
IMPACTO ECOLÓGICO DE LOS INCENDIOS FORESTALES

Por Jorge DE LAS HERAS IBÁÑEZ

Juan José MARTÍNEZ SÁNCHEZ

José María HERRANZ SANZ

Cátedra de Botánica Forestal y Ecología y Medio Ambiente

Escuela Universitaria Politécnica de Albacete

Universidad de Castilla-La Mancha

RESUMEN

Se describe el impacto del fuego sobre las propiedades físico-químicas del suelo y el proceso de recuperación de la vegetación en zonas incendiadas del S.E. de la Península Ibérica. Por último, se señalan algunas formaciones vegetales favorecidas por el fuego.

ABSTRACT

Effects on soils damaged by fire are described. Secondary colonization of mediterranean burnt sites of S.E. Iberian Peninsula and fire-dependent vegetation is also described.

INTRODUCCIÓN

Los incendios forestales implican un cambio importante en los factores ecológicos que rigen el funcionamiento de los ecosistemas y dada la importancia que han adquirido en las últimas décadas, constituyen uno de los problemas ecológicos más graves a los que han de enfrentarse los gestores del medio ambiente en nuestro país.

Atendiendo a su origen, los incendios forestales pueden clasificarse en dos grandes grupos:

A) Naturales. Producidos por rayos. Aunque a nivel nacional sólo representan en torno al 4% del total de los incendios, en regiones como Castilla-La Mancha, donde son habituales las tormentas secas, su contribución es mucho

más alta. Durante 1991 han sido la causa de casi el 50% de los incendios habidos en la provincia de Cuenca.

B) Ocasionados por el hombre (provocados, negligencias y fuegos prescritos o quemas controladas). Siendo los primeros los de efectos más perniciosos y de más difícil extinción, ya que suelen presentar varios focos de difícil acceso y, además, el infractor suele elegir el momento más favorable para la propagación del fuego: viento apropiado, periodos de sequía, etc.

Atendiendo al estrato en que se ubica el material combustible, se distinguen:

- a) Fuegos de superficie. Afectan al estrato herbáceo.
- b) Fuegos de copas. Afectan al estrato arbóreo.
- c) Fuegos de subsuelo. Progresan a través de los sistemas radicales, afectando a éstos y a la materia orgánica del suelo.

Lo más usual es que, en un incendio forestal, se combinen varios de estos tipos de fuego.

A la hora de considerar el impacto del fuego en el medio físico, veremos por separado los efectos sobre los suelos y sobre la vegetación. Otros impactos, como el producido sobre la macrofauna, serán consecuencia de los anteriores.

EFEECTO DEL FUEGO SOBRE LOS SUELOS

El suelo sufre el impacto de diversos factores:

1) CALOR

La degradación del suelo tras el incendio va a depender de la intensidad del calentamiento experimentado por aquél y de su duración. Durante un fuego intenso se pueden alcanzar temperaturas de 1200°-1400°C dentro de la masa en ignición. En la superficie del suelo se puede llegar a 1000°C en incendios de bosques de coníferas, a 500°-700°C en incendios de matorrales arbustivos y a 200°C en incendios de pastizales. A más de 2,5 cm de profundidad nunca se superan los 200°C. En cualquier caso se trata de temperaturas lo suficientemente altas como para modificar las propiedades del suelo.

Estos procesos de calentamiento sólo tienen importancia en las capas superficiales del suelo (0 a 5-10 cm), ya que éste es un mal conductor del calor en las condiciones de sequía en que suelen tener lugar los incendios. La conductividad térmica de un suelo depende de la humedad del mismo y, en menor medida, de su textura y composición. En las condiciones de humedad correspondientes a la capacidad de campo, un suelo presenta una conductividad térmica 3-4 veces

superior que la que corresponde a niveles de humedad próximos al punto de marchitez. Ello implica un incremento de la capacidad de penetración de la onda calorífica de ese mismo orden de magnitud, por lo que estas consideraciones habrá que tenerlas en cuenta en el caso de quemas controladas, ya que éstas suelen realizarse con niveles altos de humedad en el suelo.

2) DESTRUCCIÓN DE LOS MICROORGANISMOS DEL SUELO

En los 2,5 cm superficiales del suelo, afectados por el fuerte incremento térmico, la microflora y microfauna son destruidas en su casi totalidad. En el resto del perfil del suelo, el aumento de la fertilidad química tiende a influir positivamente sobre la actividad biológica, mientras que la evolución desfavorable de las propiedades físicas tiende a hacerlo negativamente, por lo que el juego contrapuesto de estas influencias, unas veces dará un resultado global positivo y otras negativo. Parece ser que los microorganismos fijadores de nitrógeno proliferan durante los cuatro años posteriores al incendio (AHLGREN, 1974). Asimismo, los actinomicetos presentan un estímulo generalizado, mientras que el resto de los hongos presentan una tendencia a disminuir su actividad.

