

EFFECTOS DEL FUEGO SOBRE ALGUNAS PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DEL SUELO. RESULTADOS PRELIMINARES.

De Haro Lozano, Sergio y Del Moral Torres, Fernando

Abstract: We have studied the effect of fire on organic matter and total nitrogen in a prescribed burn over a pine grove (*Pinus halepensis* Mill.) in Elche de la Sierra (Albacete, Spain). Twelve plots were distributed on a hill in a two paired plot design, six in the southern part and six in the northern part. One plot of each couple was burned and four total samples of each plot were collected, one of them before the prescribed burn.

There was a significant increase in organic matter and total nitrogen content in the southern part of the hill while in the northern part no differences were found.

Key words: Prescribed burning, organic matter, total nitrogen, *Pinus halepensis*, Albacete.

Resumen: Se estudia el efecto que tiene sobre el contenido en materia orgánica y nitrógeno total un incendio controlado sobre un pinar de repoblación de *Pinus halepensis* Mill en Elche de la Sierra (Albacete, España). Se dispusieron seis parcelas pareadas en una ladera orientada al sur y otras seis orientadas al norte. Una de cada par actuaba como testigo y la otra como problema. Los muestreos se realizaron previo al incendio y en tres ocasiones posteriores. En la zona de solana se observa un aumento en el contenido de materia orgánica, paralelo a un aumento de nitrógeno total. En la umbría no existen diferencias significativas para estos elementos.

Palabras clave: Incendio controlado, Materia orgánica, Nitrógeno total, *Pinus halepensis*, Albacete

INTRODUCCIÓN

Resulta evidente que los incendios forestales ocasionan cada año unas enormes pérdidas económicas directas (maderas, pastos, etc.) o indirectas (empobrecimiento progresivo del suelo, impacto paisajístico, etc.). Por esta razón, todas las actuaciones que vayan encaminadas a recuperar en el menor tiempo posible los montes incendiados, repercutirán positivamente en la economía de las zonas afectadas, en la medida en que logren que disminuya la pérdida de suelo por erosión, y en la medida en que contribuyan a un rápido restablecimiento de la cubierta vegetal, ya

que de esta manera se reducirán las pérdidas productivas de los terrenos.

El presente trabajo constituye la primera entrega de un estudio más amplio encuadrado en el Proyecto I+D AGF96-1151, de título: "Regeneración de *Pinus halepensis* Mill. en el suroeste de la provincia de Albacete, tras quemaduras controladas e incendios naturales. Alternativas de restauración artificial".

Con este proyecto se pretende, entre otras cosas, aportar nuevos conocimientos sobre técnicas de regeneración de ecosistemas forestales mediterráneos perturbados por incendios. Para ello, la parte del proyecto que ahora nos ocupa,

trata de determinar el efecto que tiene el fuego sobre las propiedades del suelo, así como la forma en que estas propiedades evolucionan en el tiempo, simultáneamente a la regeneración de la cubierta vegetal quemada.

MATERIAL Y MÉTODOS:

Para llevar a cabo este estudio se seleccionó una zona arbolada de pino carrasco (*P. halepensis*), localizada en el término municipal de Elche de la Sierra (Albacete), donde se dispusieron seis parcelas en una ladera con orientación norte (parcelas *umbría*) y otras seis en una ladera próxima orientada al sur (parcelas *solana*). Las parcelas, de 30X40 m, se situaban en pendientes medias del 30%, lo cual es de vital importancia para evaluar el enorme grado de erosión que podrían sufrir estas zonas tras los incendios. Se distribuyeron de dos en dos, de forma que en cada orientación tres parcelas actuaran como testigos y las otras tres como problemas.

Durante el otoño de 1995 se efectuaron sucesivas rozas de la vegetación por los alrededores de las parcelas, con el fin de crear cortafuegos que evitaran la propagación del incendio en el momento de la quema. Por otra parte, esta operación facilitó el posterior vallado de las parcelas, con objeto de evitar la entrada de animales y de personas ajenas a la investigación. Las tres parcelas problema de cada orientación se quemaron entre los días 25 y 30 de septiembre de 1996. Previamente se realizaron cortafuegos y márgenes para prevenir posibles escapes del fuego. Durante este período de tiempo, se realizó una quema al día entre las 16 y 17 horas por parte del personal del Centro de Investigaciones Forestales de Lourizan (Pontevedra), con la ayuda de dos retenes de la Consejería de Agricultura y Medio Ambiente de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha. La quema se realizó desde la parte baja de las laderas hacia la alta.

