

EROSIÓN DESPUÉS DE INCENDIO EN UN PINAR DEL SE DE GALICIA

C. Fernández; J.A. Vega; T. Fonturbel; P. Pérez-Gorostiaga; E. Jiménez

Departamento de Protección Ambiental.

*Centro de Investigaciones Forestales de Lourizán. Apdo. 127. 36080. Pontevedra
cfernandez.cifal@siam-cma.org*

Resumen

Se ha estudiado la cantidad de suelo perdida por erosión durante el primer año después de un incendio ocurrido en el verano de 2003 en una masa de *Pinus pinaster* en el municipio de Verín (Orense) sobre un sustrato esquistoso. El incendio fue intenso, con zonas donde se produjo fuego de copas, y en otras en las que éstas resultaron chamuscadas. En la zona de estudio se instalaron quince parcelas con bordes delimitados, reflejando diferentes grados de severidad del fuego en cuanto al nivel de afectación del arbolado y cobertura orgánica del suelo mineral, midiéndose en ellas la cantidad de suelo mineral y materia orgánica perdidos por erosión hídrica después de cada episodio de precipitación. En contra de lo esperado, los primeros resultados indican que la cantidad de sedimentos movilizados por la lluvia “en el período citado” fue muy baja en todos los casos. Se obtuvo un valor promedio de 22 kg.ha⁻¹, de los que sólo 6 kg.ha⁻¹ correspondían a pérdidas de suelo mineral. La baja precipitación recogida durante ese año (680 mm), un 15% inferior a la media, podría ser responsable de esta respuesta.

Palabras clave: *P. pinaster*, fuego forestal, intensidad del fuego, cubierta orgánica del suelo.

INTRODUCCIÓN

La vegetación combinada con unos bien desarrollados estratos orgánicos del suelo protegen al suelo mineral del impacto de la lluvia. Además, las capas de hojarasca y mantillo pueden almacenar cantidades apreciables de agua regulando la velocidad de infiltración, y por tanto, la tasa de lluvia que alcanza al suelo mineral (MARTÍN & MOODY, 2001).

En muchos estudios se ha documentado un aumento significativo de la erosión del suelo después de incendios de distinta severidad, especialmente durante el primer año (p. ej. HELVEY, 1980; ROBICHAUD & BROWN, 1999; CANNON et al., 2001; JOHANSEN et al., 2001; MEYER et al., 2001). El fuego forestal además de reducir o eliminar el dosel arbóreo puede afectar la cobertura de la capa orgánica del suelo, exponiendo a éste a la acción erosiva de la lluvia y reduciendo su capacidad de infiltración. La presencia de hidrofobicidad (DE BANO, 1981; DE BANO et al., 1998) detectada en algunos casos después del fuego puede aumentar las pérdidas de suelo por erosión.

P. pinaster es la especie forestal más importante de Galicia, ocupando en la actualidad unas 400.000 ha (MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE, 2001). Más de 11.000 incendios han ocurrido durante los últimos 10 años en la Comunidad gallega, afectando en muchos casos a masas de esta especie. Muchos de estos sitios quemados están en lugares de pendiente, más sensibles a las pérdidas de suelo por erosión. Se trata además de masas comerciales que son aprovechadas con cortas a hecho. Resulta necesario disponer de información que ayude a los gestores a identificar zonas quemadas más sensibles a la erosión, y que facilite la toma de decisiones respecto a los aprovechamientos o a las posibles medidas de recuperación a efectuar en esas zonas.

El objetivo de este estudio fue evaluar las pérdidas de suelo por erosión a corto plazo (un año) después de un incendio forestal en un pinar del SE de Galicia.

MATERIALES Y METODOS

El estudio fue desarrollado en una ladera de 25 % de pendiente media (41° 57' 10" N; 7° 23' 30" W; 550 m) en el Monte “Lombo de Santa Marta” situado en municipio de Verín (Orense), en una masa de pinar incendiada en el verano de 2003. La densidad media era de 1400 árboles/ha.

El clima es típicamente mediterráneo, con una marcada sequía estival de tres meses. La precipitación promedio es de 800 mm. La temperatura media anual es de 18°C. Los suelos son Regosoles alumi-úmbricos (MACÍAS y CALVO, 2001) desarrollados sobre un sustrato esquistoso.

