EFFECTOS ECOLÓXICOS DOS INCENDIOS FORESTAIS

Francisco Díaz-Fierros Viqueira
Universidade de Santiago de Compostela

INTRODUCCIÓN

As afeccións dos incendios forestais sobre o medio pódense clasificar tendo en conta, en primeiro lugar, os elementos que se poden ver implicados nelas: aire, auga, flora e fauna e solo. Pero tamén se pode considerar, complementariamente, a duración do seu efecto: afeccións curtas, se estas son inferiores ao día, como é o caso da acción das temperaturas sobre a vexetación, medias, se son inferiores ao ano, como poden ser os efectos erosivos sobre o solo, e longas, se teñen carácter plurianual, como son os efectos sobre a evolución das comunidades vexetais. E, así mesmo, pódense clasificar en relación ao espazo xeográfico que se ve afectado, en locais, zonais e rexionais (Díaz-Fierros, 1997). Neste caso, porén, para simplificar a descrición das afeccións dos incendios forestais sobre o medio vanse clasificar sinxelamente en:

- a) as que se producen no sitio, como son as que lles afectan ao solo, á vexetación e á fauna.
- b) as que se producen alén do sitio, como son as que incinden sobre o aire e as augas.

1. AFECCIÓN NO SITIO

Efectos sobre o solo. O primeiro factor determinante deste tipo de afeccións que hai que ter en conta é o relacionado coa duración e intensidade que acadan as temperaturas do incendio, que pola súa vez vén controlado polas características do combustible e polas condicións topográficas e meteorolóxicas do sitio. Acumulacións importantes de combustible e a maior porcentaxe de partes leñosas e o grao de sequidade deste tenden a dar temperaturas máis elevadas. O tempo seco e o vento incrementan a virulencia do incendio, aínda que este último factor pode diminuír o tempo de permanencia do lume pola maior velocidade de transmisión que lle imprime. Finalmente, os incendios cara a arriba

dunha pendente normalmente presentan unha maior velocidade de avance ca os que progresan cara a abaixo. Os traballos de De Bano *et al.* 1979 (figura 1) van clasificar a intensidade dos lumes polas temperaturas acadadas na superficie, que poden chegar a valores máximos de 700 °C nos intensos, 400 °C nos moderados e a 200 °C nos lixeiros.

FIGURA 1.
Evolución das
temperaturas no
aire e no solo con
incendios de diferente
intensidade (De
Bano, 1979)

Estes mesmos valores, se os consideramos no interior do solo, pola alta capacidade calorífica deste, van diminuír rapidamente coa profundidade, de tal xeito que aos 5 cm os intensos non chegan a superar os 100 °C e os lixeiros, os 50 °C. Estes valores da temperatura, así como a súa duración, que normalmente é da orde dos minutos e poucas veces supera a hora, van ser os factores fundamentais dos que van depender as afeccións dos lumes sobre o solo. Só hai unha situación excepcional que algunhas veces se chega a dar en Galicia na que os valores sinalados son superados amplamente, e sucede cando a propia materia orgánica do solo entra en combustión, circunstancia que se pode dar en condicións de solos moi ricos en materia orgánica, como pode ser o caso das turbeiras, e cun grao de sequidade extrema. Nestes casos as temperaturas poden superar os 500 °C e a duración do efecto pode ser de varios días. Agás estas condicións, na maioría das situacións as temperaturas mantéñense en valores que en xeral poden ser doadas para a estabilidade da estrutura e para a fertilidade, que melloran sensiblemente. Esta foi unha das razóns de que os primeiros agricultores tivesen como ferramenta fundamental o uso do lume xa que, ademais de servir como técnica fundamental do rareo dos bosques e matos para instalar os cultivos do cereal, incrementaba a fertilidade do solo polo amoreamento das cinzas vexetais e tamén polo seu efecto directo sobre o solo. Unha estima dos efectos da temperatura dos lumes sobre os solos galegos amósanos como é o fósforo o elemento nutritivo que máis medra (ata 5 e 6 veces) e, sobre todo, o que mantén un efecto máis persistente que pode chegar e mesmo pasar dos 5 anos (Pérez Moreira *et al.*, 1991) (figura 2). E tendo en conta que a posibilidade de poder manter un cultivo de cereal sobre un solo queimado podíase espallar ata 3 ou 5 anos despois do lume, non sería arriscado propor como hipótese que a duración deste período útil para o cultivo ía estar controlada pola persistencia do incremento do fósforo utilizable polas plantas no solo.

