



EVOLUCIÓN DE LA RIQUEZA FLORÍSTICA DESPUÉS DE INCENDIOS CONTROLADOS EN UN ROBLEDAL DE NAVARRA (ESPAÑA).

CAVERO, R. Y. y EDERRA, A.

Departamento de Botánica, Facultad de Ciencias, Universidad de Navarra, 31080 Pamplona, España.

RESUMEN

CAVERO, R. Y. y EDERRA, A. (1997). Evolución de la riqueza florística después de incendios controlados en un robledal de Navarra (España). *Publ. Bio. Univ. Navarra, Ser. Bot.*, 10: 55-66.

Se presentan los resultados relativos a la evolución de la riqueza florística de un robledal atlántico de *Quercus robur* L. obtenidos durante tres años de estudio en los que ha comenzado la recuperación después de sufrir fuegos controlados. Los muestreos se han llevado a cabo en ocho cuadrados permanentes de 1 m², cada uno sometido a distinto tratamiento: distinto tipo de fuego, distinta topografía y adición o no de suelo no quemado.

La riqueza florística aumenta progresivamente a lo largo del tiempo después de la perturbación, hasta alcanzar un máximo durante el tercer año, a partir del cual ésta tiende a disminuir. El proceso de autosucesión queda corroborado también para este ecosistema: aparecen las mismas especies que había antes del incendio pero con diferentes abundancias. La regeneración de la vegetación es más rápida tras el fuego rápido, en zonas inferiores y en cuadrados con adición de suelo no quemado.

Palabras clave: Incendios, riqueza florística, flora vascular, *Quercus robur*, regeneración, Navarra, España.



SUMMARY

CAVERO, R. Y. y EDERRA, A. (1997). Evolution of floristic richness after controlled fires in a oak wood of Navarra (Spain). *Publ. Bio. Univ. Navarra, Ser. Bot.* 10: 55-66.

Results about floristic richness evolution of a atlantic wood of *Quercus robur* L. during three years after controlled fires are presented. The samples have been taken from eight permanent squares of 1 m², each one subjected to different treatment: different fire type, topography and with or without unburnt soil addition.

The floristic richness increases progressively to reach a maximum during the third year after the disturbance, and after this maximum the floristic richness diminish. The autosuccession process is corroborated in this ecosystem: the species are the same like those before the fire but in different abundances. The vegetation regeneration is greater in the fast fire, in the lower part and with addition of unburnt soil.

Key words: Fire, floristic richness, vascular flora, *Quercus robur*, regeneration, Navarra, Spain.

INTRODUCCIÓN

La evolución de la riqueza florística después de incendios en distintos ecosistemas ha sido muy estudiada; así, en los ecosistemas mediterráneos caben destacar, entre otros, los trabajos de GARCÍA NOVO (1977), TRABAUD & LEPART (1980 y 1981), TRABAUD (1990), DE LILLIS & TESTI (1990); en los continentales, los de TÁRREGA & LUIS (1987, 1990a y 1990b); y en los atlánticos, los de VERA DE LA FUENTE (1994), CASAL (1985) y CASAL *et al.* (1984 y 1986) que tratan principalmente sobre la evolución de la composición florística en matorrales y los de GIMINGHAM *et al.* (1981), HOBBS & GIMINGHAM (1984), GLOAGUEN (1990), y PERRINET (1987) que la estudian en brezales.

Desde 1991 estamos estudiando el impacto de fuegos controlados sobre la vegetación y recuperación post-incendio en dos bosques navarros: un carrascal mediterráneo y un robledal atlántico. En EDERRA *et al.* (1997) se compara la riqueza específica encontrada en los dos bosques estudiados después de los incendios y se observa que ésta es mayor en el robledal que en el carrascal. En CAVERO & EDERRA (1997) se estudia la evolución de la cobertura en el carrascal mediterráneo teniendo en cuenta la influencia de tres factores y se observa que éstos influyen en la recuperación, principalmente el fuego lento, que retrasa al principio la aparición de plantas, pero después favorece su permanencia, y la adición de suelo no quemado, que es siempre negativa para la recuperación. En este trabajo presentamos los

resultados de la evolución de la riqueza florística obtenidos durante tres años después de la perturbación, en un robleal atlántico sometido a tres tratamientos: distinto tipo de fuego, distinta topografía y adición o no de suelo no quemado.

