
Efectes de l'incendi de 1994 sobre la vegetació del Garraf: estat actual de la regeneració

Jordi Riera Mora

Universitat de Lleida

Introducció

El Parc Natural del Garraf ha estat afectat en els darrers anys per importants incendis, entre els quals destaquen els dos més recents, de 1982 (d'unes 10.000 ha d'extensió) i de 1994 (4.300 ha cremades). Després d'una pertorbació com el foc, les espècies es regeneren seguint dues estratègies bàsiques: la rebrotada de les soques o les arrels, o bé la germinació de les llavors que han sobreviscut a l'impacte de les altes temperatures (Naveh, 1974; Keeley i Zedler, 1978).

La recuperació de la vegetació del Garraf es veu afavorida pel fet que aproximadament el 70% de les espècies principals presenten capacitat de regeneració per rebrotada, fenomen que provoca que la composició d'espècies es modifiqui poc després del foc, però també que amb més o menys rapidesa les espècies primeres tornin a aparèixer. Aquest procés, habitual en els ecosistemes mediterranis, rep el nom d'*autosuccessió* (Hanes, 1971).

Però no totes les comunitats responen seguint la mateixa evolució, sinó que moltes vegades s'observen canvis més o menys importants segons la resistència i capacitat de recuperació de les espècies que componen el sistema. En aquest sentit, tenen molta importància, a més de la característica de resposta esmentada, factors com la intensitat de la pertorbació (mesurada segons el nivell de destrucció estructural, reducció de la diversitat, eliminació d'individus o de poblacions, etc.) i la seva freqüència (nombre de pertorbacions per interval de temps). Segons aquests paràmetres, els canvis produïts sobre l'ecosistema seran més o menys importants i tindran una repercussió més o menys gran en el temps. Durant els darrers anys, s'han fet molts treballs que han estudiat els mecanismes i els dispositius de regeneració de la vegetació després del foc, d'entre els quals destaquem els de Papió (1988; 1994), Trabaud (1992) i Ferran *et al.* (1991), duts a terme en àrees similars a la del present estudi.

Com hem apuntat, amb la resiliència de les comunitats del Garraf, que en garanteix l'*autosuccessió*, els canvis qualitatius (florístics o de comunitats vegetals) són poc importants, sobretot passats els cinc primers anys des de la pertorbació. Tanmateix, davant d'incendis recurrents, es poden produir canvis quantitius, modificant l'abundància relativa dels individus d'una espècie, amb una intensificació dels efectes i una major irreversibilitat a curt o mitjà termini. Una freqüència massa elevada d'incendis pot disminuir la capacitat de supervivència de les espècies rebrotadores, pot impedir una acumulació suficient de llavors al sòl, i també pot afectar la recuperació de les propietats físiques i químiques del sòl (Lloret, 1996).

En aquesta comunicació es presenten els efectes que han tingut els incendis sobre l'estructura i la composició de les principals comunitats del Garraf: la màquia d'arboç amb fragments d'alzinar, la garriga, la brolla calcícola, la màquia litoral i les pinedes de pi blanc. S'han estudiat els efectes dels incendis recurrents dels anys 1982 i 1994, comparant els resultats obtinguts amb àrees testimoni, que corresponen a les no afectades per cap d'aquests dos focs.

Treball de camp

Establiment de les parcel·les de seguiment de la regeneració

A partir de l'anàlisi del mapa de vegetació que es va fer dos anys després de l'incendi de 1994 per Riera (1997), es procedí a la tria de l'emplaçament de les parcel·les de seguiment de la vegetació, primera fase en què es tingueren en compte dos criteris bàsics. Primerament es buscaren els indrets més representatius de cada comunitat estudiada, i després, un cop delimitades aquestes àrees, la localització de les parcel·les es feia de tal manera que s'estudiés una història de focs diferent en cada cas (zones sense cremar i àrees afectades pel foc de 1982 o pel de 1994). El total de parcel·les marcades fou de 27 (taula 1).

Un cop escollida la localització de cada parcel·la, es procedí al seu replantejament i marcatge sobre el terreny. En el cas de superfícies forestals arbrades, ha estat emprada la metodologia usada pel CREAM en la realització de l'inventari forestal de Catalunya (parcel·les circulars de 10 m de radi, amb una superfície total de 314 m²). Davant de comunitats arbustives, s'han marcat parcel·les quadrades de 10 m de costat, amb una superfície total de 100 m².

Presa de dades

Les dades controlades a les parcel·les marcades són: a) realització de l'inventari florístic segons la metodologia proposada per Braun Blanquet (1979); b) elaboració de dos transectes coincidint amb les diagonals de les par-

cel·les on s'anoten les espècies interceptades i la longitud de la intercepció, per tal de calcular el percentatge de recobriment per espècie; c) marcatge dels individus de les espècies principals de la comunitat i mesura de la seva alçada, diàmetre basal màxim i projecció horitzontal, i d) compteig de la regeneració arbustiva i arbòria en els transectes efectuats agafant una àrea d'amplada d'1 m i longitud fixada per la del transecte. La presa de dades s'inicià el 1996, i s'ha continuat amb una periodicitat marcada pel tipus de comunitat vegetal i la història de foc (taula 2).

