

INFLUENCIA DE LA DEGRADACION DE LA CUBIERTA VEGETAL EN LA GENERACION DE SEDIMENTOS Y EN SU COMPOSICION: EXPERIENCIAS CON SIMULACION DE LLUVIA

J.L. SANTIAGO, E. BENITO*, M.E. VARELA

Departamento de Biología Vegetal y Ciencia del Suelo. Facultad de Biología.
Universidad de Vigo. 36310 Vigo. e-mail: rueda@uvigo.es.

*Correspondencia a este autor.

Abstract. Rainfall experiments have been conducted in the field in order to study the impact of deforestation and land management on the surface runoff and soil erosion, as well to examine changes in soil fertility by analysing the resulting sediments. The study was carried out on the University of Vigo campus which lies in an area with steep slopes that has been the subject of massive deforestation. Five experiments have been done during a year applying 64 mm h⁻¹ intensity rainfall over 1 m² plots.

Degradation of the plant cover in the area greatly increased runoff and soil erosion, as well as to result in increase fine mineral fraction, organic carbon and alkaline cation contents in the sediment relative to the soil. The recovery of plant cover decreased the amount of sediment produced and its contents in organic carbon and fine fractions.

Key words: plant cover, simulated rainfall, surface runoff, soil erosion.

Resumen. Mediante experiencias con lluvia simulada se ha analizado el impacto de la deforestación y el manejo en la generación de escorrentía superficial y en la erosión del suelo y se estudiaron los cambios en los elementos de fertilidad del suelo a través del análisis de los sedimentos generados. El estudio se realizó en el campus de la Universidad de Vigo situado en una zona de fuertes pendientes que ha sido sometido a una deforestación masiva. Se realizaron cinco experiencias a lo largo de 1 año en parcelas de 1 m² aplicando una intensidad de lluvia de 64 mm h⁻¹.

La degradación de la cubierta vegetal en la zona ocasionó un fuerte incremento en los caudales de escorrentía y en las tasas de erosión observándose, con respecto al suelo, un enriquecimiento en el sedimento de fracción mineral fina, carbono y cationes básicos. La recuperación de la cubierta vegetal favoreció una disminución en la cantidad de sedimento generado y en su contenido en carbono y fracción mineral fina.

Palabras clave: cubierta vegetal, lluvia simulada, escorrentía superficial, erosión.

INTRODUCCIÓN

El manejo inadecuado de los ecosistemas forestales puede causar un gran impacto sobre el suelo. La mayoría de las prácticas de manejo conllevan la degradación o eliminación de la cubierta vegetal favoreciendo la formación de escorrentía superficial y en consecuencia el arrastre de suelo. Estos procesos se ven a su vez favorecidos en suelos forestales que presentan una fuerte repelencia al agua y por tanto bajas capacidades de infiltración.

Los suelos forestales de la zona húmeda española presentan altos contenidos en materia orgánica y una cobertura vegetal densa y estratificada, lo que les confiere una elevada estabilidad frente a los agentes erosivos. Sin embargo, la deforestación que han venido sufriendo en los últimos años y sobre todo los abundantes incendios forestales, han supuesto un incremento de los procesos erosivos, favorecidos por el acentuado relieve y por la elevada erosividad de las lluvias en Galicia (Benito *et al.*, 1991).

En este trabajo se pretende analizar, mediante experiencias con lluvia simulada, por una parte la influencia de la degradación de la cubierta vegetal en la formación de escorrentía superficial y en la pérdida de suelo y por otra los cambios en algunos elementos de fertilidad del suelo a través del análisis de los sedimentos generados en las experiencias.

MATERIAL Y MÉTODOS

El área de estudio está localizada en el campus de la Universidad de Vigo (42° 10' N, 8° 41' W). Este campus está situado en una zona forestal de fuertes pendientes (18-27%) que sufrió una deforestación masiva en 1992, poco después de su creación, iniciándose a partir de 1994 diferentes actividades de transformación con objeto de acondicionar y reforestar las zonas verdes

del campus. Se seleccionaron dos zonas dentro del campus, la primera de ellas corresponde a una zona deforestada, con un 19% de pendiente, en la que al iniciarse el estudio (junio de 1998) acababan de realizarse labores de desbroce y roturación y la segunda corresponde a un bosque protegido de coníferas con un 24% de pendiente.

Las experiencias con lluvia simulada se realizaron en parcelas de 1 m² mediante un simulador de lluvia descrito por Benito *et al.* (2001), aplicando una intensidad de lluvia de 64 mm h⁻¹ durante 30 minutos. En cada una de las zonas se realizaron 5 experiencias por duplicado entre junio de 1998 y junio de 1999, recogiendo la escorrentía generada a intervalos de 1 minuto y contabilizándose al final la totalidad del sedimento generado. Los datos de cobertura vegetal y las características de la superficie del suelo (pendiente, pedregosidad superficial y suelo desnudo) se determinaron antes de las experiencias en cada una de las parcelas. En las muestras de suelo superficiales (0-2,5 cm) y en los sedimentos generados se determinaron, en cada experiencia, la granulometría y el contenido en carbono siguiendo los métodos descritos por Guitián y Carballas (1976), el aluminio de cambio por extracción con KCl 1M y las bases de cambio por extracción con NH₄Cl 1M (Investigación de suelos, 1973). El fósforo asimilable se determinó por extracción alcalina (Olsen *et al.*, 1954).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las principales características de las superficies de las parcelas experimentales al inicio de cada experiencia se presentan en la Tabla 1.