FIGURA 2. Evolución dos nutrientes asimilables polas plantas despois dun incendio, expresado como relación entre os valores anteriores e posteriores ao lume (Pérez Moreira et al. 1991)

De calquera maneira, non todos os efectos dos lumes dos primeiros agricultores galegos foron positivos, pois cando os cultivos de rozas comezaron a espallarse polas terras en costa polas necesidades de novas leiras que xeraba unha poboación en medra, as chuvias intensas dos invernos iniciaron un proceso de erosión dos solos que supuxo perdas moi importante deste recurso, e mesmo cabe agardar que, en situacións extremas, obrigase a unha muda total ou parcial dos asentamentos humanos. As pegadas destas desfeitas aínda se poden rastrexar hoxe nos perfís de moitos solos galegos, nos que a identificación das chamadas «liñas de pedras» son o sinal da existencia de dous ciclos de evolución dos solos: un normal ou natural, o que está por baixo das liñas de pedra, e outro erosivo, no que falta o solo que se perdeu e que deixou só como residuo as pedras aliñadas. Por enriba deste ciclo amoréase, normalmente, outro dun solo que, ao se restableceren, aínda que só fose parcialmente, unhas condicións de conservación, pode de novo volveuse constituír nun horizonte edáfico. Situando cronoloxicamente moitas das liñas de pedras identificadas en solos galegos, pódese observar como a maioría delas comezan a partir de hai uns 2500 anos (Díaz-Fierros, 1996) (figura 3).

FIGURA 3. Localización temporal dun conxunto de «liñas de pedras» identificadas en solos galegos (Díaz-Fierros, 1996)

É dicir, cando se inicia o establecemento en Galicia dos pobos celtas. Esta circunstancia, unida ás evidencias, cada vez máis fortes, de que por estas datas se produce unha deterioración climática con fríos e precipitacións, podería xustificar o feito de que un incremento da presión de novas poboacións sobre o medio baixo unhas condicións climáticas pouco doadas dese orixe á aparición en Galicia dun proceso erosivo dos solos relativamente xeneralizado. O certo é que, polas evidencias paleoedáficas, as liñas de pedras seguiron a aparecer ata ben entrada a Idade Media e que mesmo os testemuños históricos escritos, como o do Marqués de Sargadelos no século XVIII, que fala de importantes perdas de solos que «atoraban las rías» (Casariego, 1950), indicannos que mentres persistiron os sistema de cultivos de rozas, a erosión destas terras non nos deixou, e que paisaxes coma as do Paraíso son a triste testemuña desta histórica desfeita nosa.

Na actualidade, desaparecido o sistema de rozas alá polos anos sesenta do pasado século, o lume segue a ser un dos factores principais da erosión dos solos galegos pola forte incidencia que nos últimos corenta anos tiveron os incendios forestais en Galicia. Estudos realizados pola Universidade de Santiago e o Centro

de Investigacións Forestais de Lourizán puxeron en evidencia a importancia deste proceso, así como os diferentes factores que poden incidir nel. En primeiro lugar, ficou claro que o principal factor que controla a erosión dos solos xerada polos lumes é a vexetación que o cobre e protexe, de tal xeito que se pode establecer unha boa relación entre a desaparición da vexetación e a incidencia da erosión (Díaz-Fierros *et al.*, 1987). E, así mesmo, que o ritmo de recuperación da vexetación (que co mato galego pode completarse nun ciclo de 4-5 anos) pode controlar o ritmo da erosión (figura 4).

Outros factores, xa de menor importancia, serían o grao de destrución da materia orgánica do solo e a hidrofobia a que pode dar orixe, que afectarían, respectivamente, a resistencia do solo á erosión e a xénese dos escoamentos superficiais.

