

PRODUCCIÓN DE SEDIMENTOS EN ANTIGUOS BANCALES DE CULTIVO. EFECTO DEL FUEGO EN FUNCIÓN DE LA EDAD DE ABANDONO

J. Llovet López & M. Ruiz Valera

CEAM. Departamento de Ecología. ALICANTE

RESUMEN

En el presente trabajo se exponen los resultados del primer año de seguimiento de la erosión hídrica producida en antiguos bancales de cultivo con distinta edad de abandono, y el efecto de un incendio forestal sobre los mismos. La zona de estudio está situada en las vertientes solana que dan al embalse de Guadalest, provincia de Alicante. En ella se instalaron un total de 12 parcelas de erosión, en bancales abandonados con frutales de secano así como en antiguos cultivos, también abancalados, y ocupados por un pinar adulto de regeneración natural. Las parcelas fueron repartidas entre zonas afectadas por un incendio forestal en agosto de 1998 y áreas no quemadas. Hasta el momento, las únicas parcelas con una producción no despreciable de escorrentía y sedimento han sido las situadas en el pinar afectado por el incendio forestal, con un peso total de sedimentos, entre noviembre de 1998 y octubre de 1999, equivalente a $0.39 \pm 0.16 \text{Mg} \cdot \text{ha}^{-1}$. En estas parcelas se observan correlaciones significativas con algunos índices relacionados con la erosividad, especialmente con AI5, AI30 y EI30.

1. INTRODUCCIÓN

Las regiones mediterráneas europeas han sufrido profundas transformaciones en el paisaje durante las últimas décadas, en buena parte debido al sucesivo abandono de cultivos (MARGARIS *et al.*, 1996). Como consecuencia indirecta de esta transformación, hay un incremento en el número de incendios forestales así como de las superficies afectadas (DELATTRE, 1993).

La edad de abandono tiene gran influencia en la cantidad de combustible y estructura de la vegetación, y por lo tanto en la potencial virulencia del fuego y en el riesgo de erosión derivado (RIGGAN *et al.*, 1984), en la composición florística, que determinará la respuesta de la comunidad a la perturbación, y en el estado de conservación de los propios bancales, estructuras reguladoras de los flujos de agua y de sedimentos.

El objetivo del presente trabajo es analizar las pérdidas erosivas en función de la edad de abandono de los cultivos, y cómo son afectadas por un incendio forestal.

2. ÁREA DE ESTUDIO

La zona de estudio está situada en la solana de la Sierra Serrella, provincia de Alicante (coordenadas geográficas 38°41'N, 0°12'O). La altitud varía entre los 400 y los 500msm.

2. ÁREA DE ESTUDIO

El clima es típicamente mediterráneo, con una precipitación anual media de 475mm y

una temperatura media de 15.6°C (estación meteorológica de Callosa d'En Sarrià).

El sustrato litológico es miocénico indiferenciado, predominando las margas (IGME, 1978).

La topografía es abrupta, con pendientes medias y numerosos barrancos que vierten las aguas, sólo en caso de precipitaciones al menos moderadas, al Embalse de Guadalest.

Excepto las partes más escarpadas, donde afloran rocas calizas prácticamente desnudas, toda la zona está ocupada por bancales de cultivo, especialmente de frutales de secano (almendro, olivo y algarrobo), mayoritariamente abandonados. Debido a la gran fragmentación en la propiedad de la tierra, se entremezclan zonas abandonadas hace más de 30 años y ocupadas por pinar adulto de *Pinus halepensis* de regeneración natural, con bancales yermos dominados por herbáceas, predominando *Brachypodium retusum*, pocos arbustos y pinos jóvenes junto con algunos pies residuales de frutales, además de cultivos todavía en uso.

Una parte de la solana descrita fue afectada por un incendio forestal a principios de agosto de 1998.

3. MATERIAL Y MÉTODOS

Con el fin de estudiar los flujos de agua y sedimentos se instalaron, en noviembre de 1998, un total de 12 parcelas de erosión cerradas, a razón de 3 parcelas en cada uno de los siguientes casos:

1. Bancal recientemente abandonado no afectado por el fuego (parcelas AC1, AC2 y AC3).
2. Como el anterior, pero quemado en agosto de 1998 (parcelas AQ1, AQ2 y AQ3).
3. Pinar en antiguos bancales de cultivo no quemado (parcelas PC1, PC2 y PC3).
4. Pinar en antiguos bancales afectado por el incendio forestal (parcelas PQ1, PQ2 y PQ4).