Tractament de les dades

Estudi específic dels inventaris fets durant el 1996

Els inventaris fets per a la realització del mapa de vegetació de 1996 (Riera, 1997) han estat classificats en tres grups en funció de la seva història d'incendis (àrees no afectades pels focs estudiats, zones cremades el 1982 o el 1994). Un cop classificats, es procedí al càlcul de les mitjanes dels paràmetres estructurals principals de cada unitat de vegetació: a) nombre d'espècies, b) recobriment total (%), i c) alçada (m) i recobriment (%) dels estrats arbòri, arbusti i herbaci. Quant a les espècies, es calcularen el grau de presència i el valor mitjà de cobertura de cadascuna (Braun Blanquet, 1979).

Per a l'estudi de les dades de les parcel·les de seguiment

En cadascuna de les parcel·les estudiades es calculen les mitjanes de les variables mesurades (alçada, diàmetre basal màxim i projecció) per a cada espècie controlada. Els valors obtinguts es comparen dins la mateixa espècie entre la història de focs considerada. En aquelles parcel·les de què ja

Taula 1. Descripció i localització de les vint-i-set parcel·les de seguiment marcades al Parc Natural del Garraf el 1996. Per a la seva localització es donen les coordenades UTM a escala 1:5.000.

Número de parcel·la	Coordenades UTM		Localització	Unitat de vegetació
	X	Y		
20	—	—	Olesa de Bonesvalls	Restes d'alzinar amb roures
13	406.000	4.569.500	Fondo del Tro	Màquia d'arboç i fragments d'alzinar cremats el 1982
27	412.150	4.574.500	La Desfeta	Màquia d'arboç i fragments d'alzinar cremats el 1982
4	407.650	4.570.750	Fondo del Salt	Màquia d'arboç i fragments d'alzinar cremats el 1994
12	409.000	4.573.400	Riera de la Morella	Màquia d'arboç i fragments d'alzinar cremats el 1994
14	412.500	4.574.400	Castell de Bruguers	Màquia i brolla silicícola cremada el 1982
23	401.600	4.568.450	Coll de la Fita	Brolla calcícola no cremada el 1982 ni el 1994
24	402.900	4.569.250	Can Maiol	Brolla calcícola no cremada el 1982 ni el 1994
17	410.500	4.574.000	Coll Sostrell	Brolla calcícola cremada el 1982
28	411.600	4.574.075	Camp de tir (Sitges)	Brolla calcícola cremada el 1982
5	406.350	4.570.800	Coll de Farigola	Brolla calcícola cremada el 1994
15	409.500	4.570.000	La Pleta	Garriga cremada el 1982
6	408.450	4.570.950	Pla de Querol	Garriga cremada el 1994
16	407.500	4.571.000	Creueta dels Aragalls	Garriga cremada el 1994
21	404.225	4.572.650	Corral Nou	Garriga cremada el 1994
25	409.200	4.570.600	Puig d'en Vinyals	Garriga cremada el 1998
18	406.250	4.568.500	Campdàsens	Restes de màquia litoral no cremada
19	410.000	4.570.000	Pic del Martell	Restes de màquia litoral cremada el 1982
26	406.000	4.570.500	Coll de Vallgrassa	Restes de màquia litoral cremada el 1994
2	401.000	4.573.350	Mas Vendrell	Pineda de pi blanc no cremada sobre brolla calcícola
3	400.850	4.575.600	Mas Vendrell	Pineda de pi blanc no cremada sobre brolla calcícola
9	403.050	4.576.000	Corral de l'Esquerrà	Pineda de pi blanc cremada el 1982 sobre brolla calcícola
22	402.400	4.571.000	Jafre	Pineda de pi blanc cremada el 1982 sobre brolla calcícola
1	407.500	4.573.600	Vall del Teix	Pineda de pi blanc cremada el 1994 sobre prats secs
7	405.400	4.567.150	Zona de Ca l'Amell	Pineda de pi blanc cremada el 1994 sobre màquia litoral
8	401.140	4.572.300	Quatre Camins	Pineda de pi blanc cremada el 1994 sobre prats secs
10	405.000	4.572.500	Ernot d'en Potasis	Pineda jove de pi blanc cremada el 1994

Taula 2. Dates de la presa de dades efectuada a les parcel·les de seguiment marcades al Parc Natural del Garraf després de l'incendi de 1994.

Història d'incendis de la parcel·la	Periodicitat del control	Èpoques de control
Àrea no afectada pels incendis de 1982 ni 1994	Cada cinc anys	1996
Àrea cremada el 1982	Cada dos anys	1996,1998
Àrea cremada el 1994	Anual fins al cap de cinc anys després del foc	1996, 1997, 1998, 1999

es disposa de dades de diferents anys, es fa una anàlisi dels canvis observats pel que fa a recobriment i a creixement de les espècies, posant un èmfasi especial en les zones cremades el 1994, que és on s'observen els canvis més importants.

Resultats

Màquia d'arboç i fragments d'alzinar en terrenys calcaris (Viburno-Quercetum ilicis arbutetosum)

L'alteració de l'alzinar present al Garraf ens condueix a una bosquina densa en què l'estrat arbori està molt esclarrissat (amb un percentatge de recobriment inferior al 10%), fet que afavoreix que la comunitat prengui aspecte de màquia, amb un domini d'Arbutus unedo (5% de recobriment a les àrees testimoni) i d'altres espècies com ara Phillyrea latifolia (6%), Pistacia lentiscus (8%), Quercus coccifera (5%) i altres pròpies de les brolles (Rosmarinus officinalis, Cistus sp. i Erica multiflora).

La capacitat de regeneració per rebrotada de la majoria de les espècies presents facilita que el percentatge total de recobriment es recuperi en tres o quatre anys, a causa, generalment, del recobriment de quatre espècies: Q. coccifera i A. unedo a l'estrat arbustiu (amb un percentatge de recobriment dos anys després del foc de 1994 del 5 i el 10% respectivament), i Ampelodesmos mauritanica i Brachypodium retusum a l'estrat herbaci (amb un percentatge de recobriment dos anys després del foc del 30 i el 25% respectivament).

