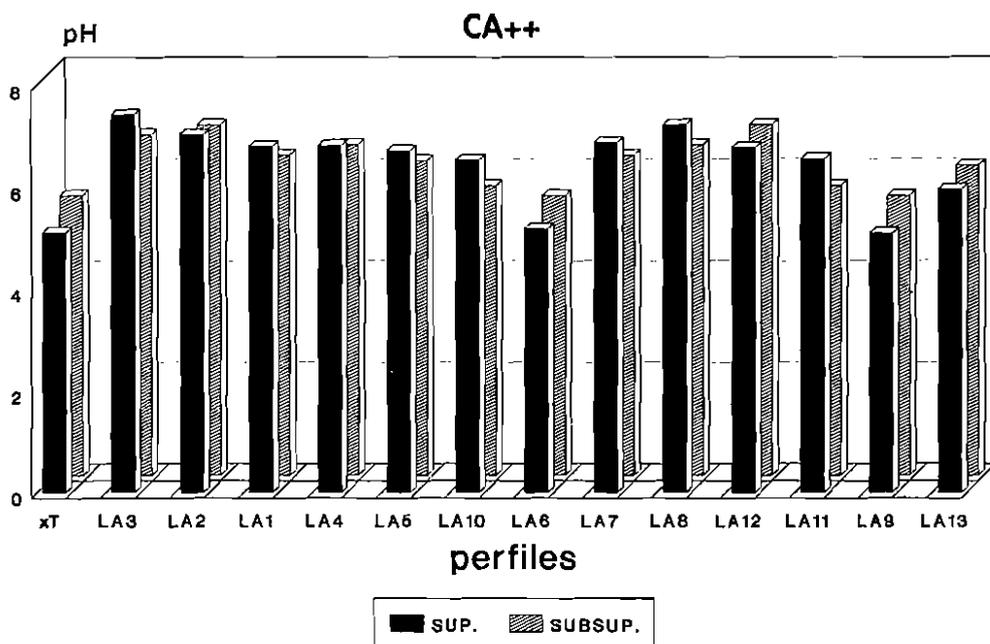


Fig. 2. Calcio en perfiles testigo (valor medio) e impactados. Horizontes superficial y subsuperficial.

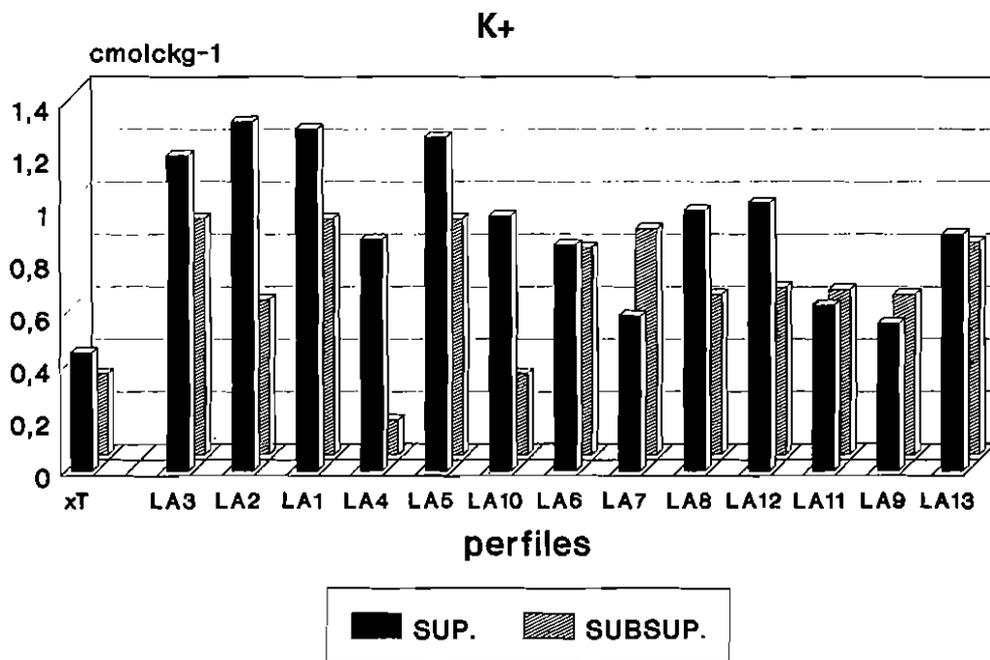


Fig. 3. Potasio en perfiles testigo (valor medio) e impactados. Horizontes superficial y subsuperficial.

