



# 7º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

**Gestión del monte: servicios  
ambientales y bioeconomía**

26 - 30 junio 2017 | Plasencia  
Cáceres, Extremadura

---

---

7CFE01-434

---

---

Edita: Sociedad Española de Ciencias Forestales  
Plasencia. Cáceres, Extremadura. 26-30 junio 2017  
ISBN 978-84-941695-2-6

© Sociedad Española de Ciencias Forestales

## SIMULACION DE ALTA Y BAJA SEVERIDAD DE QUEMAS CONTROLADAS EN PLANTA PILOTO ECOTRON FORESTAL MEDITERRÁNEO

PLAZA-ÁLVAREZ, P.A.<sup>1</sup>, SAGRA, J.<sup>1</sup>, LUCAS-BORJA, M.E.<sup>1</sup>, MOYA, D.<sup>1</sup>, ALFARO-SÁNCHEZ, R.<sup>2</sup>, FERRANDIS, P.<sup>1</sup> y DE LAS HERAS, J.<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y de Montes (ETSIAM), Universidad de Castilla-La Mancha, Campus Universitario s/n, 02071 Albacete

<sup>2</sup> University of Arizona- Laboratory of Tree Ring Research. Tucson, Arizona, USA

### Resumen

Las quemas prescritas se utilizan como herramienta para la reducción del combustible en la lucha frente a incendios forestales. Nuestro objetivo es evaluar la afección de estas quemas a los bosques sobre los que se aplican para apoyar y mejorar su aplicación.

En primavera de 2016, se realizaron quemas prescritas en un pinar mixto de *Pinus halepensis* Mill con *Pinus pinaster* Aiton, en el término municipal de Lezuza (Albacete). Se monitoreó la temperatura durante la quema sobre la superficie del suelo y a 2 cm de profundidad para describir la intensidad de quema.

Se realiza el seguimiento de las propiedades físicas del suelo, la variación en los parámetros de respiración de suelo mediante un analizador portátil con analizador de CO<sub>2</sub> IRGA y cámara de respiración SRC-1 (EGM-4, PPSsystem), hidrofobicidad e infiltración del suelo utilizando "WDPT test" e infiltrómetro de minidisco (Decagon Devices Inc) respectivamente.

Los resultados determinan que, pese a la baja intensidad, se modifican las propiedades físico-químicas del suelo, así como que se produce un incremento de la hidrofobicidad del suelo y una reducción de la infiltración del mismo. La respiración del suelo también se ve reducida lo que implica una pérdida de microorganismos en el mismo.

### Palabras clave:

Quemas prescritas, respiración de suelo, infiltración, hidrofobicidad.

### 1. Introducción

Los incendios forestales son, han sido y serán procesos naturales propios de los ecosistemas mediterráneos. Sin embargo, en los últimos años se ha provocado un cambio en el régimen de incendios, aumentando su frecuencia, extensión, intensidad, severidad, recurrencia y estacionalidad de forma significativa, por lo que es necesario restaurar y ajustar los regímenes de incendios para que se enmarquen en los rangos ecológicamente aceptables (Pausas y Vallejo, 2008).

En este contexto, las quemas prescritas son una herramienta de eliminación de combustible que se puede utilizar para reducir el daño de los incendios forestales, especialmente para especies resistentes al fuego (Knapp et al., 2009).

El fuego afecta a las propiedades del suelo tales como la respiración de suelo, la repelencia al agua y la infiltración de suelo (Marañón-Jiménez et al., 2011, Doerr et al., 2000 y Inbar et al., 1997). De esta manera, un conocimiento de los efectos sobre las variables comentadas supondría una mejora de las técnicas de ejecución de las quemas prescritas bajo arbolado en los pinares mixtos (*Pinus halepensis* Mill. y *Pinus pinaster* Aiton) en el Área Mediterránea.