Inmediatamente después del incendio se instalaron en esa zona quince parcelas de 10 m x 50 m, con su lado más largo orientado en el sentido de la máxima pendiente. Las parcelas tenían sus bordes

delimitados para poder referir los sedimentos movilizados a una unidad superficial. El sistema de delimitación empleado fue el descrito por ROBICHAUD & BROWN (2002).

Dentro de cada parcela se tomaron diferentes medidas dendrométricas de la masa y de su grado de afectación por el fuego. Además, el espesor y cobertura de la cubierta orgánica del suelo fueron también medidas en las parcelas experimentales y en una zona testigo anexa sin quemar.

Para la monitorización de los episodios de lluvia durante el período de estudio, se instalaron 2 pluviómetros y 2 pluviógrafos.

El estudio se realizó desde Agosto de 2003 a Julio de 2004. Los sedimentos fueron recogidos periódicamente en función del régimen de precipitación. Las muestras fueron secadas en estufa a 105°C durante 24 horas. Una submuestra fue calcinada en un horno a 540°C durante tres horas para determinar su contenido de materia orgánica.

RESULTADOS

El incendio fue de alta intensidad, con áreas donde hubo fuego de copas y otras en las que los árboles fueron chamuscados. Como promedio, un 51% de los árboles en la zona de estudio sufrió un fuego de copa, consumiéndose, por tanto, las hojas como consecuencia del incendio, oscilando esta cifra entre el 6 y el 100% según la parcela. También se produjo una notable reducción de los horizontes orgánicos del suelo (hojarasca + mantillo), aunque la superficie de suelo mineral expuesto fue casi inexistente. En la Tabla 1 se resumen los datos relativos a cobertura, espesor y porcentaje de reducción con respecto al área testigo de la cobertura orgánica del suelo un mes después del fuego.

La precipitación durante el período de estudio fue de 680 mm, un 15 % inferior a la media de la zona.

La movilización de sedimentos se produjo en función de los eventos de precipitación (Figura 1), con un máximo relativo en Octubre 2003, cuando se recogieron 169 mm de lluvia que movilizaron 15 kg.ha⁻¹ de sedimentos. Sin embargo, en Noviembre de 2003 un mes con una precipitación similar (165 mm) la erosión registrada fue sólo de 1,4 kg.ha⁻¹. Un segundo pico de erosión fue medido en Marzo de 2004, después de un período de sequía. En conjunto, las cantidades recogidas fueron muy pequeñas. Al final del período de estudio sólo se habían contabilizado 22 kg.ha⁻¹ como promedio en las quince parcelas estudiadas. De esta cantidad sólo una pequeña parte correspondía a suelo mineral, unos 6 kg.ha⁻¹.

A nivel de parcela, no se detectó una relación aparente entre el porcentaje de afectación de las copas por el fuego y las pérdidas de suelo por erosión.

DISCUSIÓN

Los aumentos de las pérdidas de suelo por erosión después de incendios forestales han sido encontrados por muchos autores (p. ej. MEGAHAN & MOLITOR, 1975; MANGAS et al., 1992; MARQUÉS y MORA, 1994; DE BANO et al., 1996; INBAR et al., 1997; ROBICHAUD & BROWN, 1999; JOHANSEN et al., 2001; PIERSON et al., 2002). En Galicia después de incendios en áreas de pinar, DÍAZ-FIERROS et al. (1982) midieron durante el primer año post-fuego pérdidas de suelo por erosión entre 20 y 170 t.ha⁻¹, claramente superiores a las halladas en este estudio. Generalmente la magnitud de esos incrementos es relacionada con la severidad del fuego (p. ej. PROSSER & WILLIAMS, 1998; BEESON et al., 2001; BENAVIDES & MC DONALD, 2001) y especialmente con su capacidad para eliminar total o parcialmente la cubierta orgánica del suelo o inducir condiciones de hidrofobicidad (DE BANO, 1981; DE BANO et al., 1998). Muchos autores han destacado la importancia de la cobertura del suelo mineral para limitar las pérdidas de suelo por erosión después de incendios (p.ej. DE BANO, 1981; PROSSER & WILLIAMS, 1998; BENAVIDES & MC DONALD, 2001; JOHANSEN et al., 2001; PIERSON et al., 2002). Por ello, la caída de las hojas chamuscadas desde los árboles incendiados en las semanas siguientes al incendio puede ser crítica, al ofrecer una protección al suelo frente al impacto erosivo de la lluvia (p. ej. ROBICHAUD & BROWN, 1999; PANNKUK et al., 2000). VELEZ Y VEGA (1989) citaron que en una masa de *E. globulus* quemada en Galicia, en el área en la que la hojarasca fue retirada antes de las primeras lluvias de otoño, se produjeron pérdidas de suelo cinco veces mayores que en las zonas anexas en las que la citada cubierta permaneció en el sitio. VEGA (1986) midió pérdidas de suelo en un pinar donde se produjo fuego de copa de 22 t.ha⁻¹ durante el primer año post-incendio. Esta cifra resultó 15 veces superior a la originada en ese tiempo en otro pinar semejante cuyas copas fueron sólo chamuscadas por el calor.