3) EXPOSICIÓN DIRECTA A LOS AGENTES AMBIENTALES AL DESAPARECER LA CUBIERTA VEGETAL

El suelo desnudo, en tanto no se produzca la colonización vegetal post-incendio va a quedar a merced de agentes erosivos como el agua y el viento. Dichos efectos erosivos se van a incrementar como consecuencia de la destrucción de la materia orgánica y de la estructura del suelo. Ambas serán analizadas posteriormente.

4) CAMBIO EN LAS PROPIEDADES QUÍMICAS

4.1. *pH*

El pH de un suelo indica la concentración de iones hidrógeno libres en la solución del suelo, informando sobre el contenido en bases de un suelo. Así, cuando el pH es superior a 7 nos hallamos ante un suelo rico en cationes (Ca^{+2} , Mg^{+2} , K^+ , etc...). Tiene una gran importancia, ya que influye en el grado de absorción de nutrientes por parte de las plantas.

En general, se observa que el incendio incrementa el pH del suelo. Las cenizas procedentes del mismo, contienen gran cantidad de carbonato potásico (CO_3K_2), sal que por proceder de un ácido débil y de una base fuerte, presenta reacción básica cuando se hidroliza, con el consiguiente aumento de pH. Así, en

suelos ácidos de Galicia, se observan incrementos de 1 a 2 puntos tras el incendio (de un pH = 4,5 se puede pasar a un pH = 6,5) para volver a los valores iniciales a los dos años. En suelos básicos, los incrementos son menores y no suele pasarse de los 0,5 puntos.

Cuando los efectos de lavado y arrastre de cationes por las lluvias son muy intensos, a los incrementos iniciales de pH tras el incendio pueden seguir fuertes descensos que pueden llevar a alcanzar valores inferiores a los registrados antes del fuego. Así, en ciertos suelos con textura arenosa del Valle del Tús (Yeste, Albacete), hemos tenido ocasión de comprobar cómo a los 8 meses del incendio, el pH era 0,5 puntos inferior al de partida, aspecto mencionado anteriormente por DE BANO & CONRAD (1978) y TÁRREGA *et al.* (1986).

4.2. CONTENIDO EN MATERIA ORGÁNICA

La materia orgánica incluye desde residuos animales y vegetales reconocibles a complejos húmicos, así como numerosos compuestos intermedios parcialmente transformados. La materia orgánica es vital para los suelos al conferirles una serie de propiedades:

- Mejora la estructura de los mismos e incrementa su permeabilidad, aireación y poder de retención de agua.
- Actúa como fuente de nutrientes asimilables y amortigua los cambios bruscos de pH.
- El oscurecimiento que proporciona incrementa la absorción de calor y mejora el régimen térmico de los suelos.
- Es un integrante esencial del complejo arcillo-húmico (o absorbente), el cual regula la capacidad de intercambio catiónico de los suelos, es decir, la capacidad de éstos para almacenar iones intercambiables.

En general, los incendios disminuyen el contenido en materia orgánica de los suelos, aunque un fuego poco intenso puede tener el efecto contrario, ya que se requieren temperaturas superiores a los 450°C para la combustión de la materia orgánica. En los 5 cm superficiales de suelo, puede llegar a perderse el 40% de la materia orgánica, lo que representa hasta unas 35-40 T/ha.

Conforme el suelo es cubierto por la vegetación, los valores iniciales de contenido en materia orgánica se van recuperando paulatinamente. Así, en umbrías incendiadas del Valle del Tús (Yeste), el contenido en materia orgánica a los 10 años del incendio (3,15%) es similar al existente en umbrías no quemadas (3,37%) mientras que, en solanas, al tener menos cubierta vegetal y menos aportes orgánicos al suelo, los valores preexistentes al incendio no se han recuperado (1,39% en solanas quemadas frente a 3,12% en solanas no quemadas).

4.3. CONTENIDO EN NITRÓGENO

Tras incendios de intensidad moderada o ligera, se produce una pérdida de

nitrógeno durante la combustión (el nitrógeno en sus diferentes formas, pasa en gran parte a NH_4^+ , volátil); posteriormente tiene lugar un aumento en el contenido en nitrógeno, para luego disminuir rápidamente con los fenómenos de lavado al tratarse de un elemento mal retenido por el complejo absorbente. En las zonas incendiadas del Valle del Tus, a los 10 años del fuego se presentan valores del mismo orden de magnitud (0,12-0,14%) que los existentes en zonas no quemadas (0,14-0,15%).