Para poder medir la temperatura alcanzada

durante los incendios, cada parcela se dividió en seis subparcelas en cada de las cuales se instalaron ocho termopares a diferentes profundidades y alturas, conectados a cinco Datalogger. Sin embargo, actualmente no disponemos de estos datos.

Previamente a la quema, en julio de 1996, se habían tomado muestras de suelo en todas las parcelas, tanto en las que se iban a incendiar como en las que servirían de testigo. Posteriormente al incendio, el muestreo se repitió en el mes de octubre, pocos días después de apagado el fuego, así como en diciembre y en marzo del corriente.

En todos los casos se tomaron al azar entre 15 y 20 unidades de muestreo en cada parcela, de unos 300 g de peso cada una, correspondientes a los primeros 10 cm de suelo, para componer una muestra bruta de la que, una vez homogeneizada, se extrajo la muestra de suelo para análisis, de unos 2000 g de peso. Posteriormente, sobre estas muestras se realizaron, entre otras, las siguientes determinaciones analíticas: *medida del pH* según el método de Peech (1965), sobre una suspensión 1:1 de tierra fina en agua; *carbono orgánico*, empleando la técnica de Tyurin (1951); *nitrógeno total*, según los métodos oficiales de análisis del Ministerio de Agricultura (1971); *carbonato cálcico equivalente*, por volumetría de gases, según métodos oficiales de análisis del Ministerio de Agricultura (1971); *capacidad y bases de cambio* determinadas sobre la misma muestra, de forma sucesiva, lixiviando con acetato amónico (1 N y pH=7), y con acetato sódico (1 N y pH=8,2); la medida de Na y K se realizó por fotometría de llama y la de Ca y Mg por espectrofotometría de absorción atómica; *conductividad eléctrica* que se midió en el extracto de saturación, expresando los resultados ajustados a una temperatura de 25° C.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN:

En el primero de los muestreos, previo al incendio, se obtuvieron los valores que se indican a continuación:

Tabla 1.- Valores obtenidos para diferentes variables en el muestreo previo al incendio. (C.E. en $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$; M.O., Nit.tot y $\text{CO}_3^{=}$ en %; C.I.C., Na^+ y K^+ en $\text{cmol}\cdot\text{kg}^{-1}$)

MUESTRA	pH	C.E.	M.O.	Nit.tot	C.I.C.	$\text{CO}_3^{=}$	Na^+	K^+
ST1	8,2	0,690	9,606	0,286	20,983	74,185	0,230	0,384
ST2	8,6	0,500	6,497	0,260	19,652	69,147	0,320	0,665
ST3	8,5	0,520	5,068	0,183	15,268	76,267	0,300	0,7420
SP4	8,4	0,620	11,38	0,395	29,883	57,040	0,370	0,8440
SP5	8,5	0,500	6,779	0,218	15,224	73,198	0,391	1,1890
SP6	8,3	0,550	9,541	0,334	22,497	74,980	0,280	0,6140
UT7	8,1	0,500	10,88	0,465	30,666	30,986	0,500	1,3300
UT8	7,7	0,590	15,09	0,568	31,709	48,648	0,380	0,6910
UT9	8,1	0,520	18,61	0,529	36,720	26,366	0,520	1,2280
UP10	8,1	0,560	10,37	0,392	26,568	66,444	0,310	0,5630
UP11	8,1	0,480	9,728	0,392	25,916	63,821	0,270	0,5120
UP12	8,1	0,480	14,13	0,552	37,973	28,725	0,490	1,5860

Las diferencias existentes entre las subparcelas testigo y problema no son significativas con un 95% de confianza, lo cual nos permite considerar los bloques homogéneos de antemano.

