



Publicaciones de Biología, Universidad de Navarra, Serie Botánica, 12: 59-84. 1999.

BRIOFLORA RECOLONIZADORA DE DOS BOSQUES DE NAVARRA (N ESPAÑA) SOMETIDOS A FUEGOS CONTROLADOS

URDÍROZ ÁRIZ, A. & EDERRA INDURAIN, A.

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

RESUMEN

URDÍROZ ARIZ, A. & EDERRA INDURAIN, A. (1999). Brioflora recolonizadora de dos bosques de Navarra (N España) sometidos a fuegos controlados. *Publ. Bio. Univ. Navarra, Ser. Bot.*, 12: 59-84.

Se ha estudiado la brioflora recolonizadora de un robleal de *Quercus robur* L. y un carrascal de *Quercus rotundifolia* Lam. de Navarra (N España) después de fuegos controlados, mediante la observación durante 5 años de las especies que iban apareciendo en 16 cuadrados permanentes. La brioflora post-incendio de cada bosque guarda parecido con la existente antes de las perturbaciones, y es diferente en ambos bosques. En el robleal aparecen 27 especies a lo largo del tiempo y la especie que domina en el proceso de recolonización es *Pleuridium acuminatum* Lindb.; en el carrascal aparecen 16 especies, siendo *Weissia controversa* Hedw. la que domina en el proceso.

Palabras clave: brioflora, incendio, recolonización, Navarra, España

SUMMARY

URDÍROZ ARIZ, A. & EDERRA INDURAIN, A. (1999). Bryoflora recolonising two woods of Navarra (N Spain) after prescribed fires. *Publ. Bio. Univ. Navarra, Ser. Bot.*, 12: 59-84.

Bryoflora recolonising a *Quercus robur* L. wood and a *Quercus rotundifolia* Lam. wood of Navarra (N Spain) after prescribed fires has been studied. Study has been carried out by observations about species appearing in 16 permanent plots during 5 years. The post-fire bryoflora of every wood keeps similarity with that living there previously and is very different in both woods. 27 species have appeared along time in the oakwood and *Pleurozium acuminatum* Lindb. is the most important in the recolonising process; 16 species have appeared in the *Quercus rotundifolia* wood, and *Weissia controversa* Hedw. dominates the process.

Key words: bryoflora, fire, recolonization, Navarra, Spain.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

La recuperación de espacios que han sufrido perturbaciones por fuego es un tema de interés en nuestros días, debido al aumento de incendios que se registran en los últimos años. Entre los vegetales que antes aparecen en el proceso de recolonización se encuentran los briofitos, cuya importancia estriba en que crean una primera barrera para impedir la erosión y en que desarrollan un sustrato más adecuado para la instalación posterior de plantas vasculares.

En las últimas décadas muchos investigadores han desarrollado estudios relativos a la recuperación de la flora vascular; sin embargo, son relativamente pocos los trabajos que aportan datos sobre la flora briológica. Son especialmente escasos los conocimientos relativos a la recuperación de bosques atlánticos que han sufrido incendios. En este trabajo pretendemos conocer las características de la brioflora que se instala en bosques sometidos a fuegos controlados en dos bosques de Navarra de características diferentes: un robledal atlántico situado en Leiza y un carrascal mediterráneo situado en Biurrun.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para la realización de este estudio se eligieron dos bosques navarros de características muy contrastadas: un robledal atlántico situado en Leiza, y un carrascal mediterráneo situado en Biurrun. El robledal de Leiza pertenece a la asociación *Hyperico pulchri-Quercetum roboris* Rivas-Martínez, Bascones, T.E. Díaz, F. Fernández González & Loidi 1991. El carrascal de Biurrun pertenece a la asociación *Spiraeo obovatae-Quercetum rotundifoliae* Rivas Goday ex Loidi & F. Prieto 1986, en su faciación mesomediterránea con *Quercus coccifera*, es decir, a la subasociación *Quercetosum cocciferae* Rivas Mart., Bascones, T.E. Díaz, F. Fernández González & Loidi 1991. Una vez elegidos los bosques se visitaron para recoger briofitos, pues se quería conocer cómo era la brioflora de estos bosques en su estado natural. Aunque se recogió material en todos los sustratos de los bosques, se

prestó atención especial a los terrícolas, ya que en el suelo se iba a centrar el estudio de la recuperación post-incendio.

El área total elegida para la realización del estudio en cada bosque fue 1,5 hectáreas, dividida, mediante el empleo de cortafuegos, en tres parcelas de 0,5 Ha cada una; una parcela fue quemada con fuego de tipo rápido, otra con fuego de tipo lento y la que quedaba entre las dos se dejó como zona control para otros estudios paralelos a este.

El estudio de la recuperación de la brioflora se ha llevado a cabo mediante el seguimiento periódico de la recolonización en 16 cuadrados permanentes, 8 en Leiza y 8 en Biurrun. En cada bosque se colocaron 4 cuadrados en la zona quemada con fuego rápido y 4 en la quemada con fuego lento. Dos cuadrados de cada zona se situaron en la mitad superior de la parcela y dos en la inferior; se añadió a un cuadrado de cada pareja una capa de 2-3 cm de espesor del horizonte superior de suelo no quemado extraído de los alrededores de la zona quemada. Los 16 cuadrados permanentes se denominan mediante un conjunto de letras y números: L = Leiza, B = Biurrun; 1 = Fuego rápido, 2 = Fuego lento; I = parte inferior de la parcela, S = parte superior de la parcela; C = con adición de suelo no quemado, S' = sin adición de suelo no quemado.

El método utilizado para realizar el seguimiento de la recolonización briofítica es el directo o diacrónico, que consiste en observar durante el tiempo que sea necesario cómo se produce la recuperación en un lugar concreto. Al principio del estudio se realizaron desplazamientos a los bosques mensualmente, después la periodicidad pasó a ser bimensual o trimestral. El método de muestreo ha consistido en observar con detenimiento y anotar cualquier briofito que aparecía en el interior de los cuadrados. Si para poder identificar las especies era necesario extraer alguna porción de briofito, se procuraba siempre que la muestra fuera lo más pequeña posible, para no interferir en la recuperación.

Para analizar los datos obtenidos en los muestreos se ha empleado el índice de afinidad de Jaccard, que permite relacionar dos áreas diferentes en base a las especies que aparecen en cada área y las que coinciden en ambas áreas. Se calcula de la siguiente manera:

$$J = \frac{c}{a + b - c} \times 100$$

donde "a" es el número de especies encontradas en el área A, "b" es el número de especies encontradas en el área B y "c" es el número de especies coincidentes en A y B.

También se ha empleado el tratamiento de agrupación *Cluster Analysis*, incluido en el paquete informático PC-ORD 2.0, que permite diferenciar grupos en base a su similitud.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A/ Aspectos generales

La tabla 1 muestra los táxones terrícolas recolectados en los bosques estudiados antes de los fuegos (pre-incendio) y los táxones aparecidos tras los fuegos (post-incendio), indicando exactamente en que cuadrado o cuadrados permanentes han sido encontrados. Se marca con una "L" los táxones que han sido encontrados en Leiza y con una "B" los recogidos en Biurrun. La autoría de los táxones sigue a Duell (1983) para las hepáticas y a Casas (1991) para los musgos.