MATERIAL Y MÉTODOS

El área de estudio es un robleal atlántico dominado por *Quercus robur* L. perteneciente a la asociación *Hyperico pulchri-Quercetum roboris* RIVAS-MARTÍNEZ *et al.*, 1991. Este robleal está situado en el Valle de Leizarán, a 5 Km de Leiza (43°05' de latitud y 1°55' de longitud oeste), y a unos 50 Km al NW de Pamplona; está instalado en ladera orientada al NW, con una pendiente media del 25% y a una altitud entre los 630 y 660 m, sobre sustratos ácidos que han desarrollado suelos de tipo tierra parda lavada ácida. La zona soporta un clima atlántico con pluviosidad media anual de 2772,2 mm, y temperatura media anual de 12,3°C.

En este robleal se delimitaron tres parcelas de 0.5 Ha. cada una y de aspecto homogéneo; a una de ellas se le sometió a un fuego rápido o de copas, a otra a un fuego lento o de superficie; y la tercera parcela se dejó intacta y se tomó como control. Los fuegos controlados se realizaron en febrero de 1992. En cada parcela quemada se instalaron cuatro cuadrados permanentes que delimitan cada uno un metro cuadrado de superficie (CAVERO & EDERRA, 1997), cada uno con distinto tratamiento: distinto tipo de fuego (lento y rápido), distinta topografía (zona inferior de la ladera y zona superior de la misma) y adición o no de suelo no quemado. Este último tratamiento, la adición de suelo no quemado, consistió en extender sobre los cuadrados pertinentes una capa de 2-3 cm de grosor de suelo no quemado, tomado del horizonte superior en los alrededores de las parcelas de estudio.

En concreto, los cuadrados y los tratamientos aplicados a cada uno de ellos son los siguientes:

L1IS': cuadrado situado en la zona inferior (I) de la parcela de fuego lento (1) sin adición de suelo no quemado (S').

L1IC: cuadrado situado en la zona inferior (I) de la parcela de fuego lento (1) con adición de suelo no quemado (C).

L1SS': cuadrado situado en la zona superior (S) de la parcela de fuego lento (1) sin adición de suelo no quemado (S').

L1SC: cuadrado situado en la zona superior (S) de la parcela de fuego lento (1) con adición de suelo no quemado (C).

L2IS': cuadrado situado en la zona inferior (I) de la parcela de fuego rápido (2) sin adición de suelo no quemado (S').

L2IC: cuadrado situado en la zona inferior (I) de la parcela de fuego rápido (2) con adición de suelo no quemado (C).

L2SS': cuadrado situado en la zona superior (S) de la parcela de fuego rápido (2) sin adición de suelo no quemado (S').

L2SC: cuadrado situado en la zona superior (S) de la parcela de fuego rápido (2) con adición de suelo no quemado (C).

Antes de realizar los incendios controlados se estudió la flora vascular del carrascal; después de los mismos la zona control ha servido para completar la lista de la flora del lugar (Tabla 1) y para realizar inventarios con los que poder comparar la regeneración de la vegetación.

Durante tres años a continuación de los incendios, se realizaron visitas mensuales para estudiar la riqueza florística y su evolución en cada cuadrado. Los resultados que presentamos aquí corresponden al número total de especies que aparecen en cada cuadrado en cada muestreo. A este valor le llamamos riqueza florística. Estos resultados se presentan en forma de tabla (Tabla 2) y de gráficas (Figs. 1, 2 y 3). Las gráficas han sido realizadas de la forma siguiente: en el eje de abscisas los números correlativos indican los distintos muestreos realizados; en el de ordenadas el número de especies que aparecen en cada muestreo; estas gráficas se han reunido en tres grupos, correspondientes cada uno de ellos al estudio de la evolución de la riqueza florística según el tratamiento concreto utilizado.

