

7º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

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

26 - 30 junio 2017 | Plasencia
Cáceres, Extremadura

7CFE01-440

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

© Sociedad Española de Ciencias Forestales

Respuesta a medio plazo de la microbiota edáfica a tres tratamientos de manipulación de combustible en áreas de matorral del NO de España

FONTÚRBEL LLITERAS, M.T.¹, FERNÁNDEZ FILGUEIRA, C.¹, VEGA HIDALGO, J.A.¹

¹ Centro de Investigación Forestal de Lourizán. Consellería do Medio Rural. Xunta de Galicia. Apdo 127, 36080. Pontevedra. España.

Resumen

Las técnicas de manipulación del combustible desempeñan un papel fundamental en la conservación de los ecosistemas de brezal y, al mismo tiempo, pueden ser utilizadas para reducir la acumulación de combustible y, por lo tanto, minimizar el riesgo de incendios. En este estudio se analizan los efectos a medio plazo de la quema prescrita, el desbroce y la trituración mecánica del matorral en las propiedades microbianas del estrato orgánico y del suelo mineral superficial en ecosistemas de matorral del noroeste de España. Los parámetros microbianos se midieron periódicamente desde inmediatamente antes de los tratamientos hasta 5 años después. La mayoría de las propiedades microbianas del estrato orgánico y algunas del suelo mineral superficial mostraron cambios a corto plazo en respuesta a la quema prescrita, pero ya no fueron evidentes a partir de los tres años después de los tratamientos, a pesar de que la cobertura del estrato orgánico no había alcanzado aún los valores iniciales. La trituración mecánica y el desbroce de matorral tuvieron un efecto menos pronunciado en la microbiota del suelo. En conjunto, ninguno de los tres tratamientos tuvo un impacto negativo en las propiedades analizadas.

Palabras clave

Quema prescrita, desbroce, trituración mecánica, biomasa microbiana, perfil fisiológico de utilización de sustratos de C.

1. Introducción

Las comunidades de matorral ocupan más de 18 millones de hectáreas de la superficie de España y están sufriendo cada vez más intensamente el impacto de los incendios forestales (MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE, 2012). Con el fin de reducir las acumulaciones de combustible, alterar su continuidad y minimizar el impacto de posibles incendios se utilizan técnicas de manipulación del combustible, como la quema prescrita, el desbroce y la trituración (VEGA et al., 2000, 2001; BAEZA et al., 2002, 2003; FERNANDES y BOTELHO, 2003; CALVO et al., 2005; MOHAMED et al., 2006; FERNÁNDEZ et al., 2013a, 2013b, 2013c, 2015). Asimismo, estas técnicas desempeñan un papel fundamental en la conservación de este tipo de ecosistemas, que forman parte de la Red Natura y son considerados como hábitats prioritarios de interés comunitario.

Dada la decisiva importancia de las comunidades microbianas del suelo en el mantenimiento de funciones esenciales del ecosistema edáfico, como el reciclado de nutrientes, la descomposición y síntesis de la materia orgánica y la liberación de nutrientes para las plantas y microorganismos (NANNIPIERI et al., 2003), resulta de especial interés evaluar los efectos de los tratamientos de reducción del combustible en estos componentes del ecosistema.

Algunos estudios han analizado el impacto de estos tratamientos, aplicados en comunidades de matorral, sobre los microorganismos del suelo, de forma inmediata o a corto plazo, (de unas pocas

