

El papel de la vegetación de pinar y de matorral en la regeneración de los suelos afectados por los incendios forestales. Efectos hidrológicos y erosivos en el año posterior al incendio

A. Cerdà⁽¹⁾, M.B. Bodí^(1,2,3), S. H. Doerr^(1,2), J. Mataix-Solera⁽³⁾

(1) Departament de Geografia. Universitat de València. Blasco Ibáñez, 28, 46010-València, Spain.
E-mail: artemio.cerda@uv.es

(2) School of the Environment and Society, Swansea Univ. Singleton Park, Swansea SA2 8P, UK.

(3) GEA - Grupo de Edafología Ambiental, Departamento de Agroquímica y Medio Ambiente, Universidad Miguel Hernández, Avda. de la Universidad s/n, 03202-Elche, Alicante. Spain

ABSTRACT

Forest fires provide an excellent opportunity to understand the relationship between vegetation and erosion. This is because changes in vegetation and erosion processes and rates are highly dynamics after the fire. Through simulated rainfall and WDPT (Water Drop Penetration Time) tests the soil water repellency and the runoff and erosion rates after a fire in the Serra Grossa Range, Eastern Spain, was measured. Sampling (six plots) was carried out in October 2002 and July 2003, under wet and dry conditions respectively. The results show high losses of soil and water during the October 2002 measurements for both vegetation covers: pine (*Pinus halepensis*) and scrubland (*Ulex parviflorus* y *Cistus albidus*). However, during the July 2003 measurements, the pine forest area continues to show high rates of erosion while the shrub is drastically reduced as the runoff was lower. This was due to the higher soil water repellency on the pine covered soils, what caused the increase in runoff and the acceleration of erosion processes. Therefore, the type of vegetation influences the erosive processes, which must be taken into account in forest policy.

Key Words: Vegetation, Erosion, Forest fire, Soil, Water, Hydrophobicity, Mediterranean.

INTRODUCCIÓN

Los trabajos de John Thornes sobre los efectos de la vegetación en los procesos de erosión incidieron en la importancia de los cambios en el espacio y en el tiempo de la cubierta vegetal y consecuentemente en los procesos geomorfológicos (Thornes, 1985). Esta interacción entre vegetación y erosión fueron un objetivo permanente para el profesor Thornes, tanto como investigador (Thornes, 1976) como editor (Thornes, 1990).

Los incendios forestales, propios de los ecosistemas mediterráneos por las condiciones climáticas y culturales, ofrecen la posibilidad de estudiar la interacción vegetación-erosión en el marco de la evolución post-incendio. Ello permitirá conocer la dependencia entre la cubierta vegetal y los procesos de erosión en el tiempo, lo cual es objetivo de este estudio. Las zonas quemadas son por lo tanto un magnífico laboratorio para entender la interacción entre los procesos erosivos y la vegetación (Cerdà, 1998).

Los incendios forestales producen la pérdida de la cubierta forestal, el aumento de la repelencia de los suelos y alteraciones en las propiedades de los suelos que dan como resultado un aumento súbito de las pérdidas de agua y suelo. El primer año tras el incendio, la erosión del suelo se incrementa en varios órdenes de magnitud, pero a partir del segundo

año hay una reducción progresiva en las pérdidas del suelo que coincide con el aumento de la cubierta vegetal (Cerdà y Robichaud, 2009).

La cubierta de *Pinus halepensis* por repoblación y las de matorral de *Ulex parviflorus* y *Cistus albidus* de forma natural por la recurrencia de los incendios son las más habituales en ese proceso de regeneración vegetal y edáfica que supone cambios en las propiedades de los suelos. Estudiar la dinámica de los procesos de erosión después de incendios forestales es una buena estrategia para conocer la interacción entre vegetación y erosión al producirse cambios con rapidez. Así, se puede determinar el efecto de las plantas en los procesos hidrológicos y erosivos (ver Cerdà y Doerr, 2007).

El objetivo de este trabajo es conocer el efecto de dos cubiertas vegetales (pinar de *Pinus halepensis* y matorral de *Ulex parviflorus* y *Cistus albidus*) sobre la repuesta hidrológica y erosiva de los suelos.