En nuestro caso, aunque el incendio podría calificarse de alta intensidad en algunas zonas en las que hubo fuego de copa, no se detectó ninguna relación aparente entre el porcentaje de copa chamuscada medio

por parcela y las pérdidas de erosión observadas. Esto pudo deberse a que aunque se produjo una apreciable reducción de los horizontes orgánicos como consecuencia del incendio, ésta no fue suficiente para provocar la exposición del suelo mineral. La intensidad del fuego no siempre refleja adecuadamente la cantidad de energía transferida hacia el suelo durante la combustión y los posibles efectos en las propiedades físicas del suelo (DE BANO et al., 1998), como ha sido detectado en este estudio.

Además de todo ello, los eventos de lluvia registrados durante el primer año post-fuego fueron de baja intensidad, incapaces, por tanto, de inducir aumentos sustanciales de escorrentía y erosión (PROSSER & WILLIAMS, 1998; MOODY & MARTÍN, 2001; FERNÁNDEZ et al., 2004; VEGA et al., 2005). El pico de erosión detectado en Marzo de 2003, después de dos meses de sequía, podría estar relacionado con un incremento temporal del “encostramiento” del suelo que lo haría más susceptible a ser movilizad o por las lluvias, como ha sido también detectado por otros autores después de tormentas de verano (p. ej. GARZA & BLACKBURN, 1985; JOHANNSEN et al., 2001; O’DEA & GUERTIN, 2003; VEGA et al., 2005).

Aparentemente, el incendio forestal no provocó una aceleración apreciable de la erosión del suelo. La permanencia de una adecuada cobertura orgánica pudo proteger al suelo del impacto por la lluvia. Sin embargo, este resultado debe tomarse con precaución debido a la baja precipitación y a la ausencia de eventos de alta intensidad durante el primer año post-fuego.

Agradecimientos

Este trabajo se ha realizado dentro del proyecto INIA RTA-03-205-C2-2: “Efectos de tratamientos selvícolas, competencia interespecífica y procesos erosivos en la regeneración post-incendio de masas de *P. pinaster* Ait.” Agradecemos la colaboración de todos los que han participado en los trabajos de campo, en especial a Antonio Arellano.

BIBLIOGRAFÍA

BEESON, P.C.; MARTENS, S.N. & BRESHEARS, D.D.; 2001. Simulating overland flow following wildfire: mapping vulnerability to landscape disturbance. *Hydrol. Process.* 15: 2917-2930.

BENAVIDES, J. & MACDONALD, L.H.; 2001. Post-fire runoff and erosion from simulated rainfall on small plots, Colorado Front Range. *Hydrol. Process.* 15: 2931-2952.

CANNON, S.H.; BIGIO, E.R. & MINE, E.; 2001. A process for fire-related debris flow initiation, Cerro Grande Fire, New Mexico. *Hydrol. Process.* 15: 3011-3023.

DE BANO, L.F.; 1981. Water repellent soils: A state of art. USDA For. Serv. General Technical Report. PSW-46; 21 págs.

DE BANO, L.F.; FFOLLIOT, P.F. & BAKER Jr., M.B.; 1996. Fire severity effects on water resources. USDA. For. Serv. Gen. Tech. Rep. RM-289: 77-84.

DE BANO, L.F.; NEARY, D.G.; FFOLLIOTT, P.F.; 1998. Fire’s effects on ecosystems. John Wiley and sons. New York.

DÍAZ-FIERROS, F.; GIL SOTRES, F.; CABANEIRO, A.; CARBALLAS, T.; LEIRÓS, M.C. y VILLAR, M.C.; 1982. Efectos de los incendios forestales en suelos de Galicia. *An. Edaf. Agrobiol.* 41 (3-4): 627-639.