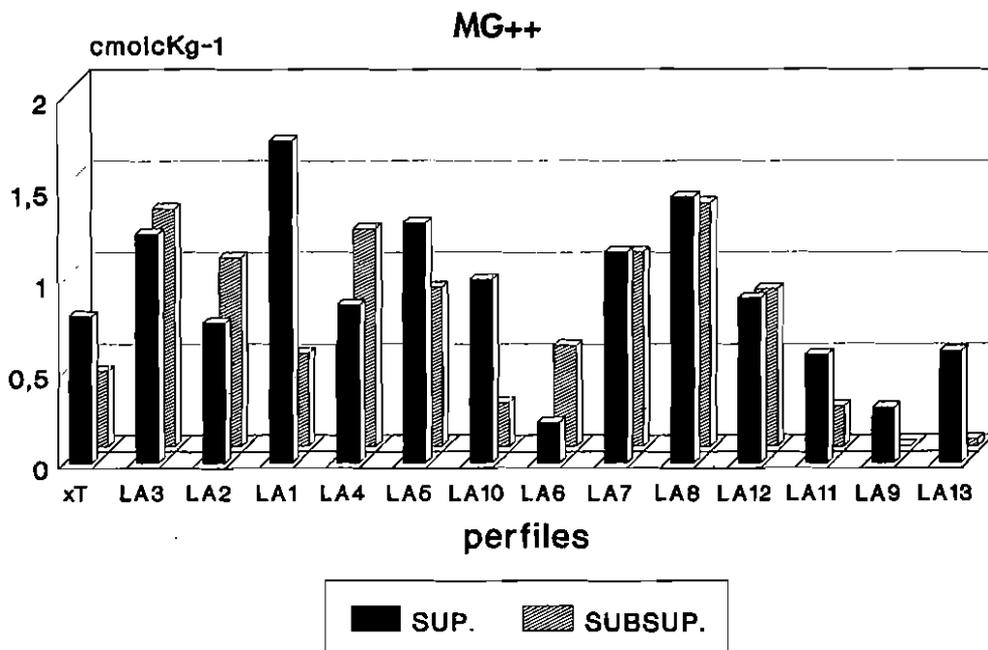


Fig. 4. Magnesio en perfiles testigo (valor medio) e impactados. Horizontes superficial y subsuperficial.

## HIERRO LIBRE Y HIERRO TOTAL

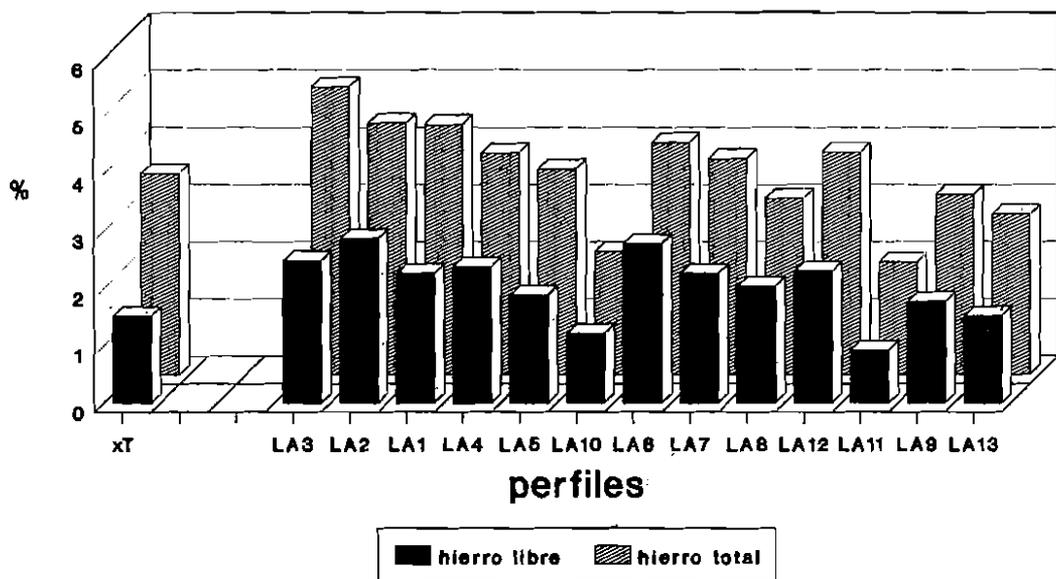


Fig. 5. Hierros libre y total en perfiles testigo (valor medio) e impactados. Horizonte superficial.