	PRE-INCENDIO	POST-INCENDIO							
	Táxones terrícolas	11C	11S'	1SC	1SS'	21C	21S'	2SC	2SS'
<i>Calypogeia arguta</i>	L	L	L	L	L	L			L
<i>Calypogeia trichomanis</i>	L		L	L	L				L
<i>Cephalozia bicuspidata</i>	L								
<i>Cephaloziella</i> spB		B							
<i>Cephaloziella</i> spL	L				L		L		
<i>Diplophyllum albicans</i>	L			L					
<i>Jungermannia gracillima</i>	L								
<i>Lophocolea bidentata</i>	L				L				
<i>Metzgeria furcata</i>	B								
<i>Pellia epiphylla</i>	L								
<i>Pellia</i> sp.			L						
<i>Plagiochila porelloides</i>	L								
<i>Scapania</i> sp.					L		L		
<i>Atrichum undulatum</i>	L		L						
<i>Barbula unguiculata</i>	L			B				B	
<i>Brachythecium rutabulum</i>	L-B								
<i>Bryum bicolor</i>	L-B	B		B	B	B	B	B	
<i>Bryum caespiticium</i>	B								
<i>Bryum capillare</i>	L-B	B	B	B	B	B	B	B	B
<i>Bryum gemmilucens</i>	B								
<i>Bryum pallescens</i>	L								
<i>Bryum pseudotriquetrum</i>	L								
<i>Bryum rubens</i>	L								
<i>Bryum</i> sp.		L	L	L	L	L	L	L	L
<i>Calliergonella cuspidata</i>	L								
<i>Campylopus flexuosus</i>	L							L	
<i>Campylopus introflexus</i>	L								
<i>Campylopus pyriformis</i>	L								
<i>Ceratodon purpureus</i>	L					B	B		



Tabla I (continuación)

Dicranella heteromalla	L	L	L	L	L	L	L	L	L
Dicranella howei	L								
Dicranum scoparium	L-B				L	L		L	
Dicranum spurium	L								L
Didymodon fallax	B								
Didymodon rigidulus	L								
Diphyscium foliosum	L								
Encalypta streptocarpa	L								
Eurhynchium praelongum	L								
Eurhynchium striatum	L	L			L	L		L	
Fissidens dubius	B	B	B	B	B	B	B		B
Fissidens taxifolius	B								
Fissidens viridulus	L					L	L		
Funaria hygrometrica			B	B	B	B	B	L-B	B
Homalothecium lutescens	B			B				B	
Hylocomium brevirostre	L								
Hylocomium armoricum	L								
Hypnum cupressiforme	L-B	L-B	L	L-B	L-B	L-B	L	L	L-B
Leucobryum glaucum	L								
Leucobryum juniperoideum	L		L	L	L	L	L	L	L
Mnium hornum	L		L	L	L				
Plagiomnium sp.			L						
Pleuridium acuminatum	L	L	L	L	L	L	L	L	L
Pleurochaete squarrosa	B			B					
Pleurozium schreberi	L								
Pogonatum aloides	L		L		L				
Pogonatum umigerum	L								
Polytrichum formosum	L	L	L	L	L			L	
Polytrichum juniperinum							L		
Pottia lanceolata				B					
Ptychomitrium polyphyllum	L								
Rhytidiadelphus loreus	L				L				
Rhytidiadelphus triquetrus	L								
Schistidium apocarpum	L								
Scleropodium purum	L-B	L-B	L-B	L-B	L	L-B	L-B	L	B
Thuidium tamariscinum	L								
Tortella tortuosa	B								
Tortula intermedia					B				
Tortula muralis								B	
Trichostomum brachydontium	B	B				B	B		
Trichostomum crispulum	B								
Weissia controversa	L-B	B	B	B	B	L-B	B	B	B
Weissia longifolia	B								

En la situación pre-incendio se encontraron 50 táxones terrícolas en Leiza y 19 en Biurrun, de los que sólo 7 estaban en ambos bosques. En la situación post-incendio se encontraron 27 táxones en Leiza y 16 en Biurrun, y sólo 4 de ellos en ambos bosques. De los 27 táxones post-incendio encontrados en Leiza, 21 ya estaban presentes antes de las perturbaciones, mientras que de los 16 de Biurrun, 9 estaban así mismo presentes en el bosque antes de los fuegos. Estos datos parecen indicar que la brioflora de ambos bosques es diferente tanto antes como después de los fuegos, y que, probablemente, la brioflora post-incendio de cada bosque es más parecida a la que había en el mismo bosque antes de los fuegos que a cualquier otra. Para confirmar estas hipótesis hemos calculado el índice de Jaccard entre todas las posibles parejas de la tabla 1. Los resultados se muestran en la tabla 2 (T.L. = Terrícolas pre-incendio de Leiza; T.B. = Terrícolas pre-incendio de Biurrun).

	T.L.	L1IC	L1IS'	L1SC	L1SS'	L2IC	L2IS'	L2SC	L2SS'	T.B.	B1IC	B1IS'	B1SC	B1SS'	B2IC	B2IS'	B2SC	B2SS'
T.L.	100	13,7	20,8	19,6	28,8	19,6	13,2	17,3	13,7	11,3	9,4	5,8	10,9	7,5	11,3	9,4	7,5	7,7
L1IC		100	46,7	58,3	47,1	58,3	38,5	58,3	45,5	8	14,3	8,3	11,8	7,1	13,3	6,7	0	16,7
L1IS'			100	66,7	55	38,9	33,3	38,9	46,7	6,5	10	5,6	8,7	5	9,5	4,8	0	11,1
L1SC				100	55,6	46,7	40	46,7	58,3	7,1	11,8	6,7	10	5,9	11,1	5,6	0	13,3
L1SS'					100	47,4	42,1	47,4	38,9	9,1	8,7	4,8	7,7	4,3	8,3	4,2	0	9,5
L2IC						100	50	57,1	46,2	15,4	18,7	14,3	15,8	12,5	17,6	11,8	5,9	21,4
L2IS'							100	40	38,5	7,4	12,5	7,1	10,5	6,2	11,8	5,9	0	14,3
L2SC								100	35,7	11,1	11,8	14,3	15,8	12,5	17,6	11,8	5,9	21,4
L2SS'									100	3,8	6,7	0	5,6	7,1	6,3	0	0	7,7
T.B.										100	35	20	36,4	23,8	33,3	28,6	18,2	25
B1IC											100	44,4	46,2	50	70	60	25	55,6
B1IS'												100	45,5	50	55,6	62,5	33,3	83,3
B1SC													100	50	53,8	46,2	50	54,5
B1SS'														100	60	50	40	62,5
B2IC															100	88,9	33,3	66,7
B2IS'																100	36,4	55,6
B2SC																	100	30
B2SS'																		100

Tabla 2

Al comparar los cuadrados permanentes de Leiza con la brioflora pre-incendio de Leiza, los valores del índice de Jaccard oscilan entre 13,2 y 28,8, valores que, aun pareciendo bajos, son superiores a los que se obtienen al comparar estos cuadrados



con la brioflora pre-incendio de Biurrun (los valores quedan comprendidos entre 3,8 y 15,4). De forma paralela, al comparar los cuadrados permanentes de Biurrun y las especies pre-incendio de Biurrun y de Leiza, vemos que en el primer caso, los valores del índice de Jaccard obtenidos quedan comprendidos entre 18,2 y 36,4, y en el segundo caso entre 5,8 y 11,3. Sin excepción, se cumple que la brioflora de cada cuadrado tiene mayor afinidad con la brioflora terrícola de su bosque que con la del otro, hecho que confirma nuestra apreciación anterior de que la recuperación de la brioflora de un lugar quemado guarda mayor relación con la brioflora preexistente en ese lugar.

Las mayores afinidades entre cuadrados permanentes y especies terrícolas pre-incendio se dan, en los dos bosques, con los cuadrados permanentes que tienen mayor riqueza específica. Así, en el bosque de Leiza la mayor afinidad se da entre T.L. y L1SS', con $J = 28,8$; L1SS' es el cuadrado permanente en el que han aparecido mayor número de táxones, 17. Por su parte, en el bosque de Biurrun la mayor afinidad se da entre T.B. y B1SC, con $J = 36,4$; en este caso B1SC es también el cuadrado permanente en el que han aparecido mayor número de táxones, en concreto 11.

Las afinidades entre la brioflora de los cuadrados permanentes de Leiza alcanzan valores relativamente altos, que oscilan entre 33,3 y 66,7, lo que indica que, al menos en algunas parejas, el parecido entre la brioflora de los cuadrados permanentes de Leiza es notable. Lo mismo ocurre si se comparan entre sí los cuadrados permanentes instalados en el carrascal de Biurrun, aunque en este caso el rango de los valores es más grande, pues quedan comprendidos entre 25 y 88,9.

En el robledal de Leiza es el cuadrado L1IS' el que, al comparar su brioflora con la del resto de los cuadrados permanentes, da los valores máximo y mínimo de afinidad. L1IS' tiene tres táxones que sólo han aparecido en él: *Atrichum undulatum*, *Plagiomnium* sp. y *Pellia* sp.. Por tanto, cualquier otro cuadrado tendrá una composición florística diferente en al menos tres táxones. El más parecido es el L1SC (valor de $J = 66,7$) que sólo se diferencia, además de por la ausencia de los tres ya mencionados, por la presencia de *Diplophyllum albicans*, que sólo se encontró en él. El de menor afinidad es el L2IS' (valor de $J = 33,3$). En este cuadrado, además de la ausencia de los tres táxones exclusivos de L1IS', anotamos la presencia de cuatro táxones muy poco representados: *Polytrichum juniperinum*, exclusivo de L2IS' y *Scapania* sp., *Fissidens viridulus* y *Cephaloziella* spL. que han sido recogidas en L2IS' y otro cuadrado permanente distinto a L1IS'.