FIGURA 4. Evolución da cobertura da vexetación e da erosión de solos galegos despois dun incendio, expresado como % sobre os valores anteriores ao lume (Díaz-Fierros *et al.*, 1987)

TABOA I. Perdas anuais de nutrientes,
nas augas de escoamento,
en forma soluble e en partículas (k/ha)

	Perdas en disolución		Perdas en partículas	
	Parcela queimada	Parcela sen queimar	Parcela queimada	Parcela sen queimar
Nitróxeno	0,95	0,92	125,0	12,5
Fósforo	0,05	0,03	9,8	1,0
Calcio	1,47	0,91	60,3	4,5
Magnesio	0,75	0,44	34,7	3,5
Potasio	1,38	0,71	381,1	37,3
Sodio	3,62	3,17	108,4	11,2

Os efectos da erosión do solo pódense dividir na denominada erosión química ou perda dos elementos fertilizantes, tanto en forma soluble como particulada, e a erosión física ou perda en masa ou volume da totalidade do solo. Algúns estudos realizados con solos galegos en parcelas experimentais amosan como estas perdas, en forma de erosión química, poden acadar, no caso extremo do potasio, valores de máis de 300 k/ha en forma particulada (1,4 k/ha, en forma disolta), o que supón unhas 10 veces máis ca as perdas do solo sen queimar (táboa I). A erosión física, sen dúbidas a máis importante das dúas, foi medida desde o ano 1985 en diferentes tipos de experiencias e circunstancias, polo que existe, en xeral, un razoable coñecemento sobre ela. Delas pódese concluír, en primeiro lugar, a extraordinaria amplitude que existe nos seus valores, xa que estes poden variar desde perdas de solo inferiores a 1 t/ha ao ano cando o clima e as condicións topográficas e de cobertura vexetal non favorecen a erosión, ata valores superiores ás 100 t/ha cando estes si o son, por exemplo, cando acontecen chuvias intensas (superiores aos 20 mm no día) o solo queimado está espido e a pendente é superior ao 20%. Como un termo medio pódese estimar nas 20 t/ha de perda anual de solo.

De todas as maneiras, aínda que a erosión pode ser moi intensa, a capacidade de recuperación dos solos galegos fai que ao cabo de 4-5 anos, na medida en que se recupera a cobertura vexetal, o solo volva a unha situación bastante semellante á inicial, polo que os efectos dun só lume considerados nos espazos de tempo en que se desenvolven os ecosistemas forestais (da orde das decenas e mesmo centenas de anos) tería pouca significación. Porén, a realidade galega amosa que a reiteración dos lumes sobre determinadas zonas do país pode acadar frecuencias dun lume cada 2-5 anos (e ás veces maiores), polo que a súa capacidade de recuperación pode verse colapsada por unha incidencia excesiva dos lumes. Así mesmo, existen determinados solos en que o dano da erosión pode ser relativamente máis grave ca noutros, como ocorre nos solos de moi pouca fondura, como son os que existen no contorno dos afloramentos rochosos, onde se pode iniciar un proceso de espallamento da superficie de rocha, que dá orixe a unha auténtica «desertización» de carácter irreversible.

Efectos sobre a vexetación. Dependén non só da intensidade do lume senón tamén da súa localización (copas, solo ou subsolo), da súa frecuencia, da estación en que se produce e do tipo de vexetación. En relación coa súa localización, os lumes de copas son os que destrúen en xeral a vexetación arbórea fronte aos de solo, que destrúen o mato e as herbas e poden deixar viva a árbore. Por outra parte, os de final de verán fan máis dano ca os de comezos, pois a vexetación está normalmente máis seca e os lumes son máis virulentos. Unha das propiedades máis importantes da vexetación en relación co dano provocado polos lumes é a súa capacidade de supervivencia ou rexeneración. Neste senso existen dúas estratexias de supervivencia fronte ao lume, a das chamadas «pirofitas activas» que se reproducen por abrollo das cepas que permanecen no solo e que, así mesmo, poden favorecer a difusión das sementes pola propia acción do lume, como é o caso do *ulex* (o toxo), e a das «pirofitas pasivas», como pode ser o caso dos *pinus* (os piñeiros), que se defenden do lume polo groso da súa codia (Casal *et al.*, 1984).

FIGURA 5.
Proceso de autosucesión de carballeiras para diferentes frecuencias de incendios en relación coas características de madurez do ecosistema (Tárrega e Calabuig, 1992)

Do mesmo xeito que sucedía co solo, a frecuencia dos incendios é un factor de primeira magnitude en relación coa sucesión vexetal. Se o ritmo de reincidencia dos lumes é baixo, p.e. dun cada 50 anos, a sucesión vexetal, p.e. dos ecosistemas de carballeira, pode desenvolverse sen problemas e establécense con regularidade os diferentes estratos e compoñentes desta. Pero se o ritmo medra, os ecosistemas reconstituíense parcialmente e cunha deriva cara ás especies máis resistentes ao lume, de tal xeito que con ritmos inferiores aos 5 anos a única comunidade que se pode reconstituír é a do mato (Tárrega e Calabuig, 1992).