La regeneració de la vegetació comportarà un augment important de l'estrat arbustiu (arriba al 76% de recobriment passats catorze anys del foc) i, per contra, una disminució de l'estrat herbaci (que s'estableix en un 34% passats catorze anys del foc; taula 3 i figura 1).

Pel que fa a l'estudi de les espècies en funció de la recurrència del foc, es posen de manifest dos fets importants. D'una banda, un grup d'espècies incrementen el percentatge de recobriment a les àrees amb recurrència d'incendis, com passa amb A. unedo i Q. coccifera. D'altra banda, espècies més lligades a les característiques pròpies d'un bosc, com ara Rhamnus alaternus, Ruscus

aculeatus i Viburnum tinus, desapareixen o esdevenen rares.

Garriga (Quercetum cocciferae)

La garriga es presenta al Garraf com una comunitat baixa (rarament supera l'1,5 m), densa (amb un recobriment total del 100%) i dominada per Q. coccifera. El nombre d'espècies és baix, inferior a vint, a conseqüència de l'elevat recobriment i densitat de les mates de Q. coccifera, característica que dificulta el desenvolupament d'altres espècies al seu interior. A l'estrat arbustiu i lianoide, les espècies que prenen més protagonisme, junt amb Q. coccifera (que arriba al 70% de recobriment catorze anys després del foc), són Smilax aspera i P. lentiscus, totes dues amb un 5% de recobriment catorze anys després de l'incendi de 1982.

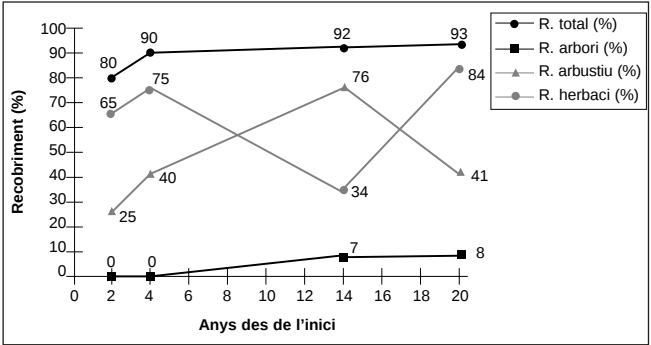


Figura 1. Comparació del percentatge de recobriment (%) dels estrats de vegetació de la màquia d'arboç i fragments d'alzinar en terrenys calcaris tenint en compte el temps transcorregut des del foc. Les dades provenen dels valors mitjans dels inventaris fets al massís del Garraf la primavera de 1996 (Riera, 1997).

La garriga es presenta com una comunitat amb una elevada resiliència, característica que facilita la ràpida recuperació d'aquestes zones després del foc. Això fa que les diferències entre les garrigues cremades el 1994 (vint-i-quatre mesos després del foc) i les cremades el 1982 (catorze anys després del foc) siguin poc importants, ja que els recobriments arbustiu i total recuperen el

Taula 3. Característiques dels inventaris fets al Parc Natural del Garraf en zones classificades com a alzinars esclarrissats (Viburno-Quercetum ilicis arbutetosum) no cremats, cremats el 1982 o cremats el 1994.

Paràmetres	Interval dels valors			Valors mitjans			Coeficient de variació (%)		
	Testimoni	Foc 82	Foc 94	Testimoni	Foc 82	Foc 94	Testimoni	Foc 82	Foc 94
Inventaris fets				5					
Nombre d'espècies	(24, 28)	(13, 32)	(18, 30)	26	22	24	7,9	27,0	17,2
Recobriment total (%)	(75, 100)	(80, 100)	(45, 95)	93%	92%	80%	13,1	8,2	19,6
Recobriment arbori (%)	(0, 15)	(0, 15)	–	8%	7%	–	78,4	79,2	–
Alçada estrat arbori (m)	(2, 10)	(3, 10)	–	4,8	4,3	–	96,0	29,6	–
Recobriment arbustiu (%)	(25, 65)	(20, 100)	(10, 50)	41%	76%	25%	45,6	36,4	60,6
Alçada estrat arbustiu (m)	(0,6, 2,5)	(0,5, 2,5)	(0,4, 2)	1,1	1,7	1,5	53,0	16,8	100,4
Recobriment herbaci (%)	(50, 100)	(10, 80)	(30, 90)	84%	34%	65%	24,1	91,1	29,4
Alçada recobr. herbaci (m)	(0,3, 1,1)	(0,3, 1,2)	(0,2, 1,2)	0,6	0,8	0,6	37,0	47,2	37,0

Taula 4. Característiques dels inventaris fets al Parc Natural del Garraf en zones classificades com a garrigues (*Quercetum cocciferae*) afectades per l’incendi de 1982 i cremades de nou el 1994.