4.4. CONTENIDO EN CATIONES DE CAMBIO

Los cationes de cambio (K^+ , Mg^{+2} , Ca^{+2} , etc.) en la solución del suelo aumentan espectacularmente tras el incendio. Ello es consecuencia directa de la disminución de la capacidad de intercambio catiónico del suelo, al destruirse parte de la materia orgánica.

Dicho incremento de cationes en la solución del suelo tiene los efectos de un abonado, aunque de forma transitoria ya que, a medio y largo plazo, el suelo se va a empobrecer porque las pérdidas por lavado van a ser muy grandes y porque disminuye la capacidad del complejo absorbente para retener nutrientes.

El potasio y el magnesio experimentan tras el incendio incrementos de hasta 4 veces sus valores iniciales. Sin embargo, el incremento del potasio desaparece rápidamente: a los 4 meses del fuego, sus valores son ya parecidos a los iniciales y a los 2 años pueden llegar a ser inferiores a los de partida. Ello es debido a que el potasio se lava con mucha facilidad y es rápidamente absorbido por las plantas. En lo que se refiere al magnesio, el incremento observado inicialmente es todavía sensible a los dos años del incendio.

El calcio se comporta de forma parecida al magnesio. El fósforo puede experimentar incrementos de hasta 5-10 veces sus valores iniciales, siendo también el nutriente que mantiene el aumento durante más tiempo, ya que a los dos años aún mantiene un 40% del incremento inicial.

5) CAMBIO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS

El incendio afecta negativamente a la estructura del suelo. Ésta puede definirse como la pauta de ordenación adoptada por las partículas del suelo entre sí, tendiendo a formar agregados. La estabilidad estructural hace referencia a la resistencia de los agregados del suelo frente a la acción desintegradora del agua y de la manipulación mecánica.

El fuego, al destruir parte de la materia orgánica y eliminar temporalmente la vegetación y los microorganismos, hace que se resienta la estabilidad estructural del suelo, ya que debilita los agregados que serán destruidos posteriormente por el impacto de las gotas de lluvia. La ruptura de la estructura del suelo, hace que disminuya su poder de absorción de agua, con el consiguiente aumento de escorrentía superficial y aparición de fenómenos erosivos. Por otra parte,

ciertos elementos de la fracción orgánica aportada al suelo tras el fuego, al hidrolizarse, pueden formar una capa hidrofóbica a escasos centímetros de la superficie del suelo (DE BANO & RICE, 1970). Esta capa, más o menos impermeable, incrementa aún más la escorrentía y agrava los procesos erosivos originados por la degradación de la estructura. La Foto 1, correspondiente al Valle del Tus, entre Boche y Collado de las Carrascas, muestra cómo, a los cinco años del incendio, todavía son patentes los efectos de la erosión en regueros.

REGENERACIÓN DE LOS MONTES INCENDIADOS

Si el fuego es intenso, provoca una destrucción total de la cubierta vegetal, iniciándose a continuación una recuperación de la misma, cuya rapidez va a depender de diversos factores: grado de deterioro sufrido por el suelo, capacidad de rebrote de las especies afectadas, aporte de semillas de zonas no quemadas, etc. No obstante, esta colonización post-incendio suele ser más rápida de lo que habitualmente se piensa y, así, a los dos o tres años del incendio, la cobertura del suelo por la vegetación puede llegar a oscilar entre un 70-90% como puede observarse en la Foto 2, correspondiente a una umbría de las estribaciones del monte Ardal (Yeste, Albacete) incendiada en 1985 y que en 1988 aparece colonizada por un mosaico de *Dorycnium pentaphyllum* (de aspecto blanquecino) alternando en el paisaje con una mezcla de romero, enebro, jara (*Cistus ladanifer*), jaguarzo (*Cistus monspeliensis*) y cervero (*Brachypodium retusum*, *B. phoenicoides*).

