

Evaluación de las condiciones de quema controlada que influyen en atributos biológicos y físicos de suelos bajo *Echinopartum horridum*

Evaluation of controlled burning conditions that influence the physical and chemical attributes of soils under *Echinopartum horridum*

Marta Escuer Arregui*, Oriol Ortiz Perpiñá, Ana Paula Conte Domínguez & David Badía Villas

Escuela Politécnica Superior de Huesca, Universidad de Zaragoza, 22071 (Huesca), España
(*E-mail: marta701803@gmail.com)

<https://doi.org/10.19084/rca.28367>

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar los efectos en el suelo de distintas severidades de quema, se han realizado quemas controladas de monolitos de suelo bajo distintas temperaturas y tiempos. Los monolitos han sido muestreados justo después de las quemas y tras cinco meses de conservación en invernadero, separando las capas de 0-1 y 1-3 cm. Se han medido atributos físicos (persistencia de la repelencia al agua) y atributos biológicos (carbono orgánico, lábil, recalcitrante, intermedio, microbiano y respirado). Los resultados indican que las quemas de mayor severidad causan sobre la materia orgánica un fuerte impacto tanto a nivel cuantitativo como cualitativo, afectando a diversas fracciones del carbono orgánico, así como a la biomasa microbiana y su actividad. Las quemas de mayor severidad también causan una fuerte repelencia al agua en superficie o profundidad, en función de la duración de la quema. A los cinco meses, la mayoría de los parámetros han vuelto a valores iniciales, y ha desaparecido la hidrofobicidad post fuego, lo que sugiere una rápida recuperación del suelo frente a la perturbación causada por el fuego.

Palabras-clave: Fuego, Hidrofobicidad, Materia orgánica, Propiedades biológicas

ABSTRACT

With the objective of evaluating the effects of fire on soil of varying burning severity, experimental burnings of soil samples under different burning temperatures and times have been conducted. Burned soil monoliths have been sampled immediately after burning and five months after greenhouse conservation, separating layers of 0-1 and 1-3 cm depth. The impact of different burning severities was assessed based on the change of physical attributes (persistency of water repellency) and biological attributes (labile, intermediate, recalcitrant, microbial, and respired organic carbon). The results show that the most severe burns cause a big impact on organic matter, both on quantitative and qualitative levels, affecting the diverse organic carbon fractions, as well as the microbial biomass and activity. Most severe burns also cause a big water repellence on the 0-1 or in the 1-3 layers, depending on burning severity. After five months, most of the assessed parameters have been returned to initial levels and post-fire water repellence have disappeared, suggesting a fast recovery of the soil properties after the disturbance caused by the burnings.

Keywords: Fire, Hydrophobicity, Organic matter, Biological properties

INTRODUCCIÓN

En los Pirineos Centrales (NE-España), los pastos pirenaicos se han visto inmersos en las últimas décadas en un proceso de matorralización en el que juega un papel destacable el erizón (*Echinospartum horridum* (Vahls) Rothm.) (Komac *et al.*, 2013). Una de las practicas más comunes para detener esta matorralización son las quemas prescritas (Montiel y Kraus, 2010).

El efecto del fuego en el suelo se presenta en mayor o menor intensidad según la severidad del fuego (De la Rosa *et al.*, 2008) y la materia orgánica del suelo (MOS) y la repelencia al agua son propiedades interrelacionadas del suelo que pueden verse afectadas por el fuego (Mataix-Solera *et al.*, 2011).

MATERIAL Y MÉTODOS

Se han realizado cuatro tipos de quemas controladas de monolitos de suelo bajo distintas temperaturas y tiempos. Los monolitos han sido muestreados justo después de las quemas (T0) y tras cinco meses de conservación en invernadero, conservando la biomasa parcialmente calcinada y las cenizas en la superficie (T5+), y la otra mitad sin (T5-). De cada lote de 5 monolitos de suelo, uno se quemó a baja severidad (temperatura baja y tiempo corto, LS), uno a severidad media por duración (temperatura baja y tiempo largo, LL), uno a severidad media por temperatura (temperatura alta y tiempo corto, HS), uno a severidad alta (temperatura alta y tiempo largo, HL) y un último bloque no se quemó y se reservó como control (UU).