Los bordes de las parcelas están formados

por láminas de hierro galvanizado, y abarcan tanto la pared como la parte plana del mismo bancal. Basándonos en la microtopografía del terreno, se conectó el vértice por donde drena naturalmente el agua de escorrentía a un depósito de 500 o 1000l de capacidad, según los casos. Los bordes se colocaron de forma que no rompiesen los flujos naturales de agua superficial. El tamaño de las parcelas varía entre los 45 y los 86m².

El volumen de escorrentía total y el peso seco (60°C hasta peso constante) total de sedimentos se midieron después de cada evento lluvioso productivo. Paralelamente, se recogieron muestras de escorrentía para su posterior análisis así como para estimar la cantidad de sedimentos en suspensión.

Los datos pluviométricos se registraron mediante un pluviógrafo situado en el embalse, colindante con la zona de estudio, y perteneciente a la Confederación Hidrográfica del Júcar. Se estimaron una serie de descriptores básicos e índices indicativos de la erosividad para cada lluvia, que en estudios anteriores habían mostrado buenas relaciones con las tasas de erosión en áreas quemadas (BAUTISTA, 1999):

1.A: altura de la precipitación (A)

2.I5: intensidad máxima en 5'

3.I30: intensidad máxima en 30'

4.AI5=A*I5

5.AI30=A*I30

6.Ke: energía cinética, estimada como $S A_i * 9.81 * 11.25 * \log_{10} I5_i$, basado en ZANCHI Y TORRI (1980)

7.EI30=I30*Ke

4. RESULTADOS

La precipitación total durante el periodo de estudio (noviembre de 1998-octubre de 1999) fue 350.4mm, que corresponde al 74.5% de la media anual de la zona.

El evento más copioso tuvo lugar el 2 de diciembre (55.8mm), mientras que el 13 de julio se registró la mayor intensidad durante

Tabla 1. Producción de sedimentos ($Mg.ha^{-1}$), volumen mínimo de precipitación (mm) necesario para observar erosión hídrica y cantidad de eventos lluviosos productivos en los distintos tratamientos. Periodo: noviembre 1998-octubre 1999

	Parcelas no quemadas		Parcelas incendiadas	
	Cultivo abandonado	Pinar	Cultivo abandonado	Pinar
Producción total de sedimentos ($Mg.ha^{-1}$)	0	0	0.002±0.001	0.39±0.16
Volumen de lluvia mínimo para producir erosión (mm)	>50	>50	22	5
Número de lluvias con producción de sedimentos	0	0	3	19

5' ($93.6mm.h^{-1}$) y durante 30' ($15.6mm.h^{-1}$). Hubo un total de 19 eventos de lluvia de más de 5mm, que es la altura mínima a partir de la cual hay producción de escorrentía al menos en una parcela de erosión.

En ningún caso se ha observado producción de escorrentía ni sedimentos en las parcelas no afectadas por el incendio forestal, mientras que en las correspondientes a bancales de cultivo abandonados y quemados, la erosión hídrica ha sido prácticamente despreciable (3 eventos de lluvia productivos, con una cantidad de sedimentos total equivalente a $0.002±0.001Mg.ha^{-1}$) (tabla 1). Las mayores cantidades de sedimentos se han recogido en las parcelas instaladas en el pinar afectado por el fuego, con un total de 19 eventos de lluvia productivos y un valor total equivalente a $0.39±0.16Mg.ha^{-1}$ (tabla 1). A falta de un estudio más detallado de los resultados, podemos adelantar que la cantidad de sedimentos que permanecen en suspensión en el agua de escorrentía es del mismo orden de magnitud que los que se depositan en el fondo del depósito, que son los considerados en el presente trabajo.