## 2. Objetivos

El objeto principal de este estudio es determinar los efectos sobre el suelo a corto y medio plazo de las quemas prescritas bajo arbolado en los pinares de zonas medias-bajas, en este caso una masa mixta de *Pinus halepensis* Mill y *Pinus pinaster* Aiton. Se estudian: la actividad microbiana del suelo, representada mediante la respiración de suelo (Wei et al., 2015) y la hidrofobicidad e infiltración, que son responsables de la escorrentía del suelo y la sucesión de los procesos erosivos (DeBano, 2000).

Las conclusiones obtenidas mejorarán el conocimiento sobre los efectos del fuego de baja intensidad en el sotobosque de bosques arbolados, sirviendo como base científica para la mejora de la gestión de los ecosistemas mediterráneos, así como del uso del fuego mediante quemas prescritas para la prevención y lucha contra incendios forestales.

## 3. Metodología

En la primavera de 2016 se realizaron unas quemas prescritas en el monte de utilidad pública N° 140 denominado “Dehesa Boyal” en el municipio de Lezuza, al suroeste de la provincia de Albacete, con una altitud de 1.000m sobre el nivel del mar. La quema se realizó sobre una faja cortafuegos en el camino rural que circula por la ladera derecha de la vaguada conocida como “Vallejo del Pozo de Juan Sáez”. Se trata de un bosque arbolado mixto de *Pinus halepensis* Mill con *Pinus pinaster* Aiton y sotobosque formado por especies arbustivas entre las principales *Thymus vulgaris* L. y *Quercus coccifera* L., junto con especies arbóreas de *Quercus rotundifolia* Lam. y *Quercus faginea* Lam. (Figura 1).



Figura 1. Vegetación del lugar de realización de la quema prescrita en el Monte de Utilidad Pública n° 140 “Dehesa Boyal” en el término municipal de Lezuza (Albacete).

Durante la quema se llevaron a cabo tareas de monitorización de las temperaturas a 2 cm de profundidad en el suelo, en la superficie del suelo y a 30 y 60 cm de altura sobre el suelo, para evaluar la intensidad de la quema (Figura 2).



Figura 2. Termopares y su colocación en el árbol a cuatro alturas (-2, 0, 30 y 60 cm sobre el nivel del suelo) y en dos situaciones (en superficie y dentro de corteza).



Figura 3. Realización de la quema (imagen de la izquierda) y resultado tras la quema (imagen de la derecha).

En las zonas de estudio se realizaron muestreos antes de la quema, para controlar la evolución de las variables estudiadas. Para comprobar la afección a la parte biológica del suelo (actividad microbiana), se estudió la respiración de suelo (Wei et al., 2010). Para ello, se establecieron seis parcelas de las cuales tres fueron quemadas y tres se usaron como control de la evolución sin alteración del bosque. Por cada parcela se colocaron seis puntos fijos de toma de respiración, marcados por un tubo de PVC de 10 cm de diámetro y 15 cm de altura, de los cuales 7,5 centímetros quedaron incrustados en el suelo y permanecieron siempre en el mismo lugar (salvo en las parcelas quemadas los cuales se retiraron durante el momento de la quema para su posterior colocación, una vez se enfrió el suelo en el mismo lugar). El seguimiento de la variación de respiración de suelo se llevó a cabo mediante un analizador portátil en sistema cerrado con analizador de CO<sub>2</sub> mediante IRGA y cámara de respiración SRC-1 (EGM-4, PPSsystem). Se realizaron mediciones previas a la quema, y un seguimiento tras incendio (tras una semana, uno y dos meses y tras el verano). En el estudio de afección a las propiedades físicas del suelo se han elegido las variables de repelencia del agua e infiltración, ya que se consideran principales causantes de escorrentía y por ello erosión (DeBano, 2000). Los valores de hidrofobicidad e infiltración del suelo se realizaron mediante medición del tiempo de penetración de la gota de agua y la conductividad hidráulica del Suelo con infiltrómetro de minidisco (Decagon Services, Inc., Pullman, WA, 2016), respectivamente. Para conocer el efecto de las quemas sobre estos parámetros físicos de suelo se realizaron mediciones previas a la quema, realizando un seguimiento tras incendio (tras una semana, uno y dos meses y tras el