semanas a un año) (SAÁ et al., 1993; FIORETTO et al., 2002; D'ASCOLI et al., 2005; CATALANOTTI, 2011; FONTÚRBEL et al., 2012, GOBERNA et al., 2012) reflejando diferentes respuestas. Sin embargo, la información disponible sobre los cambios producidos varios años después de la ejecución de estas técnicas en ecosistemas de matorral es todavía muy escasa (PALESE et al., 2004; DE MARCO et al., 2005; RUTIGLIANO et al., 2007; FONTÚRBEL et al., 2016). Aunque el efecto inmediato de tratamientos como el fuego prescrito en los microorganismos del suelo se atribuye fundamentalmente al calentamiento del suelo (CERTINI, 2005; HART et al., 2005; MATAIX-SOLERA et al., 2009; DOOLEY y TRESEDER, 2012), los cambios posteriores inducidos por el fuego en la vegetación, propiedades físico-químicas del suelo y condiciones micro-ambientales pueden también modificar la funcionalidad de los microorganismos a más largo plazo (HART et al., 2005). Estudios previos mostraron que la quema prescrita, el desbroce y la trituración tuvieron efectos diferentes en los microorganismos del suelo en función de las características del sitio de estudio y que el tratamiento que produjo un mayor número de cambios fue el de quema prescrita (FONTÚRBEL et al., 2013). El seguimiento a más largo plazo de las áreas tratadas que han sufrido un mayor impacto puede servir para averiguar la persistencia de esas alteraciones y, por tanto, ayudar a mejorar la prescripción de estos tratamientos y establecer con mayor precisión las condiciones en las que pueden ser aplicados.

2. Objetivos

El principal objetivo de este estudio es evaluar los cambios a medio plazo (cinco años) producidos por la aplicación de quema prescrita, desbroce y trituración mecánica del matorral en propiedades microbianas (biomasa, actividad enzimática de la fosfatasa y diversidad en el uso de sustratos de C) del estrato orgánico y del suelo mineral superficial (0-2 cm) en un ecosistema de matorral del noroeste de España.

3. Metodología

El estudio se llevó a cabo en una comunidad de matorral situada en Edreiras (42° 8' 02" N - 7° 26' 17" O, 1330 m sobre el nivel del mar) en la provincia de Ourense. El sitio experimental está situado en una zona dominada por brezales, con una pendiente entre el 5-15%. La principal especie es *Erica australis* L., acompañada de *Pterospartum tridentatum* (L.) Wilk. y *Halimium lasianthum* ssp. *alyssoides* (Lam.). El clima es Mediterráneo, con un promedio anual de precipitaciones de alrededor de 1000 mm y temperatura media anual de 10 °C. Los suelos son regosoles alumi-úmbricos (FAO, 1998) desarrollados sobre esquistos, con textura franca (45% de arena, 31% de limo, 24% de arcilla), pH 4,6 y contenido de C orgánico del 13%. En este sitio se instalaron 16 parcelas de 50 x 50 m, en las que se aplicaron 3 tratamientos de manipulación del combustible (fuego prescrito, desbroce del matorral y acumulación en fajas y desbroce y trituración del matorral), con 4 réplicas cada uno, además del tratamiento testigo, de no intervención, también con 4 réplicas. Los tratamientos fueron ejecutados en la primavera de 2010, efectuándose un muestreo anterior a los tratamientos y los siguientes, al mes, y cada 6 meses hasta 5 años después de los mismos.

Se recogieron submuestras del horizonte orgánico (hojarasca + mantillo) y del suelo mineral superficial (0-2 cm), en 20 puntos por parcela escogidos aleatoriamente, y se mezclaron para formar una muestra compuesta por parcela de cada uno de los dos estratos. Todas las muestras fueron transportadas al laboratorio y conservadas en frío hasta la realización de los análisis.

Se realizaron las siguientes determinaciones analíticas: biomasa microbiana (VANCE et al., 1987), actividad enzimática de la fosfatasa ácida (TRASAR-CEPEDA et al., 2003) y diversidad funcional microbiana en base a los patrones de utilización potencial de 31 fuentes de Carbono (GARLAND, 1996).

Un modelo general lineal de medidas repetidas fue empleado para determinar las posibles diferencias en las variables analizadas entre tratamientos y a lo largo del tiempo. Se exploraron posibles relaciones entre variables para cada fecha de muestreo mediante regresión lineal simple.

4. Resultados

4.1. Horizonte orgánico

La cobertura del estrato orgánico (Figura 1) disminuyó significativamente después de la quema prescrita, comenzando a recuperarse a partir de los 3 años. Los cambios en los otros dos tratamientos fueron de menor entidad. A los 5 años, la cobertura había alcanzado el 57% en la quema prescrita (Q) y entre el 76 y 78% en la trituración (TR) y desbroce (D), respectivamente, en relación a los valores previos.