Al comienzo del estudio la zona arbolada presentaba una buena cobertura vegetal y un recubrimiento casi total (95%) de la superficie del suelo por restos vegetales, fundamentalmente acículas de pino, carac-

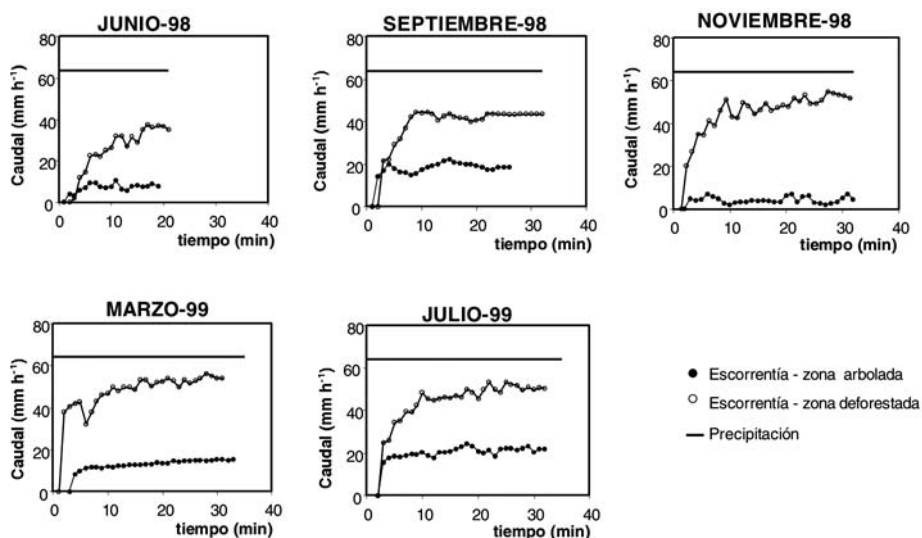
TABLA 1: Recubrimiento superficial de las parcelas experimentales durante el estudio(F: zona forestal; DF: zona deforestada).

	Cobertura vegetal (%)		Restos vegetales (%)		Pedregosidad (%)		Suelo desnudo (%)	
	F	DF	F	DF	F	DF	F	DF
Junio-98	40	0	95	10	1	15	0	75
Septiembre-98	75	20	90	20	0	10	0	65
Noviembre-98	50	20	90	35	1	15	0	30
Marzo-99	40	40	60	10	0	5	0	50
Julio-99	75	75	75	40	0	5	0	10

terísticas que se mantienen a lo largo del estudio, salvo ligeras variaciones estacionales. En la zona deforestada los trabajos realizados supusieron una drástica reducción de la protección del suelo, presentando inicialmente la parcela experimental un 75% de suelo desnudo, porcentaje que se reduce hasta un 10% al cabo del año debido al establecimiento y desarrollo de la vegetación.

En la Figura 1 se presentan los hidrogramas correspondientes a las distintas experiencias con lluvia simulada. La res-

puesta de los suelos frente a la lluvia simulada se caracterizó por un rápido inicio de la escorrentía superficial. En la parcela forestal se apreciaron variaciones estacionales, con bajos caudales de escorrentía en los períodos más húmedos y aumentando sensiblemente en los períodos secos. Esto ha sido explicado por la elevada hidrofobia que desarrolla este suelo en aquellos períodos en que disminuye el contenido en humedad del suelo (Benito *et al.*, 2003). En la zona deforestada, debido a la ausencia de cubierta

**FIGURA 1:** Hidrogramas de las experiencias con lluvia simulada.

vegetal y a las labores en ella realizadas, se produjo en la primera experiencia un caudal de escorrentía muy superior al de la parcela forestal, obteniéndose una escorrentía media 4 veces superior (27.32 mm h^{-1} frente a 7.25 mm h^{-1}). El caudal de escorrentía se incrementó fuertemente en la zona deforestada entre junio y septiembre de 1998, manteniéndose muy elevado hasta el final del estudio. Esto se puede explicar por el alto porcentaje de suelo desnudo en esta parcela, con la consiguiente desprotección del suelo frente al impacto de las gotas de lluvia y por el uso de maquinaria pesada en los trabajos de rehabilitación realizados antes de la primera experiencia que favoreció una importante compactación del suelo durante el periodo seco comprendido entre junio y septiembre de 1998.