verano). Para la medición de la repelencia del agua o hidrofobicidad, siguiendo a Doerr (1998), llevamos a cabo el test del tiempo de penetración de la gota de agua (Water Drop Penetration Time, WDPT), que consiste en retirar cuidadosamente los restos orgánicos y residuos que puedan interferir en la medida, dejando expuesta la superficie mineral del suelo, para verter 15 gotas de agua destilada (a 20°C) sobre la superficie del suelo en un gradiente lineal, y registrar el tiempo que necesita cada gota para su infiltración, tomando como representativo de cada suelo el promedio del tiempo requerido por el número de gotas depositadas.

La infiltración se realizó siguiendo la metodología propuesta por Robichaud et al., (2008), mediante el uso del infiltrómetro de disco colocado a 2 cm de profundidad en suelo, registrando el volumen a intervalos de tiempo regulares mientras el agua se infiltra para realizar el cálculo del valor de la conductividad hidráulica ( $\text{cm s}^{-1}$ ).

El análisis estadístico utilizado ha sido el análisis de la varianza simple (one-way ANOVA) utilizando el programa estadístico Statgraphics versión centurión XVII.

#### 4. Resultados y discusión

Mediante el análisis de los resultados obtenidos con la cámara de respiración, se obtuvo el flujo de emisión del  $\text{CO}_2$  del suelo (Efflux,  $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), comparando valores pre y post-incendio (Figura 4). El análisis de varianza simple indica que el efflux disminuyó tras la realización de la quema, diferencia que se incrementa un mes después de la quema pero que comienza a acercarse a la normalidad en el segundo mes, estos resultados pueden deberse al aumento de C orgánico disuelto y N total tras el paso del fuego, lo que aumenta la posibilidad de pérdida de C y N de los ecosistemas forestales (Wang et al., 2012).

La hidrofobicidad del suelo, medida mediante WDPT, nos indica que se produce una alta hidrofobicidad justo tras la quema, pero que se va normalizando rápidamente en el tiempo, pudiendo deberse tal efecto a la percolación de las sustancias resinosas de las acículas desprendidas durante la quema a capas más profundas del suelo (Figura 5). Esta hipótesis coincide con estudios anteriores que indicaron que el calor producido por la combustión de la capa de hojarasca en la superficie del suelo disuelve sustancias orgánicas que se mueven hacia abajo hasta alcanzar las capas en el suelo más frías donde condensan y genera repelencia al agua (DeBano, 2000, Savage, 1974).

La conductividad hidráulica ( $\text{cm s}^{-1}$ ) mostró una clara disminución de la infiltración tras la realización de la quema, correspondiéndose con lo esperado y evaluado en artículos anteriores (Glenn & Finley, 2009) (Figura 6).