En el carrascal de Biurrun, la mayor afinidad se da entre B2IC y B2IS' debido a que el total de especies presentes en B2IS' están en B2IC. En estos cuadrados, además, aparece *Ceratodon purpureus*, que sólo ha sido encontrada en estos dos

cuadrados. La menor afinidad se da entre B1IC y B2SC, que son cuadrados con riqueza específica media, y presentan cada uno una especie exclusiva (*Cephaloziella* spB. y *Tortula muralis*, respectivamente). Además, en el caso de B2SC, aparecen dos especies (*Barbula unguiculata* y *Homalothecium lutescens*) que sólo han aparecido en otro cuadrado permanente, pero diferente a B1IC.

Por último, si analizamos la afinidad existente entre los cuadrados de Leiza y los cuadrados de Biurrun, se observa claramente que los valores del índice de Jaccard son muy inferiores a los anteriores, pues o no existe ninguna afinidad entre algunos de ellos o es muy baja. Sin embargo, puede destacarse la afinidad relativamente alta de los cuadrados L2IC y L2SC respecto al conjunto de los de Biurrun, y de B2SS' respecto a los de Leiza. Los cuadrados L2IC y L2SC alcanzan una mayor afinidad con respecto a los cuadrados de Biurrun debido a que, además de dos especies consideradas comunes y con buena recuperación en ambos bosques (*Hypnum cupressiforme* y *Scleropodium purum*), aparecen otras especies también comunes en los dos bosques pero que, en el caso de Leiza, solamente se han recogido en un cuadrado permanente: *Weissia controversa*, encontrada en L2IC y *Funaria hygrometrica*, encontrada en L2SC.

En el caso de Biurrun, en el cuadrado permanente B2SS' solamente hemos recolectado 6 especies, y 4 de ellas se encuentran también en Leiza: *Hypnum cupressiforme*, *Scleropodium purum*, *Weissia controversa* y *Funaria hygrometrica*. En este caso, la pobreza florística favorece la afinidad.

Hemos aplicado a los datos de presencia-ausencia de la tabla 1 el tratamiento estadístico *Cluster Analysis*, en concreto el *Ward's Method* de distancias euclidianas (PC-ORD 2.0). Este tratamiento define diferentes grupos en base a su similitud y representa los resultados obtenidos en un dendrograma (Figura 1):

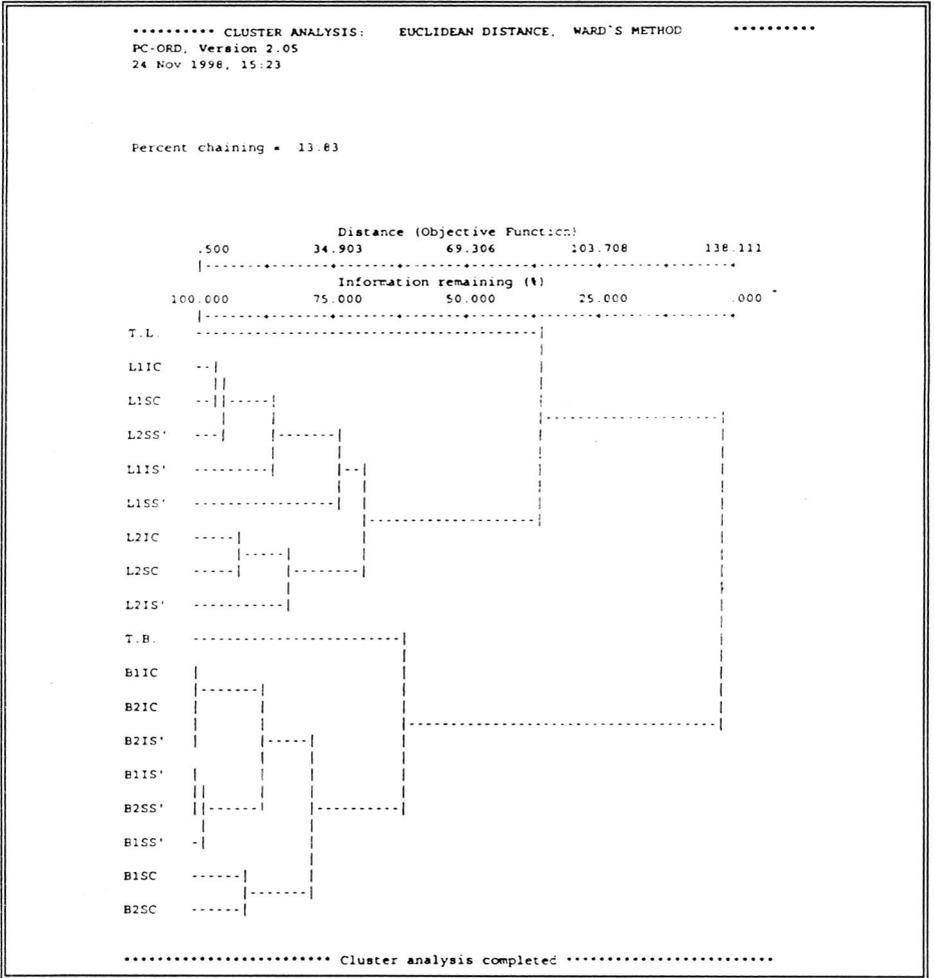


Figura 1

Al analizar el dendrograma, se observa que se produce una clarísima separación de los dos bosques en estudio, quedando agrupada por una parte la brioflora terrícola pre-incendio y post-incendio de Leiza y por otra parte la de Biurrun. En cada uno de estos grupos también se produce una separación: por un lado quedan los cuadrados permanentes (estado post-incendio) y por otro lado queda la flora existente antes del

incendio (estado pre-incendio). Estas separaciones vuelven a confirmar que la composición brioflorística terrícola de los dos bosques en estudio es muy diferente, tanto en el estado pre-incendio como en el post-incendio, y que la brioflora que aparece en los cuadrados permanentes está relacionada con la brioflora existente en esa zona antes de los fuegos.

B/ Brioflora del bosque de Leiza

En los muestreos realizados antes de los incendios, en los que se recolectaron alrededor de 900 muestras, han aparecido 50 táxones terrícolas.

La especie más abundante y frecuente en el robledal es *Hypnum cupressiforme*, que ha sido encontrada, además de en el suelo, en todos los sustratos estudiados, casi siempre en grandes cantidades. Otras especies que se han recogido en todos los sustratos del bosque son *Dicranum scoparium*, *Campylopus flexuosus* y *Thuidium tamariscinum*, especies que, sin ser tan abundantes como *Hypnum cupressiforme*, son también muy representativas de este robledal. También pueden ser consideradas como especies terrícolas características de este bosque *Polytrichum formosum*, *Scleropodium purum* y *Leucobryum glaucum*.

En el extremo opuesto, hay muchas especies muy escasas: *Jungermannia gracillima*, *Bryum pallescens*, *Campylopus introflexus*, *Campylopus pyriformis*, *Dicranella howei*, *Didymodon rigidulus*, *Fissidens viridulus* o *Weissia controversa*. Algunas de estas pueden además ser consideradas como raras en el sentido de que son poco conocidas: es el caso de *Dicranella howei*, especie que citamos aquí por primera vez para Navarra, y *Campylopus introflexus*, especie que en los últimos años está actuando como invasora (Casas *et al.*, 1988) y que en Navarra sólo se había localizado en el puerto de Velate (Heras, 1992) y en Lanz (Casas, 1993b). También de *Dicranum spurium* se tienen pocas citas (Ederra, 1984; Fuertes y Ahti, 1991; Casas, 1993a, c; Urdiroz y Ederra, 1996), aunque en el robledal de Leiza es bastante abundante.