En la Tabla 2 se muestran los resultados promedio, tanto para los testigos como para los problemas obtenidos en los muestreos subsiguientes:

Se ha aplicado un análisis de la varianza multifactorial para poder diferenciar los efectos debidos al tratamiento (testigos y problemas), posición fisiográfica (bloques) y momento del muestreo (previo y posterior al incendio). Optamos en principio por diferenciar ensayos en solana y en umbría siguiendo a García de Pedraza, y García Vega. 1987. El análisis de los datos obtenidos con el primer muestreo confirma la bondad de tal opción.

SOLANA:

Materia orgánica y nitrógeno total

En la Tabla n° 3 y n° 4 se muestran los

resultados obtenidos para materia orgánica y nitrógeno total (para éste último sólo se dispone de los datos de los tres primeros muestreos). Se observa cómo existen diferencias significativas para los tres factores considerados en el caso de la materia orgánica y sólo para dos factores en cuanto al nitrógeno total.

Las Figuras 1, 2 y 3 permiten observar un aumento significativo en el contenido de materia orgánica en los suelos incendiados y una evolución paralela del nitrógeno total, puesto que gran parte de dicho nitrógeno es orgánico. Efectos parecidos están descritos en bibliografía (Greene 1935, Heyward & Barnette, 1934 y Burns 1952 tomado de Dyrness, 1963; Raison 1979; Mroz et al. 1980; Mayland 1967 y Christensen & Muller 1975 tomados de Stock et al. 1986) asociados habitualmente a incendios poco intensos en los que no se ha producido una combustión total del carbono orgánico. Las cenizas de este tipo de incendios suelen ser negras y contienen materia orgánica y nitrógeno residual (Raison, 1979) que pasarán posteriormente al suelo.

Debe también observarse cómo el aumento

Tabla 2.- Resultados promedio de diferentes variables para los distintos tratamientos

	M.O.			Nit.		
				total		
	octubre	diciembre	marzo	octubre	diciembre	marzo
Sol. testigo	12,427	7,657	10,495	0,391	0,169	0,071
Sol. problema	18,428	15,048	12,217	0,474	0,366	0,079
Umb. testigo	15,810	17,630	17,720	0,429	0,436	0,104
Umb. problema	16,888	12,083	15,909	0,652	0,384	0,089

	pH			C.E.		
	octubre	diciembre	marzo	octubre	diciembre	marzo
Sol. testigo	8,300	8,517	8,337	0,623	0,500	0,543
Sol. problema	8,533	8,453	8,490	1,130	0,567	0,553
Umb. testigo	8,233	8,247	8,433	0,320	0,407	0,500
Umb. problema	8,233	8,423	8,157	0,527	0,383	0,670

	C.I.C.			CO ₃ ⁼		
	octubre	diciembre	marzo	octubre	diciembre	marzo
Sol. testigo	21,749	18,124	19,377	66,681	66,684	63,386
Sol. problema	25,228	25,083	23,068	57,021	56,159	66,001
Umb. testigo	29,723	28,563	34,141	43,059	42,755	39,620
Umb. problema	38,712	27,258	31,372	19,569	43,303	37,751

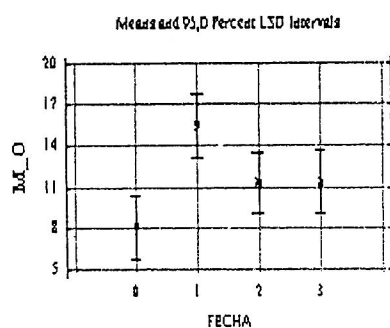
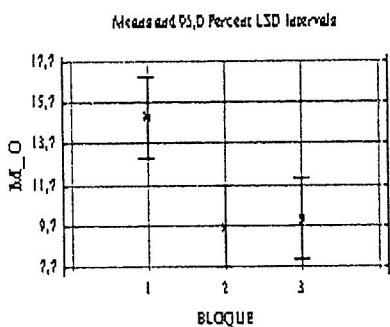
	Na ⁺			K ⁺		
	octubre	diciembre	marzo	octubre	diciembre	marzo
Sol. testigo	21,749	18,124	19,377	66,681	66,684	63,386
Sol. problema	25,228	25,083	23,068	57,021	56,159	66,001
Umb. testigo	29,723	28,563	34,141	43,059	42,755	39,620
Umb. problema	38,712	27,258	31,372	19,569	43,303	37,751