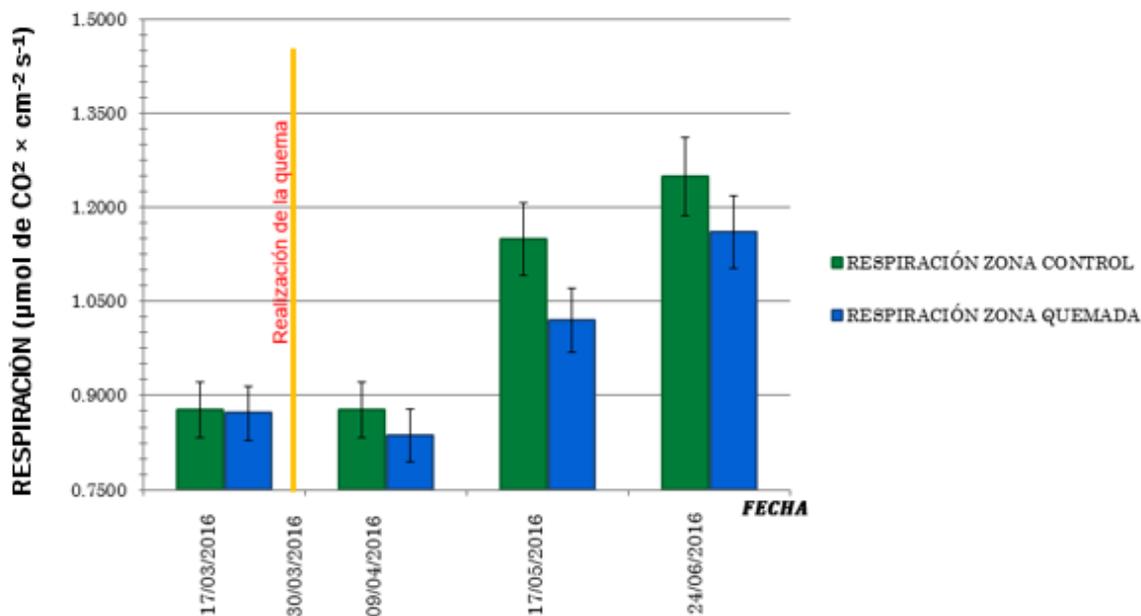


Figura 4. Análisis de varianza simple para los valores de actividad de flujo de emisión del  $\text{CO}_2$  del suelo (Efflux,  $\mu\text{mol de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ).

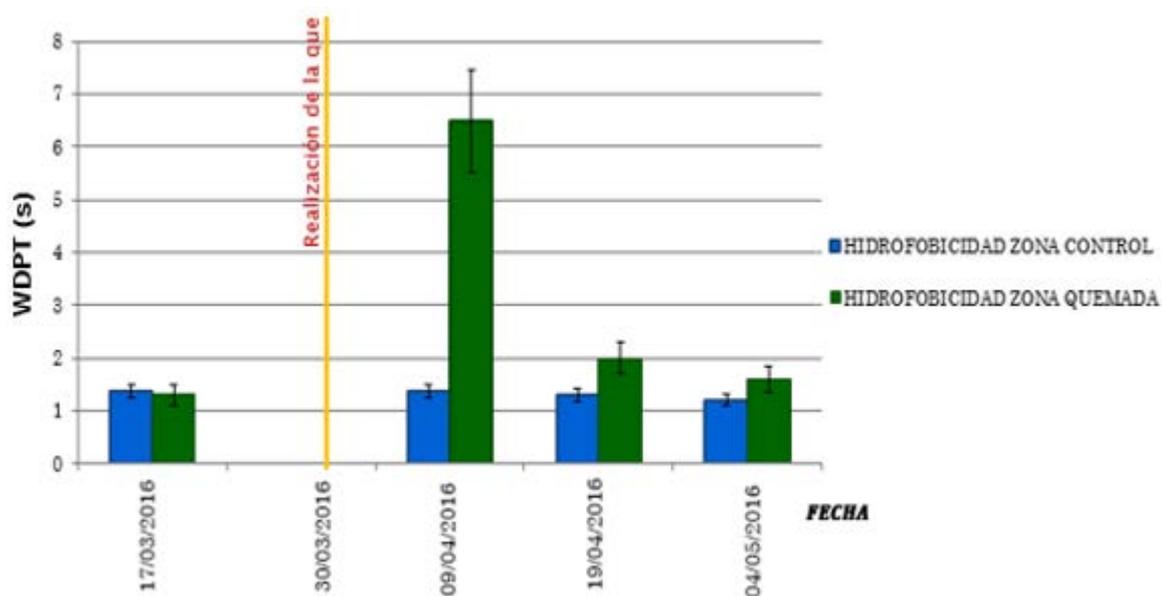


Figura 5. Análisis de varianza simple para los valores de tiempo de penetración de la gota en el suelo (WDPT, s) antes y después de quemas realizadas.

