

CAMBIOS EN LAS CARACTERISTICAS DEL SUELO DESPUES DEL FUEGO EN UN ECOSISTEMA DE PINAR

E. MARCOS; S. SANTALLA; E. LUIS-CALABUIG

Area de Ecología. Facultad de Ciencias Biológicas y Ambientales. Universidad de León.
24071 León.

RESUMEN

Se pretende determinar las alteraciones que se producen en el suelo a corto plazo como consecuencia de un incendio de alta intensidad y comprobar los cambios en el mismo a lo largo del tiempo. Para ello en la Sierra del Teleno, se estudian pinares quemados en diferentes años, que proporcionan datos de cambios en el suelo a los seis meses, un año, dos años, ocho años, además de una zona que no ha sufrido los efectos del fuego y que se considera como control. Se tomaron cinco muestras en cada una de las zonas en las que se analizaron las características del suelo más afectadas por el fuego como materia orgánica, pH, nitrógeno total, fósforo asimilable y cationes asimilables. Seis meses después del incendio se observa una alta variabilidad entre las parcelas recientemente quemadas debido a los efectos puntuales del fuego sobre el suelo. Se pone de manifiesto como a largo plazo y a medida que se establece la vegetación las parcelas tienden a alcanzar características similares a la control, aunque ocho años después del fuego estas aún difieren de la parcela no quemada.

P.C.: Fuego, pinares, características del suelo, materia orgánica, nutrientes.

SUMMARY

The aim of this study is to determine the soil disturbances in the first phases after a high intensity fire and the changes depending on their age since the last fire. In the Sierra del Teleno some pine groves burnt in different ages were studied. They provided soil dates from six months, one year, two years, eight years and another area unburnt which was called control. Five mineral soil samples were taken at each area. In them, the soil characteristics more affected by fire were analyzed like as organic matter, pH, total nitrogen, available phosphorus and available cations. Six months after fire a high variability between plots were observed. It was due to the punctual effects of fire on the soil. Along the time and with the establishment of the vegetation, burnt plots tend to reach similar characteristics to the control. But eight years after fire they were still different of the control plot.

K.W.: Fire, pine groves, soil characteristics, organic matter, nutrients.

INTRODUCCION

La Sierra del Teleno se caracteriza por poseer las únicas masas naturales de *Pinus pinaster* de la provincia de León las cuales se explotaron durante un siglo para la obtención de resina. Sin embargo, estas masas han sufrido numerosos incendios forestales a lo largo de toda su existencia, algunos de ellos de gran intensidad, y aunque esta especie presenta una gran capacidad de regeneración frente a los incendios, se enfrenta al grave problema de la recurrencia de los mismos, a intervalos menores de 15 años, que puede afectar a pinos regenerados inmaduros (Santamaría, 1998).

Estos incendios reiterados no solamente afectan a la regeneración de las masas forestales, sino que con el tiempo conducen a una disminución de la calidad de los suelos. Las alteraciones en las características del medio edáfico pueden llegar a suponer una disminución de su fertilidad física, química y biológica (Ruiz del Castillo, 1981), dependiendo la regeneración de estas zonas quemadas de la velocidad con que se restablezca dicha fertilidad, base para el asentamiento de una nueva vegetación. Uno de los principales efectos de los incendios sobre el suelo es el fuerte descenso en el contenido total de materia orgánica (Fernández *et al.*, 1997), aunque existe con el tiempo una recuperación prácticamente total de la misma. Pero si la frecuencia de estos incendios es alta, esta recuperación puede ser muy lenta y tener importantes consecuencias sobre otras propiedades del suelo que determinan la fertilidad del mismo.

El objetivo de este trabajo es determinar las alteraciones que se producen en el suelo a corto plazo como consecuencia de un incendio de alta intensidad y comprobar los cambios en el mismo a más largo plazo. En concreto, se pretende conocer el tiempo de recuperación de las características del

suelo en esta zona con alta frecuencia de incendios.

MATERIAL Y METODOS

La zona de estudio se encuentra situada en la Sierra del Teleno, en la comarca de la Maragatería (SW de León). El clima es de tipo mediterráneo subhúmedo, con temperaturas medias entre 9° y 11°C y precipitaciones entre 600-1000 mm. La altitud de la zona oscila entre los 900 y 1300 m. La vegetación más característica de la zona es el pinar, representado por diferentes especies. El 95% de la zona se encuentra ocupado por *Pinus pinaster*, en bosquetes de escasa extensión aparece *Pinus sylvestris* y también se encuentran algunos individuos jóvenes de *Pinus nigra*.