Tabla 3.- Análisis de la varianza para M.O. en Solana - Tipo III Suma de cuadrados

Fuente	Suma de cuadrados	G.l.	Cuadrado medio	Valor F	p
Efectos principales					
A: FECHA	160,182	3	53,3939	3,85	0,0287
B: TRAT	112,129	1	112,129	8,08	0,0113
C: BLOQUE	139,467	2	69,7335	5,02	0,0193
RESIDUO	236,049	17	13,8852		
TOT (CORREGIDO)	647,827	23			

Tabla 4.- Análisis de la varianza para Nit total en Solana - Tipo III Suma de cuadrados

Fuente	Suma de cuadrados	G.l.	Cuadrado medio	Valor F	p
Efectos principales					
A: FECHA	0,1015030	2	0,0507517	6,07	0,0151
B: TRAT	0,0618774	1	0,0618774	7,40	0,0186
C: BLOQUE	0,0281796	2	0,0140898	1,68	0,2266
RESIDUO	0,1003670	12	0,00836395		
TOT (CORREGIDO)	0,2919280	17			



Means and 95,0 Percent LSD Interval:

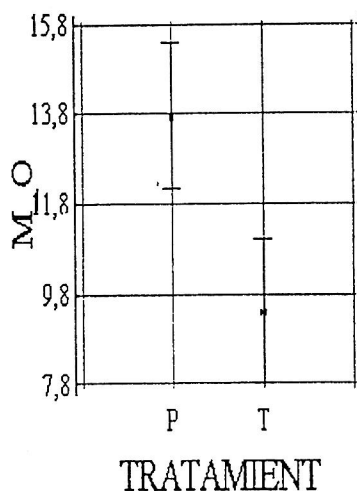


Figura 1. Efecto de cada uno de los factores considerados sobre la materia orgánica. Solana

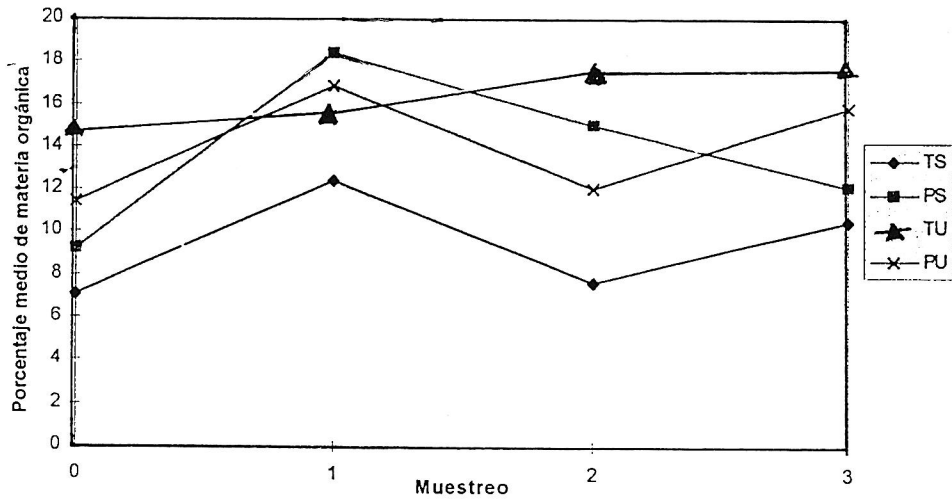


Figura 2. Valores medios para la meteris orgánica a lo largo del tiempo. TS= Testigo solana; PS= Problema solana; TU= Testigo umbría; PU= Problema umbría.