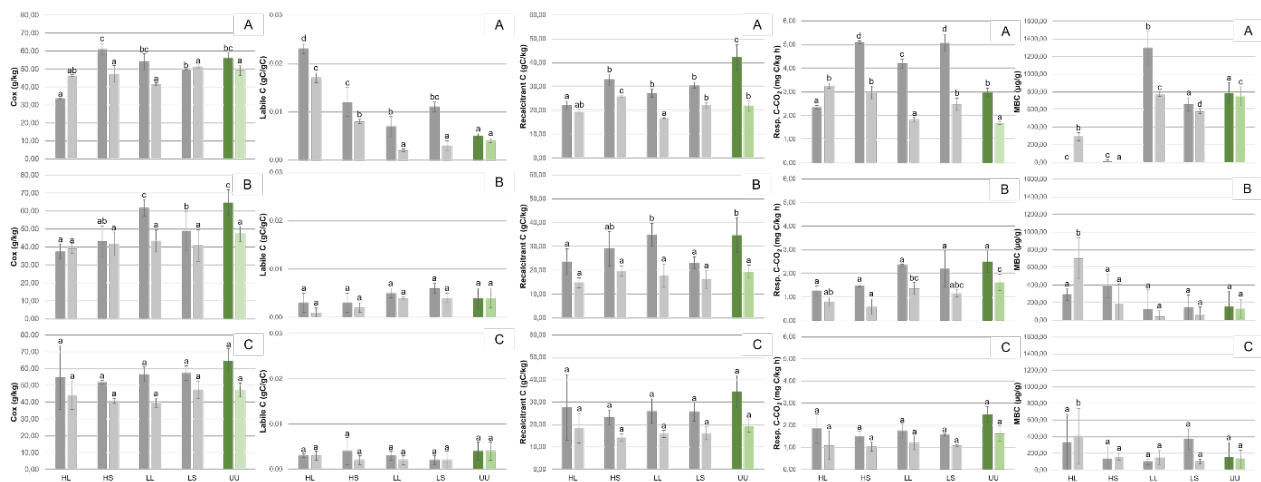


Figura 1 - Atributos biológicos: carbono oxidable total (Cox); carbono lábil (Labile C); carbono recalcitrante (Recalcitrant C); respiración microbiana (Resp. C-CO₂) y biomasa microbiana (MBC) para cada tiempo, tipo de quema y profundidad (media ± desviación estándar). A: T0 (efecto inmediato de la quema); B: T5+cenizas (efecto de la quema tras cinco meses con ceniza); C: T5-cenizas (efecto de la quema tras cinco meses sin ceniza). Gris oscuro: 0-1 cm; gris claro y verde claro: 1-3 cm.

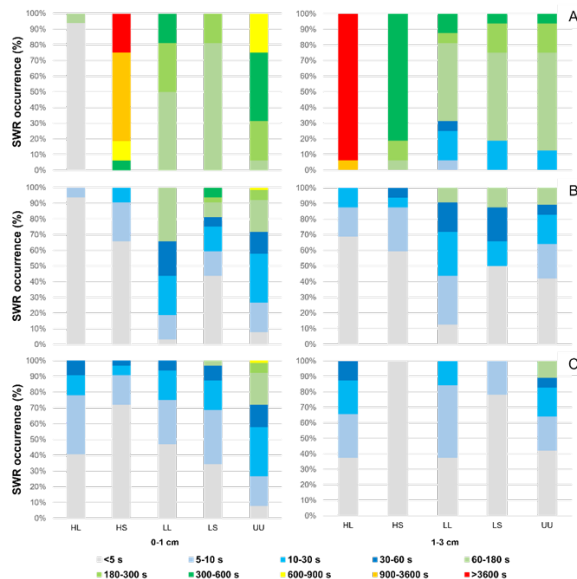


Figura 2 - Ocurrencia de repelencia al agua del suelo (SWR occurrence) para cada tiempo, tipo de quema y profundidad. A: T0; B: T5+; C: T5-.

Se midieron las temperaturas alcanzadas cada segundo a distintas profundidades y a partir de estos datos se obtuvieron distintos indicadores de quema. Se midieron atributos físicos y biológicos en las capas de 0 a 1 cm y de 1 a 3 cm.

Los monolitos de suelo se obtuvieron en el municipio de Yebra de Basa (Huesca), en una zona de antiguos pastos subalpinos densamente tapizada de *Echinopartum horridum*, cuyo suelo se clasifica en WRB como Leptic Cambisol.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Índices de quema

Como se observa en la Tabla 1, los distintos tipos de quemados que se han ensayado han constituido verdaderamente un gradiente de severidades, como se pretendía en el diseño experimental. Ello se aprecia en prácticamente todos los indicadores que se muestran en la Figura 1, y permiten ordenar las quemados, de menos a más severas, en el orden LS, LL, HS y HL.