Las mismas observaciones hechas para el  $Mg^{2+}$ , son válidas para el  $Na^+$ .

Los valores de hierro total y hierro libre en horizontes superficiales de suelos afectados y testigos (valor medio) vienen expresados en las Figs. 5 y 6, observando una tendencia a incrementar en los primeros; no obstante, las diferencias no son estadísticamente significativas.

Las relaciones hierro libre/hierro total de horizontes superficiales de impactados, incrementan respecto a la media de los testigos, con valores estadísticamente significativos ( $p < 0,01$ ). Considerando la relación  $Fe \text{ libre}/Fe \text{ total}$  como un índice de alteración, los resultados anteriores podrían indicar que ha podido existir liberación de hierro como consecuencia del incendio, por alteración mineralógica, que ha sido más acusada en horizontes superficiales (IGLESIAS, 1933).

### CONCLUSIONES

El impacto sobre el suelo a los diez meses de un incendio superficial de un pinar de *Pinus pinaster*,

repercute en la disminución de la acidez, como consecuencia del aporte de bases al incinerarse la vegetación y la retención de las mismas por el complejo adsorbente.

Los cationes de cambio  $Ca^{2+}$  y  $K^+$  aumentan, con resultados estadísticamente significativos, después del incendio, fundamentalmente en horizontes superficiales; lo que podría indicar que la vegetación incinerada (mayoritariamente *Pinus pinaster*) es más rica en  $Ca^{2+}$  y  $K^+$  que en  $Mg^{2+}$  y  $N^+$ . Las bases quedan retenidas por el complejo adsorbente y no se lixivian en los diez meses transcurridos después del incendio.

Los valores del hierro total y hierro libre obtenidos en perfiles impactados, tanto en superficie como en profundidad, no presentan diferencias estadísticamente significativas respecto a los valores de perfiles testigo. Después del incendio las relaciones hierro libre/hierro total aumentan, fundamentalmente en superficie, con resultados estadísticamente significativos, de lo que se deduce que ha existido alteración mineralógica como consecuencia del incendio.

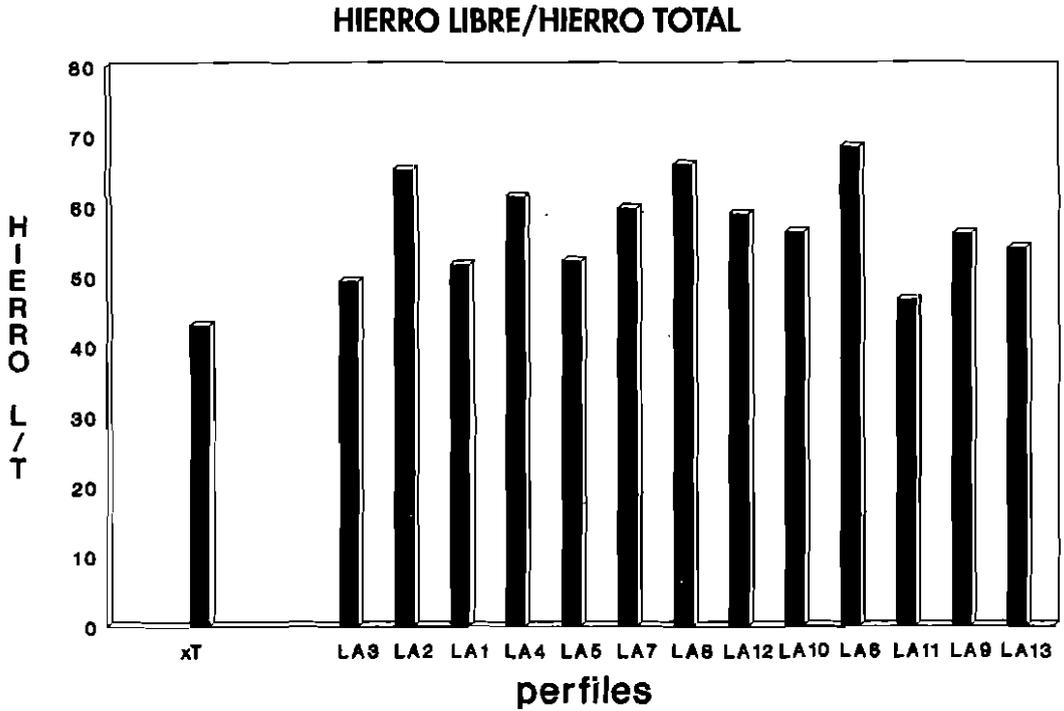


Fig. 6. Relación hierro libre a hierro total en perfiles testigo (valor medio) e impactados. Horizonte superficial.