Para la nomenclatura científica de las especies se ha seguido a Tutin *et al.*, 1964-1980.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las especies vasculares encontradas y determinadas antes de los incendios y en la zona control aparecen en la Tabla 1. En dicha tabla se señalan con un asterisco las especies que han aparecido en el conjunto de los cuadrados permanentes, a lo largo del tiempo.

Se aprecia que todas las especies que contribuyen a la regeneración del bosque ya estaban presentes antes de los incendios controlados, pero con diferentes abundancias, como hemos podido observar al levantar inventarios de las zonas; el proceso de regeneración de la flora en los robledales atlánticos es, también, un proceso de autosucesión tal como indican los autores para otros ecosistemas (TRABAUD, 1985, 1990, 1991a y 1991b; TRABAUD & LEPART, 1980 y 1981; PRADON *et al.*, 1984; KUTIEL & KUTIEL, 1989; TÁRREGA & LUIS, 1990a y 1990b; DE LILLIS & TESTI, 1990; CASAL *et al.*, 1990 y CAÑAS *et al.*, 1990).

Tabla 1: Especies encontradas en el robledal antes de los incendios y en la zona control

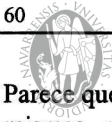
<i>Agrostis capillaris</i>	* <i>Digitalis purpurea</i>	* <i>Melampyrum pratense</i>
* <i>Anemone nemorosa</i>	<i>Erica cinerea</i>	<i>Oxalis acetosella</i>
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	* <i>Erica vagans</i>	<i>Phyteuma spicatum</i>
* <i>Asphodelus albus</i>	* <i>Erythronium dens-canis</i>	<i>Picris hieracioides</i>
* <i>Blechnum spicant</i>	* <i>Euphorbia angulata</i>	* <i>Polygala vulgaris</i>
<i>Brachypodium pinnatum</i>	<i>Festuca ovina</i>	* <i>Potentilla erecta</i>
* <i>Calluna vulgaris</i>	<i>Frangula alnus</i>	* <i>Pseudarrhenatherum longifolium</i>
<i>Cardamine pratensis</i>	* <i>Galium saxatile</i>	* <i>Pteridium aquilinum</i>
* <i>Carex pilulifera</i>	* <i>Hedera helix</i>	* <i>Quercus robur</i>
<i>Castanea sativa</i>	* <i>Hieracium umbellatum</i>	<i>Ranunculus nemorosus</i>
* <i>Conopodium majus</i>	<i>Hypericum androsaemum</i>	<i>Rubus glandulosus</i>
<i>Crocus nudiflorus</i>	* <i>Hypericum pulchrum</i>	<i>Ruscus aculeatus</i>
<i>Cruciata glabra</i>	<i>Holcus mollis</i>	* <i>Scilla verna</i>
* <i>Daboecia cantabrica</i>	<i>Ilex aquifolium</i>	<i>Stachys officinalis</i>
<i>Dactylorhiza maculata</i>	<i>Jasione laevis</i>	* <i>Vaccinium myrtillus</i>
<i>Danthonia decumbens</i>	* <i>Luzula multiflora</i>	* <i>Viola reichenbachiana</i>
* <i>Deschampsia flexuosa</i>	* <i>Lysimachia nemorum</i>	* <i>Wahlenbergia hederacea</i>

Leyenda: *, especies aparecidas en los cuadrados a lo largo del tiempo

Del análisis de la Tabla 2 se deduce que después de la perturbación el número de especies, es decir la riqueza florística, aumenta progresivamente a lo largo del tiempo hasta alcanzar un máximo que en todos los cuadrados, excepto en L2SC, se produce durante el tercer año; a partir de este máximo la riqueza florística tiende a disminuir. Precisamente el cuadrado L2SC es el que mayor riqueza florística llega a tener: 16 especies, valor no alcanzado en ningún momento por ningún otro cuadrado.

Tabla 2: Evolución de la riqueza florística en los cuadrados permanentes.