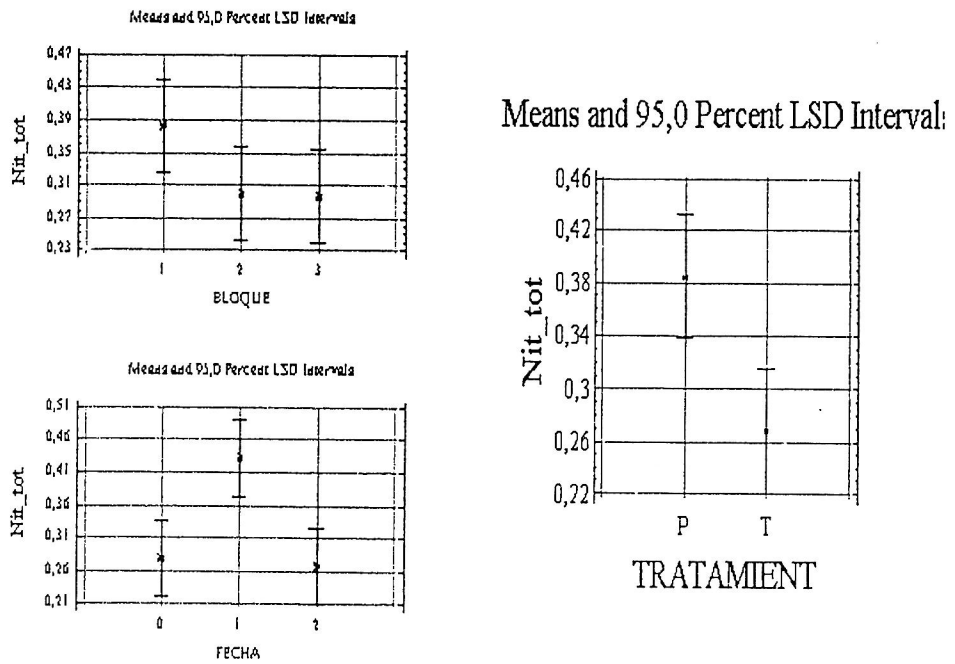


Figura 3. Efecto de cada uno de los factores considerados sobre el nitrógeno total. Solana

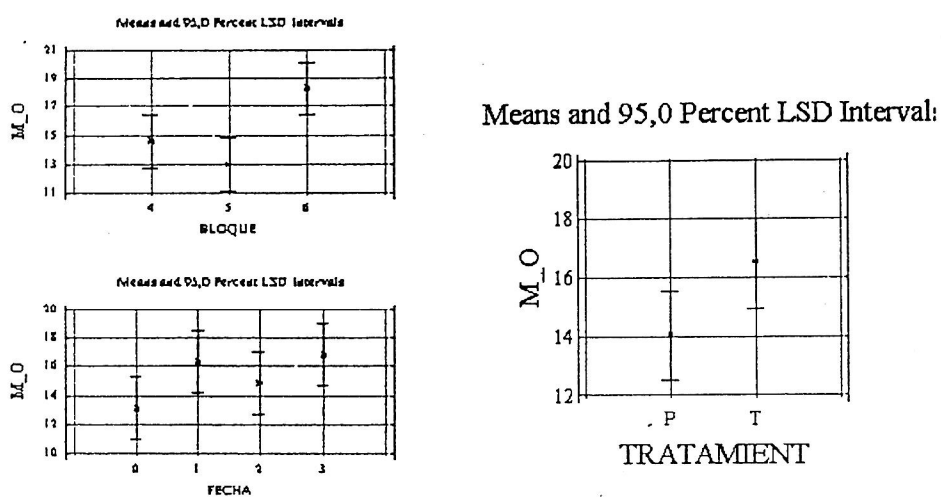


Figura 4. Efecto de cada uno de los factores considerados sobre la materia orgánica. Umbria.