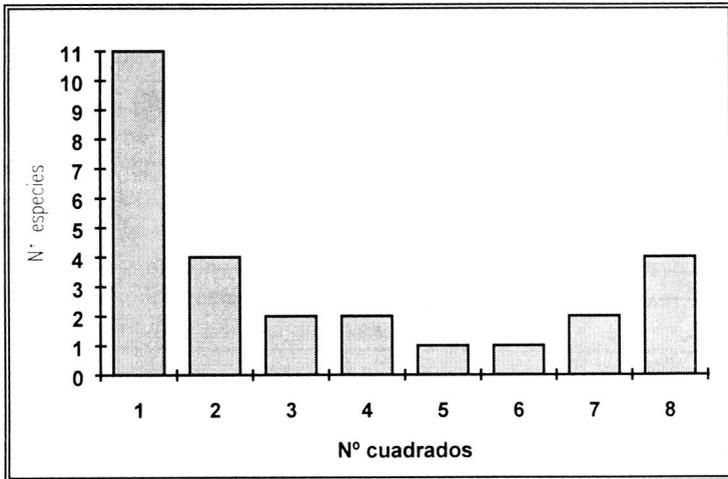
En la tabla 3 aparecen los táxones post-incendio, indicando para cada uno de ellos el número de cuadrados permanentes en los que se ha encontrado, el número de muestras que se han recogido de él, el porcentaje que representa del total de muestras recogidas tras los incendios, y el porcentaje de muestras sobre el total de muestras posibles en los ocho cuadrados permanentes, que son 248. El número total de muestras recogidas es de 1238.



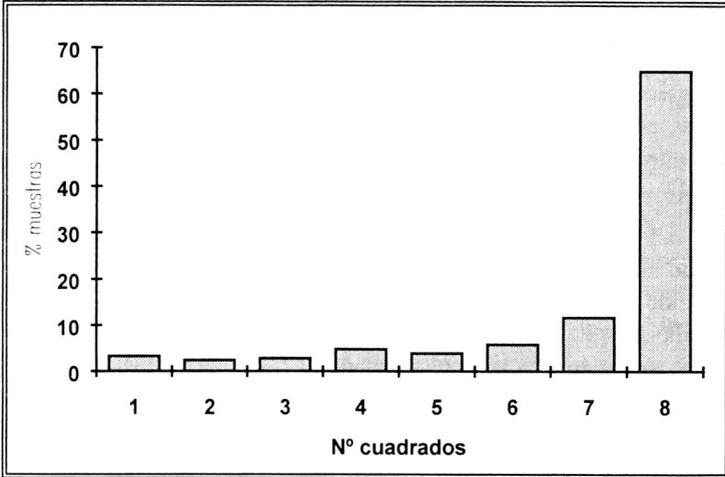
	Nº CUADRADOS	Nº MUESTRAS	PORCENTAJE DEL TOTAL		PORCENTAJE DE MUESTRAS POSIBLES	
<i>Pleuroidium acuminatum</i>	8	232	18,74	65,03	93,5	
<i>Bryum sp.</i>	8	217	17,53		87,5	
<i>Hypnum cupressiforme</i>	8	217	17,53		87,5	
<i>Dicranella heteromalla</i>	8	139	11,23		56,0	
<i>Scleropodium purum</i>	7	98	7,92	11,8	39,5	
<i>Leucobryum juniperoides</i>	7	48	3,88		19,4	
<i>Calypogeia arguta</i>	6	73	5,90	5,90	29,4	
<i>Polytrichum formosum</i>	5	48	3,88	3,88	19,4	
<i>Calypogeia trichomanis</i>	4	52	4,20	4,85	21,0	
<i>Eurhynchium striatum</i>	4	8	0,65		3,2	
<i>Mnium hornum</i>	3	24	1,94	2,83	9,7	
<i>Dicranum scoparium</i>	3	11	0,89		4,4	
<i>Pogonatum aloides</i>	2	16	1,29	2,41	6,5	
<i>Cephaloziella spL.</i>	2	6	0,48		2,4	
<i>Fissidens viridulus</i>	2	6	0,48		2,4	
<i>Scapania sp.</i>	2	2	0,16		0,8	
<i>Atrichum undulatum</i>	1	9	0,73	3,3	3,6	
<i>Weissia controversa</i>	1	9	0,73		3,6	
<i>Polytrichum juniperinum</i>	1	5	0,40		2,0	
<i>Lophocolea bidentata</i>	1	4	0,32		1,6	
<i>Pellia sp.</i>	1	4	0,32		1,6	
<i>Rhytidadelphus loreus</i>	1	3	0,24		1,2	
<i>Diplophyllum albicans</i>	1	2	0,16		0,8	
<i>Funaria hygrometrica</i>	1	2	0,16		0,8	
<i>Campylopus flexuosus</i>	1	1	0,08		0,4	
<i>Dicranum spurium</i>	1	1	0,08		0,4	
<i>Plagiomnium sp.</i>	1	1	0,08		0,4	
27 especies		1.238				

Tabla 3

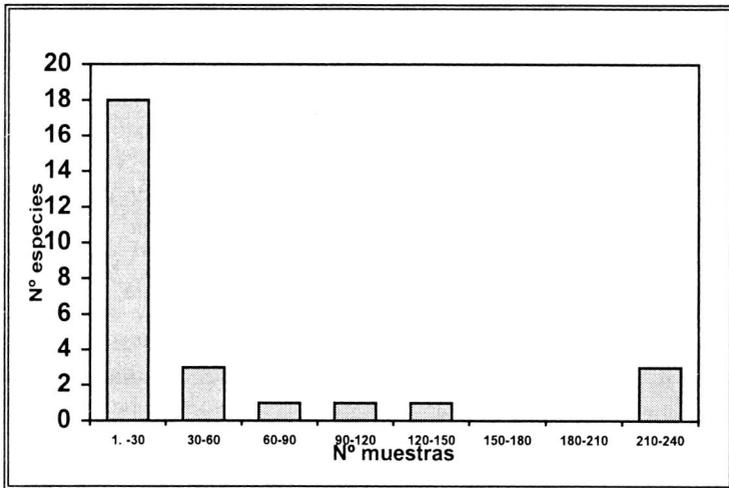
La gráfica 1 representa el número de especies que han sido encontradas en 1 cuadrado, en 2 cuadrados, en 3 cuadrados, etc. En la gráfica 2 se representa el porcentaje de muestras acumulado que suponen las especies que están en 1 cuadrado, 2 cuadrados, etc. La gráfica 3 representa el número de táxones que se han encontrado en intervalos de 30 de número de muestras.



Gráfica 1



Gráfica 2



Gráfica 3

De las gráficas 1, 2 y 3 se deduce que en la brioflora post-incendio existe un gran número de especies que son poco frecuentes (tienen un bajo número de muestras y han aparecido en pocos cuadrados permanentes), y que hay pocas especies que son muy frecuentes (han aparecido en todos los cuadrados permanentes y se tienen muchas muestras). Los casos extremos son: 11 especies en sólo 1

cuadrado permanente, que entre todas representan sólo el 3,3% de las muestras, frente a 4 que se han encontrado en 8 cuadrados y suponen el 65,03% de todas las muestras recolectadas. Este es un hecho común en muchas asociaciones naturales: hay pocas especies dominantes, muy frecuentes y abundantes, y muchas especies poco abundantes y con baja frecuencia (Braun-Blanquet, 1979).

De todos los táxones recolonizadores del bosque quemado, cabe destacar *Pleuridium acuminatum*, especie dominante en el proceso de recuperación post-incendio, que ha aparecido en la totalidad de los cuadrados permanentes y de la que se han recogido tras el incendio un total de 232 muestras de las 248 posibles. Según la bibliografía consultada, *Pleuridium acuminatum* no ha sido nombrada hasta ahora como especie importante en la recolonización de espacios quemados, pero en nuestro caso es la que toma el protagonismo en la recuperación post-incendio. Destacamos también el contraste entre la gran representatividad de *Pleuridium acuminatum* en la brioflora post-incendio frente a la poca representatividad que tiene en el estado pre-incendio. *Pleuridium acuminatum* ha completado su ciclo vital varias veces a lo largo de estos años de estudio. Comenzó su desarrollo a los 6 meses después de los fuegos, en el segundo muestreo en el que se encontraron briofitos, en forma de tallitos diminutos que salían de abundante protonema. En los siguientes muestreos la especie se extendió bastante por los cuadrados permanentes, y al cabo de 11 meses formó esporofitos por primera vez. Desde entonces, sin interrumpir nunca su presencia, ha seguido creciendo con profusión por todos los cuadrados. Parece claro, puesto que *Pleuridium acuminatum* no desarrolla diásporas vegetativas, que su aparición inicial se debe a la germinación de esporas del banco del suelo; es decir, por paralelismo con los términos que se utilizan para las plantas vasculares (Naveh, 1975; Trabaud, 1987; Kutiel y Kutiel, 1989; Schaefer, 1993; Vera, 1994; Ojeda *et al.*, 1996) *Pleuridium acuminatum* sería una especie germinadora.