### SUMMARY

The research has been done on eighteen profiles developed under *Pinus pinaster*, thirteen of them were affected by forest fire ten months before samples were taken. Results were processed statistically with R-sigma system. It has been observed that the pH values, specially on the surface is higher on soils affected by fire;  $\text{Ca}^{2+}$  and  $\text{K}^+$  cations increased significantly in burnt areas while  $\text{Mg}^{2+}$  and  $\text{Na}^+$  remain stable. The content of total iron is similar in all studied profiles (control and impacted), and the ratio between free iron and total iron significantly increased in the superficial layer of profiles affected by fire.

**Key words:** Fire. Soils. Chemical characteristics.

## BIBLIOGRAFIA

- DYRNESS, C. T.; CLEVE, K. & LEVISON, J. D., 1989: «The effect of wildfire on soil chemistry in four forest types in interior Alaska». *Canadian Journal of Forest Research*, 19 (11): 1389-1396.
- ELLIS, R. C. & GRALEY, A. M., 1983: «Gain and losses in soil nutrients associated with harvesting and burning eucalypt rainforest». *Plant and Soil*, 74: 37-45.
- FERNÁNDEZ BERMEJO, M. C.; GIMENO, G. P. y GONZÁLEZ PARRA, J., 1988: «Impacto del fuego sobre los ecosistemas edáficos». *II Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo (C.S.I.C.)*, pp. 603-608, Sevilla.
- FOLCH I GUILLÉN, R., 1977: «El caso de la estructura y dinámica de la vegetación y los incendios forestales». En: *Sobre ecologismo y ecología aplicada*, pp. 104-105. Ed. Ketres.
- GARCÍA-FAYÉS, R., 1977: «El caso de la estructura y dinámica de la vegetación y los incendios forestales». En: *Sobre ecologismo y ecología aplicada*, pp. 104-144. Ed. Ketres.
- GIMENO CAMACHO, G. P., 1987: *Impacto del fuego sobre ecosistemas edáficos*. Memoria de Licenciatura. Facultad de Farmacia. Departamento de Edafología, U.C.M.
- GONZÁLEZ PARRA, J.; FERNÁNDEZ BERMEJO, M. C. y GIMENO, G. P., 1992: «Efectos de los incendios forestales sobre el suelo». *Suelo y Planta*, 2, núm. 1, pp. 71-79.
- IGLESIAS, M. T.; FERNÁNDEZ BERMEJO, M. C. y GONZÁLEZ PARRA, J., 1993: «Acción del fuego sobre el ecosistema edáfico en un medio forestal». *Congreso Forestal Español*. Louizán, 1993. Mesa Temática III: La Protección del Monte, pp. 203-208.
- IGLESIAS, M. T., 1993: *Efectos de los incendios forestales sobre las propiedades del suelo en un pinar de repoblación (Pinus pinaster) en Arenas de San Pedro (Ávila)*. Tesis doctoral. Departamento de Edafología. Facultad de Farmacia. U.C.M.
- KHANNA, P. K. y RAISON, R. J., 1986: «Effect of fire intensity on solution chemistry of surface soil under a *Eucalyptus pauciflora* forest». *Aust. J. Soil Res.*, 24: 423-434.
- OYA, K. & TOKASHIKI, Y., 1984: «Soil fertility in a shifting cultivation on Iriomote Island of Okinawa. I. Nutrients stored in the forest and their input to the soil». *Japanese Journal of Tropical Agriculture*, 28 (4): 218-222.
- PRITCHETT, W. L. & FISCHER, R. F., 1987: «Effects of fire on soils and site». En: *Properties and management of forest soils*. JOHN WILEY & SONS, 2.ª ed.
- REYNA, S., 1988: *Los incendios forestales en la Comunidad Valenciana*. Generalitat Valenciana. Conselleria d'Agricultura i Pesca, 246 pp.
- WOO, B. M. & LEE, H. H., 1989: «Effects of forest fire on the forest vegetation and soil (IV)». *Journal of Korean Forestry Society*, 78 (3): 302-313.