



El tipo de vegetación y la presencia de cenizas como factores en la evolución temporal de la repelencia al agua tras un incendio forestal

Vegetation type and the presence of ash as factors in the evolution of soil water repellency after a forest fire

P. Jiménez-Pinilla (1*), E. Lozano (1), J. Mataix-Solera (1), V. Arcenegui (1), L. M. Zavala (2), A. Jordán (2), A. Morugán-Coronado (1)

(1) GEA. Grupo de Edafología Ambiental. Dpto. de Agroquímica y Medio Ambiente, Universidad Miguel Hernández, Edificio Alcudia, Avda de la Universidad s/n. 03202 Elche, Alicante, Spain

(2) MED_Soil Research Group. Departamento de Cristalografía, Mineralogía y Química Agrícola, Universidad de Sevilla, C/ Profesor García González s/n, 41012, Sevilla, Spain

*Corresponding author: pjimenez@umh.es

Keywords

Ash
Calcareous soils
Fire effects on soils
Restoration of fire-affected soils
Wildfires

Abstract

After wildfires, burning may induce the occurrence of soil water repellency. Soil water repellency may vary in space and time in function of vegetation, the presence of ash and soil moisture. This study analyzes the evolution of fire-induced soil water repellency in function of these factors, and proposes measures to promote the restoration of fire-affected soils. Burnt and unburnt (control) soil plots under pine and shrub from a recently burned area (Gorga, Alicante, SE Spain) were established. Three treatments were applied: in some of the plots, the original ash layer was kept on the ground; in a second group, the ash layer was removed for simulating the effects of erosion; finally, in a third group, percolating irrigation was conducted to simulate a possible good input of water into the soil profile after burning, that could occur if the first rains were with high quantity but low intensity. During the dry season, soil moisture content was significantly lower in burned plots due to fire-induced water repellency and reduced vegetation cover. During the wet season, soil moisture decreased in the control unburnt plots due to direct evaporation of water intercepted by vegetation and consumption by roots. Fire increased soil water repellency only in plots under pine. Water repellency decreased during the wet season, disappearing in January and reappearing after declining rainfalls. This baseline recovery of soil water repellency was lower where ash removal was simulated. In unburned plots, seasonal fluctuations were less important. In general, ash removal promotes a rapid reduction of water repellency, since it can induce washing of hydrophobic compounds. Irrigation performed immediately after the fire also contributed to decreased water repellency.

Palabras clave

Cenizas
Suelos calcáreos
Efectos del fuego en los suelos
Incendios forestales
Restauración de suelos quemados

Resumen

Tras un incendio forestal, el fuego puede inducir la aparición de repelencia al agua del suelo. La repelencia al agua del suelo puede variar en el espacio y el tiempo en función de la vegetación, la presencia de cenizas y la humedad del suelo. En este estudio se analiza la evolución de la repelencia al agua del suelo inducida por el fuego en función de estos factores, y se proponen medidas para favorecer la restauración de suelos afectados por incendios. Para ello, se seleccionaron parcelas de suelo quemado y no quemado (control) bajo pino y matorral en un área recientemente incendiada (Gorga, Alicante, Este de España). En parte de las parcelas se mantuvo la capa de ceniza, mientras que en otras se retiró la capa de cenizas simulando los efectos de la erosión. Finalmente, en un tercer grupo, se llevó a cabo un riego percolante para simular una buena entrada de agua en el perfil del suelo que podría darse si las primeras lluvias son copiosas pero de baja intensidad. Durante la época seca, el contenido en humedad del suelo fue significativamente menor en las parcelas quemadas debido a la repelencia al agua inducida por el fuego y a la disminución de la cobertura vegetal. Durante la estación húmeda, la humedad del suelo fue menor en las parcelas control debido a la evaporación directa del agua interceptada por la vegetación y el consumo realizado por las raíces. El fuego incrementó la repelencia al agua sólo en parcelas bajo pino. La repelencia disminuyó en la estación húmeda, desapareciendo a partir de enero y volviendo a aparecer tras la disminución de las lluvias. Esta recuperación de los valores iniciales de repelencia fue menor en los lugares donde se simuló la erosión de las cenizas. En las parcelas no quemadas, las fluctuaciones estacionales fueron menos importantes. En general, la retirada de cenizas favorece una rápida disminución de la repelencia al agua, ya que puede inducir un lavado de compuestos hidrofóbicos. El riego percolante realizado inmediatamente tras el fuego contribuyó también a un descenso de la repelencia al agua.