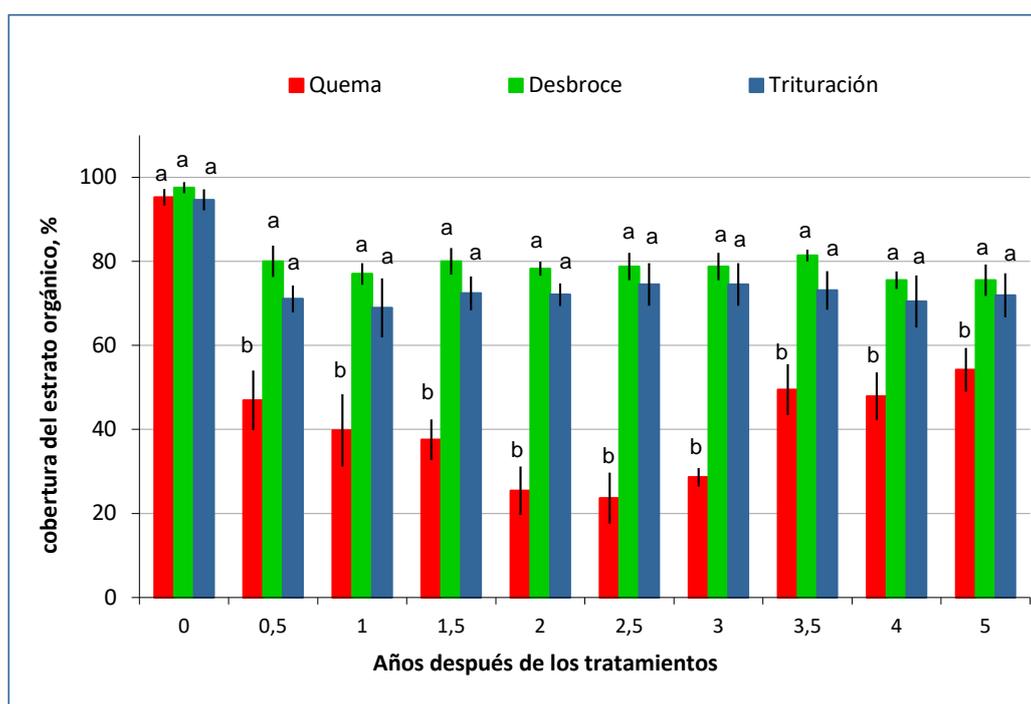


Figura 1. Variación de la cobertura del estrato orgánico durante el período de estudio. Letras distintas en cada fecha indican valores medios de los tratamientos significativamente diferentes ($p < 0,05$). Barras verticales, error estándar.

El C de la biomasa microbiana (C_{mic}) disminuyó significativamente en los primeros meses después de la quema prescrita (Figura 2), pero el efecto fue de corta duración y escasa cuantía, no siendo apreciable un año después del tratamiento. La actividad de la fosfatasa ácida (Figura 3) se redujo significativamente en Q respecto al control. Esas diferencias se detectaron durante los 3 primeros años, a partir de los cuales se produjo su recuperación. Se encontraron correlaciones significativas de esta actividad enzimática con la humedad y cobertura del estrato orgánico en varias fechas de muestreo. La diversidad microbiana, evaluada a través de la utilización de sustratos de C (Figura 4), se redujo inicialmente después de los tres tratamientos, pero entre uno y medio y dos años ya solo fue más reducida tras quema prescrita en relación al control. A partir del tercer año, y de forma similar a lo observado en otras propiedades, ya no se detectó ningún cambio atribuible a los tratamientos, registrándose valores similares a los iniciales, lo que refleja la recuperación de la funcionalidad de los microorganismos en cuanto a su capacidad de degradar los sustratos carbonados.