1992	L1IS'	L1IC	L1SS'	L1SC	L2IS'	L2IC	L2SS'	L2SC
1:7-May.	6	3	7	6	6	4	7	4
2:16-Jun.	9	6	7	5	9	7	10	10
3:15-Jul.	9	6	8	5	10	10	8	9
4:25-Ago.	9	10	8	6	12	13	9	11
5:30-Sep.	9	8	8	7	10	12	8	10
1993								
6:26-Mar.	9	9	11	9	9	11	9	10
7:23-Abr.	8	12	10	9	10	10	10	11
8:1-Jun.	6	11	9	9	9	8	8	12
9:17-Jun.	7	12	9	10	11	10	10	16
10:26-Jul.	9	12	9	10	12	11	9	14
11:8-Sep.	11	13	9	11	13	11	10	13
12:4-Oct.	11	13	9	11	13	10	10	13
13:5-Nov.	11	12	9	11	12	10	10	13
14:9-Dic.	11	12	9	11	11	10	10	12
1994								
15:1-Mar.	12	14	10	12	12	11	11	11
16:23-Mar.	12	13	12	13	13	12	13	13
17:21-Abr.	13	12	11	13	12	14	13	13
18:21-Jun.	13	13	10	11	14	12	12	13
19:26-Jul.	13	14	11	12	13	12	11	14
20:27-Sep.	13	13	9	11	13	12	11	12
21:31-Oct.	14	12	9	11	10	9	10	11

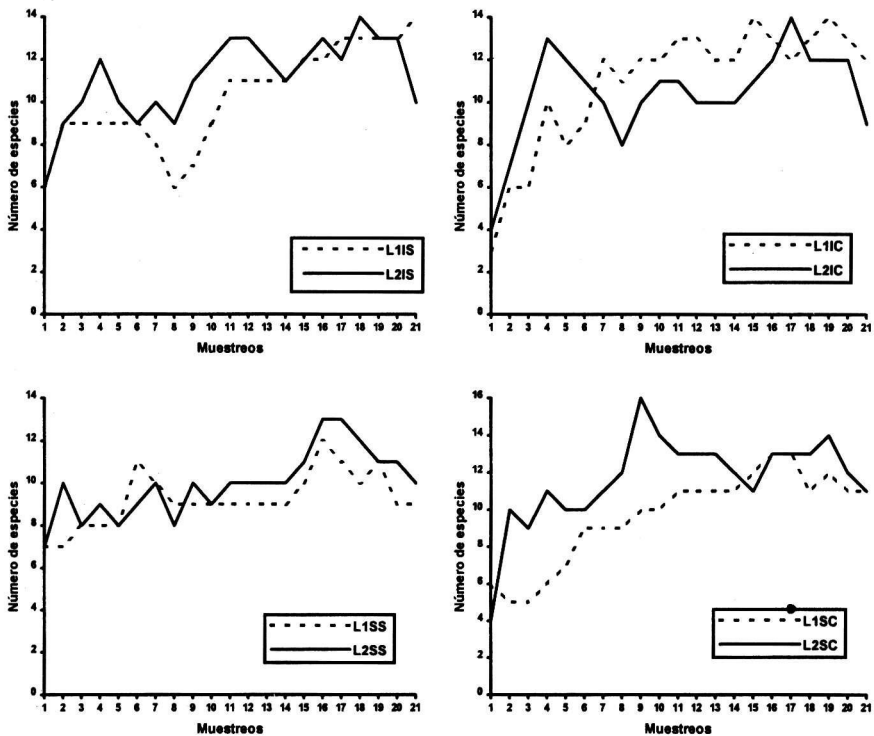


Parece que la regeneración de la vegetación en robledales de clima atlántico sigue las mismas pautas de comportamiento observadas por otros autores en otros ecosistemas, e. g. TRABAUD (1985, 1990 y 1991b), TRABAUD & LEPART (1980 y 1981), GIMINGHAM *et al.* (1981), PRADON *et al.* (1984), GARCÍA NOVO (1977), CASAL *et al.* (1990), CAÑAS *et al.* (1990), TÁRREGA & LUIS (1990b): el número de especies aumenta a lo largo del tiempo, alcanzándose un máximo entre el primer y tercer año para posteriormente disminuir; según los autores citados la estabilización de la riqueza florística se alcanza a partir del quinto año.

