



Variaciones en profundidad de las propiedades de un suelo yesoso forestal bajo quema controlada

In-depth variation of gypsiferous forest soil properties after a controlled burn

Javier M. Aznar (1*), David Badía (1), J.A. González-Pérez (2), Clara Martí (1), María Conesa (1)

(1) Escuela Politécnica Superior de Huesca. Universidad de Zaragoza. Carretera de Cuarte s/n. 22071, Huesca, Spain

(2) Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla (IRNAS-CSIC). Av. Reina Mercedes 10, 41012, Sevilla, Spain

*Corresponding author: javier.maznar@gmail.com

Keywords

Soil water repellency
Aggregate stability
Organic carbon
Wildfires
Gypsum

Abstract

Changes produced by fire on soils depends on several factors (vegetation, soil type, temperature, etc.). Here we study the influence of fire on a gypsiferous forest soil located northwest of the city of Zaragoza. Six blocks of undisturbed soil were collected and burned under laboratory conditions reaching 272.9 ± 21.7 °C at 1cm depth. The fire caused significant differences ($p < 0.05$) in all studied parameters from the O horizon and in the first centimeter of the Ah horizon. No significant differences ($p < 0.05$) for any parameters below this depth were observed. The O horizon, strongly hydrophobic, became hydrophilic after burning. Burning induced a loss of 3.14 Mg organic carbon/ha, less than half of the values reported for other soils with mollic horizon (8.3 Mg/ha). In our soil, the loss is due to a 53.8% in the O horizon by 35.8% in the first centimeter of the Ah, and only 10.4% is lost deeper.

Palabras clave

Hidrofobicidad
Estabilidad estructural
Carbono orgánico
Fuego
Yeso

Resumen

Los cambios producidos por el fuego en el suelo dependen de varios factores (vegetación, tipo de suelo, temperatura, etc.). En este caso se estudia la influencia del fuego en un suelo yesoso forestal al noroeste de la ciudad de Zaragoza. Para ello se tomaron seis bloques de suelo inalterado que se quemaron en laboratorio hasta una temperatura, a 1cm de profundidad, de 272.9 ± 21.7 °C. El fuego produjo diferencias significativas ($p < 0.05$) en todos los parámetros estudiados en el horizonte O y en el primer centímetro del horizonte Ah. No encontrándose diferencias significativas ($p < 0.05$) para ningún parámetro por debajo de esta profundidad. El horizonte O, fuertemente hidrofóbico, tras la quema se convierte en hidrofílico. La quema supone una pérdida de 3.14 Mg de carbono orgánico/ha, menos de la mitad de los valores dados para otros suelos con horizonte mólico (8.3 Mg/ha). En nuestro suelo, la pérdida se debe en un 53.8% al horizonte O, en un 35.8% en el primer centímetro del Ah, y solo el 10.4% se pierde a mayor profundidad.

1 INTRODUCCIÓN

El fuego es un fenómeno común en los ecosistemas mediterráneos. Sin embargo, desde la década de 1960 se ha constatado un considerable incremento en la frecuencia e intensidad de los fuegos, principalmente

potenciados por los cambios socio-económicos (Shakesby, 2011). El fuego puede causar cambios en las diversas propiedades de los suelos (Mataix-Solera & Guerrero, 2007; Úbeda & Outeiro, 2009), en especial sobre el ciclo del carbono (Certini, 2005; Doerr et al., 2005; Llovet et al.,

Tabla 1. Factores de formación y propiedades del horizonte Ah del suelo experimental. * Porcentaje de cada fracción: arena, 2-0.05 mm; limo, 0.05-0.002 mm y arcilla<0.002 mm.