Paràmetres	Interval dels valors		Valors mitjans		Coeficient de variació (%)	
	Foc 82	Foc 94	Foc 82	Foc 94	Foc 82	Foc 94
Inventaris fets			12	7		
Nombre d’espècies	(12, 28)	(12, 20)	19	15	27,9	17,2
Recobriment total (%)	(80, 100)	(55, 95)	95%	80%	8,1	22,2
Recobriment arbustiu (%)	(40, 90)	(50, 85)	80%	70%	23,5	21,5
Alçada estrat arbustiu (m)	(0,6, 2)	(0,2, 0,8)	1 m	0,7 m	34,7	17,8
Recobriment herbaci (%)	(40, 95)	(20, 85)	80%	50%	33,5	61,8
Alçada recobriment herbaci (m)	(0,3, 0,8)	(0,2, 0,8)	0,4 m	0,4 m	21,6	37,5

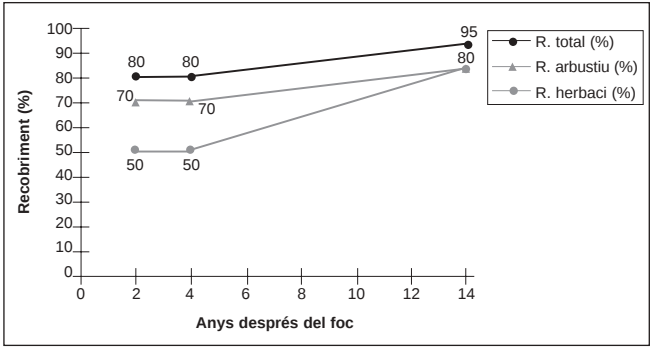


Figura 2. Comparació del percentatge de recobriment (%) dels estrats de vegetació de la garriga tenint en compte el temps transcorregut des del foc. Les dades provenen dels valors mitjans dels inventaris fets al massís del Garraf la primavera de 1996 (Riera, 1997).

85% del seu valor inicial en aquest període de temps. L’estrat herbaci evoluciona de manera similar a causa, quasi exclusivament, de la regeneració de *B. retusum* (taula 4 i figura 2).

Un estudi més detallat de la composició de la garriga posa de manifest la ràpida recuperació de *Q. coccifera* i *B. retusum*. D’una banda, el primer arriba, al cap de vint-i-quatre mesos, a un 60% de recobriment (el 90% del valor que té a les garrigues madures de catorze anys) i, de l’altra, *B. retusum* presenta un 45% de recobriment passats dos anys del foc (un 60% respecte al valor que presenten les garrigues de catorze anys). En canvi, espècies com ara *Cistus* sp., *Pinus halepensis*, *Rosmarinus officinalis* i *Thymus vulgaris* tendeixen a desaparèixer com a conseqüència de l’incendi forestal, ja que són espècies germinadores i es troben amb la dificultat afegida d’haver de germinar sota les mates denses de *Q. coccifera*.

Brolla calcícola (*Erico-Thymelaeetum tinctoriae*)

La brolla calcícola es presenta al Garraf com un matollar més esclarissat (amb recobriments del 60 al 90%) que no sol superar el metre d’alçada i on dominen *Q. coccifera* (amb un 8% de recobriment a les àrees testimoni), *P. lentiscus* (5%), *E. multiflora* (3%), *Globularia alypum* (3%) i *R. officinalis* (3%). Es tracta d’una comunitat arbustiva amb una important diversitat d’espècies subarbusives i que, a vegades, presenta un estrat arbori de *P. halepensis* (8%).

Els incendis forestals recurrents han fet que les espècies pròpies de l’ordre *Quercetalia ilicis* augmentin la seva presència en aquesta comunitat, aspecte bàsicament relacionat amb la diferent estratègia de regeneració de

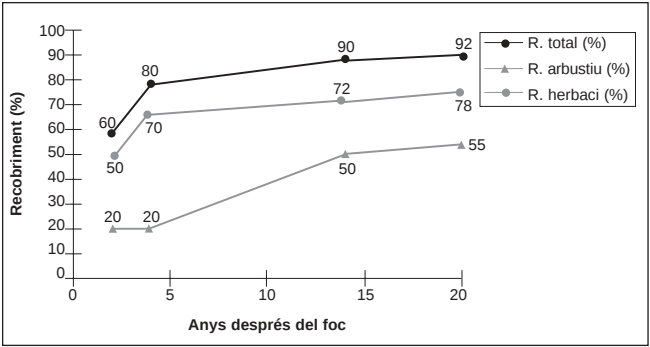


Figura 3. Comparació del percentatge de recobriment (%) dels estrats de vegetació de la brolla calcícola tenint en compte el temps transcorregut des del foc. Les dades provenen dels valors mitjans dels inventaris fets al massís del Garraf la primavera de 1996 (Riera, 1997).

les dues comunitats, atès que moltes de les espècies principals de la brolla es regeneren per germinació, mentre que les de la garriga o de l’alzinar solen fer-ho per rebrotada. L’estratègia de la germinació provoca, comparada amb la rebrotadora, un retard en la regeneració que dificulta la recuperació de la comunitat. Les dades obtingudes així ho demostren: el recobriment total de les brolles de catorze anys és del 90%, mentre que a les de dos anys tan sols s’arriba al 60%, essent l’estrat arbustiu el més danyat, ja que en dos anys només és del 20%, davant el 55% de les brolles marcades com a testimoni (taula 5 i figura 3).

En canvi, l’estrat herbaci es recupera amb més rapidesa, i al cap de dos anys ja presenta un valor del 50%, aspecte relacionat amb la capacitat de regeneració postincendi de les dues espècies dominants d’aquest estrat, *B. retusum* (33% al cap de vint-i-quatre mesos) i *A. mauritanica* (10%). També s’observa una aparició d’espècies arvenses a les àrees cremades recentment, dels gèneres *Cirsium* i *Senecio*.