Respecto a la evolución de la riqueza florística según el tipo de fuego (Fig. 1) se observa que en la mayoría de los cuadrados de fuego rápido (L2IS', L2SS' y L2SC) el número de especies es mayor que en sus homólogos de fuego lento, excepto en L2IC, en el que comienza siendo mayor durante el primer año después de la perturbación, para posteriormente ser menor. Por consiguiente, parece que el tipo de fuego aplicado es un factor importante a tener en cuenta: en el proceso de regeneración de la vegetación, no sólo se alcanza mayor riqueza florística en los cuadrados quemados con fuego rápido, sino que además la recuperación es más rápida después de un fuego rápido que después de un fuego lento. Obsérvese que en todos los casos el máximo de riqueza florística se alcanza antes en el cuadrado de fuego rápido que en su homólogo de fuego lento correspondiente. Sin embargo, queremos destacar lo que parece ocurrir durante el tercer año: los cuadrados de fuego rápido han sufrido una disminución de riqueza florística mucho más acusada que los de fuego lento. Obsérvese que en el último muestreo la riqueza florística era mayor o igual en tres cuadrados de fuego lento: L1IS', L1IC y L1SC respecto a L2IS', L2IC y L2SC, y solamente en L2SS', cuadrado de fuego rápido, había mayor riqueza florística que en su homólogo de fuego lento L1SS'. Esto hace pensar que quizá el fuego rápido favorece la recolonización por parte de algunas especies antes que el fuego lento, pero que, a largo plazo, quizá el fuego lento sea capaz de recuperarse mejor, ya que mantiene mayor diversidad con el paso del tiempo. Estos datos parecen corroborar los obtenidos para cobertura en el carrascal (CAVERO & EDERRA, 1997).

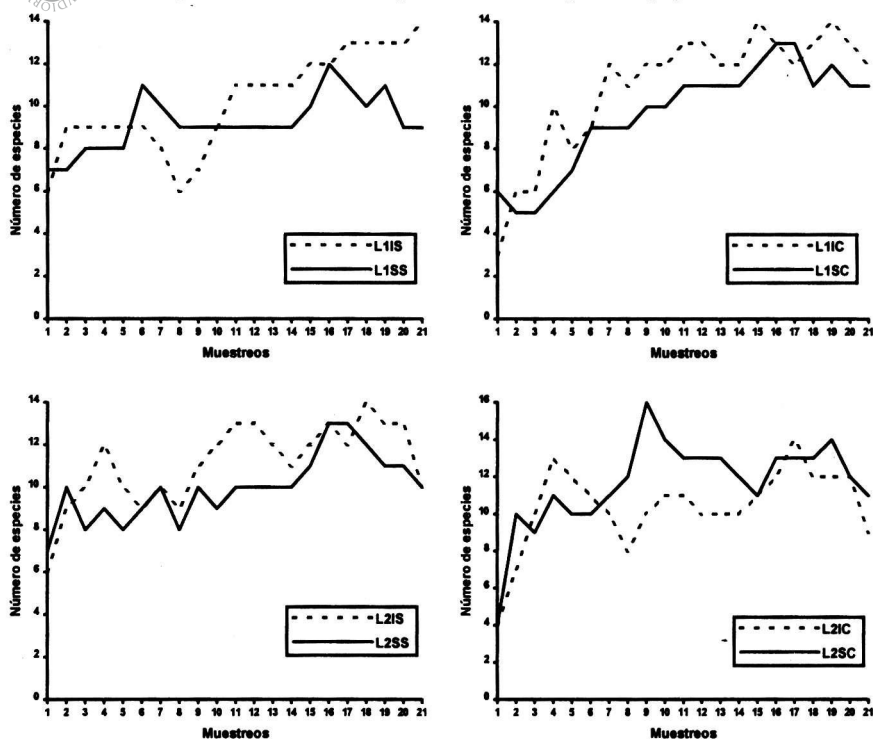


Fig. 1: Evolución de la riqueza florística según el tipo de fuego.



