



Recuperación de un suelo bajo diferente tipo de vegetación un año después de sufrir un incendio no controlado de alta intensidad

Recovery of a soil under different vegetation one year after a high intensity wildfire

A. Martín (1), C. López-Fando (2*), A. Barreiro (1), A. Lombao (1), T. Carballas (1), L. Iglesias (3), F. Díaz-Fierros (3), M. Díaz-Raviña (1)

(1) Instituto de Investigaciones Agrobiológicas de Galicia (IIAG-CSIC), Apartado 122, Avda. de Vigo s/n, 15780 Santiago de Compostela, Spain

(2) Departamento de Suelos, Instituto de Recursos Naturales (CSIC), Serrano 115-B, 28006, Madrid, Spain

(3) Departamento de Edafología y Química Agrícola, Facultad de Farmacia, Universidad de Santiago de Compostela, 15782 Santiago de Compostela, Spain

*Corresponding author: lopez.fando@ccma.csic.es

Keywords

Fire
Pinewood
Shrubland
Soil quality

Abstract

Studies on soil recovery in fragile ecosystems following high intensity wildfires are scarce. The aim of the present investigation is to evaluate the impact of a high intensity wildfire in an ecosystem under different vegetation (shrubland and pinewood) located at Vilardevós (Galicia, NW Spain) and highly susceptible to suffer soil erosion due to the steep relief and high erosivity of the rainfall. Soil samples were collected from the A horizon (0-5 cm) 1 year after the fire and soil quality was evaluated by analysis of several physical, chemical and biochemical properties measured in the fraction < 2 mm. The results showed marked effects of the wildfire on most properties analyzed even 1 year after the fire; however, a different effect both in the trend (positive, negative) and magnitude were observed, depending on the soil property analyzed. In general, the sensitivity to detect fire induced changes followed the order: biochemical properties > chemical properties > physical properties. The data also showed that the fire impact was different depending on the soil vegetation considered (shrubland and pinewood). Moreover, the data confirmed the slow soil recovery in this fragile ecosystem and, therefore, the need of adopting post-fire stabilisation and rehabilitation treatments in order to minimize the post-fire erosion and soil degradation.

1 INTRODUCCIÓN

La persistencia de los incendios forestales no controlados constituye un serio problema medioambiental en toda España, y especialmente en Galicia, no sólo por las grandes pérdidas económicas que producen, debido a la destrucción de las masas forestales, sino también por la degradación que pueden inducir en los suelos. El impacto

de los incendios en ecosistemas forestales gallegos ha sido abordado en numerosos estudios; sin embargo, la mayoría de estas investigaciones se han realizado bajo un escenario de condiciones favorables para la recuperación del suelo, generalmente Cambisoles Húmicos bajo pinar situados en zonas llanas, poco susceptibles a la erosión post-incendio (Carballas et al., 2009). Así pues, no existe información sobre la recuperación del sistema suelo tras el impacto del

Tabla 1. Propiedades físicas, físico-químicas, químicas y bioquímicas de las muestras de suelo analizadas (valor medio \pm desviación típica de las 3 réplicas de campo). Las diferencias significativas entre suelos quemados y control no quemados ($p < 0.05$) están marcadas con asterisco (*).

	Vegetación	No quemado	Quemado	
Humedad (%)	Pinar	13.4 \pm 0.3	5.9 \pm 1.1	*
	Matorral	6.3 \pm 0.4	4.5 \pm 0.4	
Arena (%)	Pinar	40.2 \pm 3.0	45.1 \pm 1.2	
	Matorral	36.6 \pm 3.0	27.9 \pm 1.4	*
Limo (%)	Pinar	39.1 \pm 2.0	33.7 \pm 0.9	*
	Matorral	48.9 \pm 0.7	46.3 \pm 4.0	
Arcilla (%)	Pinar	20.7 \pm 1.0	21.2 \pm 1.5	
	Matorral	23.2 \pm 0.7	17.1 \pm 6.7	
Estabilidad de agregados (%)	Pinar	96 \pm 1	94 \pm 1	
	Matorral	88 \pm 3	95 \pm 2	
Repelencia al agua	Pinar	Muy severa	Moderada	
	Matorral	Moderada	Moderada	
pH (H₂O)	Pinar	3.52 \pm 0.06	4.28 \pm 0.04	*
	Matorral	4.54 \pm 0.03	4.12 \pm 0.07	*
pH (KCl)	Pinar	3.09 \pm 0.00	3.4s \pm 0.00	*
	Matorral	3.64 \pm 0.01	3.44 \pm 0.01	*
Conductividad eléctrica ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	Pinar	46 \pm 5	23 \pm 6	*
	Matorral	18 \pm 1	38 \pm 5	*
Retención de agua (g agua kg⁻¹)	Pinar	558 \pm 3	409 \pm 2	*
	Matorral	539 \pm 2	554 \pm 4	
C total (g kg⁻¹)	Pinar	120 \pm s	s0 \pm 9	*
	Matorral	88 \pm 8	89 \pm 3	
N total (g kg⁻¹)	Pinar	37 \pm 5	31 \pm 3	
	Matorral	42 \pm 3	42 \pm 1	
C biomasa (mg kg⁻¹)	Pinar	1828 \pm 195	724 \pm 194	*
	Matorral	1156 \pm 332	675 \pm 138	*
Ureasa ($\mu\text{g NH}_4^+ \text{g}^{-1} \text{h}^{-1}$)	Pinar	69.6 \pm 16.6	46.3 \pm 14.0	*
	Matorral	103.4 \pm 10.9	53.7 \pm 3.4	*
Glucosidasa ($\mu\text{g p-nitrophenol g}^{-1} \text{h}^{-1}$)	Pinar	108.7 \pm 14.5	57.3 \pm 3.1	*
	Matorral	106.1 \pm 16.0	61.8 \pm 5.2	*