FERNÁNDEZ, C.; VEGA, J.A.; GRAS, J.M.; FONTURBEL, T.; CUIÑAS, P.; DAMBRINE, E. y ALONSO, M. 2004. Soil erosion after *Eucalyptus globulus* clearcutting: differences between logging slash disposal treatments. *For. Ecol. Manage.* 195: 85-95.

GARZA, N.E. & BLACKBURN, W.H.; 1985. The effect of early winter or spring burning on runoff, sediment, and vegetation in the post oak savannah of Texas. *Journal of Range Management.* 38 (3): 283-287.

HELVEY, J.D.; 1980. Effects of a north-central Washington wildfire on runoff and sediment production. *Water Resour. Bull.* 16: 627-634.

- INBAR, M.; WITTENBERG, L.; TAMIR, M.; WEBER, MG., HAIM, A.& NE'EMAN, G.; 1997. Soil erosion and forestry management after wildfire in a Mediterranean woodland, Mt Carmel, Israel. *Int. J. Wildland Fire*. 7(4): 285-294.
- JOHANSEN M. P.; HAKONSON, T.E.; & BRESHEARS, D.D.; 2001. Post-fire runoff and erosion from rainfall simulation: contrasting forests with shrublands and grasslands. *Hydrol. Process*. 15: 2953-2965.
- MACÍAS, F. y CALVO, R.; 2001. Los suelos. Atlas de Galicia. Xunta de Galicia. Sociedade para o Desenvolvemento Comarcal de Galicia.
- MANGAS , V.J.; SÁNCHEZ, J.R. y ORTIZ, C.; 1992. Effects of a fire on runoff and erosion on Mediterranean forest soils in SE Spain. *Pirineos*. 140: 37-51.
- MARQUES, M.A. y MORA, E.; 1992. The influence of aspect on runoff and soil loss in a Mediterranean burnt forest (Spain). *Catena*. 19(3-4):333-344.
- MARTIN, D. A. & MOODY, J. A.; 2001. Comparison of soil infiltration rates in burned and unburned mountainous watersheds. *Hydrol. Process*. 15: 2893-2903.
- MEGAHAN, W.F. & MOLITOR, A.C.; 1975. Erosional effects of wildfire and logging in Idaho. In: Proceedings Water Management Symposium. Logan. Utah: 423-444.
- MEYER, G.A.; PIERCE, J.L.; WOOD,S.H. & JULL, A.J.T. ; 2001. Fire, storms, and erosional events in the Idaho Batholith. *Hydrol. Process*. 15: 3025-3038.
- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE.; 2001. Tercer Inventario Forestal Nacional 1997-2006. Galicia.
- O' DEA M. E. & GUERTIN, D.P.; 2003. Prescribed fire effects on erosion parameters in a perennial grassland. *Journal of Range Management*. 56: 27-32.
- PANNKUK, C.D.; ROBICHAUD, P.R.& BROWN, R.E.; 2000. Effectiveness of needle cast from burnt conifer trees on reducing erosion. In: Proceedings ASAE International Meeting. Wisconsin.
- PIERSON F. B.; ROBICHAUD P. R. & SPAETH K E.; 2001. Spatial and temporal effects of wildfire on the hydrology of a steep rangeland watershed. *Hydrol. Process*. 15: 2953-2965.
- PROSSER, I.P. & WILLIAMS, L.; 1998. The effect of wildfire on runoff and erosion in native Eucalyptus forest. *Hydrol. Process*. 12(2): 251-265.
- ROBICHAUD, P.R. & BROWN, R.E.; 1999. What happened after the smoke cleared: onsite erosion rates after a wildfire in eastern Oregon. In: Proceedings Annual Summer Specialty Conference. American Resources Association.: 419-426.
- ROBICHAUD, P.R. & BROWN, R.E.; 2002. Silt fences: An economical technique for measuring hillslope soil erosion. USDA. For. Serv. Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-94.
- VEGA, J.A.; 1986. Estudio de la erosión, estabilidad de agregados y ácidos húmicos en suelos forestales quemados. Memoria 1983-1986. Centro Investigaciones Forestales. Consellería de Agricultura.
- VEGA, J.A.; FERNÁNDEZ, C. y FONTURBEL, T.; 2005. Throughfall, runoff and soil erosion after prescribed burning in gorse shrubland in Galicia (NW Spain). *Land Degrad. Develop*. 16: 37-51.
- VÉLEZ, R. y VEGA, J.A.; 1989. Efectos del fuego en la erosión del suelo. Seminario sobre zonas áridas en España. Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Madrid.