Del estudio de la evolución de la riqueza florística según la topografía (Fig. 2) se deduce que justo después de la perturbación, en el primer muestreo, el número de especies es mayor en los cuadrados superiores (L1SS', L1SC, L2SS') que en los inferiores o igual en ambos (L2SC). Sin embargo, en los sucesivos muestreos, la mayor riqueza florística corresponde a los cuadrados inferiores siempre (L1IC y L2IS') o durante la mayor parte del tiempo (L1IS'), excepto en L2SC. Así pues, también la topografía parece afectar a la evolución de la riqueza florística, ya que ésta es mayor en el 50% de los casos en la zona inferior siempre y en el otro 50% de los casos en algún momento de los distintos muestreos. Los resultados obtenidos en relación a este tratamiento son similares a los encontrados en los estudios de cobertura en el carrascal (CAVERO & EDERRA, 1997).

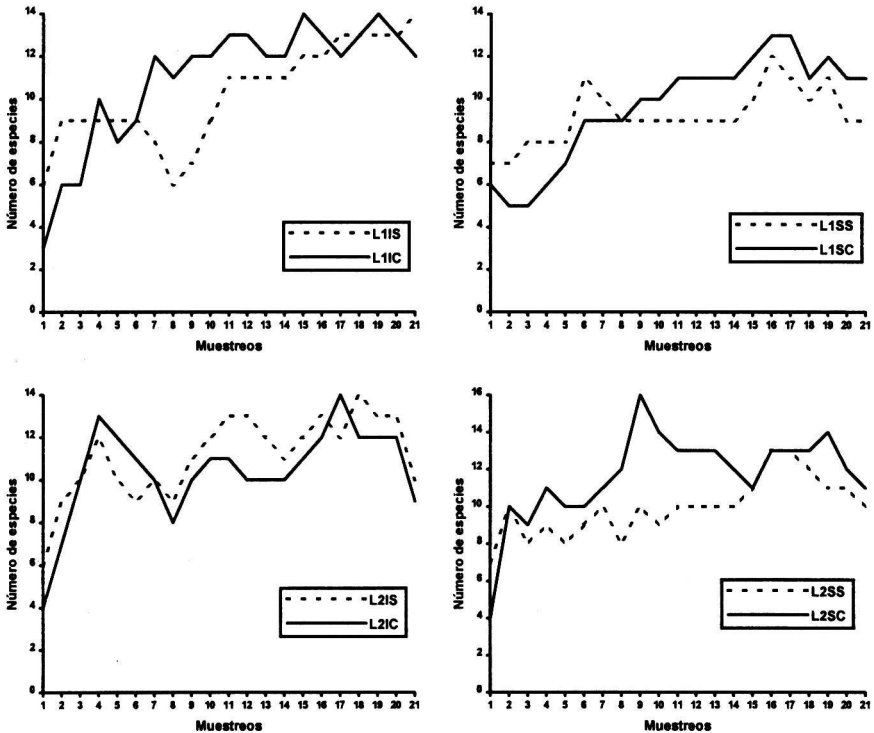
Fig. 2: Evolución de la riqueza florística según la topografía.



En cuanto a la evolución de la riqueza florística según se haya realizado o no adición de suelo no quemado (Fig. 3), se observa que después de los incendios, en el primer muestreo, el mayor número de especies aparece en los cuadrados sin adición de suelo. Después, en los sucesivos muestreos se observan varias tendencias: una primera, en la que el número de especies es siempre mayor en los cuadrados con adición de suelo (L2SC frente a L2SS'); una segunda, en la que el número de especies es mayor en los cuadrados sin adición durante el primer año y principios del segundo y en los siguientes muestreos en los cuadrados con adición (L1SS' y L1IS' frente a L1SC y L1IC); y por último, una tercera tendencia, en la que la riqueza florística es mayor durante el primer año en los adicionados (L2IC) y durante el segundo y tercer año en los no adicionados (L2IS'). En conjunto, en los últimos muestreos del tercer año la riqueza florística tiende a ser mayor en los cuadrados con adición de suelo. Por tanto, parece ser que la adición de suelo no quemado influye también en la regeneración de la vegetación. Al aportar suelo no quemado a los cuadrados, evidentemente se aportan también semillas, que al cabo del tiempo