Con intensidad recolonizadora algo menor que *Pleuridium acuminatum* encontramos dos táxones: *Bryum* sp. e *Hypnum cupressiforme*, que han aparecido en la totalidad de los cuadrados permanentes y de los que se han recogido 217 muestras de cada uno.

Hypnum cupressiforme fue la primera especie que recolectamos después de los fuegos, y en seguida nos llamó la atención su aspecto, tan diferente al habitual, pues apareció rebrotando de tallitos resacos que sobrevivieron a la quema o como tallitos aislados, delgados y muy pegados al sustrato. En todo el estudio, esta especie no ha fructificado. La estrategia de *Hypnum cupressiforme* es similar a la de las plantas vasculares rebrotadoras (Naveh, 1975; Trabaud, 1987; Kutiel y Kutiel, 1989; Schaefer, 1993; Vera, 1994; Ojeda *et al.*, 1996).



En cuanto a *Bryum* sp., su primera aparición en cada cuadrado tuvo lugar entre el 6 y 7 mes tras los incendios, entre el 2 y 3 muestreo en el que aparecieron briofitos. Igual que en el caso de *Pleurozium acuminatum*, brotaron algunos tallitos débiles, con 4-6 hojitas, a partir de protonema. Sin embargo, aunque los tallitos crecieron y se extendieron por el terreno, nunca llegaron a desarrollar estructuras reproductoras sexuales ni asexuales, ni los caracteres vegetativos fueron suficientes para identificar las plantas a nivel de especie. De alguna forma el fuego parece favorecer el crecimiento vegetativo de este *Bryum*, pero probablemente los cambios edáficos impiden su maduración hasta completar su ciclo vital. El protonema inicial puede proceder tanto de esporas como de gemas, es decir, puede ser una especie de estrategia germinadora, rebrotadora o germinadora-rebrotadora.

Otra especie con buena recuperación ha sido *Dicranella heteromalla*, que ha sido encontrada en todos los cuadrados permanentes, pero el número de muestras recogidas ha sido inferior al de las anteriores especies. *Dicranella heteromalla* apareció en el muestreo 8 por primera vez, o sea, a los 14 meses después de los fuegos, pero no permaneció definitivamente en el terreno hasta los 17 meses, y a partir de los 26 meses empezó a fructificar. *Dicranella heteromalla* es muy probablemente una especie de estrategia germinadora.

En el estado pre-incendio de la brioflora del robledal de Leiza considerábamos *Scleropodium purum* como una de las especies más representativas de este bosque. En el estado post-incendio, *Scleropodium purum* ha sido recogida en 7 cuadrados permanentes tras el fuego. Al igual que *Hypnum cupressiforme*, los ejemplares recogidos de esta especie en los primeros muestreos en los que se encontró eran rebrotes delgados de tallitos resecaos que sobrevivieron a los incendios. Su presencia a lo largo de los 5 años de seguimiento es bastante irregular: en algún cuadrado permanente aparece ya en el segundo muestreo en que se encontraron briofitos, mientras que en otros sólo lo hace al final del estudio; en unos cuadrados permanece a lo largo de los cinco años en todos los muestreos, mientras que en otros aparece y desaparece como si el medio no facilitara su instalación definitiva. Estos dos hechos hacen que el número de muestras recolectadas (98) sea ya claramente inferior al de las especies comentadas anteriormente. En cuanto a su estrategia, *Scleropodium purum* es claramente una especie rebrotadora.

Leucobryum juniperoideum, *Polytrichum formosum*, *Mnium hornum* y *Dicranum scoparium*, han aparecido en 7, 5, 3 y 3 cuadrados permanentes respectivamente, con 48, 48, 24 y 11 muestras respectivamente. Las cuatro especies muestran en sus primeras apariciones tras los incendios un aspecto bastante diferente al que tienen en el estado pre-incendio, pues se han encontrado como tallitos

pequeños, aislados, sin formar céspedes densos. Creemos que *Polytrichum formosum* debe ser una especie rebrotadora.

Como hemos comentado anteriormente, a lo largo de los cinco años de seguimiento de la recuperación post-incendio hemos encontrado muchos briofitos, que ya formaban parte de la brioflora natural, en un solo cuadrado y/o con muy pocas muestras. Entre ellos, algunos que en el estado pre-incendio eran muy abundantes, como *Campylopus flexuosus*, o bastante abundantes, como *Eurhynchium striatum*, *Pogonatum aloides*, *Atrichum undulatum* o *Dicranum spurium*. Otros, en cambio, eran ya raros antes de los incendios, como *Cephaloziella* spL., *Fissidens viridulus*, *Rhytidiadelphus loreus* o *Weissia controversa*. Muchos de estos briofitos han aparecido en los últimos muestreos realizados. Probablemente su aparición señala el inicio de una etapa más madura en la recuperación de la brioflora.

Entre las hepáticas conviene destacar la presencia de dos especies del género *Calypogeia* que han tenido una buena recuperación post-incendio: *Calypogeia arguta* que ha sido encontrada en 6 de los 8 cuadrados permanentes con 73 muestras y *Calypogeia trichomanis*, en 4 de los 8 cuadrados con 52 muestras. Su aspecto tras el incendio es algo diferente al que habitualmente presentan: en los primeros muestreos en que se encontraron aparecieron como tallitos muy delgados, aislados y ahilados, fuertemente unidos al sustrato y con gran cantidad de tallitos propagulíferos. Sorprende el hecho de que dos hepáticas sean capaces de instalarse en lugares quemados en los primeros meses tras el fuego (*Calypogeia arguta* apareció a los 9 meses del incendio, en el muestreo 5, y *Calypogeia trichomanis* apareció ya a los 5 meses de los incendios, en el primer muestreo en el que se recogieron briofitos). Es posible que estas especies no hubieran desaparecido completamente tras el incendio pues 4 de los 6 cuadrados en los que se ha encontrado *Calypogeia arguta* y 3 de los 4 cuadrados en los que ha aparecido *Calypogeia trichomanis* son cuadrados situados en la zona quemada con fuego rápido, el cual avanza respetando en gran medida el estrato herbáceo y, por supuesto, el estrato briofítico. Es fácil, por tanto, que sobrevivieran al fuego restos de propágulos que facilitaron su reinstalación tan pronto. Tanto *Calypogeia arguta* como *Calypogeia trichomanis* deben considerarse especies de estrategia rebrotadora.

Otras dos hepáticas, *Lophocolea bidentata* y *Diplophyllum albicans*, han aparecido tras los incendios en un cuadrado permanente cada una, a partir del mes 36 y 46 tras los incendios respectivamente, y de ellas se han recogido muy pocas muestras, 4 y 2 respectivamente. La presencia de estas dos especies puede deberse a que la cobertura muscinal de los cuadrados permanentes en aquellos meses ocupaba ya más del 90% de la superficie de los cuadrados, hecho que puede crear un



ambiente más favorable para su desarrollo. La estrategia regeneradora, probablemente, es germinadora.