La colonización suele llevarse a cabo simultáneamente por briófitos y por vegetales vasculares. Los briófitos, sobre todo en umbrías, tienden a formar a unos pocos meses del incendio, unos tapices casi uniespecíficos en los que dominan *Funaria hygrometrica* y *Bryum bicolor*, en los que pueden reconocerse otras especies pioneras: *Bryum torquescens*, *Barbula convoluta*, *Didymodon fallax*, *D. vinealis*, etc. Transcurridos unos años, dichas especies tienden a ser desplazadas por *Didymodon insulanus*, *Pottia starckeana*, *Bryum dunense*, *B. capillare*, *Acaulon triquetrum*, *Phascum curvicolle*, *Anisothecium howei*, etc., que, a su vez, hacia los siete años tras el fuego, ceden su lugar a especies representativas de comunidades próximas a la madurez: *Aloina aloides*, *Encalypta vulgaris*, *Homalothecium aureum*, *H. sericeum*, *Pleurochaete squarrosa*, *Hypnum cupressiforme*, *Targionia hypophylla*, etc...

Los vegetales superiores primocolonizadores responde al fuego:

1) REBROTANDO DE CEPA, RAÍZ O RIZOMA TRAS EL INCENDIO

Este es el caso, tanto de numerosas matas y arbustos integrantes de mato-

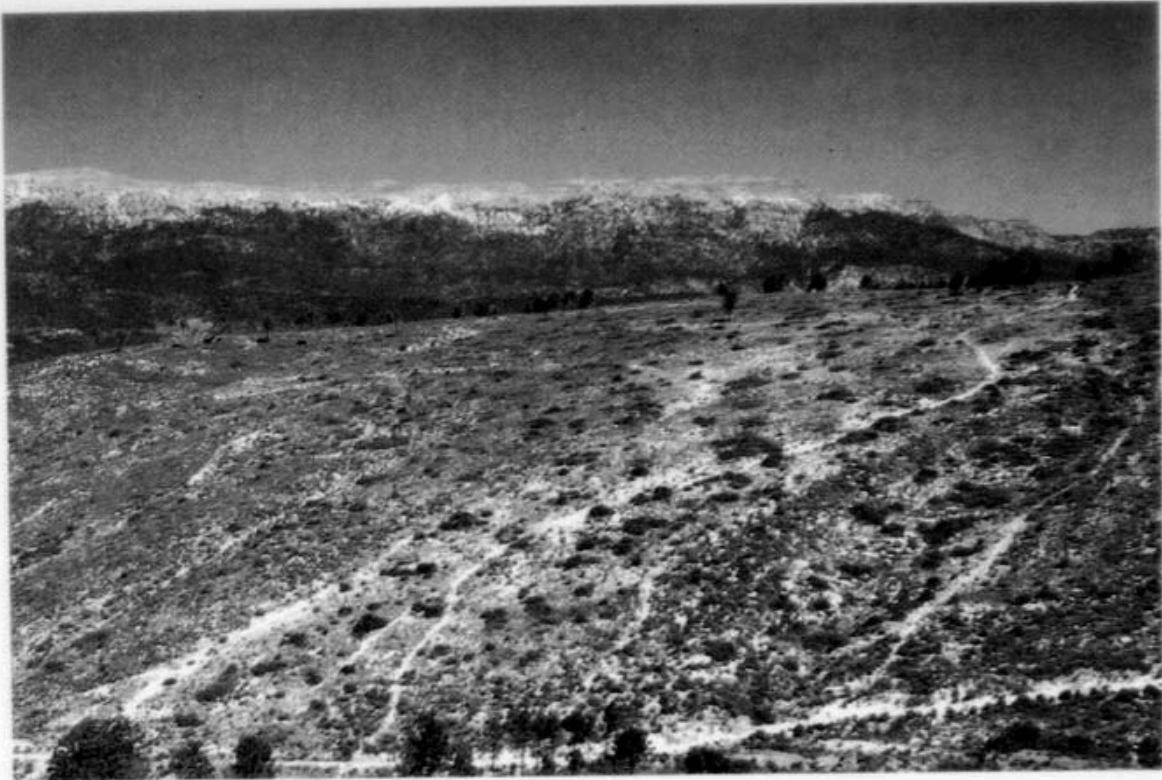


Foto 1: Erosión en regueros en una solana del Valle del Tus (Yeste, Albacete) a los 5 años del incendio.