incendio en ecosistemas frágiles, es decir, en condiciones desfavorables como pueden ser incendios no controlados de moderada a alta severidad y suelos susceptibles de sufrir erosión post-incendio como aquellos con pendiente alta y baja calidad.

2 OBJETIVOS

Esta investigación se centra en los ecosistemas frágiles y tiene como objetivo estudiar la recuperación de un suelo desarrollado en una zona de pendiente y bajo diferente

tipo de vegetación (pinar y matorral) afectado por un incendio no controlado de alta severidad.

3 MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se realizó en un Leptosol, desarrollado sobre esquistos y bajo pinar y matorral, localizado en Verín (Ourense), que sufrió un incendio de alta severidad en agosto de 2009. Después del incendio se seleccionaron para cada tipo de vegetación tres parcelas experimentales quemadas, de 10 m x 30 m cada una, y las

correspondientes parcelas no quemadas, en un área altamente susceptible de sufrir erosión post-incendio (pendiente del 30-50 %) y suficientemente homogénea para poder establecer la totalidad de las parcelas experimentales. Las muestras de suelo se recogieron del horizonte superficial (0-5 cm de profundidad) 1 año después del incendio, utilizando la fracción < 2 mm para el análisis de las siguientes propiedades: textura, estabilidad de los agregados, repelencia al agua, pH, conductividad eléctrica, retención de agua, C total, N total, C biomasa y las actividades enzimáticas ureasa y β -glucosidasa. Para la determinación de la mayoría de las propiedades físicas y químicas se utilizaron los métodos descritos por Guitián-Ojea & Carballas (1976). La repelencia al agua se midió mediante el procedimiento de molaridad del etanol (MED) test (Roy & McGill, 2002) y la estabilidad de los agregados por el método de Kemper and Rosenau (1986). El C de la biomasa se determinó por el método de fumigación-extracción (Díaz-Raviña et al., 1992) y las actividades β -glucosidasa y ureasa se estimaron mediante los métodos de Eivazi y Tabatabai (1988) y Kandeler y Geber (1988), respectivamente.

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores obtenidos para las diferentes propiedades físicas, químicas y bioquímicas de las muestras de suelo no quemadas y quemadas recogidas bajo diferente tipo de vegetación se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Propiedades físicas, físico-químicas, químicas y bioquímicas de las muestras de suelo analizadas (valor medio \pm desviación típica de las 3 réplicas de campo).

Diferencias significativas entre el suelo quemado y el correspondiente suelo no quemado fueron observadas para la mayoría de las propiedades analizadas 1 año después del incendio; sin embargo, la tendencia de ese cambio (positivo o negativo) y su magnitud dependieron de la propiedad analizada. Por lo que respecta a las propiedades físico-químicas se observó un efecto diferente según el tipo de vegetación, siendo las propiedades más afectadas el pH, la conductividad eléctrica, el contenido en materia orgánica y la capacidad de retención de agua, lo que está de acuerdo con estudios previos realizados en la misma zona (Carballas et al., 2009; Martín et al., 2012). Un impacto más uniforme del fuego sobre el suelo bajo los dos tipos de vegetación fue observado tomando como base las propiedades bioquímicas analizadas, al detectarse un descenso del 40-60 % del C de la biomasa y del 33-48 %

de las actividades enzimáticas ureasa y β -glucosidasa. Estos resultados concuerdan con investigaciones de diversos autores mostrando un efecto más acusado y uniforme del fuego sobre los parámetros microbianos que sobre las propiedades físicas y químicas y, por tanto, una mayor sensibilidad de la microbiota edáfica como bioindicador de los cambios producidos en la calidad del suelo tras el impacto de los incendios no controlados y/o de las quemadas prescritas (Barreiro et al., 2010; Certini, 2005; Díaz-Raviña et al., 2012; Fontúrbel et al., 2012; Mataix-Solera et al., 2009).