Si estudiem amb més detall les variacions que es produeixen a l’estrat arbustiu, veurem que *Q. coccifera* augmenta el seu percentatge de recobriment a les àrees cremades (passa del 8% de les àrees testimoni al 10% de les àrees cremades fa dos anys i al 18% de les cremades en fa catorze). Un altre grup d’espècies, representades per *P. lentiscus*, *E. multiflora* i *R. officinalis*, recupera a la llarga (de deu a catorze anys) el seu desenvolupament inicial. En canvi, les espècies com ara *P. halepensis*, *Bupleurum fruticosens*, *Rhamnus lycioides*, *R. alaternus* i *Fumana* sp. tendeixen a desaparèixer o a disminuir a les àrees cremades amb recurrència.

Taula 5. Característiques dels inventaris fets al Parc Natural del Garraf en zones classificades com a brolles calcícoles (*Erico-Thymelaetum tinctoriae*) no cremades, afectades pel foc de 1982 o pel de 1994.

Paràmetres	Interval dels valors			Valors mitjans			Coeficient de variació (%)		
	Testimoni	Foc 82	Foc 94	Testimoni	Foc 82	Foc 94	Testimoni	Foc 82	Foc 94
Inventaris fets				6	28	25			
Nombre d'espècies	(23, 29)	(12, 40)	(12, 34)	26	21	22	8,4	26,7	25,2
Recobriment total (%)	(80, 100)	(60, 100)	(30, 95)	92%	90%	60%	8,2	10,4	28,3
Recobriment arbustiu (%)	(20, 80)	(20, 90)	(10, 60)	55%	50%	20%	38,0	45,0	68,0
Alçada estrat arbustiu (m)	(0,4, 2)	(0,4, 2)	(0,2, 2)	0,9	1 m	0,7 m	45,1	34,0	35,3
Recobriment herbaci (%)	(40, 100)	(10, 100)	(15, 80)	78%	72%	50%	25,4	35,9	39,6
Alçada recobr. herbaci (m)	(0,2, 0,7)	(0,2, 1,3)	(0,2, 0,8)	0,4	0,5 m	0,4 m	29,1	44,6	31,0

Màquia litoral (*Quercu-Lentiscetum*)

La màquia litoral present al Garraf es mostra en un important estat de degradació, prenent un aspecte similar al de la garriga però amb tendència a assolir més alçada i amb espècies característiques de la comunitat, com ara *Chamaerops humilis*, *R. lycioides* i *Olea europaea* var. *sylvestris*. Tanmateix, les espècies dominants i les que configuren la fisonomia de la comunitat són *Q. coccifera* i *P. lentiscus*, barrejades en proporcions variables.

La dominància de les espècies rebrotadores facilita la recuperació del percentatge de recobriment total després d'un foc: passats vint-i-quatre mesos aquest valor ja ha recuperat un 70% del valor inicial i se situa en un 62%. Tanmateix, aquest recobriment inicial està relacionat amb una expansió de l'estrat herbaci, ja que l'estrat arbustiu es recupera amb més lentitud i, del 68% que té a les àrees testimoni, passa a un 22% a les àrees cremades fa dos anys. En canvi, al cap de catorze anys els valors són similars al testimoni i la comunitat sembla haver-se estabilitzat (taula 6 i figura 4).

Fixem-nos ara amb les diferències entre les espècies que formen part de la màquia litoral. Es posa de manifest, tal com succeïa a les comunitats anteriors, que *Q. coccifera* (amb un recobriment mitjà del 17% a les àrees testimoni) i *P. lentiscus* (5%) recuperen el 100% del seu percentatge de recobriment al cap de vint-i-quatre mesos, mentre que *C. humilis* (3%) i *E. multiflora* (2%) també presenten una recuperació ràpida però amb poc desenvolupament horitzontal els primers anys.

Les espècies que semblen més afectades per la recurrència del foc són *R. alaternus*, *R. lycioides*, *B. frutescens*, *R. officinalis* i *P. halepensis*. Una espècie que mereix una atenció especial és *Juniperus phoenicea*, espècie que era comuna a tot el Garraf i que ara es veu limitada a les àrees no cremades, atès que la seva regeneració sol ser molt difícil en àrees amb una recurrència d'incendis inferior als vint

o vint-i-cinc anys. A l'estrat herbaci, la ràpida recuperació d'*A. mauritanica* i de *B. retusum* en possibiliten l'establiment, sobretot la primera, que mostra un percentatge de recobriment superior a les àrees cremades el 1982 o el 1994 (10%) respecte a les testimoni (2%).

Pinedes de pi blanc (*Pinus halepensis*) sobre brolles i/o prats calcícoles

Les pinedes del massís del Garraf són, bàsicament, brolles calcícoles i prats xeròfils amb un estrat arbori de *P. halepensis*. La majoria d'aquestes pinedes són boscos secundaris resultants de la propagació dels pins per acció antròpica i, per aquest motiu, es localitzen preferentment en feixes abandonades. En aquesta unitat de vegetació, que algunes vegades amaga una fase de l'etapa de la successió reconstitutiva de l'alzinar, hem agrupat totes les pinedes que presenten un estrat arbori ben definit i constituït, diferenciant entre pinedes joves (d'edat inferior als vint o vint-i-cinc anys i que corresponen a pinedes regenerades després del foc de 1982) i pinedes adultes (de més de vint o

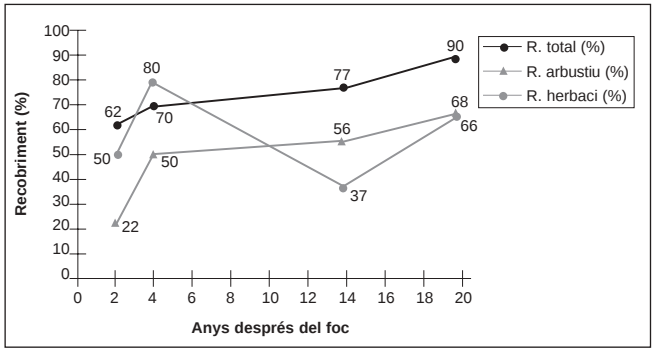


Figura 4. Comparació del percentatge de recobriment (%) dels estrats de vegetació de la màquia litoral tenint en compte el temps transcorregut des del foc. Les dades provenen dels valors mitjans dels inventaris fets al massís del Garraf la primavera de 1996 (Riera, 1997).