1 INTRODUCCIÓN

Uno de los efectos que puede causar el fuego sobre los suelos afectados es un incremento de la repelencia al agua (RA). Esta propiedad presenta una elevada variabilidad tanto en el espacio como en el tiempo, debido a la influencia de diversos factores, tales como el tipo de suelo (Mataix-Solera et al., 2007) y las especies vegetales (Arcenegui et al., 2007), donde las cenizas son un factor clave y poco estudiado para entender la evolución de las zonas afectadas por incendios forestales (Bodí et al., 2011). La deposición de una capa de cenizas junto con la volatilización de compuestos orgánicos durante la combustión y su posterior condensación sobre la superficie de los agregados del suelo, pueden inducir la aparición de RA en suelos previamente hidrofílicos o incrementarla en suelos donde ya existía de manera natural (Arcenegui et al., 2007). En suelos forestales calcáreos mediterráneos se ha demostrado que existe un cierto grado de hidrofobicidad muy relacionado con la especie vegetal presente, siendo mayor bajo pinar (Mataix-Solera et al., 2007). Pero, hasta la fecha, existen muy pocos estudios sobre la evolución temporal de la repelencia al agua en este tipo de suelos teniendo en cuenta estos factores.

Los resultados que se muestran en este estudio forman parte de un estudio más amplio, donde actualmente están siendo analizados otros parámetros y propiedades del suelo.

2 OBJETIVOS

El objetivo principal de este estudio es analizar la evolución en campo de la RA, tanto en zona control como en zona afectada por un incendio, estableciendo una relación entre los diferentes factores analizados, como son: la humedad del suelo, el tipo de vegetación, la presencia de cenizas y un riego percolante inicial, con el fin de conocer cómo la RA influye en la recuperación del suelo tras ser afectado por un incendio forestal.

3 ZONA DE ESTUDIO Y METODOLOGÍA

En julio de 2011, un área de 50 ha se vio afectada por un incendio forestal en Gorga, provincia de Alicante (SE España). El clima de la zona de estudio es de tipo mediterráneo, con una precipitación media anual aproximada de 500 mm. El suelo es un Xerorthent lítico desarrollado sobre calizas.

Inmediatamente después del incendio, se instalaron en

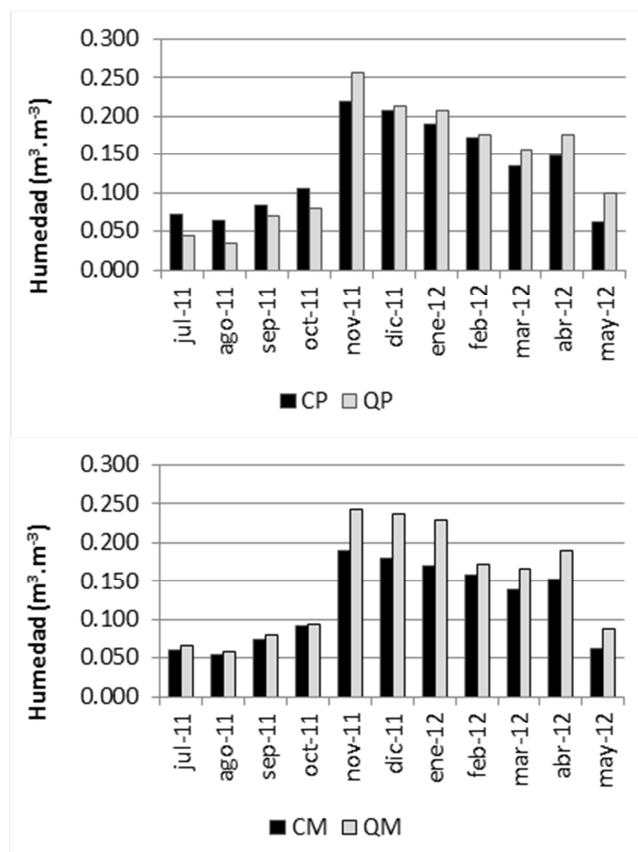


Figura 1. Promedio mensual de la humedad del suelo en las parcelas bajo pinar. Arriba: CP: parcelas en zona control bajo influencia de pino; QP: parcelas en zona quemada bajo influencia de pino. Abajo: CM: parcelas en zona control bajo influencia de matorral; QM: parcelas en zona quemada bajo influencia de matorral.