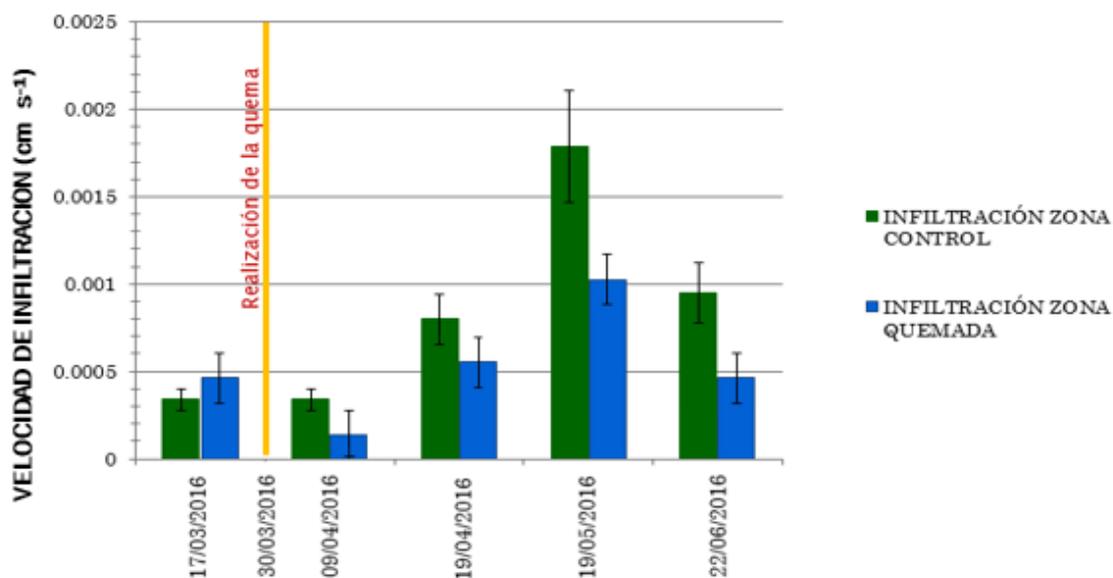


Figura 6. Análisis de varianza simple para los valores de infiltración medida mediante conductividad hidráulica ( $\text{cm s}^{-1}$ ) antes y después de quemas realizadas.

## 5. Conclusiones

Los resultados muestran que a pesar de que estas variables se ven influenciadas negativamente por la realización de la quema, pero que al tratarse de un fuego de baja intensidad, la respiración y la hidrofobicidad tienden a la normalidad prontamente aunque no hace lo mismo la infiltración donde se mantienen las diferencias con el paso del tiempo. En el caso de la infiltración esto puede deberse a el cambio de estructura del suelo provocado la eliminación de la materia orgánica en las capas superficiales del suelo (Wang et al., 2012).

De esta manera, el conocimiento de los efectos sobre el ecosistema de este uso del fuego aportará un conocimiento que ayudará al diseño y manejo de esta herramienta, principalmente el efecto sobre la respiración de suelo, que nos muestra la actividad microbiana y con ello la salud del suelo. El conocimiento de los efectos sobre la hidrofobicidad e infiltración nos son de gran utilidad, ya que la afección del fuego sobre la estructura del suelo modifica estas variables, incrementando el riesgo de que se produzcan escorrentía y erosión.

## 6. Agradecimientos

Agradecemos a los Servicios Forestales de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha el apoyo y colaboración en la obtención de los monolitos. También a los fondos procedentes del Programa de Infraestructura y Plan Propio de Investigación de la Universidad de Castilla-La Mancha e Instituto Nacional de Investigación Agraria (proyecto GEPRIF (RTA2014-00011-C06)).

## 7. Bibliografía

AROCENA, J.; OPIO, C.; 2003. Prescribed fire-induced changes in properties of sub-boreal forest soils. *Geoderma*, 113 (2003), pp. 1–16

DEBANO, L.F.; 2000. Water repellency in soils: a historical overview. *Journal of Hydrology*, 231-231, 4-32.

DEBANO, L.F.;, KRAMMES, J.S.; 1966. Water repellent soils and their relation to wildfire temperatures. *Int. Assoc. Sci. Hydrol. Bull.*, 11 (1966), pp. 14–19

DECAGON DEVICES INC.; 2016. Infiltrometer Product Guide, [Online]. Available: <http://www.decagon.com/infiltrometer/> [17 January2016].