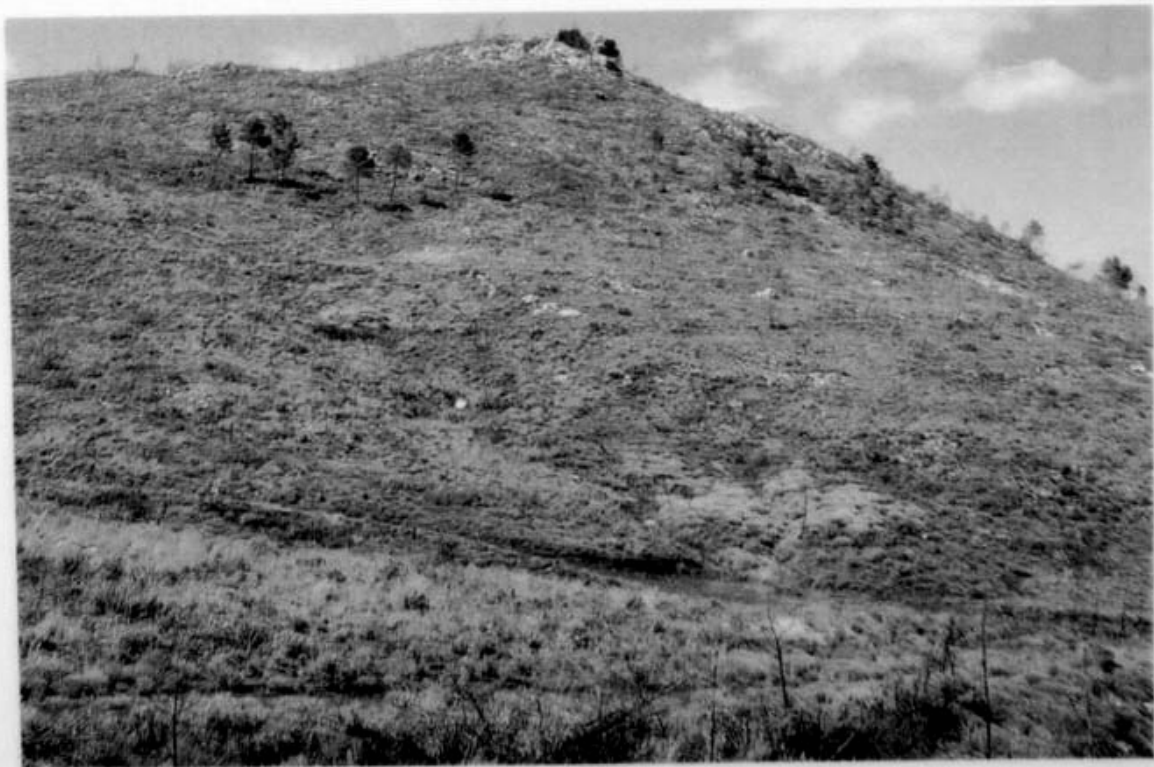


Foto 2: Colonización de una umbria de las estribaciones del monte Ardal (Yeste, Albacete) a los 3 años del incendio. *Dorycnium pentaphyllum* (de aspecto blanquecino) alterna con una mezcla de enebro, romero y varias especies de *Cistus*.

rrales mediterráneos: la coscoja (*Quercus coccifera*), el lentisco (*Pistacia lentiscus*), el enebro (*Juniperus oxycedrus*), el madroño (*Arbutus unedo*), el brezo (*Erica arborea*), el labiérnago (*Phillyrea latifolia*, *P. angustifolia*), la retama (*Retama sphaerocarpa*), la aliaga (*Genista scorpius*), el escobón (*Cytisus reverchonii*), etc., como de árboles: la encina (*Quercus ilex* subsp. *rotundifolia*), el quejigo (*Quercus faginea*), el rebollo (*Quercus pyrenaica*), etc. y de numerosas especies herbáceas vivaces: *Pteridium aquilinum*, *Brachypodium retusum*, *Rubia peregrina*, *Bupleurum ridigum*, *Catananche caerulea*, etc.

El vigor de los rebrotes de cepa, parece venir determinado por el aporte adicional de nutrientes que el incendio conlleva, así como por la mejora en las condiciones de luminosidad y disponibilidad de agua, al eliminarse la competencia de muchas especies no adaptadas al fuego. Otra hipótesis, todavía no confirmada plenamente, es que el fuego puede estimular el brote de yemas durmientes situadas en los órganos vegetales subterráneos; éste sería el caso de las verdaderas especies pirófitas activas vegetativas.

2) BROTANDO DE BULBO

Los geófitos, dada la vistosidad de su floración, suelen llamar la atención en numerosas zonas incendiadas recientemente. Entre las especies que más abundan, citamos: *Asphodelus albus*, *A. ramosus*, *Dipcadi serotinum*, *Muscari comosum*, *Narcissus triandrus*, *Crocus serotinus*, *Ophrys lutea*, etc. Para la mayoría de los autores, su floración es favorecida por el incremento de luminosidad y de temperatura al que se ven sometidos tras el incendio. WALTER (1977), por el contrario, considera que es el descenso en la competencia de los sistemas radicales de otras plantas el determinante de la súbita floración.