Las pérdidas de suelo para cada zona y experiencia se presentan en la Tabla 2. En la primera experiencia la tasa de erosión de la parcela deforestada fue 55 veces superior a la de la zona arbolada. Esta elevada pérdida de suelo se debió no sólo a la falta de cubierta vegetal sino también al hecho de que el suelo estaba recién removido, muy suelto, y por tanto con mayor susceptibilidad a ser arrastrado. A medida que se fue desarrollando la cubierta vegetal en esta zona las pérdidas de suelo disminuyeron considerablemente aunque se mantuvieron siempre mucho más altas que en la parcela

forestal. La importante disminución de pérdida de suelo observada en la parcela deforestada entre junio y septiembre de 1998 no se puede explicar por el desarrollo de la cubierta vegetal pero se justificaría por la severidad de la hidrofobia y la mayor estabilidad estructural de este suelo en los periodos secos (Benito *et al.* 2003).

El análisis del suelo y de los sedimentos generados en la zona deforestada (Tabla 3) muestra en la 1ª experiencia una concentración de las fracciones finas en el sedimento (del orden de 3 veces) y en menor medida del carbono y cationes básicos. Con el desarrollo de la cubierta vegetal se observó una progresiva disminución del arrastre de materiales finos y de carbono en los sedimentos recogidos.

CONCLUSIONES

Las actividades humanas que ocasionaron la eliminación de la cubierta vegetal en la zona de estudio han provocado un importante incremento de los caudales de escorrentía y de las tasas de erosión. La recuperación de la cubierta vegetal ha favorecido una disminución en la cantidad de sedimento generado, sin embargo los caudales de escorrentía se mantuvieron altos durante todo el periodo de estudio en la zona alterada.

El enriquecimiento observado en los sedimentos, con respecto al suelo, en frac-

TABLA 2: Valores medios de pérdida de suelo(F: zona forestal; DF: zona deforestada).

	Pérdida de suelo ($\text{g m}^{-2} \text{h}^{-1}$)	
	F	DF
Junio-1998	5.48	302.48
Septiembre-1998	7.30	59.85
Noviembre-1998	1.28	327.99
Marzo-1999	4.07	137.01
Julio-1999	0.94	28.00

TABLA 3: Datos analíticos del suelo y de los sedimentos en la zona deforestada.

	Junio-98		Septiembre-98		Noviembre-98		Marzo-99	
	suelo	sedimento	suelo	sedimento	suelo	sedimento	suelo	sedimento
Arena (%)	74	29	71	59	73	68	75	63
Limo (%)	14	35	15	20	15	16	13	20
Arcilla (%)	12	36	14	21	12	16	12	17
C (%)	4.44	5.60	7.25	11.75	4.93	4.23	7.62	7.46
Al(cmol kg ⁻¹)	0.63	0.30	0.88	1.00	0.61	0.27	0.86	0.32
Ca(cmol kg ⁻¹)	0.28	0.36	0.76	0.45	0.44	0.58	0.45	1.28
Mg(cmol kg ⁻¹)	0.22	0.22	0.48	1.27	0.24	0.38	0.26	0.91
K(cmol kg ⁻¹)	0.15	0.33	0.19	0.57	0.10	0.13	0.09	0.14
Na(cmol kg ⁻¹)	0.17	0.26	0.16	0.31	0.15	0.28	0.14	0.32
P(mg g ⁻¹)	6.81	7.43	-	-	6.02	5.98	6.15	7.88

ción mineral fina, carbono y cationes básicos indicaría una disminución en estos elementos de fertilidad del suelo en la zona deforestada. Estas pérdidas van reduciéndose a medida que se recupera la cubierta vegetal.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por la Xunta de Galicia (proyecto XUGA 30102A97). Los autores desean expresar su agradecimiento a M^a Carmen Vicente Barreiro por su colaboración en el trabajo de campo.

REFERENCIAS

- Benito, E., Soto, B., Díaz-Fierros, F. (1991). Soil erosion studies in NW Spain. En: Ed. Geoforma. Logroño. M. Sala, J.L. Rubio y J.M. García Ruiz (eds.).
Benito, E., de Blas, E., Santiago, J.L., Varela, M.E. (2001). Descripción y

puesta a punto de un simulador de lluvia de campo para estudios de escorrentía superficial y erosión del suelo. *Cadernos do Laboratorio Xeolóxico de Laxe* 26, 211-220.

- Benito, E., Santiago, J.L., de Blas, E., Varela, M.E. (2003). Deforestation of water repellent soils in Galicia (NW Spain): effects on surface runoff and erosion under simulated rainfall. *Earth Surface Processes and Landforms* 28, 145-155.
Gutián, F. Y Carballas, T. (1976). *Técnicas de análisis de suelos*. Ed. Pico Sacro, Santiago de Compostela.
Investigación de suelos.(1973). *Métodos de laboratorio y procedimientos para recoger muestras*. Ed. Trillas, México.
Olsen, S.R., Cole, C.V., Watanabe, F.S., Dean, L.A. (1954). *Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate*. USDA, Circular 939, Washington.D.C.