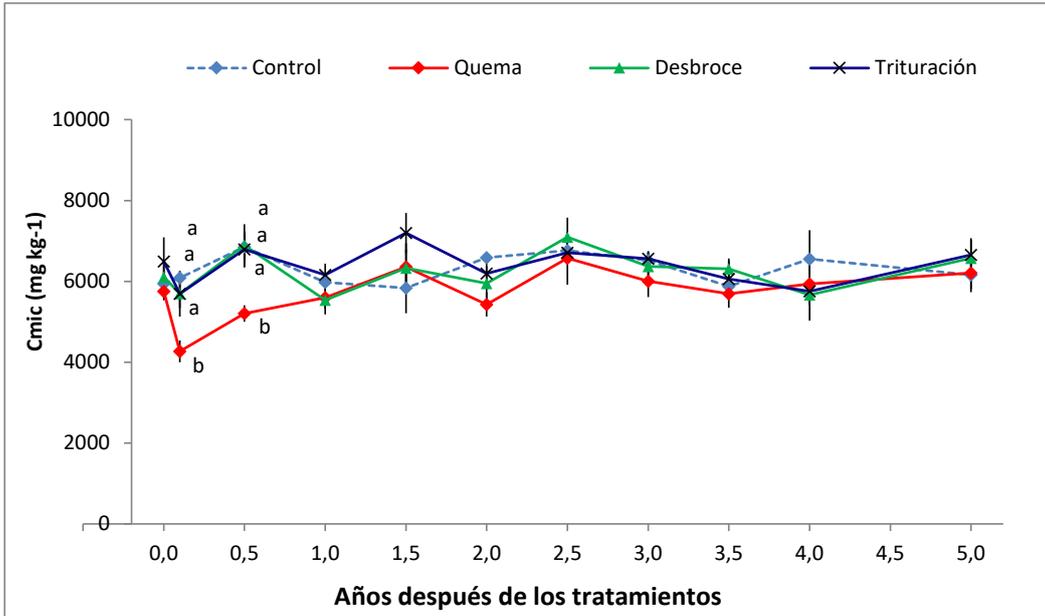


Figura 2. Variación del C de la biomasa microbiana (Cmic) del estrato orgánico a lo largo del período de estudio. Tiempo 0: inmediatamente antes de los tratamientos. Se indican las fechas en las que hubo diferencias significativas entre tratamientos, usando letras diferentes en cada una de ellas, $p < 0,05$. Barras verticales, error estándar.

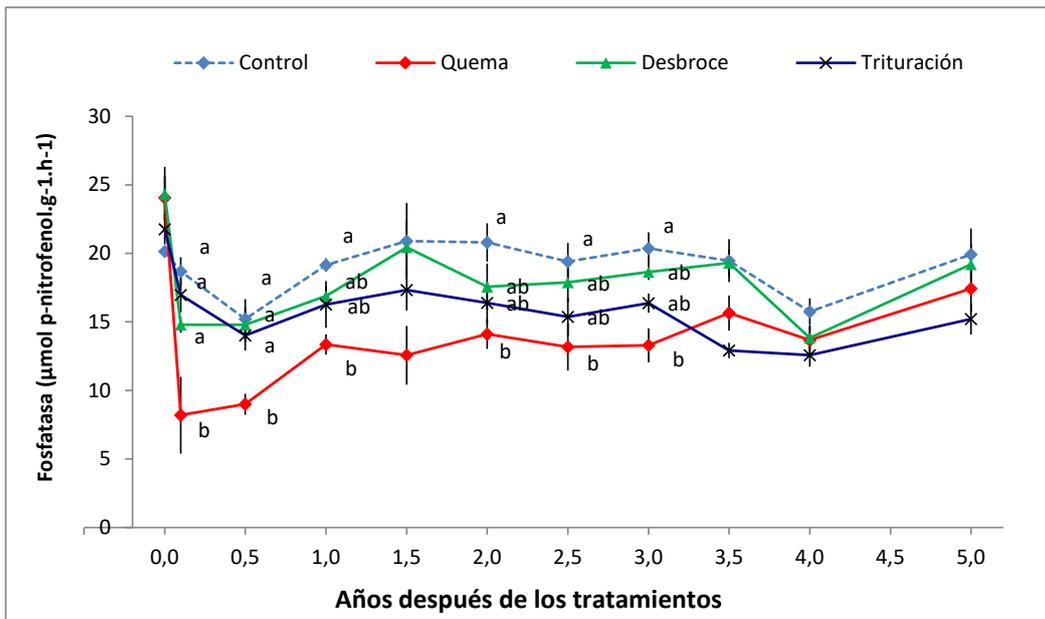


Figura 3. Variación de la actividad de la fosfatasa ácida del estrato orgánico a lo largo del período de estudio. Tiempo 0: inmediatamente antes de los tratamientos. Se indican las fechas en las que hubo diferencias significativas entre tratamientos, usando letras diferentes en cada una de ellas, $p < 0,05$. Barras verticales, error estándar.