Taula 6. Característiques dels inventaris fets al Parc Natural del Garraf en zones classificades com a màquia litoral (*Quercu-Lentiscetum*) no cremada, cremada el 1982 o cremada el 1994.

Paràmetres	Interval dels valors			Valors mitjans			Coeficient de variació (%)		
	Testimoni	Foc 82	Foc 94	Testimoni	Foc 82	Foc 94	Testimoni	Foc 82	Foc 94
Inventaris fets				5	4	16			
Nombre d'espècies	(20, 26)	(18, 23)	(10, 35)	23	20	19	11,1	10,8	36,2
Recobriment total (%)	(80, 100)	(79, 90)	(20, 80)	90%	77%	62%	9,7	9,0	38,8
Recobriment arbustiu (%)	(40, 90)	(30, 80)	(5, 60)	68%	56%	22%	25,3	34,3	65,2
Alçada estrat arbustiu (m)	(0,8, 2)	(0,4, 1,2)	(0,5, 1,2)	1,2	0,8 m	0,7 m	28,5	35,3	24,5
Recobriment herbaci (%)	(40, 90)	(10, 60)	(10, 90)	66%	37%	50%	26,2	84,2	49,9
Alçada recobr. herbaci (m)	(0,2, 1,2)	(0,2, 1,2)	(0,2, 1,2)	0,5	0,6 m	0,5 m	47,5	10,7	36,2

vint-i-cinc anys i no afectades pels incendis de 1982 o 1994).

Passats catorze anys des del foc, el recobriment de l'estrat arbori de les pinedes s'ha recuperat (arriba a valors del 63%), i fins i tot és una mica superior a la mitjana del valor de les pinedes adultes, aspecte relacionat amb una major compacitat de l'estrat arbori per no haver-se produït encara la selecció dels peus regenerats. L'alçada d'aquest estrat, però, encara mostra grans diferències entre les àrees testimoni (8,5 m) i les zones cremades fa catorze anys (2 m).

Alhora es produeix la recuperació dels estrats arbustiu i herbaci. El primer mostra un increment (passa del 37% de les pinedes adultes al 51% a les pinedes joves) relacionat amb un primer major desenvolupament com a conseqüència de l'obertura de la comunitat, i el segon se situa entorn del 60% a totes dues àrees comparades (taula 7 i figura 5).

Tal com hem vist fins ara, hi ha un grup d'espècies, entre les quals destaquen *P. lentiscus* i *Q. coccifera*, que es recuperen de forma ràpida, especialment *Q. coccifera*, que incrementa el seu recobriment després del foc (passa del 2% de les pinedes no cremades al 7% de les zones cremades). Succeeix el mateix, tot i que amb una menor expansió, en certes germinadores que aprofiten l'obertura de la comunitat, com ara *G. alypum* (passa de l'1 al 4% de recobriment per efecte del foc) i *R. officinalis* (puja de l'1 al 3%), o en algunes rebrotadores com ara *Dorycnium* sp. (de l'1 al 5%) i *E. multiflora* (del 2 al 4%). A l'estrat herbaci destaquen, pel grau de recobriment, *A. mauritanica* (10% a totes dues àrees diferenciades) i *B. retusum* (que multiplica per dos el seu recobriment i passa del 17 al 33%). Mentre que entre les espècies que es veuen perjudicades pel foc hi ha *J. phoenicea*, *R. alaternus* i *R. lycioides*.

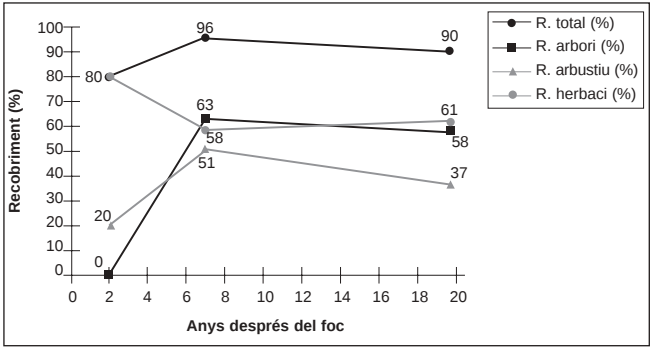


Figura 5. Comparació del percentatge de recobriment (%) dels estrats de vegetació de les pinedes de pi blanc (*Pinus halepensis*) tenint en compte el temps transcorregut des del foc. Les dades provenen dels valors mitjans dels inventaris fets al massís del Garraf la primavera de 1996 (Riera, 1997).

Taula 7. Característiques dels inventaris fets al Parc Natural del Garraf en pinedes de pi blanc no cremades i afectades per l'incendi de 1982.