METODOS

Se seleccionó una zona de estudio en la Serra Grossa, en el municipio de Genovés, por ser representativa de las montañas del este peninsular (500 mm año⁻¹, calizas y cubierta vegetal de matorral y pinar) donde en el verano de 2002 un incendio forestal calcinó una ladera sur en la que estaban presentes como vegetación más representativa *Ulex parviflorus* y *Cistus albidus* entre los matorrales y pinar de *Pinus halepensis* por repoblación. La zona ha sufrido incendios recurrentes (1970, 1982, 1995, 2002) y por ello presenta matorrales adaptados que propician una regeneración post-incendio rápida a partir de semillas. Otros matorrales (*Quercus coccifera*, *Pistacia Lentiscus*, *Juniperus oxycedrus*, *Rosmarinus officinalis* o *Thymus vulgaris*) están presentes, pero su abundancia es menor. Esta composición florística identifica una intensa recurrencia de incendio.

Tras el incendio de 2002 se seleccionaron seis parcelas (tres con vegetación previa de *Pinus halepensis* y tres de matorral de *Ulex parviflorus* y *Cistus albidus*) donde se realizaron mediciones con lluvia simulada (ver detalles del experimento en Cerdà y Doerr, 2007) en invierno de 2002 y en verano de 2003. Mediante mediciones con lluvia simulada (55 mm h⁻¹, 0,25 m²) se cuantificó la escorrentía, la concentración de sedimentos y la pérdida de suelo. La lluvia simulada también permitió conocer el tiempo necesario para producir escorrentía (Tp) y el encharcamiento (Tr). El test WDPT (*Water Drop Penetration Time*) desarrollado por Wessel (1988) se realizó junto a cada parcela de lluvia simulada y en superficie (25 gotas por parcela). Se ha utilizado la clasificación de Bisdom et al. (1993) para clasificar las muestras. Así las parcelas con valores medios de WDPTs ≤5 segundos son clasificadas como hidrofílicas, entre 5 y 60 segundos como ligeras, de 60 a 600 segundos como fuerte, de 600 a 3600 segundos como severas y >3600 segundos como extremadamente severas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el periodo húmedo de octubre de 2002 (23,23 % de humedad edáfica a 1 cm de profundidad) el encharcamiento y la escorrentía se produjeron con rapidez, tanto en las parcelas de matorral como pinar (Tabla 1). En ese periodo, con sólo 3,45 % de cubierta vegetal, las diferencias entre el tiempo de encharcamiento y el de escorrentía fueron inferiores a 30 segundos, lo que denota una rápida generación de escorrentía. El WDPT fue reducido, aunque ligeramente superior en las zonas de pinar.

Durante el periodo seco de julio de 2003 se cuantificó un claro retraso en la generación de la escorrentía en los suelos con matorral, mientras que en los de pinar hay encharcamientos más rápidos y escorrentía tan súbitas como en la estación húmeda. Los valores del WDPT

aumentan claramente en verano, y alcanzan valores clasificados por Bisdom et al., (1993) como de repelencia ligera o fuerte, lo que indica un cambio evidente en la respuesta hidrofóbica del suelo por la reducción de la humedad.

Tabla 1. Tiempo de encharcamiento (Tp), tiempo de escorrentía (Tr) en segundos (s), diferencia entre ambos (Tp-Tr), y WDPT (segundos) para parcelas en pinar y matorral en verano e invierno después del incendio forestal.

Parcelas	Tp (s)		Tr (s)		Tr-Tp (s)		WDPT (s)	
	Matorral	Pinar	Matorral	Pinar	Matorral	Pinar	Matorral	Pinar
Octubre de 2002								
1	35	25	65	59	30	34	2,14	5,35
2	39	38	68	54	29	16	3,25	4,56
3	45	42	75	56	30	14	1,25	6,95
Media	39,67	35,00	69,33	56,33	29,67	21,33	2,21	5,62
Julio de 2003								
1	169	23	250	56	81	33	15,25	49,25
2	147	26	269	54	122	28	14,25	39,58
3	200	24	301	59	101	35	22,54	78,65
Media	172,00	24,33	273,33	56,33	101,33	32,00	17,35	55,83

En las zonas de matorral, la generación de escorrentía fue más rápida en el periodo húmedo, cuando además la vegetación era muy escasa. Pero en los pinares, la escorrentía sigue siendo importante un año después del incendio lo que confirma la hidrofobia como el factor clave a pesar de no alcanzar un grado severo o muy severo. Valores similares fueron medidos en otros estudios (Cerdà y Doerr, 2007), y se apunta la idea de que con niveles de hidrofobia medios (30-60 segundos) se alcanzan altas tasas de escorrentía a escala de pedon debido a que ese tiempo es suficiente para que las escorrentías fluyan fuera de la parcela que presenta un diámetro de 55 cm. Esta eficiencia y rapidez en la formación de la escorrentía es fruto de la repelencia de los suelos y la escasa cubierta vegetal tras el incendio.