En Galicia, admítase que o importante dominio do mato que existía hai só uns poucos anos (con preto do millón de hectáreas) era en boa parte consecuencia do uso do lume polo agricultor galego en sistemas como o das rozas, onde a reincidencia do lume sobre un determinado punto acadaba ritmos moi elevados.

Efectos sobre a fauna. Estes efectos están menos estudados en Galicia, pero aínda así sábese que os paxaros dun bosque sofren unha evolución moi característica: algúns, como as estreliñas e tapadeiras, moi dependentes dos ecosistemas forestais, desaparecen. Outros, propios de espazos abertos como a escribenta, o pintarroxo e a riscada, aparecen antes do primeiro ano e pouco a pouco ao cabo dos 3-5 anos van diminuíndo. Outros como as papuxas e os chascos, propios dos matos, seguen o ritmo de rexeneración deste, aparecen aos dous anos e medra moito a súa abundancia ata os 5-6 anos. E, finalmente, outros, os menos, considéranse indiferentes aos efectos dos lumes e a súa abundancia non varía (Pereiras, 2001) (figura 6). E, aínda que non moi estudadas, sábese doutras especies, como insectos, anfibios, réptiles, que ao ser alterado o seu hábitat experimentan importantes cambios na súa frecuencia e chegan mesmo a desaparecer.

FIGURA 6. Evolución despois dun incendio da presenza relativa de diferentes especies de paxaros en Galicia (Pereiras, 2001)

Finalmente, tendo en conta todas estas consideracións sobre solo, vexetación e fauna, pódese concluír que o ritmo de rexeneración da vexetación é o factor fundamental que controla a evolución de todo o ecosistema, xa que tanto o solo (dependente

do efecto protector da vexetación) como a fauna (dependente dos biótupos que crea a vexetación) van evolucionar ao ritmo que lles marque a sucesión vexetal. Os datos que se coñecen sobre os ritmos de rexeneración en Galicia do mato (de *ulex* ou *erica*) amósannos que entre os 6-10 anos xa se pode considerar recuperada a biomasa inicial e que é bastante máis rápido o proceso nos lumes da primavera ou dos comezos do verán ca nos do outono ou do final do verán (Casal *et al.*, 1984).

FIGURA 7. Evolución da biomasa de mato de *ulex* e *erica* despois dun incendio (Casal *et al.* 1984)

2 AFECCIÓNS ALÉN DO SITIO

Efectos sobre o aire. Son fundamentalmente as que afectan a calidade do aire e das augas. No primeiro caso habería que distinguir as afeccións do aire durante o lume e no período inmediatamente posterior, que como máximo tería unha duración dalgunhas horas, das afeccións a moito máis longo prazo, que serían as relativas á emisión á atmosfera de gases con efectos globais sobre ela, como poden ser os relacionados co efecto invernadoiro e, polo tanto, con períodos de acción case seculares. Os produtos

que afectan o aire en prazos moi curtos van depender da dinámica que adopte o lume e máis concretamente da relación que se estableza entre a duración da fronte de avance do lume e o remol que este deixa ao seu paso, xa que as emisións van ser diferentes nestas dúas situacións (Tárrega e Calabuig, 1992) (figura 8). Na fronte do lume ou zona de combustión intensa e destilación, con temperaturas de ata 1000 °C e unhas condicións de osixenación intensa, os produtos emitidos van estar fortemente oxidados e son do tipo monóxido de carbono, óxido nítrico, dióxido de xofre, óxido nítrico, nitróxeno e partículas, mentres que na zona de poslume ou combustión lenta os produtos van estar menos oxidados e serán do tipo monóxido de carbono, metano, hidrocarburos (HPAs e outros), amonio, cianuro de hidróxeno, acetónitrilo, cloruro de metilo e partículas con menos contido en carbono ca as que se emiten da fronte de avance.