3) GERMINANDO DE SEMILLAS

Un nutrido grupo de especies, tanto leñosas como herbáceas, basan su estrategia colonizadora en la germinación de sus semillas. De entre ellas, merecen mención especial las especies del género *Cistus* (*C. ladanifer*, *C. monspeliensis*, *C. albidus*, *C. laurifolius*, etc.), conocidas vulgarmente como jaras o jaguarzos, que suelen ocupar grandes extensiones en solanas incendiadas. Se da, además, la curiosa circunstancia de que el fuego estimula directamente la germinación de las semillas de algunas especies (TRABAUD & OUSTRIC, 1989), por lo que se trata de verdaderas especies pirófitas activas reproductivas. La instalación del jaral en el paisaje de comarcas incendiadas es también favorecida por el hecho de que los *Cistus* florecen y fructifican a los dos años de vida, con el consiguiente aporte de semillas a un suelo que todavía no ha completado su cobertura. De ahí que, cuando los incendios se hacen frecuentes en una zona, el jaral suele representar

la reclusión en un ciclo del que es difícil salir. La Foto 3, tomada en las cercanías de Moropeche (Yeste, Albacete) en mayo de 1991, muestra la colonización por *Cistus ladanifer* de una zona con suelo arenoso que se incendió en agosto de 1989.

Otras plantas que germinan muy bien de semilla son: el romero (*Rosmarinus officinalis*), la boja (*Dorycnium pentaphyllum*), *Ulex parviflorus* y las especies de *Pinus* en general. Las semillas de los pinos suelen requerir un periodo de frío y humedad germinando muy bien tras las lluvias de finales de invierno-principios de la primavera. Aunque los pinos acreditan una cierta fama como especies pirófitas, creemos que su comportamiento ante el fuego debe ser matizado. Así, en el Valle del Tus, arrasado hace una década por el fuego, puede comprobarse cómo los pinos xerófilos (*Pinus halepensis* y, en menor medida, *P. pinaster*) han colonizado muy bien ciertas zonas de solana (Puntal del Poyo del Enebro, Solana de Catarroya) presentando coberturas próximas al 90% y respondiendo a su condición de especies heliófilas y pioneras, dispuestas a instalarse en los grandes claros originados a consecuencia de los incendios. En cambio, en otras zonas de solana (Hoya del Jaral) los pinos han sido incapaces de instalarse y se han visto desplazados por varias especies de *Cistus*; en las umbrías tampoco han soportado los pinos la competencia impuesta por las especies que rebrotan de cepa.

Tras las lluvias subsiguientes a los incendios germinan, asimismo, numerosos terófitos: *Tuberaria guttata*, *Leontodon taraxacoides*, *Aira cupaniana*, *Tolpis umbellata*, *Ornithopus compressus*, *Scorpiurus muricatus*, etc. Algunas de estas especies tienen carácter oportunista y aprovechan el aporte adicional de nitrógeno y otros nutrientes tras el incendio para cubrir gran parte del terreno, pero cuando la riqueza del suelo en nutrientes recupera sus valores normales, su grado de cobertura disminuye ostensiblemente.

Por lo tanto, dada la capacidad de muchas especies para brotar de cepa, raíz, rizoma o bulbo tras el incendio o para reinstalarse sirviéndose del banco de semillas del suelo o de las que hayan podido llegar desde fuera, el proceso de regeneración que inician los matorrales tras un incendio, suele consistir en la reinstauración de la comunidad vegetal preexistente. No se produce una sustitución de unas comunidades por otras, en el sentido de sucesión ecológica teórica, sino que la comunidad original se instala desde un principio y, progresivamente va conformando su estructura y fisionomía típicas, que alcanza a los 8-10 años del incendio, con unos valores de riqueza específica, diversidad, cobertura, talla, etc., similares a los existentes antes del fuego. Así, los trabajos de TRABAUD (1981), MANSANET (1987), PAPIO (1988), etc., indican que, en matorrales mediterráneos tipo «garriga» o «mancha», la sucesión secundaria que se inicia tras el fuego consiste en un proceso de restablecimiento directo de la comunidad existente antes del mismo, por lo que se habla de una *Autosucesión* vegetal.

En las formaciones arbóreas que rebrotan de cepa, el proceso de regeneración sigue las mismas pautas, siempre que el incendio no mate las cepas y que el



Foto 3: La jara, *Cistus ladanifer*, es una pirófita activa reproductiva y coloniza suelos ácidos germinando de semilla. A los 2 años del incendio ya ha florecido y producido nuevas semillas. Moropeche (Yeste, Albacete).