consiguen germinar. En los primeros muestreos es posible que la capa del suelo sea perjudicial para el desarrollo de algunas especies por quedar sus semillas a una profundidad no adecuada o simplemente sofocados sus renuevos; quizá por esto al principio tienen mayor riqueza florística los cuadrados sin adición.

Fig. 3: Evolución de la riqueza florística según la adición o no de suelo no quemado.



Sin embargo, al cabo del tiempo, cuando el suelo no quemado añadido se asienta, la adición resulta favorable en términos de riqueza florística porque, además de que las especies recubiertas por la tierra consiguen más o menos recuperarse, las semillas aportadas germinan. Estos resultados son contradictorios con los obtenidos en el estudio de cobertura en el carrascal (CAVERO & EDERRA, 1997), lo cual no deja de ser llamativo. Es posible que en los robledales atlánticos haya más producción de semillas que en los carrascales mediterráneos; en éstos puede que predominen las especies con estructuras subterráneas (bulbos, rizomas, tubérculos radicales, etc.), que no rebrotan con facilidad si están cubiertas por un grosor excesivo de tierra, y por eso, la adición de suelo resulta nociva. En el robledal, en cambio, si en la

recuperación post-incendio predominan especies que germinan de semilla, la adición, lógicamente, debe ser positiva al cabo del tiempo, pues aporta semillas.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido subvencionado por la CICYT (Proyecto FOR90-0928-CO 202) y el Gobierno de Navarra, a quienes agradecemos su apoyo.

BIBLIOGRAFÍA

- CAÑAS, J.; LLIMONA, F.; ARRIZABALAGA, A. y MATHEU, E. (1990). Rehabilitación tras el fuego: el caso de los incendios forestales en Montserrat. *Quercus*: 12-17.
- CASAL, M. (1985). Cambios en la vegetación de matorral tras el incendio en Galicia. In: *ICONA, Estudios sobre prevención y efectos ecológicos de los incendios forestales*, 93-101. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.
- CASAL, M.; BASANTA, M. y GARCÍA NOVO, F. (1984). *La regeneración de los montes incendiados en Galicia*. Monografía nº 99. Servicio de Publicaciones, Universidad de Santiago de Compostela.
- CASAL, M.; BASANTA, M. y GARCÍA NOVO, F. (1986). Sucesión secundaria de la vegetación herbácea tras el incendio del matorral, bajo repoblación forestal de Pinus. *Boletín Real Sociedad Española de Historia Natural (Biología)* 82: 25-34.
- CASAL, M.; BASANTA, M.; GONZÁLEZ, F.; MONTERO, R.; PEREIRAS, J. y PUENTES, A. (1990). Post-fire dynamics in experimental plots of shrubland ecosystems in Galicia (NW Spain). In J. G. Goldammer & M. J. Jenkins (eds), *Fire in Ecosystems Dynamics*: 33-42. The Hague.
- CAVERO, R. Y. y EDERRA, A. (1997). Recuperación de la vegetación después de incendios controlados en un carrascal de Navarra (España): Evolución de la cobertura en los tres años siguientes a la perturbación. *Actas de Irati* 97, *Mesa 2*: 241-246.
- DE LILLIS, M. & TESTI, A. (1990). Post-fire dynamics in a disturbed mediterranean community in central Italy. In J. G. Goldammer & M. J. Jenkins (eds). *Fire in Ecosystem Dynamics*: 53-62. The Hague.
- EDERRA, A., URDÍROZ, A. y CAVERO, R. Y. (1997). Floristic richness evolution after controlled fires in two woods of Navarra (Spain). *Lagascalia* 19 (1-2): 769-776.