Atributos biológicos

Como se observa en la Figura 1, tan solo la quema HL ha causado una pérdida significativa de C oxidable total, pese a que HS también ha alcanzado la misma temperatura. Parece que el distinto efecto de ambos tipos de quema vendría dado por el mayor tiempo de duración de HL frente a HS.

En el caso del carbono lábil (Figura 1), encontramos un incremento generalizado, en mayor medida para las quemados más severas. El efecto directo del fuego parece desaparecer tras cinco meses.

En el carbono recalcitrante (Figura 1), como efecto inmediato del fuego se observa una reducción generalizada, mayor para la quema más severa (HL). Por otro lado, a los cinco meses parece que los efectos del fuego persisten, sugiriendo que las formas recalcitrantes permanecen inalteradas.

Respecto a la biomasa microbiana (Figura 1), como efecto directo del fuego se ha observado una esterilización parcial y/o total en las quemados más severas. Por otro lado, en la respiración del suelo (Figura 1), el efecto de la alta severidad solo se refleja en la quema HL. La dinámica de la actividad microbiana parece ser un reflejo no solo del impacto del fuego, sino también de cambios cualitativos en términos de incremento del carbono lábil y de la liberación de nutrientes por combustión. Tras cinco meses parece que los parámetros microbianos presentan un comportamiento parecido, en el que desaparecen las diferencias significativas respecto al control.

Atributos físicos

Respecto a la repelencia al agua del suelo (Figura 2), en el caso de las quemados más severas, se observan dos efectos: el desarrollo de una capa repelente subsuperficial y eliminación en superficie en el caso de HL y, en el caso de HS, se produce una repelencia alta en la capa superficial. La diferencia de comportamiento de la repelencia en ambos tipos de quemados más severas viene dada probablemente por la diferencia de duración de la quema. En el caso de las quemados menos severas (LL y LS), se produce una reducción de la repelencia natural aunque no se alcanza el umbral de temperatura a partir del cual se produce teóricamente su destrucción, y parece independiente de la duración de la quema.

La reducción general de la repelencia a los cinco meses, consideramos que puede tener varias causas: (a) la reorientación de las moléculas anfifílicas que revisten los componentes sólidos por efecto de la continua humectación de los bloques en el invernadero (Doerr *et al.*, 2000); (b) la oxidación parcial de la materia orgánica pirogénica, que puede hacer que sea transferida a la solución del suelo (Velasco-Molina *et al.*, 2016) donde un flujo de agua regular puede eliminarla por lavado (Granged *et al.*, 2011); (c) la carboxilación de parte de sus componentes aromáticos, pudiendo ser solubilizada con relativa rapidez (Masiello, 2004); y/o (d) su mineralización por actividad metabólica de los microorganismos (Jordán *et al.*, 2014).

Tabla 1 - Parámetros de quema. Letras distintas indican diferencias significativas entre tipos de quemas, para cada parámetro y profundidad (P<0.05)

	Temperatura máxima (°C)	Tiempo > 50 °C (s)	Tiempo > 100 °C (s)	Tiempo > 300 °C (s)	Tiempo > 500 °C (s)	Índice de quema	
0-1 cm	HL	431±100 c	3418±1084 d	2012±553 c	1186±767 c	137±290 a	808731±358446 c
	HS	503±51 d	2387±1135 c	1674±824 c	1238±652 c	50±106 a	687383±353615 c
	LL	254±168 b	1481±530 b	710±823 b	291±614 b	208±439 a	246220±194079 b
	LS	305±131 b	1323±284 b	741±475 b	206±330 b	0±0 a	215914±143554 ab
	UU	16±0 a	0±0 a	0±0 a	0±0 a	0±0 a	0±0 a
1-3 cm	HL	76±7 d	3450±1279 c	0±0 a	0±0 a	0±0 a	239947±92233 d
	HS	62±14 c	1613±1487 b	0±0 a	0±0 a	0±0 a	135735±75440 c
	LL	47±6 b	0,4±1 a	0±0 a	0±0 a	0±0 a	62507±13108 b
	LS	43±6 b	0±0 a	0±0 a	0±0 a	0±0 a	23462±7227 ab
	UU	15±0 a	0±0 a	0±0 a	0±0 a	0±0 a	0±0 a

CONCLUSIONES

Los distintos tipos de quemas realizadas en condiciones experimentales permiten estudiar la respuesta del suelo frente a distintos grados de severidad, habiéndose conseguido reproducir en condiciones controladas desde quemas de impacto muy leve hasta quemas que han afectado profundamente el suelo. La mayoría de los efectos del fuego se han observado en la capa de 0 a 1 cm, mostrando la necesidad en estos tipos de trabajo de una toma de muestras siempre finamente estratificada para evitar la dilución de los efectos del fuego. Las diferencias observadas como efecto directo en los distintos tipos de bloques tienden a desaparecer en 5 meses en la capa superficial y prácticamente desaparecen en su totalidad en la capa de 1 a 3 cm.