Tabla 2. Escorrentía (%), concentración media de sedimentos en la escorrentía (gr l^{-1}) y erosión (Mg ha^{-1}).

Parcelas	Escorrentía (%)		Con. Sed. (g l^{-1})		Erosión (Mg ha^{-1})	
	Matorral	Pinar	Matorral	Pinar	Matorral	Pinar
October 2002						
1	45,25	50,14	3,01	2,25	0,75	0,62
2	57,77	54,26	6,32	3,45	2,01	1,03
3	61,28	66,32	2,58	4,01	0,87	1,46
Media	54,77	56,91	3,97	3,24	1,21	1,04
July 2003						
1	20,01	45,25	1,02	2,01	0,11	0,50
2	5,65	45,36	0,98	1,25	0,03	0,49
3	4,98	59,32	1,45	1,85	0,04	1,23
Media	10,21	49,98	1,15	1,70	0,06	0,74

La concentración de sedimentos presenta una clara tendencia hacia su reducción en la estación cálida debido al aumento de la cubierta vegetal hasta el 34 % en el matorral y el 21 % en las zonas de pinar. Las diferencias entre cubiertas vegetales -matorral y pinar- no fueron importantes, si bien hay una mayor eficiencia del matorral en reducir las altas tasas de erosión cuantificadas en octubre de 2002. La erosión total es similar entre matorral y pinar en el periodo húmedo post incendio, pero no un año después cuando las diferencias son de un orden de magnitud entre matorral y pinar (Tabla 2). Es por lo tanto la repelencia el factor determinante en la evolución de las escorrentías y pérdida de sedimentos. El origen de esta repelencia está en las sustancias vegetales depositadas en los suelos procedentes de las plantas, o bien por la condensación en el suelo de los volátiles producidos durante la combustión. En ambos casos, es la vegetación la que influye en los procesos hidrológicos y erosivos. Es por esto que se deben realizar estudios con especies vegetales por separado. Aunque aquí no se ha podido distinguir entre *Cistus albidus* y *Ulex parviflorus* por crecer juntas, muy probablemente sus efectos sobre la escorrentía y la erosión del suelo a través del control de la hidrofobia de los suelos puede dar lugar a respuestas contrastadas debido a su diferente composición vegetal.

CONCLUSIONES

Los trabajos de John Thornes mostraron la interacción entre la vegetación y la erosión. Aquí se ha comprobado que la vegetación previa al incendio influye sobre los procesos erosivos e hidrológicos post-incendio al favorecer repuestas hidrofóbicas y la recuperación vegetal. Se han cuantificado mayores escorrentías superficiales y pérdida de suelo en los pinares que en los matorrales. También la más rápida regeneración de los matorrales facilitó una reducción más rápida de las altas tasas de erosión post-incendio.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece la ayuda de León Navarro en los análisis de laboratorio y a Enrique Terol por su colaboración en el trabajo de campo.

REFERENCIAS

- ❖ Bisdom, E.B.A., Dekker, L.W., Schoute, J.F.Th., 1993. Water repellency of sieve fractions from sandy soils and relationships with organic material and soil structure. *Geoderma*, 56, 105-118.
- ❖ Cerdà, A. & Doerr, S.H. 2007. Soil wettability, runoff and erodibility of major dry-Mediterranean land use types on calcareous soils. *Hydrological Processes*, 21, 2325-2336.
- ❖ Cerdà, A. & Robichaud, P. 2009. *Fire Effects on Soils and Restoration Strategies*. SCIENCE PUBLISHERS, INC, Enfield, USA.
- ❖ Cerdà, A., 1998. Changes in overland flow and infiltration after a rangeland fire in a Mediterranean scrubland. *Hydrological Processes* 12: 1031-1042.
- ❖ Thornes, J.B. 1976. *Semi-arid erosional system, case studies from Spain*. Geographical papers, Great Britain, London School of Economics, 7.
- ❖ Thornes, J.B. 1985. The ecology of erosion. *Geography*, 70 (3), 222-36.
- ❖ Thornes, J.B. 1990. *Vegetation and Erosion. Processes and Environments*. John Wiley and Sons, Chichester.
- ❖ 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 Surface Processes and Landforms*, 13, 555-562.