Destes dous tipos de compostos, son moito máis perigosos para a saúde humana os segundos ca os primeiros, xa que naqueles existen substancias con recoñecidos efectos tóxicos (monóxido de carbono e cianuros) cancroxénicos (HPAs) ou irritativos (acetónitrilo). Os problemas de tipo sanitario que poden sufrir os servizos de extinción son ben coñecidos, aínda que dos probables efectos a máis longo prazo, de tipo acumulativo, non existen estudos epidemiolóxicos que relacionen dun xeito inequívoco estes riscos con danos na poboación humana.

Das emisións a atmosfera con efecto global existen avaliacións sobre as cantidades de compostos liberados polas combustións de biomasa en todo o planeta. Neste caso, os efectos dos incendios forestais sumaríanse a outro tipo de queimas como son as das sabanas africanas, que terían unha clara vocación agrícola. Neste sentido, teríamos emisións con efectos sobre o quecemento do planeta, como sería o caso do dióxido de carbono e do metano, que representarían respectivamente o 16% e o 10% do total emitido. Como contrapartida teríamos o caso das partículas que xerarían un efecto de arrefriamento, e que representan o 7% do total. Outro tipo de emisións, como sería o caso do cloruro e do bromuro de metilo, teñen importancia como destrutores da capa

FIGURA 8. Diferentes zonas de combustión, cos perfis de temperatura correspondentes, na fronte de avance dun lume forestal (Tárrega e Calabuig, 1992)

de ozono na estratosfera, cunha intensidade que é moi superior á dos compostos clorados e que representan o 22% das emisións globais, no caso do cloruro e o 30% no do bromuro. Diminucións da capa de ozono por enriba da Amazonia na época das queimas foron atribuídas a estes compostos (Crutzen *et al.* 1990).

Efectos sobre a auga. Os procesos erosivos a que dan lugar os incendios forestais pódennlle afectar dun xeito importante á calidade da auga, na medida en que o solo que arrastran os escoamentos superficiais chega a ela. A fracción do material erosionado nunha cunca que pode chegar ás augas fluviais coñécese como «relación de descarga» e depende do tamaño da cunca (canto maior sexa, menor é a porcentaxe que chega ao río) e das súas características topográficas e de uso do solo. Unha avaliación realizada nunha cunca galega de 11 km² cun uso agrícola-forestal

deu un valor do 5% para a relación de descarga (Rial *et al.*, 2004). De todas as maneiras, en cuncas forestais con canles de primeira e segunda orde e cun dominio de solos queimados, onde a hidromorfía pode ser moi evidente, estes valores poden medrar ata o 20-25%. A chegada do material erosionado as cuncas incrementa o valor dos sólidos en suspensión cunha evidente perda da calidade das augas. Estes efectos que, loxicamente, son moito máis manifestos coas primeiras enxurradas poden, así e todo, manterse por enriba dos valores normais durante todo o ano posterior ao incendio.

O incremento de temperatura que experimenta o solo co lume ten un efecto mobilizador sobre moitos nutrientes, como o nitróxeno e o fósforo, que se poden solubilizar na auga con moita máis facilidade, como lle sucede ás formas amoniacaís do solo, que se reteñen en xeral ben no solo, pero que cando sofren incrementos da temperatura se transforman en nitratos, moito máis solubles e que se lavan con moita máis facilidade. Deste xeito, unha parte non desprezable do nitróxeno e do fósforo que levan en suspensión ou disoluto os ríos galegos pode ter a súa orixe na mobilización provocada polos incendios. E non se pode esquecer que estes compostos son os responsables da eutrofización dos encoros e dos ríos galegos, e probablemente tamén, nunha medida que non é doado avaliar, dos desequilibrios tróficos da auga das rías galegas.

TÁBOA II. Relación entre os picos de caudal de concas queimadas (Serra da Cima, Serradinha e Barrosa) con outra non queimada (Bouza) na Beira Alta (Portugal) Serra da Cima (plantación de eucalipto), Serradinha (eucalipto de rexeneración), Barrosa (piñeiro de rexeneración)

Ano hidrolóxico	Anos poslume	Serra da Cima	Serradinha	Barrosa
1988-89	2,5	3,05	4,32	3,20
1989-90	3,5	2,99	4,44	2,57
1990-91	4,5	1,68	2,57	2,62
1991-92	5,5	1,13	2,42	1,82

De todas as maneiras, son máis importantes os efectos dos lumes sobre a cantidade ca sobre a calidade da auga, xa que a perda de vexetación –que reduce a evapotranspiración nas cuncas– e a hidrofobia que collen os solos –que aumenta o escoamento da auga– favorecen un incremento do fluxo rápido dos caudais, fluviais. Estes efectos serán sobre todo evidentes cos picos de caudais que poden medrar entre tres e catro veces sobre os valores normais, como amosan datos de California en USA (figura 9) e sobre todo de Portugal, na Beira Alta (táboa II).