Tras los incendios han aparecido especies que en los muestreos previos a los incendios no fueron encontradas. Estas especies son *Funaria hygrometrica*, *Polytrichum juniperinum*, *Plagiomnium* sp., *Pellia* sp. y *Scapania* sp. La presencia de *Funaria hygrometrica* no es rara, pues es una especie considerada pirófila por la mayoría de los autores que han estudiado la recuperación de zonas incendiadas (Froment, 1975; Clement *et al.*, 1980; Clement y Touffet, 1981, 1982, 1988; Duncan y Dalton, 1982; Brasell y Mattay, 1984), pero merece la pena destacar que la presencia de esta especie no ha sido tan abundante como citan estos autores pues únicamente se ha encontrado en un cuadrado permanente (L2SC) en dos muestreos (a los 15 y 16 meses de los incendios). Por tanto, en este caso, no puede ser considerada como recolonizadora principal. En el caso de *Polytrichum juniperinum*, ha sido una especie que no se ha mantenido en el terreno tras su aparición pues solamente apareció en un cuadrado (L2IS') en 5 ocasiones no consecutivas. Su presencia puede deberse a que, tras el incendio, haya encontrado un ambiente más adecuado para su desarrollo ya que se produce un aumento de la luminosidad al desaparecer la cobertura vegetal y encuentra en el medio menor competencia con otras especies. Clement y Touffet (1988) consideran a esta especie como pionera en la recolonización de landas de ericáceas y turberas que han sufrido incendios, pero, debido a su poco poder competitivo, es desplazada por otras especies briofíticas; Brasell y Mattay (1984), en su estudio sobre la colonización briofítica tras incendios en bosques de *Eucalyptus*, consideran a *Polytrichum juniperinum* como una de las 5 especies más importantes en este proceso, la cual se estabiliza en el terreno a los 2 años del incendio, hecho que no ocurre en nuestro estudio.

Por último, otros táxones que han aparecido tras el incendio y que no estaban antes son *Plagiomnium* sp., que apareció en una ocasión y en un cuadrado de fuego rápido (L1IS'), con desarrollo muy pobre y sin llegar a instalarse en el terreno, *Pellia* sp. (probablemente *Pellia epiphylla*) y *Scapania* sp. (probablemente *Scapania nemorea*) con muy escasa representación, aunque presentes en los últimos muestreos.

C/ Brioflora del bosque de Biurrun

En los muestreos efectuados antes de la realización de los incendios, en los que se recolectaron casi 700 muestras, han aparecido 19 especies terrícolas. *Hypnum cupressiforme* es la especie que aparece con mayor frecuencia y abundancia; varias especies son también bastante abundantes, como *Fissidens dubius*, *Homalothecium lutescens*, *Scleropodium purum*, *Weissia controversa*, *Pleurochaete squarrosa* y *Dicranum scoparium*.

Alguna especie de las recolectadas en Biurrun puede considerarse como rara debido a que son poco conocidas: es el caso de *Bryum gemmilucens*, especie que fue citada por primera vez para Navarra por nosotros en un trabajo relativo a este carrascal (Urdíroz *et al.* 1997).

En la tabla 4 mostramos los táxones que han aparecido en los cuadrados permanentes tras los incendios, indicando el número de cuadrados permanentes en los que se ha encontrado, el número de muestras recogidas de cada uno de ellos, el porcentaje que representa del total de muestras recogidas en todo el estudio, y el porcentaje de muestras sobre el total de muestras posibles en los ocho cuadrados permanentes, que, en el caso de este carrascal, son 240. El número total de muestras recogidas tras los incendios es de 781.

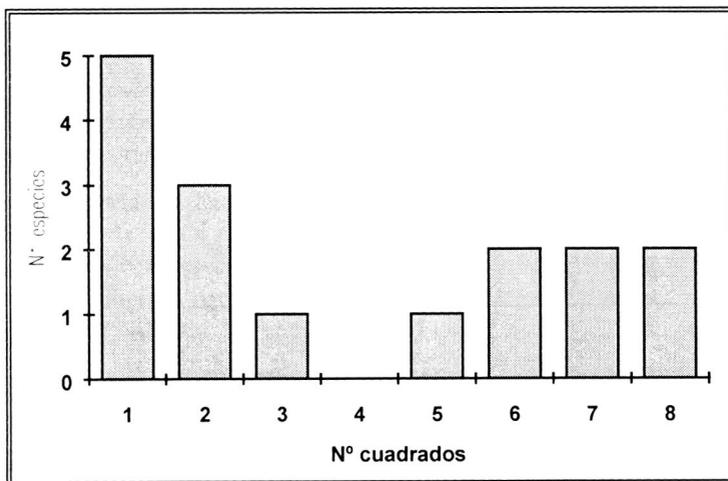
	Nº CUADRADOS	Nº MUESTRAS	PORCENTAJE DEL TOTAL		PORCENTAJE DE MUESTRAS POSIBLES
Weissia controversa	8	229	29,32	51,34	95,4
Bryum capillare	8	172	22,02		71,7
Fissidens dubius	7	87	11,14	19,33	36,3
Funaria hygrometrica	7	64	8,19		26,7
Bryum bicolor	6	83	10,63	16,65	34,6
Scleropodium purum	6	47	6,02		19,6
Hypnum cupressiforme	5	46	5,89	5,89	19,2
Trichostomum brachydontium	3	34	4,35	4,35	14,2
Ceratodon purpureus	2	6	0,77	1,67	2,5
Barbula unguiculata	2	5	0,64		2,1
Homalothecium lutescens	2	2	0,26		0,8
Pottia lanceolata	1	2	0,26	0,78	0,8
Cephaloziella spB	1	1	0,13		0,4
Pleurochaete squarrosa	1	1	0,13		0,4
Tortula intermedia	1	1	0,13		0,4
Tortula muralis	1	1	0,13		0,4
16 especies		781			

Tabla 4

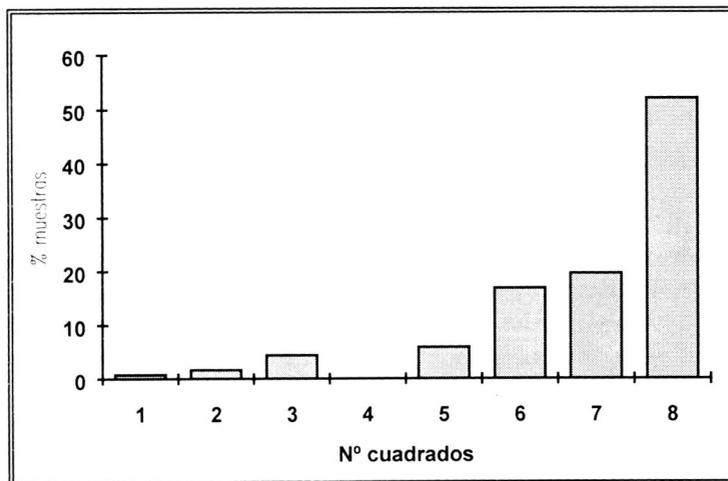
En la gráfica 4 se representa el número de especies que han aparecido en 1 cuadrado permanente, en 2 cuadrados, etc. La gráfica 5 representa el porcentaje de muestras acumulado que suponen las especies que aparecen en 1 cuadrado permanente, en 2 cuadrados permanentes, etc. Por su parte, la gráfica 6 representa el



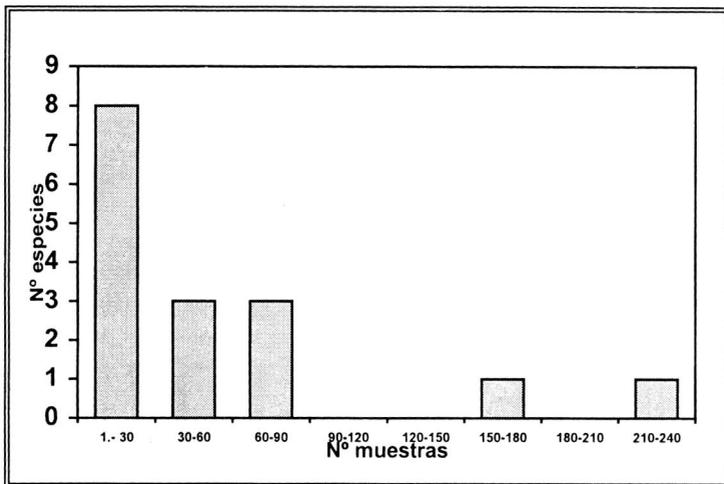
número de táxones que se han encontrado en intervalos de 30 de número de muestras.



Gráfica 4



Gráfica 5



Gráfica 6

Igual que ocurría en el robledal de Leiza, las gráficas 4, 5 y 6, indican que existe un gran número de táxones que son poco frecuentes (aparecen en pocos cuadrados y con bajo número de muestras) y pocas especies que son muy frecuentes (se encuentran en muchos cuadrados permanentes y con gran número de muestras). 5 táxones sólo aparecen en 1 cuadrado permanente, representando el 0,78% de las muestras mientras que 2 táxones han sido encontrados en los 8 cuadrados permanentes y suponen el 51,34% del total de muestras recolectadas.