campo una serie de parcelas bajo la influencia de pino (P) y matorral (M), tanto en suelo quemado (Q) como en suelo control (C). A su vez, cada parcela de estudio está dividida en una zona destructiva para muestreos periódicos, y otra que se mantiene intacta para mediciones de repelencia al agua en campo y evolución de la vegetación. En las parcelas situadas en zona quemada bajo pino, se establecieron tres tratamientos: parcelas donde las cenizas se mantuvieron (QP), parcelas donde las cenizas se retiraron (QPsc) con el objetivo de simular una posible erosión de las mismas, y parcelas donde se realizó un riego percolante (QPr) tratando de simular una posible entrada inicial de agua en el perfil del suelo. Este último tratamiento se realiza partiendo de la hipótesis de que las primeras lluvias pueden ser importantes para la evolución de la recuperación de la vegetación tras un incendio forestal. A continuación, se instalaron sensores para la monitorización de la humedad del suelo (0-5 cm de profundidad), tanto en las parcelas bajo la influencia de

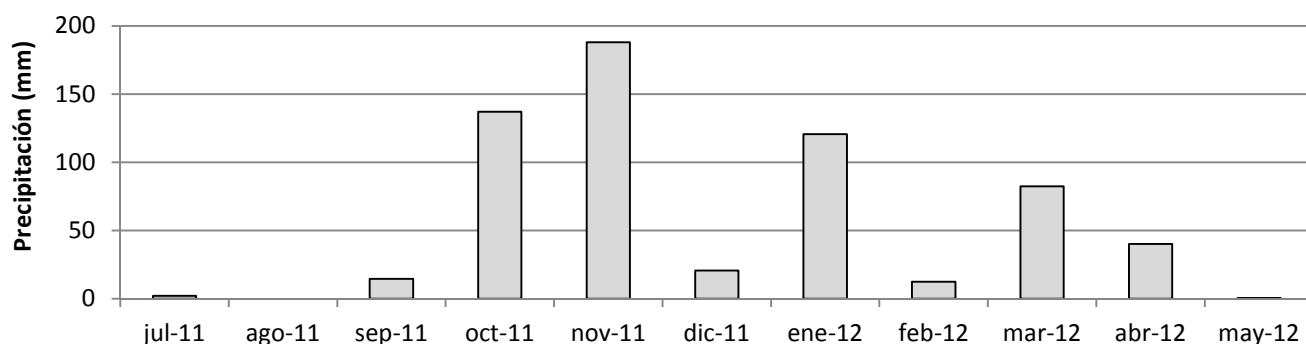


Figura 2. Precipitaciones registradas en la zona de estudio.

Tabla 1. Valores medios y desviación estándar de la repelencia al agua WDPT (s) para cada mes; donde, QP: parcela en zona quemada bajo influencia de pino; QPsc: parcela en zona quemada bajo influencia de pino con retirada de cenizas; QPr: parcela en zona quemada bajo influencia de pino con simulación de lluvia; QM: parcela quemada bajo influencia de matorral; CP: parcela en zona control bajo influencia de pino; y CM: parcela en zona control bajo influencia de matorral.

Parcela	jul-11	sep-11	oct-11	dic-11	ene-12	mar-12	may-12	jun-12
QP	670±627	217±85	127±129	7±2	40±59	839±745	5±3	7±10
QPsc	670±627	36±48	7±7	9±5	26±29	103±151	3±3	1±0
QPr	670±627	113±108	124±83	4±1	21±34	215±167	2±0	9±10
QM	55±56	10±10	35±35	21±22	3±2	25±26	1±0	1±0
CP	228±196	108±112	94±126	4±1	3±1	13±5	30±41	5±3
CM	67±67	24±31	9±8	3±1	2±1	86±100	37±39	4±1

pino como de matorral, en zona quemada y zona control, obteniendo así un registro continuo de datos cada 60 minutos. También, se procedió a la instalación de una estación meteorológica en la zona de estudio.

El test WDPT (Water Drop Penetration Time) se utilizó para medir la persistencia de la RA sobre la superficie del suelo bajo condiciones de campo. Las medidas de RA se realizaron sobre la superficie del suelo mineral, después de retirar cuidadosamente la cubierta de cenizas y hojarasca, tanto en parcelas de en suelo quemado como control. Las mediciones en campo se realizan mensualmente, para poder analizar su comportamiento y evolución estacional en el tiempo. Tras el incendio, también se recogieron muestras de cenizas, para determinar su RA bajo condiciones de laboratorio.