En términos cuantitativos, el fuego ha producido una notable pérdida de carbono orgánico total en la capa más superficial de la quema más severa, pero cualitativamente ha causado un incremento

en las cantidades de carbono lábil y una reducción en las cantidades de carbono recalcitrante.

Uno de los impactos más notables del fuego ha sido la eliminación casi total de la biomasa microbiana en las quemas más severas, mientras que en los bloques de menor severidad apenas se han observado efectos. Por otro lado, la elevada actividad microbiana en los bloques quemados a severidad intermedia sería explicable por la liberación de carbono lábil y los efectos de la temperatura en la biomasa microbiana.

El suelo presentaba una leve repelencia natural al agua, que es eliminada por el efecto de las quemas de baja severidad, sin embargo, en las quemas de mayor severidad se desarrolla una repelencia muy notable en las capas superficial o subsuperficial según la duración de la quema. Por otro lado, a los cinco meses, la repelencia al agua se reduce de forma significativa en todas las muestras.

BIBLIOGRAFÍA

- De la Rosa, J.M.; González-Pérez, J.A.; González-Vázquez, R.; Knicker, H.; López-Capel, E.; Manning, D.A.C. & González-Vila, F.J. (2008) - Use of pyrolysis/GC-MS combined with thermal analysis to monitor C and N changes in soil organic matter from a Mediterranean fire affected forest. *Catena*, vol. 74, n. 3, p. 296–303. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2008.03.004>
- Doerr, S.H.; Shakesby, R.A. & Walsh, R.P.D. (2000) - Soil water repellency: Its causes, characteristics and hydro-geomorphological significance. *Earth Science Reviews*, vol. 51, n. 1–4, p. 33–65. [https://doi.org/10.1016/S0012-8252\(00\)00011-8](https://doi.org/10.1016/S0012-8252(00)00011-8)
- Granged, A.J.P.; Zavala, L.M.; Jordán, A. & Bárcenas-Moreno, G. (2011) - Post-fire evolution of soil properties and vegetation cover in a Mediterranean heathland after experimental burning: A 3-year study. *Geoderma*, vol. 164, n. 1–2, p. 85–94. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2011.05.017>
- Jordán, A.; Gordillo-Rivero, Á.J.; García-Moreno, J.; Zavala, L.M.; Granged, A.J.P.; Gil, J. & Neto-Paixão, H.M. (2014) - Post-fire evolution of water repellency and aggregate stability in Mediterranean calcareous soils: A 6-year study. *Catena*, vol. 118, p. 115–123. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2014.02.001>
- Komac, B.; Kefi, S.; Nuche, P.; Escós, J. & Alados, C.L. (2013) - Modeling shrub encroachment in subalpine grasslands under different environmental and management scenarios. *Journal of Environmental Management*, vol. 121, p. 160–169. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2013.01.038>
- Masiello, C.A. (2004) - New directions in black carbon organic geochemistry. *Marine Chemistry*, vol. 92, n. 1-4, p. 201–213. <https://doi.org/10.1016/j.marchem.2004.06.043>
- Mataix-Solera, J.; Cerdà, A.; Arcenegui, V.; Jordán, A. & Zavala, L.M. (2011) - Fire effects on soil aggregation: A review. *Earth-Science Reviews*, vol. 109, n. 1–2, p. 44–60. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2011.08.002>
- Montiel, C. & Kraus, D. (2010) - Best Practices of Fire Use - Prescribed Burning and Suppression Fire Programmes in Selected Case-Study Regions of Europe. In: *Best Practices of Fire Use - Prescribed Burning and Suppression Fire Programmes in Selected Case-Study Regions in Europe*. European Forest Institute.
- Velasco-Molina, M.; Berns, A.E.; Macías, F. & Knicker, H. (2016) - Biochemically altered charcoal residues as an important source of soil organic matter in subsoils of fire-affected subtropical regions. *Geoderma*, vol. 262, p. 62–70. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2015.08.016>