Para el estudio se seleccionaron una serie de parcelas representando diferentes etapas de regeneración post-fuego. Parcela control: perteneciente al pueblo de Tabuyo del Monte, se tomó como control por no haber sido afectada por el fuego. Parcela "8 años": perteneciente al pueblo de Castrocontrigo, sufrió un incendio en julio de 1991 iniciado por un rayo que afectó a 2.000 Has de pinar. Parcela "2 años": perteneciente al pueblo de Nogarejas, se quemó en junio de 1997 por una negligencia y afectó a 400 Has de pinar maduro. En esta parcela se añadió una capa de suelo como medida de restauración. Parcela 1 (P1): perteneciente a Tabuyo del Monte, tiene orientación N-S y exposición en umbría. Parcela 2 (P2): perteneciente a Torneros de Jamuz, con orientación N-S y exposición en solana. Parcela 3 (P3): perteneciente a Torneros de Jamuz, tiene orientación E-O y está situada en una ladera con fuerte pendiente. Estas parcelas se caracterizan por presentar gran parte de su superficie ocupada por la roca madre. Las tres últimas parcelas sufrieron un gran incendio que tuvo lugar en Septiembre de 1998 y que afectó a una superficie de 3.309 Has. El incendio que se originó por una negligencia fue extremadamente virulento debido al fuerte viento y a la gran sequía. Dada la elevada intensidad del incendio la vegetación quedó totalmente destruida en su mayoría.

En cada una de las parcelas seleccionadas se recogieron 5 muestras de suelo a una profundidad de 5 cm, por ser los más afectados por el fuego y dónde se producen los principales cambios. Los muestreos fueron realizados, en todas las parcelas, en marzo de 1999. En septiembre de 1999 se volvieron a recoger muestras de suelo en las tres parcelas quemadas más recientemente. De esta manera se disponía de datos de suelo a los seis meses, al año, dos años y ocho años tras el fuego, además de una parcela no quemada que se consideró como control.

Las muestras de suelo fueron secadas al aire y pasadas por un tamiz de 2 mm de luz de malla. En ellas se determinó: pH en agua (1: 2,5), materia orgánica (método de Walkley-Black, 1934), nitrógeno total por el método Kjeldahl (Bremmer y Mulvaney, 1982), fósforo asimilable según el método de Bray.I (Kalra y Maynard, 1991) y Ca, Mg, K, y Na por extracción con AcNH_4 1N a pH 7 (Métodos Oficiales de Análisis, 1994)

Los resultados obtenidos se compararon mediante análisis de la varianza (ANOVA) para determinar la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre las parcelas. Cuando el valor de p era menor de 0,05 las diferencias se consideraban estadísticamente significativas. Se consideró como estadígrafo de contraste para las comparaciones entre pares el test de Tukey (1949). Con los valores medios de las cinco muestras de cada parcela se realizó un análisis de afinidad, utilizando como índice de similitud la distancia euclídea y como técnica de agrupación el método U.P.G.M.A.

RESULTADOS Y DISCUSION

Si se observan las características del suelo en las parcelas recientemente quemadas (Tabla I), destaca la variabilidad existente entre las mismas. Seis meses después del incendio los mayores valores de materia orgánica se detectan en la P3, siendo estas diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$). Al año del incendio disminuye el contenido de la misma en todas las parcelas, siendo más acusada en la P2. Los valores de N total siguen la misma dinámica que la materia orgánica, presentando siempre la P3 la concentración más alta y siendo estas diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$). Los valores de pH fueron semejantes en todas las parcelas para los dos muestreos, aunque se detectaron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre la P2 al año del incendio y la P1 y P2 seis meses después del mismo. Cabe destacar el fuerte contenido en fósforo asimilable que se encuentra en la P3 seis meses después del incendio y en la P2 al cabo de un año, que es significativamente ($p < 0.05$) superior al resto. Dada la alta desviación encontrada entre las muestras, este elevado contenido en fósforo puede ser debido a que se hayan tomado las mismas en

puntos que tuvieran una mayor acumulación de cenizas que posteriormente se hubieran incorporado al suelo. Hay que tener en cuenta que ambas parcelas se caracterizan por tener una importante proporción de roca madre dispersa por su superficie, lo que unido a la fuerte pendiente puede actuar reteniendo suelo y cenizas en determinados tramos. En cuanto al contenido de cationes asimilables también se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre las parcelas, excepto para el Na. A los seis meses del fuego la P3 presenta el contenido más alto de cationes (Mg, Ca y K), aunque al año hay una disminución de todos sus valores.