Paràmetres	Interval dels valors		Valors mitjans		Coeficient de variació (%)	
	Testimoni	Foc 82	Testimoni	Foc 82	Testimoni	Foc 82
Inventaris fets				21		10
Nombre d'espècies	(14, 34)	(11, 31)	23	20	25,4	31,5
Recobriment total (%)	(60, 100)	(80, 100)	90%	96%	12,3	5,7
Recobriment arbori (%)	(10, 90)	(10, 90)	58%	63%	34,3	50,7
Alçada estrat arbori (m)	(3, 14)	(1, 4)	8,5 m	2 m	29,8	41,5
Recobriment arbustiu (%)	(5, 100)	(30, 100)	37%	51%	77,6	42,2
Alçada estrat arbustiu (m)	(0,4, 3)	(0,5, 2)	1,2 m	1,1 m	31,3	34,8
Recobriment herbaci (%)	(10, 100)	(10, 100)	61%	58%	50,9	47,5
Alçada recobriment herbaci (m)	(0,2, 1,2)	(0,2, 1,1)	0,5 m	0,5 m	49,5	55,0

Discussió i conclusions

Dinàmica de la regeneració de la màquia d’arboç i fragments d’alzinar en terrenys calcaris després d’un foc

La regeneració de la màquia d’arboç amb fragments d’alzinar del Garraf és un clar exemple d’autosuccessió, atès que la majoria de les espècies presents presenten capacitat per rebrotar, sien arbustos (*A. unedo*, *P. latifolia*, *P. lentiscus*, *Q. coccifera* i *Daphne gnidium*), lianes (*S. aspera* i *Lonicera implexa*) o herbàcies (*B. retusum* i *A. mauritanica*). Durant els primers anys (de cinc a deu) es desenvolupa una vegetació baixa (d’1,5 a 2 m d'alçada) dominada per *Quercus ilex* (amb un recobriment del 4%), *A. unedo* (12%), *P. lentiscus* (3%), *P. latifolia* (1%), *S. aspera* (1%) i *L. implexa* (1%), espècies que presenten percentatges de rebrotada importants, generalment superiors al 80% (Ferran *et al.*, 1991; Trabaud, 1992; Gràcia i Sabaté, 1996) i que, per tant, experimenten poca reducció demogràfica per efecte del foc. Tanmateix, en una primera fase es produeix una entrada i, per tant, un increment, d'espècies heliòfiles com ara *Q. coccifera* (10%), *R. officinalis* (1%) i *A. mauritanica* (20%).

Tot i que aquesta comunitat presenta una resiliència important davant el foc (*Q. ilex* i *P. latifolia* resisteixen bé els incendis encara que tinguin una freqüència de tres anys) (Trabaud, 1992), el fenomen de la recurrència té com a conseqüència una obertura de la comunitat, una pèrdua de les condicions relacionades amb l'estructura més pròpia d'un bosc, i un canvi de dominància d'espècies, encapçalades ara per *Q. coccifera*, *A. unedo* i *A. mauritanica*. Caldrà fer, si es vol aconseguir una evolució cap a la situació d'origen, alguna intervenció dirigida a afavorir el desenvolupament de *Q. ilex* i d'altres espècies associades a l'alzinar.

Dinàmica de la regeneració de la garriga després d’un foc

La regeneració de les garrigues després d'un foc també és un procés d'autosuccessió, ja que la major part de les seves espècies tenen capacitat de regenerar-se per rebrotada. Seran els arbustos germinadors els més afectats per la pertorbació, tal com succeeix amb els *Cistus* sp. o amb el *R. officinalis*.

La recuperació de la garriga serà molt ràpida, i al Garraf es pot completar en tres o quatre anys, tal com ja s'apuntava als treballs de Morey i Trabaud (1988) i Papió (1994). En aquest sentit, *Q. coccifera* presenta una extraordinària capacitat de regeneració, emetent rebrots des de di-

versos punts del seu estès sistema radicular durant un llarg període de temps, que pot arribar a ser de divuit mesos (Papió, 1994). A més, aquesta espècie presenta dos importants avantatges. D'una banda, la seva rebrotada no es veu afectada pels incendis recurrents (encara que es donin amb una periodicitat de dos anys) i, per l'altra, té una rebrotada independent de les condicions hídriques del sòl (Traubaud, 1992). En canvi, *P. lentiscus* i *D. gnidium*, tot i que rebrotin amb rapidesa i vigor, perden aquesta capacitat al cap de sis mesos i presenten un creixement amb més tendència vertical.

L'alta capacitat de resposta de la garriga després del foc fa que s'observi al Garraf una expansió d'un estat simplificat d'aquesta comunitat, amb un retrocés de les àrees ocupades per les brolles o la màquia litoral. Si més no, cal posar de manifest l'increment de la presència de *Q. coccifera* en altres comunitats estudiades.

Dinàmica de la regeneració de la brolla calcícola després d'un foc

A les brolles calcícoles del Garraf reapareix, després d'un foc, bàsicament la mateixa vegetació, i són considerades comunitats resilients a causa de la presència d'espècies rebrotadores. Entre aquestes espècies, *Q. coccifera* (10% al cap de vint-i-quatre mesos del foc), *P. lentiscus* (5%) i *D. pentaphyllum* (1%) recobreixen ràpidament una important superfície després del foc, amb un creixement afavorit per les condicions de més insolació i un elevat percentatge de rebrotada. En canvi, *E. multiflora* (2%) i *G. alypum* (2%) contribueixen de forma poc important al recobriment total, aspecte relacionat amb la petita àrea foliar dels seus rebrots.