Tabla 1. Cobertura, espesor y porcentaje de reducción, en relación al área testigo (sin quemar), de los

estratos de hojarasca + mantillo un mes después del incendio.

	Media	Rango
Cobertura hojarasca + mantillo (%)	99	93-100
Espesor hojarasca + mantillo (cm)	1,4	0,8-1,9
Reducción espesor hojarasca + mantillo (cm)	5,6	5,0-6,2
Reducción relativa espesor hojarasca + mantillo (%)	81	73-88

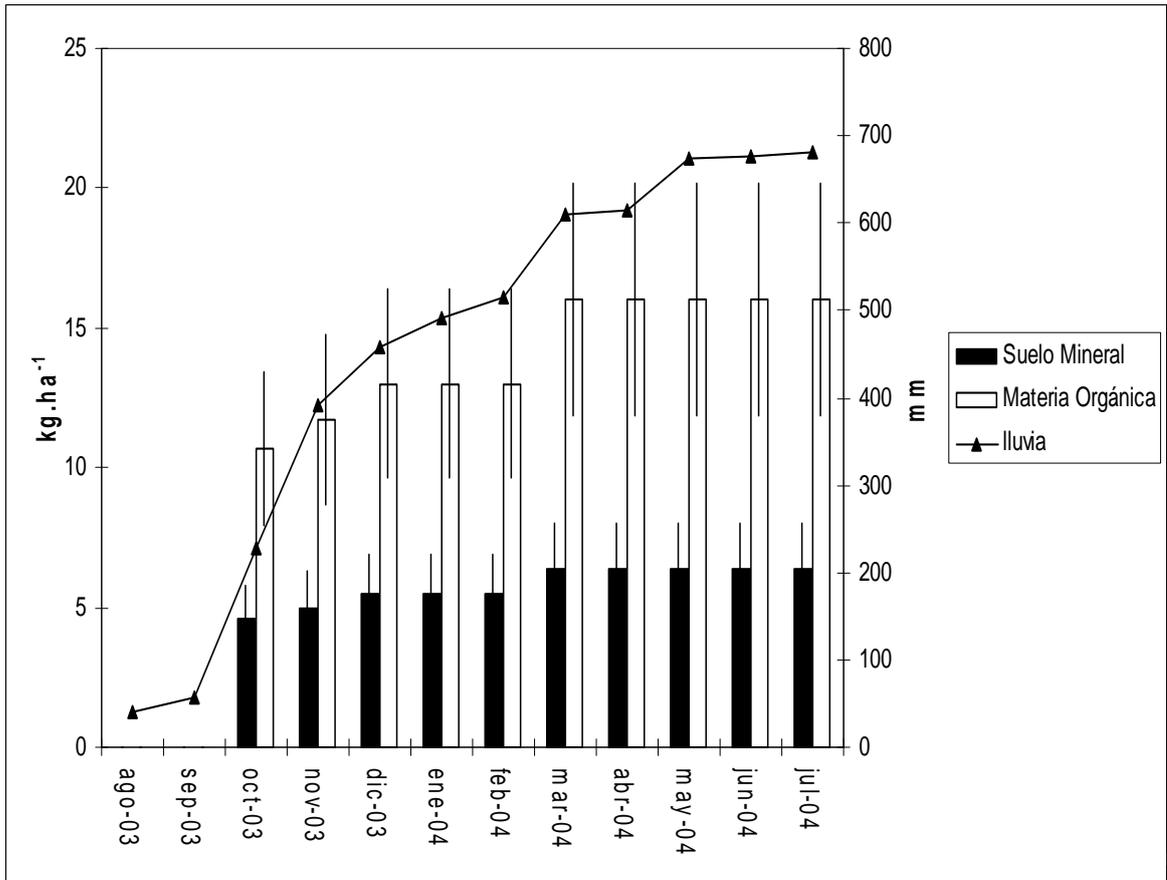


Figura 1. Evolución mensual de Suelo Mineral, Materia Orgánica e Iluvia durante el primer año post-incendio. (Barras verticales, error estándar).

er