TABLA I.- Valores medios y desviación estándar de las características del suelo medidas a los 6 y 12 meses después del incendio en las tres parcelas estudiadas. (* = $p < 0.05$ y NS = no significativo)

	6 MESES			12 MESES			
	P1	P2	P3	P1	P2	P3	
pH	4,28(0,26)	4,41 (0,25)	4,74 (0,37)	4,53 (0,17)	4,95 (0,27)	4,60 (0,05)	*
M.O. (%)	7,79(2,30)	7,69 (2,48)	10,80 (0,50)	7,46 (0,62)	5,31 (0,99)	9,31 (1,10)	*
N (%)	0,18 (0,05)	0,12 (0,03)	0,25 (0,03)	0,15 (0,02)	0,09 (0,01)	0,20 (0,04)	*
P (mgkg⁻¹)	14,15 (3,45)	9,35 (5,89)	33,20 (9,87)	16,50 (8,84)	37,50 (17,27)	14,40 (9,92)	*
Mg²⁺(cmol_ckg⁻¹)	0,35 (0,09)	0,23 (0,09)	0,61 (0,15)	0,22 (0,07)	0,29 (0,14)	0,28 (0,07)	*
Ca²⁺(cmol_ckg⁻¹)	0,78 (0,21)	0,55 (0,14)	1,62 (0,49)	0,47 (0,13)	0,79 (0,39)	0,64 (0,26)	*
Na⁺(cmol_ckg⁻¹)	0,18 (0,02)	0,19 (0,02)	0,16 (0,01)	0,22 (0,06)	0,16 (0,03)	0,17 (0,02)	NS
K⁺(cmol_ckg⁻¹)	0,20 (0,05)	0,13 (0,04)	0,37 (0,08)	0,20 (0,04)	0,13 (0,04)	0,21 (0,03)	*