Los índices que mejor se correlacionan con los sedimentos obtenidos en las parcelas sobre pinar quemado, y para cada lluvia superior a 5mm, consideran tanto el volumen total de precipitación como la máxima intensidad registrada durante el evento. Hay una correlación significativa, en las 3 parcelas, entre los sedimentos recogidos y el producto del volumen total de precipitación por la

intensidad máxima en 5' (AI5). Asimismo, la correlación doble-logarítmica es significativa con los índices AI30 y EI30, siendo éste último el que mayor significación y coeficiente de correlación presenta, considerando las 3 parcelas (tabla 2); de todos modos, sus coeficientes de correlación no son mucho mejores que los obtenidos con el índice más sencillo y sin transformar, AI5 (tabla 2).

En las regresiones entre la producción de sedimentos en cada parcela y AI5 se observan pendientes más bajas en el caso de PQ2 y PQ4 que en PQ1, lo que significa que un incremento en este índice hace aumentar con mayor intensidad la erosión hídrica en esta última parcela que en las otras dos (figura 1). Contrariamente, la parcela PQ4 responde más rápidamente con valores bajos de dicho índice.

La regresión múltiple con ambos componentes del índice AI5, es decir, el volumen total de cada precipitación (A) y su intensidad máxima durante 5 minutos (I5), nos muestra un comportamiento distinto entre las 3 parcelas: los coeficientes de A son significativos para las parcelas PQ1 y PQ2, mientras que para la PQ4 lo es I5. En otras palabras, los sedimentos recogidos en PQ1 y PQ2 serían más dependientes de la altura de la precipitación, y en la parcela PQ4 la erosión hídrica estaría más determinada por la intensidad máxima durante un corto período de tiempo, 5 minutos. Con la regresión múltiple se consiguen mejores r^2 (0.84, 0.55 y 0.71 para PQ1, PQ2 y PQ4) que utilizando su pro-

Tabla 2. Coeficientes de correlación (correlaciones de Pearson), y niveles de significación, entre los sedimentos producidos en las parcelas sobre pinar quemado y los diversos índices relativos a la precipitación seleccionados en el presente trabajo

	Parcela PQ1	Parcela PQ2	Parcela PQ4
A	0.896**	0.720**	0.321
I5	0.221	0.199	0.785**
I30	0.606*	0.440	0.741**
AI5	0.860**	0.671*	0.666*
AI30	0.960**	0.701*	0.434
Ke	0.930**	0.727**	0.400
EI30	0.970**	0.699*	0.504
	Parcela PQ1	Parcela PQ2	Parcela PQ4
A	0.646*	0.667*	0.367
I5	0.653*	0.519	0.591*
I30	0.752**	0.542	0.860*
AI5	0.786**	0.730*	0.562
AI30	0.797**	0.716**	0.655*
Ke	0.705*	0.697*	0.457
EI30	0.818**	0.720**	0.700*

Arriba: relaciones lineales. Abajo: transformaciones doble-logarítmicas
 *: correlación significativa al nivel 0.05
 **: correlación significativa al nivel 0.01

ducto, AI5 (r^2 igual a 0.74, 0.45 y 0.44 respectivamente).

5. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En la zona de estudio, y en el periodo comprendido entre noviembre de 1998 y octubre de 1999, no se ha observado producción de escorrentía, ni por lo tanto fenómenos de erosión hídrica superficial, en bancales de cultivo abandonados, independientemente de la edad de abandono, siempre y cuando no hayan sido afectados por un incendio forestal.

Tras el fuego, las zonas abandonadas hace décadas y ocupadas antes del incendio por un pinar adulto, son las únicas en las que se han registrado fenómenos claros de erosión hídrica. Por el contrario, en cultivos abandonados más recientemente la respuesta erosiva tras el incendio ha sido prácticamente nula.

Hay diferentes causas que nos pueden ayudar a explicar el fenómeno:

1. La biomasa es mucho mayor en el pinar, y por lo tanto el combustible y la potencial virulencia del incendio. Pueden haberse producido procesos de degradación del suelo y merma de capacidad de respuesta de la comunidad más intensos. Actualmente se están analizando muestras tomadas poco después del incendio, y estudiando variables para estimar la virulencia del fuego.
2. Por otra parte, la respuesta de la vegetación ha sido pobre en el pinar, contrariamente a lo ocurrido en los cultivos abandonados. Según estudios paralelos en la misma área, éstos presentaron coberturas altas de vegetación a los pocos meses del incendio, sobre todo debido al rebrote de *Brachypodium retusum*, mientras que el