Foto 4: Solana del Valle del Tus. A los 10 años del incendio, los claros originados por éste han sido colonizados por una mezcla de pinos xerófilos, romero, *Cistus albidus*, *C. chusii* y *Halimium atriplicifolium*.

suelo no sufra grandes procesos erosivos. Sin embargo, lograr la talla, estructura y estratificación inicial puede requerir varias décadas.

En las masas forestales constituidas por especies arbóreas que no rebrotan de cepa, la especie principal podrá instalarse directamente, o no, en función de su temperamento y de la orientación de la ladera incendiada. Si es de temperamento robusto y la exposición es de solana, podrá colonizar habitualmente, caso de los pinos xerófilos, aunque habrá de competir con otras especies heliófilas como ya se ha indicado anteriormente. La Foto 4 representa una ladera del Valle del Tus orientada al sur y colonizada por una mezcla de *Pinus halepensis*, *P. pinaster*, *Rosmarinus officinalis*, *Cistus albidus*, y *Halimium atriplicifolium*, con un grado de cobertura de los pinos de un 20%. En umbría, las especies heliófilas suelen tener poco éxito. Si la especie principal es de temperamento delicado, el incendio no le favorece, ya que sus plántulas necesitan protección contra los vientos, calor y luz solar intensa y son incapaces de colonizar directamente los claros originados a consecuencia del fuego. En este caso se inicia una sucesión ecológica, con etapas de diferente significado dinámico, cada vez más higrófilas y umbrófilas, que, en el mejor de los casos, culmina con la instalación de la especie de partida. Así, en los Pirineos españoles, los calveros que se producen en las masas incendiadas de *Abies alba* son colonizados por abedul en primer lugar, más tarde por el pino silvestre y el haya, instalándose en última instancia, de nuevo, el abeto (CEBALLOS & RUIZ DE LA TORRE, 1971).

FORMACIONES VEGETALES LIGADAS AL FUEGO

No sólo matorrales como los jarales, la mancha y la garriga muestran una perfecta adaptación al fuego. MONTROYA (1986) indica que, en circunstancias excepcionales, en zonas donde los incendios se presentan con intervalos inferiores a los precisos para la colonización por fagáceas, el pinar de *Pinus pinaster* puede representar la forma óptima de vegetación, dando lugar a lo que MONTERO DE BURGOS (1987) llama una «clímax pirogénica». En ecología, se acepta que el fuego ha sido un elemento evolutivo modelador de muchos ecosistemas mediterráneos y que ha determinado la aparición de numerosas respuestas adaptativas en las plantas pirófitas.

En otros ecosistemas de tipo mediterráneo del Planeta, las adaptaciones al fuego son aún más patentes, tal como ocurre en el «chaparral» californiano o en el «fynbos» sudafricano. El chaparral es un matorral esclerófilo ubicado en zonas que reciben unos 500 mm anuales de precipitación y constituido por varias especies arbustivas de *Quercus*, *Arbutus*, *Arctostaphylos*, *Ceanothus*, etc. Los rayos suelen provocar incendios periódicos con un intervalo de unos 12 años, si no se producen incendios durante largo tiempo penetran especies como *Prunus*

ilicifolia y *Rhamnus crocea*, que tienden a desplazar el arbusto rosáceo aciculifolio *Adenostoma fasciculatum* y a otras especies esenciales.

El fynbos es un matorral alto o arbustivo, semejante en su fisionomía a la mancha mediterránea, pero en el que dominan proteáceas y ericáceas, familias poco exigentes adaptadas a vivir en suelos pobres y ácidos de la región de El Cabo. Tanto las proteáceas como los geófitos bulbosos del género *Gladiolus* sólo florecen y fructifican abundantemente tras los incendios originados por rayos, mostrando así una perfecta adaptación al fuego (WALTER, 1977).

En la zona esclerófila australiana, las proteáceas del género *Banksia* se comportan también como pirófitas activas reproductivas, regenerándose después de los incendios, pues de otro modo sus frutos leñosos no se abren. Este hecho apoya la idea de que, también en Australia, los incendios por rayos han sido siempre un factor natural.