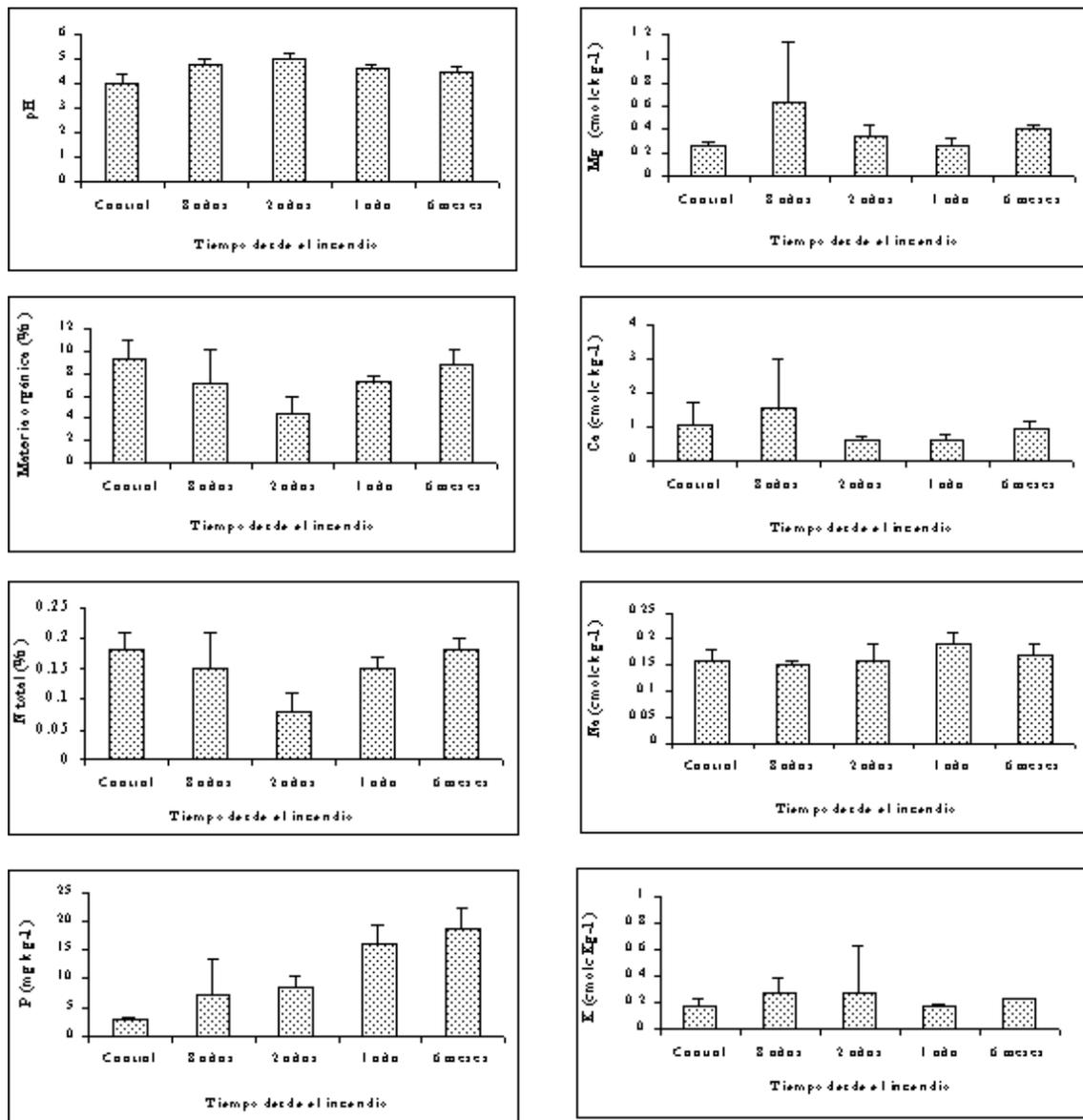


Figura 1: Valores medios y desviación estándar de las características del suelo analizadas en las parcelas estudiadas

La figura 1 muestra los cambios en el tiempo de las características del suelo consideradas. Se observa que a los pocos meses del incendio, el contenido en materia orgánica es muy semejante al encontrado en la zona control, probablemente debido a la acumulación de restos parcialmente carbonizados que aún permanecen en la zona. A partir de este momento se produce una disminución significativa ($p < 0.05$) de los niveles de materia orgánica alcanzando sus valores mínimos a los dos años, luego comienza a recuperarse. Exactamente la misma variación se observa en el caso del nitrógeno, siendo estas diferencias también significativas ($p < 0.05$). En cuanto a los valores de pH se detecta el efecto contrario al descrito anteriormente. A los seis meses del incendio el pH del suelo es bastante ácido, aunque posteriormente aumenta su valor casi una unidad hasta alcanzar el máximo a los 2 años, posteriormente el suelo comienza a acidificarse alcanzando una disminución significativa en la parcela control ($p < 0.05$). El fósforo asimilable presenta los valores más altos a los seis meses del incendio y posteriormente comienza a disminuir hasta alcanzar sus valores más bajos en la zona control. Se detectaron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre las primeras etapas después del incendio y el resto. En cuanto a los cationes asimilables no se encontró ninguna tendencia definida en el tiempo y aunque sus contenidos son variables dependiendo de las parcelas, estas diferencias no fueron significativas ($p < 0.05$).

Con el objeto de comparar los cambios producidos en el suelo a lo largo del tiempo, se aplicó un análisis de clasificación, de manera que la agrupación de las muestras se debe exclusivamente a sus características químicas. En el dendrograma (fig. 2) se puede observar como las muestras correspondientes a las parcelas quemadas más recientemente forman un grupo bien diferenciado de las otras zonas en estado de recuperación. Por otro lado, también se observa otro grupo formado por las zonas que llevan 2 y 8 años quemadas y a los que posteriormente se une la zona control. Parece ser por lo tanto que los cambios que se producen en las características químicas del suelo por el efecto de un incendio permanecen durante un año, para luego comenzar una fase de recuperación que les lleva a lo largo del tiempo a alcanzar las características que presentaban antes del incendio.

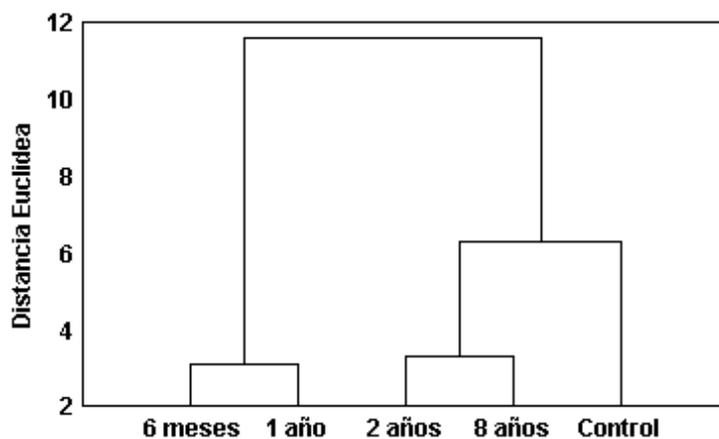


Figura 2: Análisis de similitud entre las parcelas estudiadas en función de sus características edáficas.