- GARCÍA NOVO, F. (1977). The effects of fire on the vegetation of Donana Park, Spain. *Environmental in Mediterranean Ecosystems. USDA Forest Service General Technical Report WO 3*: 318-325.
- GIMINGHAM, C. H.; HOBBS, R. J. & MALLIK, A. U. (1981). Community dynamics in relation to management of heathland vegetation in Scotland. *Vegetatio* 46: 149-155.
- GLOAGUEN, J. C. (1990). Post-burn succession on Brittany heathlands. *Journal of Vegetation Science* 1: 147-152.
- HOBBS, R. J. & GIMINGHAM, C. H. (1984). Studies on fire in Scottish heathland communities. II Post-fire vegetation development. *Journal of Ecology* 72: 585-610.
- KUTIEL, P. & KUTIEL, H. (1989). Effects of a wildfire on soil nutrients and vegetation in an Aleppo pine forest on Mount Carmel, Israel. *Pirineos* 134: 59-74.
- PERRINET, M. (1987). Reposta de la vegetació al foc a les landes de la muntanya catalana. In: *Terradas, J. (Coord.). Quaderns d'Ecologia Aplicada, 10. La resposta als incendis i a d'altres perturbacions. Servei de Medi Ambient*: 131-143. Barcelona.
- PRADON, R.; FONS, R. & PETER, A. M. (1984). L'impact du feu sur la végétation, les oiseaux et les micromammifères dans diverses formations méditerranéennes des Pyrénées orientales: premiers résultats. *Revue Ecologie, Terre et Vie* 39: 129-158.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S.; BASCONES, J. C.; DÍAZ, T. E.; FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, F. y LOIDI, J. (1991). Vegetación del Pirineo occidental y Navarra. *Itinera Geobotánica*, 5: 5-456.
- TÁRREGA, R. y LUIS, E. (1987). Effects of fire on structure dynamics and regeneration of *Quercus pyrenaica* ecosystems. Influence of Fire on the stability of Mediterranean Forest ecosystems. *Ecologia Mediterránea* 13: 79-86.
- TÁRREGA, R. y LUIS, E. (1990a). La problemática de los incendios forestales y su incidencia sobre los robledales de *Quercus pyrenaica* en la provincia de León. *Ecología*, fuera de serie nº 1: 223-237.
- TÁRREGA, R. y LUIS, E. (1990b). Forest fires and climatic features in León province (Spain). In *J. G. Goldammer & M. J. Jenkins (eds), Fire in Ecosystems Dynamics*: 63-69. The Hague.

- TRABAUD, L. & LEPART, J. (1980). Diversity and stability in garrigue ecosystems after fire. *Vegetatio* 43: 49-57.
- TRABAUD, L. & LEPART, J. (1981). Changes in the floristic composition of a *Quercus coccifera* L. garrigue in relation to different fires regimes. *Vegetatio* 46: 105-116.
- TRABAUD, L. (1985). Aspect floristique de la recolonizations des garrigues de *Quercus coccifera* et des forêts de *Pinus halepensis* après incendie in Bas Languedoc (Sudde la France). *Jornadas sobre bases ecológicas per la gestió ambiental. Montesqui (Ripollès)*: 13-16.
- TRABAUD, L. (1990). Fire resistance of *Quercus coccifera* L. garriga. In J. G. Goldammer & M. J. Jenkins (eds), *Fire in Ecosystems Dynamics*: 21-32. The Hague.
- TRABAUD, L. (1991a). Fire regimes and phytomas growth dynamics in a *Quercus coccifera* garrigue. *Journal of vegetation Science* 2: 307-314.
- TRABAUD, L. (1991b). Le feu est-il un facteur du changement pour les systèmes écologiques du bassin méditerranéen? *Sécheresse* 3: 163-174.
- TUTIN, T. G., HEYWOOD, V. H., et. al. (1964-1980). *Flora Europaea*. 5 Vols. Cambridge University Press. Cambridge.
- VERA DE LA FUENTE, M. L. (1994). Regeneración de un aulagar con *Ulex europaeus* después de un incendio en el Norte de España. *Pirineos*, 143-144: 87-98.