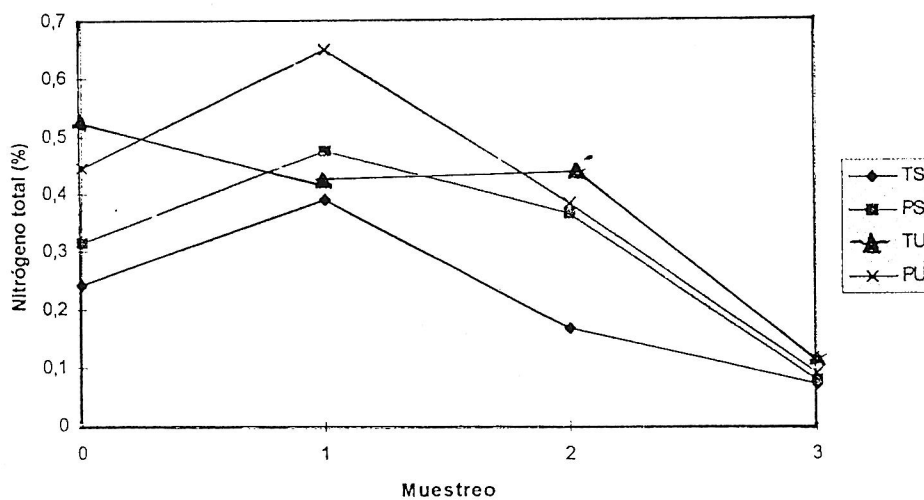


Figura 5. Valores medios para Nitrógeno total a lo largo del tiempo. TS= Testigo solana; PS= Problema solana; TU= Testigo umbría; PU= Problema umbría.

significativo tanto del nitrógeno como de la materia orgánica se produce 15 días después de los incendios, lo cual corresponde al primer muestreo. Tres meses después, el contenido de materia orgánica disminuye, aunque se mantiene en un valor intermedio entre los valores iniciales y los inmediatamente posteriores al incendio. La dinámica completa se verá tras algunos años más de estudio.

UMBRÍA:

Materia orgánica y Nitrógeno total.

Los resultados de los análisis estadísticos para la materia orgánica y el nitrógeno total se muestran en las Tablas 5 y 6 respectivamente. Es importante observar cómo en la ladera de

umbría no existen diferencias significativas para los tratamientos y las fechas. Las diferencias observadas en los bloques, tienen una tendencia inversa a la observada en solana.

Aún no existiendo diferencias significativas en el contenido de materia orgánica, merece mencionarse cómo, inmediatamente después del incendio, los valores medidos en los problemas superan a los obtenidos en los testigos (Figura 5).

CONCLUSIONES:

A diferencia de lo que suele ocurrir en los incendios forestales espontáneos, el contenido en materia orgánica de nuestros suelos problema en la zona de solana, ha experimentado un aumento, propio de incendios de baja intensi-

Tabla 5.- Análisis de la varianza para M.O. en Umbría.- Tipo III Suma de cuadrados

Fuente	Suma de cuadrados	G.l.	Cuadrado medio	Valor F	p
Efectos principales					
A: FECHA	49,592	3	16,5307	1,33	0,2980
B: TRAT	35,512	1	35,5124	2,85	0,1094
C: BLOQUE	117,203	2	58,6016	4,71	0,0236
RESIDUO	211,529	17	12,4429		
TOT (CORREGIDO)	413,836	23			

Tabla 6.- Análisis de la varianza para Nit.Total en Umbría.- Tipo III Suma de cuadrados

Fuente	Suma de cuadrados	G.l.	Cuadrado medio	Valor F	p
Efectos principales					
A: FECHA	0,0510919	2	0,0255460	2,19	0,1544
B: TRAT	0,00453104	1	0,0045310	0,39	0,5446
C: BLOQUE	0,0531618	2	0,0265809	2,28	0,1447
RESIDUO	0,13984	12	0,0116534		
TOT (CORREGIDO)	0,248625	17			