DOERR S.H.; SHAKESBY R.A.; WALSH R.P.D.; 2000. Soil water repellency: its causes, characteristics and hydro-geomorphological significance. *Earth-Sci. Rev.*, 51: 33–65.

DOERR, S.H.; 1998: On standardizing the ‘water drop penetration time’ and the ‘molarity of an ethanol droplet’ techniques to classify soil hydrophobicity: A case study using medium textured soils. *Earth Surf. Processes Landforms* 23, 663-668.

GARCÍA PAUSAS, J.; VALLEJO CALZADA, R.; 2008. Bases ecológicas para convivir con los incendios forestales en la Región Mediterránea: decálogo. *Ecosistemas*. Vol. 17, n. 2. 1697-2473, pp. 128-129.

N.F. Glenn, N.F.; Finley, C.D.; 2009. Fire and vegetation type effects on soil hydrophobicity and infiltration in the sagebrush-steppe: I. Field analysis. *J. Arid. Environ.*, 74 (2009), pp. 653–659

INBAR, M.; WITTENBERG, L. & TAMIR, M.; 1997. Soil erosion and forestry management after wildfire in a Mediterranean woodland, Mt. Carmel, Israel. *Int. J. Wildland Fire* 7(4): 285-294.

JORDAN, A.;, GONZÁLEZ, F.A.;, ZAVALA, L.M.; 2010. Re-establishment of soil water repellency after destruction by intense burning in a Mediterranean heathland (SW Spain). *Hydrological Processes* 24 (6), 736-748

KENT, M. AND & COKER, P.; 1994. *Vegetation Description and Analysis. A Practical Approach*. Wiley, Chichester, UK

KNAPP, E.E.;, ESTES, B.L.;, AND SKINNER, C.N.; 2009. Ecological effects of prescribed fire season: a literature review and synthesis for managers. Albany, CA: USDA Forest Service, Pacific Southwest Research Station. PSW-GTR-224.

LUCAS-BORJA, M.E.;, MADRIGAL, J.;, CANDEL-PÉREZ, D.;, JIMENEZ, E.;, MOYA NAVARRO, D.;, DE LAS HERAS, J.;, GUIJARRO, M.;, FERNÁNDEZ, C.;, VEGA, J.A.;, HERNANDO, C.;, 2016. Effects of prescribed burning, soil preparation and seed predation on natural regeneration of Spanish black pine (*Pinus nigra* Arn. ssp. *salzmannii*) in pure and mixed forest stands. *Forest ecology and management*, 378: 24–30.

MARAÑÓN-JIMÉNEZ, S.; 2011. Efecto del manejo de la Madera quemada después de un incendio sobre el ciclo del Carbono y nutrientes en un ecosistema de montaña mediterránea. Tesis doctoral. Universidad de Granada.



ROBICHAUD, P. R.; LEWIS, S. A.; ASHMUN, L. E.; 2008. New procedure for sampling infiltration to assess post-fire soil water repellency. Res. Note. RMRS-RN-33. Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. 14 p

SAVAGE, S. M.; 1974. Mechanism of fire-induced water repellency in soil. *Soil Sci. SOC. Arner. Proc.* 38:652-657.

WANG, Q.K.; ZHANG, M.C.; WANG, S.L.; 2012 A meta-analysis on the response of microbial biomass, dissolved organic matter, respiration, and N mineralization in mineral soil to fire in forest ecosystems. *Forest Ecol Manag* 271:91–97

WEI, H.; CHEN, X.; XIAO, G.; GUENET, B.; VICCA, S. & SHEN, W.; 2015. Are variations in heterotrophic soil respiration related to changes in substrate availability and microbial biomass carbon in the subtropical forests?. *Scientific Reports*, 5, 18370.

WESSEL, A.T.; 1988: On using the effective contact angle and the water drop penetration time for classification of water repellency in dune soils. *Earth Surf. Proc. Land.* 13, 555–561