La especie dominante en el proceso de recuperación tras los incendios es *Weissia controversa*, que se ha encontrado en todos los cuadrados permanentes y de la que se han recogido gran número de muestras (229 de 240 posibles). Esta especie no es citada como recolonizadora principal de espacios quemados; sí se ha observado su presencia en estudios sobre la recuperación briofítica post-incendio realizados en la provincia de Albacete (de las Heras, 1994), pero con un comportamiento diferente al de nuestro caso: mientras que en Biurrun *Weissia controversa* comenzó a desarrollarse entre los 10 y 13 meses después de los fuegos, de las Heras (1994) la cita como recogida entre los 29 y 32 meses después del incendio, y la considera por tanto como especie colonizadora secundaria. Como se puede observar, el protagonismo que tiene *Weissia controversa* en la recuperación es diferente: en el carrascal de Biurrun es la especie dominante en el proceso de recuperación, pues no solo ha aparecido en todos los cuadrados permanentes, sino que lo ha hecho desde el principio y sin interrumpir su presencia a lo largo del estudio, y se ha recogido en el 95,4% del total de muestras posibles, mientras que en el estudio de de las Heras



(1994), esta especie es considerada solamente como colonizadora secundaria de aparición tardía (entre los 29 y 32 meses tras los fuegos).

En nuestro estudio *Weissia controversa* se desarrolló a partir de esporas que debieron sobrevivir a los incendios en el suelo, pues en los primeros muestreos en los que apareció se observó protonema del que salían pequeños tallitos. Por lo tanto, esta especie es germinadora, utilizando los términos que se emplean para las plantas vasculares. A lo largo del estudio, *Weissia controversa* se ha encontrado fructificada en numerosas ocasiones.

La otra especie que ha sido encontrada en todos los cuadrados permanentes es *Bryum capillare*, de la que se han obtenido 172 muestras. Se le puede considerar, al igual que a *Weissia controversa*, como una especie recolonizadora principal, pues en alguno de los cuadrados permanentes se encontró desde los primeros muestreos en que se recogieron briofitos. Sin embargo su presencia no ha sido tan constante, pues las 172 muestras suponen sólo el 71,7% de las posibles. Al igual que ocurre con *Weissia controversa*, esta especie ha sido citada por de las Heras (1994), pero como una especie que aparece a los 37-39 meses de los incendios, incrementando su cobertura con el paso del tiempo.

Otra especie que ha tenido una recuperación favorable tras los incendios en el carrascal de Biurrun es *Bryum bicolor*, que ha aparecido en 6 cuadrados con un total de 83 muestras, es decir, el 34,6% de las posibles. Apareció por primera vez tras los fuegos a los 13 meses del incendio, pero no llegó a permanecer en el terreno. La aparición en los cuadrados permanentes ha sido irregular, pues en distintos cuadrados ha aparecido a los 13, 21, 28, 35, 38 y 54 meses de los incendios. Esta especie también ha sido citada por de las Heras (1994) en su trabajo sobre bosques de la provincia de Albacete como recolonizadora pionera de zonas que han sufrido incendios no muy intensos; en nuestro estudio no podemos considerarla como tal por lo expuesto anteriormente.

Las dos especies del género *Bryum* tardaron bastante tiempo en fructificar: a partir del muestreo 21 (realizado a los 37 meses de los incendios) estas especies empezaron a desarrollar esporofitos maduros. La estrategia que han seguido estas especies puede ser germinadora y/o rebrotadora, pues desde los primeros muestreos aparecieron como tallitos con un número pequeño de hojas, sin protonema, y no se puede saber si provenían de esporas o de diásporas asexuales.

Fissidens dubius y *Funaria hygrometrica* se recogieron en 7 cuadrados permanentes, 87 y 64 muestras respectivamente. *Fissidens dubius* apareció ya en el primer muestreo en el que hubo presencia briofítica después de los fuegos, aunque sólo en un cuadrado permanente y la muestra era con seguridad un pequeño

fragmento que sobrevivió a los incendios. A pesar de haber sido recogida en 7 cuadrados permanentes, su instalación en el terreno no ha sido estable salvo en dos cuadrados, B1SS' y B2SS', que juntos abarcan 48 de las 87 muestras totales. La regeneración de esta especie, según la equivalencia con las estrategias regeneradoras de las plantas vasculares, es probablemente rebrotadora, pues no se ha observado en ninguna de las muestras restos de protonema y sí en cambio se han observado en algunos ejemplares restos muy viejos de hojas.

Con respecto a *Funaria hygrometrica*, a pesar de no haber aparecido en los muestreos pre-incendio, su presencia era esperada debido a su carácter pirófilo. En el carrascal de Biurrun ocurre con esta especie lo mismo que en el robledal de Leiza: aparece tras los incendios pero no de forma tan abundante ni tan temprana (la primera aparición se produjo a los 16 meses de los incendios y prácticamente al mes siguiente ya aparecieron los ejemplares fructificados) como se cita en la bibliografía (Froment, 1975; Clement *et al.*, 1980; Clement y Touffet, 1981, 1982, 1988; Duncan y Dalton, 1982; Brassel y Mattay, 1984; de las Heras, 1994), aunque en el carrascal de Biurrun aparece con mayor abundancia y frecuencia que en el bosque de Leiza. La estrategia regeneradora de *Funaria hygrometrica* es, en relación con las estrategias que utilizan las plantas vasculares, germinadora.

Las especies pleurocárpicas consideradas representativas de este carrascal, *Scleropodium purum* e *Hypnum cupressiforme*, han aparecido en 6 y 5 cuadrados respectivamente, y se han recogido 47 y 46 muestras respectivamente. A pesar de aparecer en alguno de los cuadrados permanentes en los primeros muestreos en los que se recogieron briofitos, su instalación en el terreno, salvo excepciones, no ha sido definitiva. El aspecto de las dos especies, igual que en Leiza, dista mucho del que presentan en estados naturales, pues aparecieron también como tallitos delgados, pegados al sustrato, y rebrotando de tallos que sobrevivieron a la quema; su estrategia de regeneración, en equivalencia con las de las plantas vasculares, es rebrotadora.

Otra especie que ha sido encontrada antes y después de los incendios es *Trichostomum brachydontium*, aunque en ninguno de los estados ha resultado muy abundante. En el estado post-incendio, su primera aparición se produjo a los 13 meses de los incendios en B2IS', pero sólo permaneció en el terreno durante dos muestreos (dos meses), y después desapareció, para reaparecer a los 17 meses y volver a desaparecer tras tres meses, y así sucesivamente. Sólo en 1 de los 3 cuadrados en los que se ha encontrado esta especie ha permanecido más o menos estable: ha sido recogida en 20 de los 30 muestreos realizados. No ha desarrollado esporofitos a lo largo del estudio, y su estrategia de regeneración creemos que puede ser germinadora.



Otras tres especies que se han recolectado tras los incendios, pero con un número de muestras mínimo, son *Homalothecium lutescens*, *Pleurochaete squarrosa* y *Tortula intermedia*. *Homalothecium lutescens* ha sido recogida en dos cuadrados permanentes, y en cada uno de ellos se ha recogido una muestra, a los 54 y 61 meses de los incendios. Esta especie no ha llegado a formar masas densas: sólo se han recogido pequeñas briznas, suficientes para determinar la especie. La estrategia regeneradora ha sido por rebrote, pues se ha observado que provenía de tallitos antiguos. Las otras dos especies, *Tortula intermedia* y *Pleurochaete squarrosa*, únicamente se han recogido en una ocasión, a los 18 y 56 meses de los incendios respectivamente. Con respecto a la primera, su aparición en el cuadrado B1SS' puede ser debida a que fue transportada por el viento o cayó de alguna de las carrascas, pues ya se había encontrado en algún árbol. De todas maneras, no consiguió permanecer en el terreno, a pesar de que esta especie, según la bibliografía, puede encontrarse también como terrícola. En cuanto a *Pleurochaete squarrosa*, se encontraron dos tallitos pequeños que justo sirvieron para identificar la especie. Su escasez contrasta con su abundancia en el carrascal antes de los fuegos. La estrategia regeneradora de *Pleurochaete squarrosa* no está muy clara, aunque lo más seguro es que sea regeneración vegetativa, ya sea por rebrote o por restos de hojas que han podido desarrollar nuevos ejemplares (Giordano *et al.*, 1996, consideran que la mejor forma de regeneración que tiene este musgo es mediante hojas desprendidas que vuelven a desarrollar un ejemplar).