Factores de formación	
Vegetación	Pinar con asnallos
Régimen climático del suelo	Xérico-Mésico
Material parental	Yeso Mioceno
Localización	Tauste (Zaragoza)
UTM 30T (X-Y)	661982 - 4646188
Altitud (msnm)	493

Propiedades del horizonte Ah (0-25 cm)	
Materia Orgánica (%)	5.95
pH actual (1:2,5)	8.0
Carbonatos equivalentes (%)	21.1
Yeso equivalente (%)	35.8
Estabilidad estructural (%)	95.0
Elementos gruesos (%)	6.2
Clase textural (USDA)	Franca(49.36.15) *

Tabla 2. Variaciones en profundidad de las propiedades de un suelo yesoso forestal bajo quema controlada. Las letras indican diferencia significativa ($p<0.05$) del tratamiento.

	O		Ah, 1 cm		Ah, 2 cm		Ah, 3 cm	
	Control	Quema	Control	Quema	Control	Quema	Control	Quema
Repelencia (EP)	28.0 a	1.67 b	7.7 a	0 b	4.5 a	0 a	0 a	0 a
Estabilidad estructural. (%)	-	-	88.5 b	95.4 a	86.9 a	89.3 a	87.0 a	85.8 a
Yeso equivalente (%)	-	-	11.3 a	3.3 b	10.7 a	6.7 a	12.4 a	11.4 a
C inorgánico (%)	1.83 b	3.73 a	3.50 a	3.77 a	3.5 a	3.53 a	3.20 a	2.83 a
C orgánico (%)	19.83 a	4.73 b	6.40 a	3.07 b	4.90 a	3.27 a	3.53 a	2.70 a
C pirolizable (%)	35.76 a	3.67 b	12.57 a	5.08 b	9.56 a	7.55 a	10.33 a	12.31 a

2008). No obstante, se aprecia una gran variabilidad en sus efectos en función de múltiples variables como la cobertura vegetal, intensidad del fuego, profundidad estudiada, o tipo de suelo. Muchos trabajos han evaluado cómo se ven afectadas las propiedades de los suelos a diferentes temperaturas, tanto en campo como en laboratorio (Badía et al., 2011), pero son escasos los trabajos que indican hasta qué profundidad han sido afectadas dichas propiedades.

2 OBJETIVOS

Por todo ello, este estudio determina hasta qué

profundidad se constatan los efectos de un fuego controlado sobre un suelo forestal, prestando especial atención a la repelencia al agua, la estabilidad de los agregados y la materia orgánica del suelo.

3 METODOLOGÍA

Se muestrearon seis bloques inalterados de un suelo yesoso forestal (Gipsisol hipergipsico), característico de los Montes de Castejón, en las proximidades de Zaragoza, y cuyas características se describen a continuación (Tabla 1).

Tabla 3. Semi-matriz de correlación entre parámetros estudiados; $p < 0.05$ (*) y $p < 0.01$ (**).

	Repelencia al agua	Estabilidad estructural	Yeso equivalente	Carbono inorgánico	Carbono orgánico	Carbono pirolizable
Repelencia	1	0.11	0.40	-0.58**	0.94**	0.89**
Estabilidad estructural		1	-0.65*	0.56*	0.14	-0.49*
Yeso equivalente			1	-0.56*	0.33	0.86**
C inorgánico				1	-0.60**	-0.75**
C orgánico					1	0.92**
C pirolizable						1

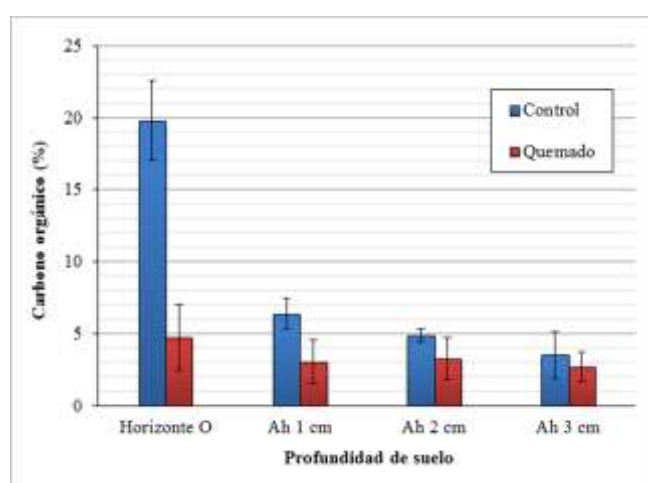


Figura 1. Efecto del fuego sobre el Carbono orgánico a diferentes profundidades de suelo.