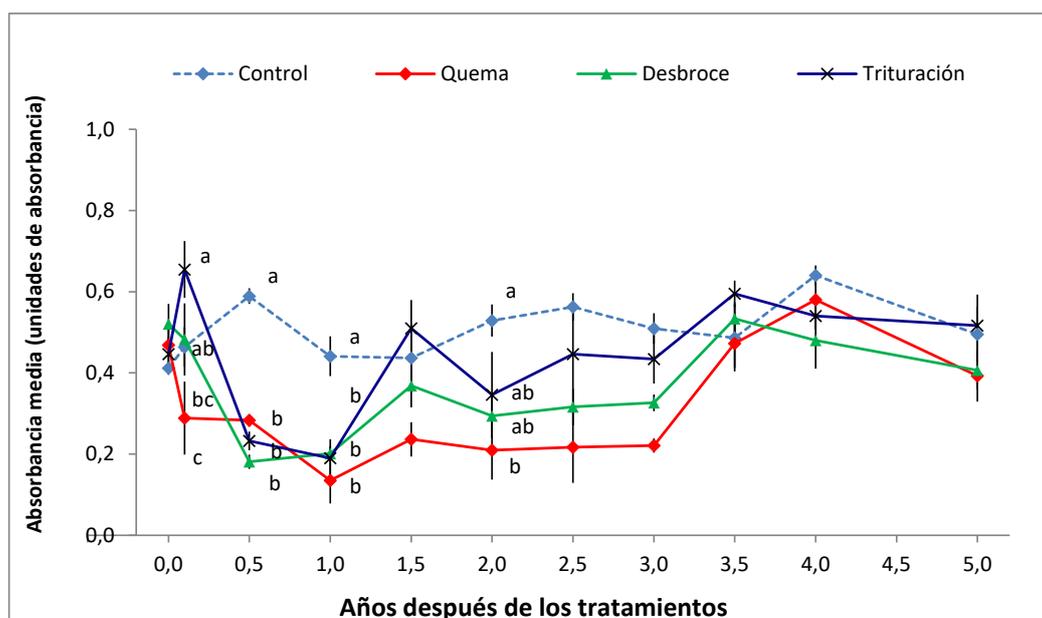


Figura 4. Variación de la intensidad media de utilización microbiana de sustratos de C del estrato orgánico a lo largo del período de estudio. Tiempo 0: inmediatamente antes de los tratamientos. Se indican las fechas en las que hubo diferencias significativas entre tratamientos, usando letras diferentes para cada una de ellas, $p < 0,05$. Barras verticales, error estándar.

4.2. Suelo mineral superficial (0-2 cm)

Los resultados del modelo lineal general de medidas repetidas indicaron que la fecha de muestreo fue el factor más influyente en todas las propiedades del suelo mineral analizadas. El efecto de los tratamientos en los parámetros microbianos del suelo fue bastante más reducido que en el horizonte orgánico, observándose solamente disminuciones poco apreciables y pasajeras del Cmic, actividad de la fosfatasa ácida y de la utilización microbiana de sustratos de C tras la quema prescrita, aunque a partir del segundo año de estudio ya no hubo ningún cambio significativo.

5. Discusión

5.1. Horizonte orgánico

El efecto más pronunciado de la quema prescrita respecto al desbroce y trituración en las propiedades microbianas del estrato orgánico fue consistente con el mayor impacto de este tratamiento en la vegetación (FERNÁNDEZ et al., 2013c, 2015) y la marcada reducción de cobertura del propio estrato. La disminución pasajera de Cmic indica un impacto limitado de la quema prescrita en la biomasa microbiana y concuerda con lo observado por otros autores tras quemas prescritas en matorrales de Italia y Portugal (CATALANOTTI, 2011). La reducción más duradera de la actividad de la fosfatasa después de la quema prescrita era previsible, dada la sensibilidad de esta enzima a los cambios inducidos por el fuego en los factores ambientales y características del estrato orgánico (STADDON et al., 1998; HAMMON et al., 2008; LÓPEZ-POMA y BAUTISTA, 2014), lo que parece confirmarse por la fuerte asociación hallada entre la fosfatasa y la humedad y cobertura de este estrato. Por su parte, la disminución de la utilización de sustratos de C después de la quema prescrita (STADDON et al., 1997) parecieron estar en relación con cambios en la humedad y en la calidad de la materia orgánica inducidos por el fuego (PIETIKÄINEN et al., 2000; D'ASCOLI et al., 2005).