5 CONCLUSIONES

Los resultados de este estudio demostraron claramente: a) el marcado efecto negativo del incendio no controlado sobre la mayoría de las propiedades edáficas analizadas y, por consiguiente, sobre la calidad del suelo estudiado, incluso un año después del incendio; b) la utilidad de las propiedades bioquímicas para detectar el impacto del fuego; y c) que el tipo de vegetación sustentado por el suelo condicionaba su respuesta frente al fuego. Los resultados también confirmaron la lenta recuperación de los suelos frágiles afectados por incendios no controlados de alta intensidad y altamente susceptibles a la erosión post-incendio y, por tanto, la necesidad de adoptar medidas de protección de los suelos contra la erosión antes de que se produzcan las primeras lluvias.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación fue financiada por la Consellería de Educación y Ordenación Universitaria de la Xunta de Galicia (08MRU002400PR) y por el Ministerio de Ciencia e Innovación (AGL2008-02823), España. Los autores agradecen la asistencia técnica de J. Benítez y M. Recarey.

REFERENCIAS

- Carballas T, Martín A, Díaz-Raviña M. 2009. Efecto de los incendios forestales sobre los suelos de Galicia. In: Cerdà A, Mataix-Solera J (Eds), Efecto de los incendios forestales sobre los suelos en España, Cátedra de Divulgació de la Ciència. Universitat de València, Valencia, Ch. 3.6, pp. 269-301.
- Guitián-Ojea F, Carballas T. 1976. Técnicas de Análisis de Suelos. Editorial Pico Sacro, Santiago de Compostela.
- Roy JL, McGill WB. 2002. Assessing soil water repellency using the molarity of ethanol droplet (MED) test. *Soil Science* 167: 83-97.

- Kemper WD, Rosenau RC. 1986. Aggregate stability and size distribution. In: Klute A (Ed.), *Methods of Soil Analysis. Part 1. Physical and Mineralogical Methods*, ASA-SSSA, Madison, pp. 425-442.
- Díaz-Raviña M, Prieto A, Acea MJ, Carballas T. 1992. Fumigation-extraction method to estimate microbial biomass in heated soils. *Soil Biology and Biochemistry* 24: 259-264.
- Eivazi, F., Tabatabai, M.A. 1988. Glucosidases and galactosidases in soils. *Soil Biology and Biochemistry* 20: 601-606.
- Kandeler E, Gerber H. 1988. Short-term assay of soil urease activity using colorimetric determination of ammonium. *Biology and Fertility Soils* 6: 68-72.
- Martín A, Díaz-Raviña M, Carballas T. 2012. Main soil properties evolution in atlantic forest ecosystems affected by low and high severity wildfires. *Land Degradation and Development* 23: 427-439.
- Certini G. 2005. Effects of fire on properties of forest soils: a review. *Oecologie* 143:1-10.
- Mataix-Solera J, Guerrero C, García-Orenes F, Bárcenas GM, Torres MP., 2009. Forest fire effects on soil microbiology. In: Cerdà A, Robichaud PR (Eds.), *Fire Effects on Soils and Restoration Strategies: Land Reconstruction and Management Series*, vol. 5, Science Publishers, Enfield, Jersey, Plymouth, pp. 133-175.
- Barreiro A, Martín A, Carballas T, Carballas T. 2010. Response of soil microbial communities to fire and fire-fighting chemicals. *Science of Total Environment* 408: 6172-6178.
- Díaz-Raviña M, Martín A, Barreiro A, Lombao A, Iglesias L, Díaz-Fierros F, Carballas T. 2012. Mulching and seeding treatments for post-fire soil stabilisation in NW Spain: short-term effects and effectiveness. *Geoderma* 191: 31-39.
- Fontúrbel MT, Barreiro A, Vega JA, Lombao A, Martín A, Jiménez E, Carballas T, Fernández C. 2012. Effects of an experimental fire and post-fire stabilisation treatments on soil microbial communities. *Geoderma* 191: 51-60.