Los bloques de suelo, con unas dimensiones aproximadas de $20 \times 20 \times 20 \text{ cm}^3$, se han secado al aire hasta alcanzar una humedad constante ($< 5\%$). Tres bloques se han sometido a una quema controlada y otros tres han permanecido inalterados.

3.1 QUEMA

La quema se ha efectuado mediante un soplete (10 cm de diámetro de llama) a una altura de 0.25 m (Llovet et al., 2008). Las temperaturas se han registrado con termopares a 1 cm y a 2 cm de profundidad (en el horizonte Ah) con el datalogger Picotech TC-08, tratando los resultados con el programa PicoLog R5.21.9. La quema se ha parado al llegar la temperatura a los $250 \text{ }^\circ\text{C}$ a 1 cm de profundidad.

3.2 ANÁLISIS DE LABORATORIO

Se han analizado las diferentes propiedades edáficas en el

horizonte O, así como en el primer, segundo y tercer centímetro del horizonte Ah. La estabilidad estructural se ha realizado sobre agregados de 1 a 2 de diámetro, (Kemper & Koch, 1966). Se ha medido la intensidad de la repelencia al agua por el método del etanol (Doerr, 1998), sobre muestras de suelo tamizadas a menos de 2 mm (Badía et al., 2012) al igual que el carbono orgánico e inorgánico, mediante un analizador elemental LECO y el Carbono pirolizable, por pirolisis (Py-GC/MS).

3.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se ha realizado el análisis de varianza y la comparación de medias por el Test de Tukey con el programa SPSS Statistics 17.0.

4 RESULTADOS Y CONCLUSIONES

El suelo originalmente es muy fuertemente hidrofóbico en superficie disminuyendo a ligeramente hidrofóbico en el primer centímetro del Ah mientras que por debajo de los 2 cm el suelo se comporta como hidrofílico (Tabla 2). La quema produce una pérdida de la repelencia tanto en el horizonte O como en el primer centímetro del Ah, donde existía previamente. Esta pérdida ha sido constatada por otros autores a temperaturas similares, siempre por encima de los $225 \text{ }^\circ\text{C}$, y se relaciona con la degradación selectiva de los compuestos hidrofóbicos (Cerdà & Doerr, 2005), principalmente estructuras alifáticas (Simkovic et al., 2008).

Una prueba más de la importancia de las sustancias orgánicas en la repelencia lo muestra la positiva y significativa correlación existente entre repelencia y carbono orgánico (Tabla 3).

La estabilidad estructural es muy elevada en suelos control

(Kemper & Koch, 1966) y no varía significativamente en profundidad. El fuego apenas modifica esta estabilidad si bien se constata un significativo aumento de las arenas ($p < 0.001$) tras el fuego en el Ah (1 cm), tal y como muestran otros trabajos (Arcenegui et al., 2008; Badía & Martí, 2003). El fuego provoca una reducción significativa ($p < 0.05$) del contenido en yeso presente en el Ah (1 cm) al convertirse en anhidrita. El C orgánico disminuye significativamente por efecto del fuego, tanto en el horizonte O como en el primer centímetro del Ah (Figura 1).

El C pirolizable se correlaciona positiva y significativamente con el C orgánico, además de la repelencia al agua y negativamente con la estabilidad estructural y el C inorgánico (Tabla 3).

La quema supone una pérdida de 3.14 Mg de carbono orgánico por hectárea; el 53.8% de esa pérdida se produce en el horizonte O, el 35.8% en el primer centímetro del Ah y sólo el 10.4% restante a mayor profundidad. Experiencias similares muestran que la pérdida puede duplicarse (8.3 Mg/ha) en suelos con horizonte móllico (González-Pérez et al., 2012).