5.2. Suelo mineral superficial (0-2 cm)

Cabe destacar la casi ausencia de efectos de los tratamientos en las propiedades microbianas del suelo, lo que indica que a pesar de la reducción de la cobertura del estrato orgánico y de la vegetación después de la quema prescrita, los microorganismos del suelo mantuvieron su biomasa, actividades y diversidad, sin apenas resultar afectados por los cambios en el horizonte inmediatamente superior (NEARY et al., 2005; CATALANOTTI, 2011). Resultados similares han sido hallados después de quemas prescritas (SAÁ et al., 1993; DE MARCO et al., 2005; RUTIGLIANO et al., 2007; FONTÚRBEL et al., 2013) reflejando una baja severidad del fuego que conllevó pocos cambios en otras propiedades físicas o químicas del suelo.

6. Conclusiones

El seguimiento post-tratamiento durante 5 años de las propiedades microbianas del horizonte orgánico y suelo mineral indica que la quema prescrita tuvo un impacto algo mayor que el desbroce y la trituración, aunque afectó casi exclusivamente al horizonte orgánico. A partir del tercer año de estudio no se detectó ningún efecto residual del tratamiento, lo que pone de manifiesto el importante papel jugado por el estrato orgánico y subraya la importancia de ejecutar las quemas procurando limitar la consunción de la cubierta orgánica. En esas condiciones, los tres tratamientos pueden ser igualmente factibles desde el punto de vista de las propiedades analizadas.

7. Agradecimientos

Este estudio ha sido financiado por el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente a través de la SubDir. General de Silvicultura y Montes de la Dir. General de Desarrollo Rural y Política Forestal. Un agradecimiento especial al Área de Defensa contra Incendios Forestales y particularmente a José Ramón González-Pan por su apoyo entusiasta. También nuestro agradecimiento a Antonio Arellano por su apoyo en la selección del área de estudio, instalación de parcelas, ejecución de los tratamientos y mediciones de campo. Gracias también a todos los que han colaborado en los trabajos de campo, especialmente José Ramón González, José Gómez, Jesús Pardo y Mario López y de laboratorio, Dolores Cernadas y Bárbara García.

8. Bibliografía

BAEZA, J.; DE LUIS, M.; RAVENTÓS, J.; ESCARRÉ, A.; 2002. Factors influencing fire behaviour in shrublands of different stand ages and the implications for using prescribed burning to reduce wildfire risk. *J. Environ. Manage.* 65: 199-208.

BAEZA, M.J.; RAVENTÓS, J.; ESCARRÉ, A.; VALLEJO, V.R.; 2003. The effect of shrub clearing on the control of fire-prone species *Ulex parviflorus*. *For. Ecol. Manage.* 186: 47-59.

CALVO, L.; TÁRREGA, R.; LUIS, E.; VALBUENA, L.; MARCOS, E.; 2005. Recovery after experimental cutting and burning in three shrub ecosystems situated in a climatic gradient. *Plant Ecol.* 180: 175-185.

CERTINI, G.; 2005. Effects of fire on properties of forest soils, a review. *Oecologia* 143: 1-10.

D'ASCOLI, R.; RUTIGLIANO, F.A.; DEPASCUALE, R.A.; GENTILE, A.; VIRZO DE SANTO, A.; 2005. Functional diversity of the microbial community in Mediterranean maquis soils as affected by fires. *Int. J. Wildland Fire* 14: 355-363.

DE MARCO, A.; GENTILE, A.E.; ARENA, C.; VIRZO DE SANTO, A.V.; 2005. Organic matter, nutrient content and biological activity in burned and unburned soils of a Mediterranean maquis area of southern Italy. *Int. J. Wildland Fire* 14: 365-377.