Los resultados obtenidos al estudiar los cambios del suelo a corto plazo muestran claramente el efecto puntual del incendio sobre el suelo (Marcos, 1997), debido a las diferencias entre las parcelas y la diferente intensidad alcanzada en el incendio en cada parcela. A los seis meses después del incendio en la P3 se detecta un fuerte incremento de materia orgánica, nitrógeno y otros nutrientes muy similar al encontrado en otras zonas quemadas (Marcos *et al.*, 1998, Ludwig *et al.*, 1998, Iglesias *et al.*, 1997), incremento que tiende a disminuir al año del incendio y al menos durante los dos primeros años (Iglesias *et al.* 1998), ya sea debido a pérdidas de nutrientes o cambios por el establecimiento de la vegetación (De las Heras, 1992).

El efecto del fuego sobre las características del suelo queda patente al comparar las parcelas de diferente edad post-fuego presentando las recién quemadas diferencias notables con el resto. Sin embargo, es necesario destacar que para el caso de la materia orgánica, nitrógeno total y pH las parcelas recién quemadas son muy semejantes al control. Las notables diferencias que presenta la parcela quemada hace dos años con el resto son debidas a la adicción de una capa de suelo que puede ser la responsable de estas diferencias. Sin embargo, se puede ver que a medida que transcurre el tiempo el suelo tiende a alcanzar las mismas características de la zona control, y este tiempo dependerá del daño causado en el suelo por el fuego y del establecimiento de la vegetación en cada zona.

BIBLIOGRAFIA

- BREMMER, J.M. & MULVANEY, C.S.; (1982). Nitrogen total. *Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and Microbiological properties*. Ed. A.L. Page. American Society of Agronomy. Inc. Madison. Wisconsin. 595-624.
- DE LAS HERAS, J.; (1992). *Estudio sobre la sucesión briofítica y evolución edáfica post-incendio en bosques mediterráneos (Albacete, SE de España)*. Tesis Doctoral. Universidad de Murcia.
- FERNANDEZ, I.; CABANEIRO, A.; CARBALLAS, T.; (1997). Organic matter changes immediately after a wildfire in an atlantic forest soil and comparison with laboratory soil heating. *Soil Biology and Biochemistry*, 29. 1-11.

- IGLESIAS, T.; CALA, V.; GONZALEZ, J.; (1997). Mineralogical and chemical modifications in soils affected by a forest fire in the Mediterranean area. *The Science of the Total Environment*, 204. 89-96.
- IGLESIAS, T.; CALA, V.; GONZALEZ, J.; WALTER, I.; TRABAUD, L.; (1998). Fire effects during two years on soil nutrients in a *Juniperus oxycedrus* woodland. *Fire Management and Landscape Ecology*. Ed. L. Trabaud. Int. Association of Wildland Fire. Fairfield. 13-24.
- KALRA, Y.P. & MAYNARD, D.G.; (1991). *Methods manual for forest soil and plant analysis*. Minister of Supply and Services Canada. Information Report NOR-X-319. 74-76.
- LUDWIG, B.; KHANNA, P.K.; RAISON, R.J.; JACOBSEN, K.L.; (1998). Modelling cation composition of soil extracts under ashbeds following an intense slashfire in a eucalypt forest. *Forest Ecology and Management*, 103. 9-20.
- MARCOS, E.; (1997). *Procesos edáficos en comunidades vegetales alteradas por el fuego*. Tesis Doctoral. Universidad de León.
- MARCOS, E.; LUIS, E.; TÁRREGA, R.; (1998). Chemical soil changes in shrubland after experimental fire. *Fire Management and Landscape Ecology*. Ed. L. Trabaud. Int. Association of Wildland Fire. Fairfield. 3-11.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACION.; (1994). *Métodos Oficiales de Análisis*. Tomo III.
- RUIZ DEL CASTILLO, J.; (1981). *Efectos ecológicos de los incendios forestales*. ICONA
- SANTAMARIA, E.; (1998). Los pinares de la Sierra del Teleno. *El incendio de la Sierra del Teleno*. Junta de Castilla y León. 1-7.
- TUKEY, J.W.; (1949). Comparing individual means in the analysis of variance. *Biometrics*, 5. 99-114.
- WALKLEY, A. & BLACK, A. I.; (1934). An examination of the Degtjoreff method for determining soil organic matter and a proposed codification of the chromic acid titration method. *Soil Science*. 37-39.