En definitiva, el fuego provoca cambios significativos en la mayor parte de las propiedades estudiadas, fundamentalmente en el horizonte O y en el primer cm del Ah. Así, en superficie se reduce la repelencia, el contenido en C orgánico y el C pirolizable y aumenta el contenido relativo en C inorgánico, en partículas tamaño arena y la estabilidad de los agregados resultantes tras la quema. A partir de 2 cm de profundidad el fuego apenas provoca cambios en las propiedades y componentes estudiados.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte del Proyecto de Investigación en materia de medio ambiente y sostenibilidad financiado por DGA-La Caixa. Convocatoria 2011, Ref. GA-LC-055/2011.

REFERENCIAS

- Arcenegui V, Mataix-Solera J, Guerrero C, Zornoza R, Mataix-Beneyto J, García-Orenes F. 2008. Immediate effects of wildfires on water repellency and aggregate stability in Mediterranean calcareous soils. *Catena* 74: 219-226.
- Badía D, Martí C. 2003. Plant ash and heat intensity effects on chemical and physical properties of two contrasting soils. *Arid Land Research and Management* 17: 23-41.
- Badía D, Martí C, Charte R. 2011. Soil Erosion and Conservations Measures in Semiarid Ecosystems Affected by Wildfires. Chapter 5, pp 87-110. In: *Soil Erosion Studies*. Godone D, Stanchi S (Eds). InTech Open Access Publisher. Rijeka.
- Badía D, Aguirre JA, Martí C, Márquez MA. 2012. Sieving effect on the intensity and persistence of water repellency at different soil depths and soil types from NE-Spain. *Catena* (2012), doi: 10.106/j.catena.2012.02.003.
- Cerdá A, Doerr, S.H. 2005. Influence of vegetation recovery on soil hidrology and erodibility following fire: an 11-year investigation. *International Journal of Wildland Fire*, 14:423-437.
- Certini G. 2005. Effects of fire on properties of forest soils: a review. *Oecologia* 143: 1-10.
- Doerr SH. 1998. On standarsing the "Water Drop Penetration Time" and the "Molarity of an Ethanol Droplet" techniques to classify soil water repellency: a case using medium textured soils. *Earth Surface, Processes and Landforms* 23: 663-668.
- Doerr SH, Llewellyn CT, Douglas P, Morley CP, Mainwaring KA, Haskins C, Johnsey L, Ritsema CJ, Stagnitti F, Allinson G, Ferreira AJD, Keizer JJ, Ziogas AK, Diamantis J. 2005. Extraction of compounds associated with water repellency in sandy soils of different origin. *Australian Journal of Soil Research* 43: 225-237.
- González-Pérez JA, Arjona B, Martí C, González-Vila FJ, Badía D. 2012. Heat induced organic matter transformations with depth in a Rendzic Phaeozem. In: *Proceedings 4th International Congress Eurosoil 2-6 July, 2012*. Bari. Italy.
- Kemper W D, Koch E J. 1966. Aggregate stability of soils from Western United States and Canada. *Colorado Agricultural Experiment Station Bulletin*. 1355: 1-52.
- Llovet J, Josa R, Vallejo VR. 2008. Thermal shock and rain effects on soil surface characteristics: A laboratory approach. *Catena* 74: 227-234.
- Mataix-Solera J, Guerrero C. 2007. Efectos de los incendios forestales en las propiedades edáficas. In: Mataix-Solera J (Ed.), *Incendios Forestales, Suelos y Erosión Hídrica*. Caja Mediterráneo CEMACAM Font Roja-Alcoi, Alicante, pp. 5-40.
- Shakesby RA. 2011. Post-wildfire soil erosion in the Mediterranean: Review and future research directions. *Earth-Science Reviews* 105: 71-100.
- Simkovic L, Dlapa P, Doerr SH, Mataix-Solera J, Sasinkova V. 2008. Thermal destruction of soil water repellency and associated changes to soil organic matter as observed by FTIR spectroscopy. *Catena*, 74: 205-211.
- Úbeda X, Outeiro L. 2009. Physical and chemical effects of fire on soil. In: Cerdà A, Robichaud PR (Eds.), *Fire Effects on Soils and Restoration Strategies*, Science Publishers, Enfield, NH, pp 105-133.