DOOLEY, S.R.; TRESEDER, K.K.; 2012. The effect of fire on microbial biomass, a meta-analysis of field studies. *Biogeochemistry* 109: 49–61.

FERNANDES, P.M.; BOTELHO, H.S.; 2003. A review of prescribed burning effectiveness in fire hazard reduction. *Int. J. Wildland Fire* 12: 117-128.

FERNÁNDEZ, C.; VEGA, J.A.; FONTURBEL, T.; 2013a. Does fire severity influence shrub resprouting after spring prescribed burning? *Acta Oecol.* 48: 30–36.

FERNÁNDEZ, C.; VEGA, J.A.; FONTURBEL, M.T. 2013b. Fuel reduction at a Spanish heathland by prescribed fire and mechanical shredding: effects on seedling emergence. *J. Environ. Manage.* 22: 696-796.

FERNÁNDEZ, C.; VEGA, J.A.; FONTURBEL, T.; 2013c. Shrub resprouting response after fuel reduction treatments, comparison of prescribed burning, clearing and mastication. *J. Environ. Manage.* 117: 235-241.

FERNÁNDEZ, C.; VEGA, J.A.; FONTURBEL, T. 2015. Does shrub recovery differ after prescribed burning, clearing and mastication in a Spanish heathland? *Plant Ecol.* 216: 429-437.

FIORETTO, A.; PAPA, S.; PELLEGRINO, A.; 2005 - Effects of prescribed burning on soil enzyme activities in a Mediterranean shrub maquis. *Appl. Veget. Sci.* 8: 13-20.

FONTURBEL, M.T.; BARREIRO, A.; VEGA, J.A.; MARTÍN, A.; JIMÉNEZ, E.; CARBALLAS, T.; FERNÁNDEZ, C.; DÍAZ-RAVIÑA, M.; 2012. Effects of an experimental fire and post-fire stabilisation treatments on soil microbial communities. *Geoderma* 191: 51– 60.

FONTURBEL, T.; VEGA, J.A.; FERNÁNDEZ, C.; 2013. Tratamientos preventivos de reducción de combustible en áreas de matorral: aspectos químicos y bioquímicos del suelo y cubierta orgánica. En: *Actas del VI Congreso Forestal Español*. Sociedad Española de Ciencias Forestales. Victoria, España. 6CFE01-345: 12 pp.

FONTURBEL, M.T.; FERNÁNDEZ, C.; VEGA, J.A.; 2016. Prescribed burning versus mechanical treatments as shrubland management options in NW Spain: Mid-term soil microbial response. *Appl. Soil Ecol.* 107: 334-346.

GARLAND, J.L.; 1996. Analytical approaches to the characterization of samples of microbial communities using patterns of potential C source utilization. *Soil. Biol. Biochem.* 28: 213– 221.

GOBERNA, M.; GARCIA, C.; INSAM, H.; HERNANDEZ, M.; VERDU, M.; 2012. Burning fire-prone Mediterranean shrublands, immediate changes in soil microbial community structure and ecosystem functions. *Microb. Ecol.* 64: 242–255.

HAMMON, S.T.; BURKE, I.C.; KNAPP, E.E.; 2008. Soil nutrients and microbial activity after early and late season prescribed burns in a Sierra Nevada mixed conifer forest. *For. Ecol. Manage.* 256: 367-374.

HART, S. C.; DELUCA, T.H.; NEWMAN, G.S.; MACKENZIE, M.D.; BOYLE, S.I.; 2005. Post-fire vegetative dynamics as drivers of microbial community structure and function in forest soils. *For. Ecol. Manage.* 220: 166–184.

LÓPEZ-POMA, R.; BAUTISTA, S.; 2014. Plant regeneration functional groups modulate the response to fire of soil enzyme activities in a Mediterranean shrubland. *Soil Biol. Biochem.* 79: 5 – 13.

MATAIX-SOLERA, J.; GUERRERO, C.; GARCÍA-ORENES, F.; BÁRCENAS, G.M.; TORRES, M.P.; 2009. Forest fire effects on soil microbiology. En: CERDÀ, A.; ROBICHAUD, P.R. (Eds.). *Fire Effects on Soils and Restoration Strategies*. Land Reconstruction and Management Series, vol. 5. Science Publishers, Enfield, Jersey, Plymouth, pp. 133–175.

MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE 2012. Los incendios forestales en España. Decenio 2000-2010. 133 pp.

MOHAMED, A.; HÄRDTLE, W.; JIRJAHN, B.; NIEMEYER, T.; VON OHEIMB, G.; 2006. Effects of prescribed burning on plant available nutrients in dry heathland ecosystems. *Plant Ecol.* 189: 279-289.

NANNIPIERI, P.; ASCHER, J.; CECCHERINI, M.T.; LANDI, L.; PIETRAMELLARA, G.; RENELLA, G.; 2003. Microbial diversity and soil functions. *Eur. J. Soil Sci.* 54: 655–670.

NEARY, D.G.; RYAN, K.C.; DEBANO, L.F.; 2005. Wildland fire in ecosystems. Effects of fire on soil and water. USDA Forest Service, Rocky Mountain Research Station, General Technical Report RMRS-GTR-42-vol 4. (Ogden, UT).

PALESE, A.M.; GIOVANNINI, G.; LUCCHESI, G.; DUMONET, S.; PERUCCI, P.; 2004. Effects of fire on soil C, N and microbial biomass. *Agronomie* 24: 47-53.

PIETIKÄINEN, J.; HIUKKA, R.; FRITZE, H.; 2000. Does short-term heating of forest humus change its properties as a substrate for microbes? *Soil Biol. Biochem.* 32: 277–288.

RUTIGLIANO, F.A.; DE MARCO, A.; D'ASCOLI, R.; CASTALDI, S.; GENTILE, A.; DE SANTO, A.V.; 2007. Impact of fire on fungal abundance and microbial efficiency in C assimilation and mineralization in a Mediterranean maquis soil. *Biol. Fertil. Soils* 44: 377–381.

SAÁ, A.; TRASAR-CEPEDA, C.; GIL-SOTRES, F.; CARBALLAS, T.; 1993. Changes in soil phosphorus and acid phosphatase activity immediately following forest fires. *Soil. Biol. Biochem.* 25: 1223-1230.

STADDON, W.J.; DUCHESNE, L.C.; TREVORS, J.T.; 1997. Microbial diversity and community structure of post-disturbance forest soils as determined by sole-carbon-source utilization patterns. *Microbial Ecology*, 34: 125–130

STADDON, W.J.; DUCHESNE, L.C.; TREVORS, J.T.; 1998B. Acid phosphatase, alkaline phosphatase and arylsulfatase activities in soils from a jack pine (*Pinus banksiana* Lamb.) ecosystem after clear-cutting, prescribed burning, and scarification. *Biol. Fertil. Soils* 27: 1–4.

TRASAR-CEPEDA, M.C.; GIL SOTRES, F.; LEIRÓS DE LA PEÑA, C.; 2003. Determinación de la actividad fosfatasa del suelo. En: GARCÍA, C.; GIL, F.; Hernández, T.; TRASAR, M.C. *Técnicas de Análisis de Parámetros Bioquímicos en Suelos: Medidas de Actividades Enzimáticas y Biomasa Microbiana*. pp. 55 – 76. Mundi-Prensa, Madrid

VANCE, E.D.; BROOKES, P.C.; JENKINSON, D.S.; 1987. An extraction method for measuring soil microbial biomass C. *Soil. Biol. Biochem.* 19: 703-707.

VEGA, J.; LANDSBERG. J.; BARÁ, S.; PAYSSEN, T.; FONTÚRBEL, M.; ALONSO, M.; 2000. Efectos del fuego prescrito bajo arbolado de *P. pinaster* en suelos forestales de Galicia y Andalucía. Cuadernos de la S.E.C.F, N° 9, pp. 123-136.

VEGA, J.A.; PÉREZ-GOROSTIAGA, P.; CUIÑAS, P.; FONTURBEL, T.; FERNÁNDEZ, C.; 2001. Manual de quemas prescritas para matorrales de Galicia. En: Colección Técnica Medio Ambiente. Xunta de Galicia, Santiago.