El presente estudio forma parte de un proyecto más amplio, en el que también se están realizando analíticas de laboratorio a partir de los sucesivos muestreos hechos en campo. Algunas de las propiedades que se están analizando en laboratorio son: la repelencia al agua, el contenido en materia orgánica, humedad del suelo,

estabilidad de agregados, nutrientes, etc. Toda la información obtenida hasta el momento esta fase de laboratorio, y será completada con los sucesivos muestreos que faltan por realizar.

4 RESULTADOS

4.1 HUMEDAD DEL SUELO

Los registros de los sensores de humedad en parcelas bajo pino mostraron valores más altos en el suelo en las parcelas control (CP) respecto a las quemadas (QP) en el periodo de julio a octubre (Figura 1), posiblemente debido al efecto conjunto de la WR (mayor en la zona quemada; Tabla 1) y a una mayor evaporación de agua del suelo por recibir más radiación solar directa por la ausencia de vegetación en la zona quemada tras el incendio. Este patrón de humedad se invierte a partir de noviembre, cuando comienza un fuerte periodo de lluvias (601 mm, de octubre a mayo; Figura 2), donde se observa que la humedad del suelo es mayor en QP que en CP, muy probablemente debido a que parte de la lluvia caída en la

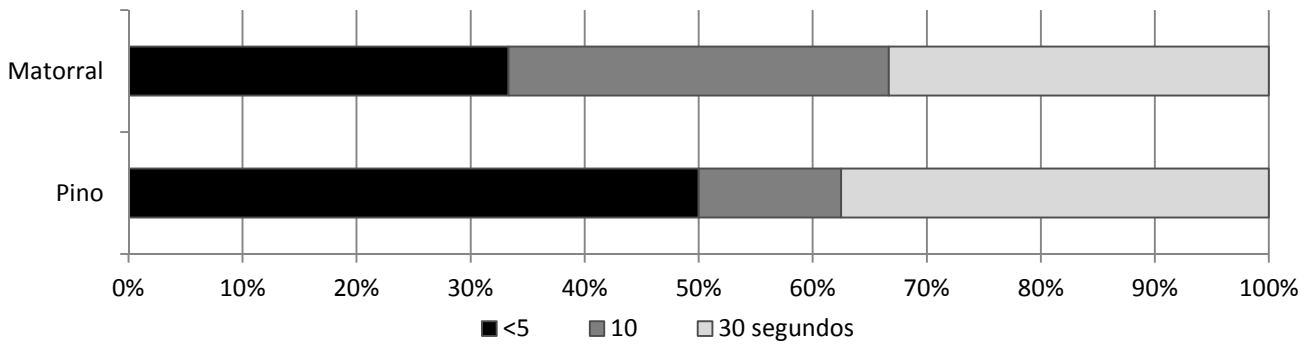


Figura 3. Frecuencia relativa de la repelencia al agua de las cenizas en clases de WDPT (s).

zona control se evapora al quedar interceptada por la vegetación y la hojarasca y no consigue entrar en el suelo, y parte del agua existente en el suelo es consumida por las raíces. En las parcelas bajo la influencia de matorral, CM y QM, el contenido en humedad es muy similar entre julio y octubre, posiblemente debido a que la repelencia al agua era similar entre CM y QM tras el fuego. A partir de noviembre, cuando comienza el periodo de lluvias, los valores de humedad en suelo son mayores en QM, al igual que pasa bajo pinar.

4.2 REPELENCIA AL AGUA

El incendio forestal produjo un incremento de la RA solo bajo pinar, tal y como se desprende de los datos recogidos inmediatamente después del incendio (julio de 2011). Se observó que la RA fue más elevada en las parcelas quemadas bajo influencia de pino, 670 ± 627 s, en comparación con las parcelas control, 228 ± 196 s (Tabla 1). Por el contrario, las observaciones realizadas bajo matorral indican que no hay un efecto inmediato tras el incendio de esta propiedad, ya que en las parcelas QM los valores son muy similares (55 ± 56 s) a los de su control CM (67 ± 67 s). Tras el incendio, la RA de las cenizas determinada en condiciones de laboratorio reveló que el 50% de las mismas eran repelentes al agua, con valores de WDPT repartidos principalmente en las clases de 10 y 30 s (Figura 3). Durante el periodo lluvioso (466 mm, de octubre de 2011 a enero de 2012), la RA disminuyó tanto en la zona control como en la quemada, siendo este descenso más acusado en las parcelas quemadas, y mucho más rápido en las parcelas donde se retiraron las cenizas (QPsc). Esta tendencia se mantiene hasta enero de 2012, cuando la RA desaparece casi por completo tanto en la zona quemada