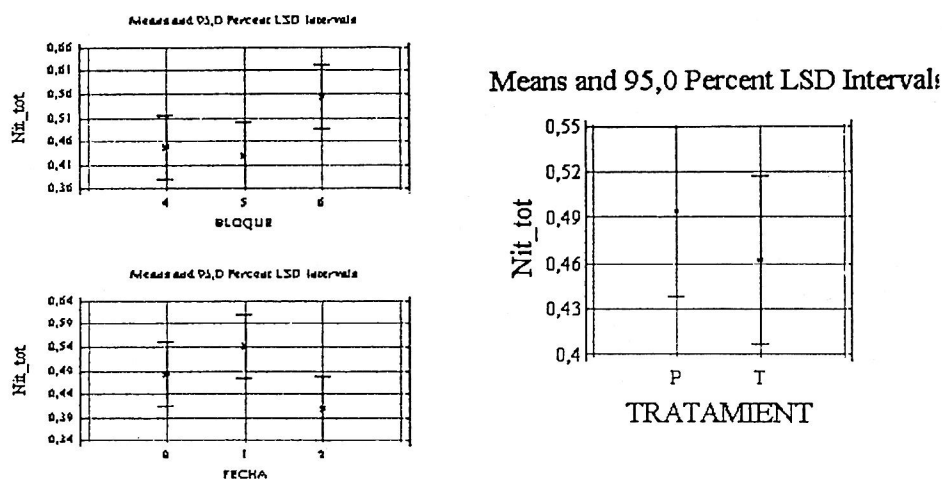


Figura 4. Efecto de cada uno de los factores considerados sobre el nitrógeno total en umbría.

dad, como consecuencia del depósito de material parcialmente quemado, con materia orgánica y nitrógeno residual que pasan inmediatamente al suelo.

Este efecto se manifiesta más acusadamente en los días posteriores al incendio.

El contenido de nitrógeno total evoluciona paralelamente a la materia orgánica, puesto que la mayor parte de dicho nitrógeno es orgánico.

En la zona de umbría no se observan diferencias entre los distintos tratamientos y fechas, efecto de difícil explicación hasta que no se disponga de nuevos datos.

BIBLIOGRAFÍA

- Black, C.A. (1975): Relaciones suelo-planta. Ed. Hemisferio sur. Buenos Aires. Argentina.
- Burns, P.Y. (1952): Effect of fire on forest soil in the pine barren region of New Jersey. Yale Univ. Sch. Forestry Bull. 57
- Christensen, N.L. y Muller, C.H. (1975): Effects of fire on factors controlling plant growth in

Adenostoma chaparral. *Ecological monographs*, 45: 29-55.

Dyrness, C.T. (1963): Effects of burning on soil. *Watershed manage. Symp. "Oregon State Univ. And Soc. Am. For. 'Carvallis. Oregon. 291-304"*

García de Pedraza, L. y García Vega, M.P. (1987): La meteorología y los incendios forestales. *Hojas divulgadoras del M.A.P.A. num. 14/87*

Greene, S.W. (1935): Effect of annual grass fires on organic matter and other constituents of virgin longleaf pine soils. *Jour. Agric. Res.* 50: 809-822.

Heyward, F. & Barnette, R.M. (1934): Effect of frequent fires on chemical composition of forest soils in the longleaf pine region. *Fla. Agric. Expt. Sta. Bull.* 265. 39 pp.

Mayland, H.F. (1967): Nitrogen availability on fall-burned oak-mountain mahogany chaparral. *Journal of Range Management*, 20: 33-35

Ministerio de Agricultura (1971): Métodos oficiales de análisis. Madrid.

Mroz, G.D.; Jurgensen, M.F.; Harvey, A.E. & Larsen, M.J. (1980): Effects of fire on

- nitrogen in forest floor horizons. *Soil Sci. Sic. Am. J.* **44**: 395-400.
- Peech, M. (1965): Hydrogen-ion activity. En Black, C.A. (1975)
- Raison, R.J.(1979): Modification of the soil environment by vegetation fires, with particular reference to nitrogen transformations: a review. *Plant and soil* **51** 73-108
- Richards, L.A. (1947): Pressure-membrane apparatus. Construction and use. *Agr.Engin.* **28**.
- Soil Conservation Service (1972): Soil survey laboratory methods and procedures for collecting soil samples. *Soil Survey Report* **1**. U.S.D.A. Washington.
- Stock, W.D. y Lewis, O.A.M. (1986): Soil nitrogen and the role of fire as a mineralizing agent in a south african coastal fynbos ecosystem. *Journal of ecology* **74**: 317-328.
- Tyurin, I.V. (1951): Analytical procedure for a comparative study of soil humus. *Trudy Pochr. Inst. Dokuchaev*, **38**. (Descrito por Kononovaen 1961)
-