FIGURA 9. Picos de caudal dunha conca de California (USA) en situación queimada (burned) e non queimada (unburned)

Este incremento dos valores extremos nos caudais pode durar ata 4 ou 5 anos despois do lume, tempo que precisa a vexetación da conca para acadar cobertura abonda para frear o aumento das enxurradas. En Galicia, nos últimos anos (O Faro, en 1998, Muros, 2000, Quiroga, 2003 e Carnota, 2005) déronse episodios torrenciais, con graves danos sobre as economías locais, que tiveron nos incendios forestais sufridos nos veráns unha importante causa coadxuvante. En todos eles déronse como características fundamentais as seguintes: chuvias intensas no outono ou inverno, unha conca con pendentes fortes, incendio forestal importante polo verán que afectou a máis do 20% da superficie da conca, falla

de limpeza do monte, no que se amoreaban abondos restos vexetais mortos que atoaban as canles e un sistema de pistas e muros que axudaron a canalizar e concentrar as enxurradas. Os danos foron desde corte de estradas, erosións intensas con xénese de cárcavas, arrastre de vehículos e apeiros e mesmo, no caso de Muros, efectos importantes sobre os parques de cultivos mariños.

FIGURA 10. Panorámica do intermareal da ría de Muros (A Coruña) despois do episodio de arrastre de sedimentos fluviais do ano 2000

FIGURA 11. Cárcava de erosión en Quiroga (Lugo), orixinada polas enxurradas que se xeraron co episodio do ano 2003

BIBLIOGRAFÍA

- CASAL, M., BASANTA, M., GARCÍA, F. 1984. *La regeneración de los montes incendiados en Galicia*. Universidade de Santiago de Compostela. Santiago.
- Casariego, J. E. 1950. *El Marqués de Sargadelos o los comienzos del industrialismo capitalista en España*. Instituto de Estudios Asturianos. Oviedo.
- Crutzen, P. J., Andreae, M. 1990. «Biomass burning in the Tropics: Impact on atmospheric chemistry and biogeochemical cycles», *Science*, 250: 1669-1678.
- De Bano, L. F., Rice, R. M., Conrad, C. E. 1979. *Soil heating in chaparral fires: effects on soil properties, plant nutrients, erosion and runoff*. U.S.D.A. Forest Service. Res. Paper PSW-145.
- Díaz-Fierros, F., Benito, E., Pérez, R. 1987. «Evaluation of the U.S.L.E. for the prediction of erosion in burnt forest areas in Galicia (NW Spain)», *Catena*, 14: 189-199.
- Díaz-Fierros, F. 1996. «Clima e solos de Galicia na época romana», en *LVCVS AVGVSTI, I. El Amanecer de una Ciudad*. (coord. Colmenero). Fund. Barrié de la Maza. A Coruña.
- Díaz-Fierros, F. 1997. «Rentabilidad de las actuaciones contra los daños ambientales de los incendios forestales», en *Congreso Empresarial Técnico-Científico Forestal del Arco Atlántico*. Silleda.
- Pereiras, X. 2001. *Unidade didáctica sobre os incendios forestais en Galicia*. Baía Edicións. A Coruña.
- Pérez, R., Soto, B., Díaz-Fierros, F. 1991. «Efectos ecológicos de los incendios forestales: Influencia sobre la erosión y degradación del suelo», en *Jornadas sobre incendios forestales en la Comarca de El Bierzo*. Ponferrada.
- Rial, M. H., Varela, C., Álvarez, M., Díaz-Fierros, F. 2004. «Transporte de sedimentos y relación de descarga de un río de la

zona húmeda española», en *I Simposio Nacional de Control de la Degradación y Erosión del Suelo*. 459-462. Madrid.

Tárrega, R. e Calabuig, L. 1992. *Los incendios forestales en León*. Universidad de León. León.