como en la zona control, debido al periodo de lluvias y a la humedad del suelo. En marzo de 2012, la RA se recupera en todas las parcelas, tras un periodo seco correspondiente al mes de febrero, donde tan solo se registraron 12 mm de precipitación. En las parcelas afectadas por el incendio, los valores más elevados se observan de nuevo en QP (839 ± 745 s), donde no se retiraron las cenizas ni se realizó un riego inicial. En las parcelas donde sí se dieron estos dos tratamientos, la recuperación de la RA fue menor en QPsc (103 ± 151 s), donde se retiraron las cenizas, que en QPr (215 ± 167 s). Se observa una recuperación más tímida en la parcela QM (25 ± 26 s). En la zona control, aunque menor, también se observa una recuperación de esta propiedad, mostrándose un valor más bajo en CP (13 ± 5 s) que en CM (86 ± 100 s). Tanto en el mes de mayo como en el de junio, tras un periodo de lluvias acumuladas (122 mm), la RA disminuye drásticamente hasta casi desaparecer, siendo mayor en las parcelas afectadas por el incendio. Por el contrario, en la zona control este descenso no es tan acusado. Los datos muestran que en la zona no quemada hay fluctuaciones estacionales pero éstas no son tan marcadas como las que se observan en la zona afectada por el incendio.

5 CONCLUSIONES

Todas estas observaciones en campo, nos muestran cómo la aplicación de los diferentes tratamientos en las parcelas afectadas por el incendio, influyen de manera directa en la evolución estacional de la RA y, por ello, en la capacidad de humectación del suelo. La presencia de cenizas es la que determina en mayor medida estos comportamientos (Bodí et al., 2012). La retirada de cenizas permite una disminución más rápida de esta propiedad (Arcenegui et

al., 2007). El lavado de los compuestos hidrofóbicos del suelo a través del perfil puede verse favorecido cuando la capa de cenizas es retirada por agentes como el viento o la escorrentía superficial. Por otro lado, la pérdida de cenizas evita la posible entrada de material hidrofóbico presente de éstas. Las parcelas en campo se siguen monitorizando, para también comprobar si este efecto “positivo” de la eliminación de las cenizas en el rápido decrecimiento de la repelencia al agua del suelo, es o no beneficioso, frente al posible efecto “negativo” de la eliminación de nutrientes para la vegetación, propios de las cenizas.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación forma parte de los resultados del proyecto HYDFIRE (CGL2010-21670-C02-01), financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad. Los autores desean expresar su agradecimiento a Red Temática Efectos de los Incendios Forestales sobre los Suelos (FUEGORED).

BIBLIOGRAFÍA

- Arcenegui V, Mataix-Solera J, Guerrero C, Zornoza R, Mayoral AM, Morales J. 2007. Factors controlling the water repellency induced by fire in calcareous Mediterranean forest soils. *European Journal of soil Science* 58: 1254-1259.
- Bodí M, Mataix-Solera J, Doerr S, Cerdà A. 2011. The wettability of ash from burned vegetation and its relationship to Mediterranean plant species type, burn severity and total organic carbon content. *Geoderma* 160: 599-607.
- Bodí M, Doerr SH, Cerdà A, Mataix-Solera J. 2012. Hydrological effects of a layer of vegetation ash on underlying wettable and water repellent soil. *Geoderma* 191:14-23.
- Mataix-Solera J, Arcenegui V, Guerrero C, Jordán MM, Dlapa P, Tessler N Wittenberg L. 2008. Can terra rossa become water repellent by burning? A laboratory approach. *Geoderma* 147: 178-184.
- Mataix-Solera J, Arcenegui V, Guerrero C, Mayoral AM, González J, García-Orenes F, Gómez I. 2007. Water repellency under different plant species in a calcareous forest soil in a semiarid Mediterranean environment. *Hydrological Processes* 21: 2300-2309.