De igual manera, COOPER (1961) ha resaltado el papel fundamental jugado por el fuego en la configuración de determinados bosques de América del Norte. En los bosques de *Pinus ponderosa* de California, Oregón y Arizona, pueden observarse cicatrices debidas a incendios que indican una media de un fuego cada ocho años, con lo que estos bosques presentan una perfecta adaptación al fuego. Existe también la constancia de que el pino de Jack (*Pinus banksiana*) prosperó en la zona de Michigan, Wisconsin y Minnesota cuando los fuegos repetidos eliminaron a sus competidores y a las semillas de éstos (*Pinus strobus*). Dichos incendios, dejaron un lecho de cenizas apropiado para la germinación de las semillas de *P. banksiana*, las cuales sólo se liberan con facilidad cuando las piñas son calentadas por el fuego; en caso contrario, las piñas permanecen cerradas y adheridas al árbol, en ocasiones tan fuertemente que las ramas tienden a crecer rodeándolas.

Los bosques de abeto de Douglas (*Pseudotsuga menziesii*) del Pacífico noroccidental norteamericano, también deben su origen y mantenimiento al fuego. Se trata de una especie de temperamento robusto, cuyas plántulas no pueden crecer a la sombra de una masa espesa. Cuando los viejos abetos de Douglas mueren, no son reemplazados por árboles de la misma especie, sino por otros (*Tsuga heterophylla*, *Thuja plicata*, *Alnus* sp., *Acer* sp., etc.), más tolerantes de sombra, que constituyen el estadio más diverso del ecosistema. Los incendios forestales de poca intensidad, abren claros a los que accede la luz del sol y llegan semillas aladas de *Pseudotsuga menziesii*, provenientes de árboles próximos. Las plantas jóvenes de esta especie, a plena luz, aventajan pronto a sus competidores en velocidad de crecimiento, de manera que se convierten, con el paso del tiempo, en dominantes.

Por último, indicar que algunas formaciones herbáceas (pradera americana, sabana africana, etc.), también deben su origen y/o mantenimiento a incendios periódicos.

En resumen, el fuego favorece a un buen número de formaciones vegetales y en otros casos les perjudica. Para mantener las primeras, el fuego, manejado con sabiduría y prudencia, puede ser una herramienta útil de gestión selvícola.

BIBLIOGRAFÍA

- AHLGREN, F. I. 1974. The effect of Fire on Soil Organisms. In: *Fire and ecosystems*. T. T. Kozlowski & C. E. Ahlgren. Academic Press, New York, pp: 47-72.
- CEBALLOS, L. & RUIZ DE LA TORRE, J. 1971. *Árboles y arbustos de la España Peninsular*. E.T.S. Ingenieros de Montes. Madrid, p: 42.
- COOPER, C. F. 1961. La ecología del fuego. In: *Ecología, evolución y biología de poblaciones*. Seleccionados de Scientific American. Ed. Omega. Barcelona, pp. 294-302.
- DE BANO, L. F. & CONRAD, C. E. 1978. The effect of fire on nutrients in a chaparral ecosystem. *Ecology*, 59 (3): 489-497.
- DE BANO, L. F. & RICE, R. 1970. *Fire in Vegetation Management; its effect on soil*. Proceedings of Symposium on Interdisciplinary aspects of Watershed Management, Bozeman, Montana, pp. 327-446.
- MANSANET, C. M. 1987. *Incendios forestales en Alicante. Estudio de la evolución de la vegetación quemada*. Caja de Ahorros Provincial de Alicante. 188 pp.
- MONTERO DE BURGOS, J. L. 1987. La regresión vegetal y la restauración forestal. *Bol. Est. Cent. Ecol.*, 31: 5-22.
- MONTOYA, J. M. 1986. Ecología y pinares. *Bol. Est. Cent. Ecol.*, 30: 19-24.
- PAPIO, C. 1988. Regeneració del Pi blanc deprés d'un incendi. *Quaderns d'Ecologia Aplicada*, 10: 83-91.
- TÁRREGA, R., LUIS, E. & ZUAZA, T. 1986. Cambios edáficos en las primeras etapas de sucesión post-fuego en robledales. Fertilización natural. *Actas XXVI reunión científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos*, pp: 267-278.
- TRABAUD, L. 1981. L'évolution d'une garrigue de Chêne Kermes soumise á des feux contrôlés. In: *Recherches experimentales sur un systema ecologique complexe: la garrigue de Quercus coccifera* L. C.E.P.E. Montpellier, pp: 151-214.
- TRABAUD, L. & OUSTRIC, J. 1989. *Heat Requirements for seed germination of three Cistus species in the garrigue of southern France*. *Flora*, 1983: 321-325.
- WALTER, H. 1977. *Zonas de vegetación y clima*. Ed. Omega. Barcelona, pp: 128-129.