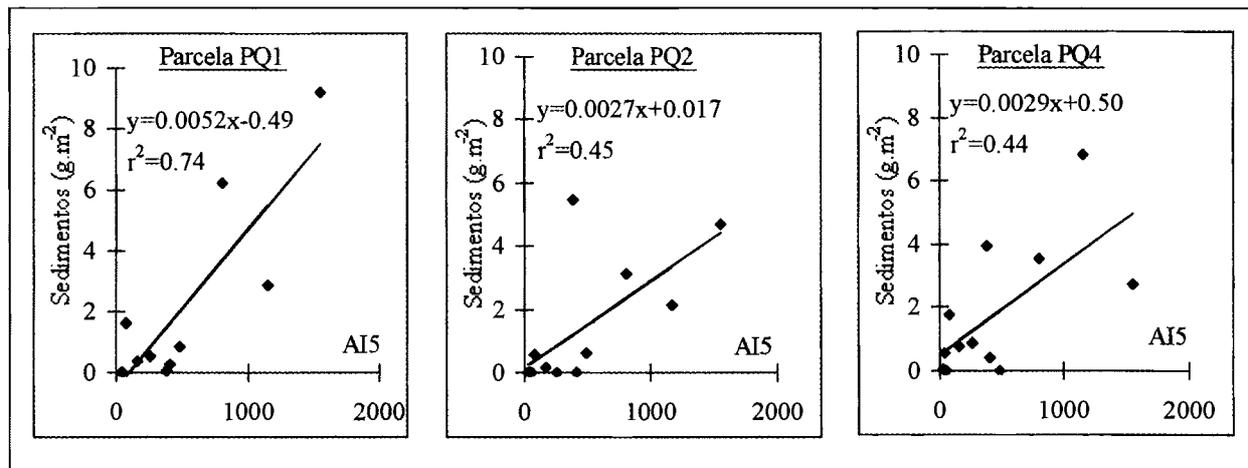


Figura 1. Regresiones entre el índice AI5 y los pesos secos de sedimento recogido en cada una de las 3 parcelas de erosión instaladas en pinar afectado por el incendio forestal

pinar continúa teniendo recubrimientos bajos 1 año después del fuego.

3. A causa del tiempo de abandono, la propia estructura de los bancales puede estar más degradada en el pinar. La consiguiente pérdida de control de escorrentía resultaría más patente al desaparecer la cubierta vegetal.

A pesar del corto periodo de estudio, y del bajo número de lluvias productoras de sedimentos, hay diversos índices sencillos, que combinan el volumen total de cada precipitación con las intensidades máximas, que presentan buenas correlaciones con la cantidad de sedimentos recogidos al nivel de bancal.

Agradecimientos

Este estudio forma parte del proyecto "Land Use Interaction with Fire in Mediterranean Landscapes (LUCIFER)", financiado por la EC-DG XII Environment and Climate.

BIBLIOGRAFIA

BAUTISTA, S. 1999. *Regeneración post-incendio de un pinar (Pinus halepensis, Miller) en*

ambiente semiárido. Erosión del suelo y medidas de conservación a corto plazo. Tesis Doctoral, Universidad de Alicante, 238pp.

DELATTRE, E. (ed.). 1993. *Forest fires in southern Europe: Overview of the E.C. actions: Towards an international cooperation?*. The European Parliament, STOA Programme.

I.G.M.E. 1978. *Mapa Geológico de España, E:1/50000.* Hoja de Alcoy (821), Madrid.

MARGARIS, N.S., KOUTSIDOU, E., & GIOURGA, CH. 1996. Changes in traditional Mediterranean land-use systems. In: Brandt, C.J. & Thornes, J.B. (eds.), *Mediterranean desertification and land use.* John Wiley & Sons, Chichester. pp.29-42.

RIGGAN, P.J., FRANKLIN, S.E., BRASS, J.A. & BROOKS, F.E. 1994. Perspectives of fire management in mediterranean ecosystems of Southern California. In: Moreno, J.M. & Oechel, W.C. (eds.), *The role of fire in mediterranean-type ecosystems.* Springer-Verlag, New York. pp. 140-162.

ZANCHI, C. & TORRI, D. 1980. Evaluation of rainfall energy in Central Italy. In: de Boodt, M. & Gabriels, D. (eds.), *Assessment of erosion.* John Wiley and Sons. Chischester. pp. 133-142.