Han aparecido en el conjunto de los cuadrados permanentes 5 táxones, además de *Funaria hygrometrica*, que no fueron encontrados ni en los estudios previos a los incendios, ni en los realizados en la zona control tras los fuegos. Estos táxones son *Barbula unguiculata*, *Ceratodon purpureus*, *Cephaloziella* spB., *Pottia lanceolata* y *Tortula muralis*. Las dos primeras especies han sido encontradas puntualmente en dos cuadrados permanentes cada una, por primera vez a los 25 y a los 37 meses del incendio respectivamente, recogiéndose a lo largo de todo el estudio solamente 5 y 6 muestras respectivamente. De las Heras (1994) considera a *Barbula unguiculata* como una especie colonizadora de aparición tardía pues en su estudio apareció, también de forma puntual, al final de la primavera del segundo año tras el fuego, es decir, a los 27-29 meses del incendio; a partir del mes 41 incrementa su presencia, tanto en frecuencia como en abundancia, siendo, en el mes 69 tras los fuegos, una de las especies que presenta coberturas más elevadas. En nuestro caso *Barbula unguiculata* no presenta las mismas pautas de recolonización y de recuperación que en el trabajo de de las Heras, pues no ha llegado a estabilizarse (las ocasiones en que se ha encontrado no son consecutivas en el tiempo) y, además, no se han recogido grandes muestras que indicaran un incremento en la cobertura con el paso del tiempo. *Ceratodon purpureus* ha sido citada por diferentes autores (Brasell y Mattay,

1984; Foster, 1985; Clement y Touffet, 1988) como la que reemplaza a *Funaria hygrometrica* en el proceso de recolonización de lugares quemados. En nuestro caso este hecho no se produce, ya que ambas especies conviven en los cuadrados permanentes, sobreviviendo incluso *Funaria hygrometrica* a *Ceratodon purpureus*. Esta especie ha sido recogida en 6 ocasiones, por primera vez a los 37 meses de los incendios: en el cuadrado B2IC apareció en el mes indicado y permaneció en él durante cinco muestreos (8 meses), para luego desaparecer; en el cuadrado B2IS' sólo se encontró a los 43 meses de los incendios. En ninguno de los dos cuadrados permanentes se han observado masas abundantes de esta especie. La estrategia regeneradora de *Ceratodon purpureus*, en equivalencia con las utilizadas por Naveh, 1975; Trabaud, 1987; Kutiel y Kutiel, 1989; Schaefer, 1993; Vera, 1994; Ojeda *et al.*, 1996 para las especies vasculares, es germinadora.

Las otras especies encontradas exclusivamente tras los incendios, *Pottia lanceolata*, *Cephaloziella* spB. y *Tortula muralis*, han sido encontradas en un cuadrado permanente cada una, y se han recogido 2, 1 y 1 muestras respectivamente, encontrándose por primera vez (y en ocasiones última), a los 38, 64 y 41 meses de los incendios.

BIBLIOGRAFIA

- BRASELL, H.M. & MATTAY, J.P. (1984) Colonization by bryophytes of burned *Eucalyptus* forest in Tasmania, Australia: Changes in biomass and element content. *The Bryologist* 87(4): 302-307.
- BRAUN-BLANQUET, J. (1979) *Fitosociología. Bases para el estudio de las comunidades vegetales*. Edición Española. Blume ediciones. Madrid. 820 pp.
- CASAS, C. (1991). New checklist of Spanish mosses. *Orsis* 6: 3-26.
- CASAS, C. (1993 a) Brioteca Hispanica. *Bol. Soc. Esp. Briol.* 1: 2-11.
- CASAS, C. (1993 b) Brioteca Hispanica. *Bol. Soc. Esp. Briol.* 2: 2-12.
- CASAS, C. (1993 c) Brioteca Hispanica. *Bol. Soc. Esp. Briol.* 3: 2-7.
- CASAS, C., HERAS, P.; REINOSO, J. & RODRIGUEZ-OUBIÑA, J. (1988) Consideraciones sobre la presencia en España de *Campylopus introflexus* (Hedw.) Brid. y *Campylopus pilifer* Brid. *Orsis* 3: 21-26.
- CLEMENT, B.; FORGEARD, F. & TOUFFET, J. (1980) Importance de la végétation muscinale dans les premiers stades de recolonisation des landes après incendie. *Bull. Ecol.* 11(3): 359-364.

- CLEMENT, B. & TOUFFET, J. (1981) Vegetation dynamics in Brittany heathlands after fire. *Vegetatio* 46: 157-166.
- CLEMENT, B. & TOUFFET, J. (1982) Le rôle des incendies dans la succession des communautés végétales des landes Bretonnes. *Proc. 107 Congrès Natl. Soc. Sav. Brest. Sciences*. II: 51-62.
- CLEMENT, B. & TOUFFET, J. (1988) Le rôle des bryophytes dans la recolonisation des landes après incendie. *Cryptogamie, Bryol. Lichenol.* 9(4): 297-311.
- DUELL, R. (1983) Distribution of European and Macaronesian Liverworts (Hepaticophytina). *Bryol. Beitrage*. 2: 1-115.
- DUNCAN, D. & DALTON, P.J. (1982) Recolonization by bryophytes following fire. *J. Bryol.* 12: 53-63.
- EDERRA INDURAIN, A. (1984) Aportaciones al conocimiento de la brioflora de la España Peninsular. *Anales de Biología*, 2(sec. esp.2): 265-272.
- FOSTER, D.R. (1985) Vegetation development following fire in *Picea mariana* (black spruce)-*Pleurozium* forest of South-Eastern Labrador, Canada. *Journal of Ecology* 73: 517-534.
- FROMENT, A. (1975) Les premiers stades de la succession végétale après incendie de tourbe dans la réserve naturelle des Hautes Fagnes. *Vegetatio* 29(3): 209-214.
- FUERTES LASALA, E. & AHTI, T. (1991) Corología de *Dicranum polysetum* Sw. y *D. spurium* Hedw. en la Península Ibérica. *Bot. Complutensis* 17: 133-136.
- GIORDANO, S.; ALFAN O.F.; ESPOSITO, A.; SPAGNUOLO, U.; BASILEA, A. & CASTALDO COBLANCHI, R. (1996) Regeneration from detached leaves of *Pleurochaete squarrosa* (Brid.) Lindb. in culture and in the wild. *Journal of Bryology* 19: 219-227.
- HERAS, J. de las (1994) *Sucesión de la vegetación briofítica en bosques incendiados del sistema Alcaraz-Segura-Cazorla (SW de Albacete)*. Instituto de estudios Albacetenses de la Excm. Diputación de Albacete. Serie I- Estudios- nº 78. 142 pp.
- HERAS, P. (1992) Flora y vegetación de las áreas higroturbosas del puerto de Velate (Navarra), con especial atención al componente muscinal. *Cuadernos de sección Ciencias Naturales* 9: 33-51.

- 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.
- NAVEH, Z. (1975) The evolutionary significance of fire in the mediterranean region. *Vegetatio* 29(3): 199-208.
- OJEDA, F.; MARAÑÓN, T. & ARROYO, J. (1996) Postfire regeneration of a mediterranean heatland in southdern Spain. *Int. J. Wildland Fire* 6 (4): 191-198.
- SCHAEFER, J.A. (1993) Spatial patterns in Taiga plant communities following fire. *Can. J. Bot.* 71: 1568-1573.
- TRABAUD, L. (1987) *Fire and survival traits of plants*. In: The role of fire ecological systems. Ed: L. Trabaud. SPB Academic Publishing. The Hague. pp: 65-89.
- URDÍROZ ARIZ, A. & EDERRA INDURAIN, A. (1996) Estudio del impacto causado por los incendios en la brioflora de un robledal de Navarra (España). *Cryptogamie, Bryol. Lichénol.* 17(2): 135-142.
- URDÍROZ, A.; EDERRA, A. & OTANO, M. (1997) Estudio del impacto de los incendios en medios forestales y su recuperación: brioflora de un carrascal mediterráneo. *Pub.Biol.Univ.Navarra, S.Bot.* 10: 45-53.
- 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.