L'aparició de dos dels germinadors que poden arribar a ser dominants a la comunitat, *R. officinalis* (3% passats catorze anys del foc) i *Cistus* sp. (1%) no es produeix fins més tard atès que recuperen l'espai perdut amb força més lentitud. Quan els incendis esdevenen reiterats, s'estableix una situació de cicles curts en els quals la composició de la comunitat es modifica poc i no ultrapassa un cert estadi de maduresa, presentant una estructura simplificada en què dominen *Q. coccifera* i *A. mauritanica* (10% passats vint-i-quatre mesos i 12% al cap de catorze anys).

En aquestes condicions, l'estrat arbori de *P. halepensis* rarament presenta una bona recuperació, efecte que sol estar relacionat amb una manca de llavors en arbres joves que possibiliti la regeneració de l'espècie.

Dinàmica de la regeneració de la màquia litoral després d'un foc

La màquia litoral ha estat, i és, una comunitat molt afectada per l'acció antròpica, i cal destacar en primer pla l'efecte dels incendis forestals. Tot i que la comunitat està dominada per espècies rebrotadores, es fa difícil trobar-ne restes més o menys conservades dins el Parc Natural del Garraf, i potser les àrees més pures són a l'àrea d'Olivella i Olesa, fora del Parc.

El problema sembla estar relacionat amb el fet que el desenvolupament dels rebrots d'espècies com ara *C. humilis*, *O. europaea* i *R. lycioides*, presenta una expansió inicial reduïda, i intervé d'una manera poc important en el recobriment total de la comunitat. Això permet que hi entrin altres espècies no tan pròpies de la comunitat, principalment encapçalades per les germinadores més pròpies de la bro-

lla. Així, s'observen increments de presència i recobriment d'espècies com ara *A. mauritanica*, *Cistus* sp., *Dorycnium* sp. o *D. gnidium*, o altres herbàcies com ara *Centaurea liliifolia* o *Coris monspeliensis*, a més de la comentada expansió de *Q. coccifera*. Alhora, dues espècies com ara *R. alaternus* i *Clematis flammula* perden representació com a resposta directa a l'obertura de la comunitat. La dinàmica actual d'incendis afavoreix aquesta situació i sembla incorporar una homogeneïtzació al paisatge vegetal.

Dinàmica de la regeneració de les pinedes després d'un foc

Regeneració de les pinedes joves (de menys de 20-25 anys)

La manca de llavors a les pinedes joves cremades impedeix, a la majoria dels casos, la seva regeneració completa, i mena a un canvi de comunitat de vegetació, en què prenen protagonisme les espècies rebrotadores i les herbàcies anuals. Cap als deu anys del foc, s'instal·larà una comunitat dominada per la vegetació arbustiva present abans del foc, amb un important desenvolupament vertical i una acumulació de biomassa.

A partir d'aquest moment, el cicle de regeneració està fortament condicionat pel règim de pertorbació a què es veu sotmesa la vegetació. Segons la seva freqüència, l'evolució de la comunitat sempre es veu interrompuda en un mateix estadi, tot i que es poden anar generant canvis en la densitat de les espècies, sia per un afavoriment de les rebrotadores o de les germinadores. Per tant, si no és que es produeix una aportació externa de llavor, no es produirà la regeneració de l'antiga pineda.

Les àrees classificades com a pinedes joves, és a dir, les que es trobaven en regeneració després de l'incendi de l'any 1982, s'han vist molt afectades pel foc forestal de 1994. La majoria d'aquestes pinedes (un 60% de les inventariades) presenten densitats molt altes (des de 6.000 fins a 40.000 peus/ha) i una distribució diametral dominada per l'interval de diàmetres de 2-3 cm. Aquesta alta densitat té un marcat efecte sobre el creixement dels pins, molt baix, a més de presentar associat un risc d'incendi important, a causa de l'acumulació de combustible i de la continuïtat horitzontal i vertical que presenten. Per tant, en aquestes àrees és convenient fer aclarides, eliminant els peus dominats, els torts i els que no presentin un bon estat sanitari. Una proposta raonable seria arribar a una densitat final de 2.000-3.000 peus/ha mitjançant aclarides fetes cada quinze o vint anys, d'intensitat variable en funció dels valors de densitat de partida. En aquest sentit, dins els programes de gestió del Parc ja s'han dut a terme aclarides a les vores de les pistes forestals, en el marc dels plans de prevenció d'incendis. Es preveu continuar en aquesta línia, tot i que cal considerar l'elevat cost de l'extensió d'aquesta pràctica a grans superfícies.

Per afavorir la regeneració de les pinedes joves s'ha mostrat efectiva la sembra aèria amb llavors de pi blanc, sempre que es faci en sòls receptius a la llavor i immediatament després del foc, quan el recobriment herbaci és pràcticament nul, com demostren els primers resultats observats (Castell i Castelló, 1996). Tot i que és necessari continuar amb el seguiment de les àrees tractades amb aquesta tècnica, sembla que podria ser aplicable de forma extensiva en les àrees afectades per incendis on la mala regeneració de *P. halepensis* és deguda a la manca de llavor,

atesos els reduïts costos d'aquesta tècnica enfront de les tècniques de repoblació clàssiques.

Regeneració de les pinedes adultes (de més de 20-25 anys)

La regeneració de les pinedes adultes afectades només per un foc (el de 1982 o el de 1994) es pot considerar bona. En el cas de la darrera pertorbació, es pot concloure que pràcticament la totalitat de les pinedes adultes que es van cremar estan en procés de regeneració. A tall d'exemple, dels divuit inventaris fets en aquestes àrees, el 72% presenten una regeneració suficient o densa (superior a les 1.200 plàntules/ha), i només és nul·la a l'11%.

Tanmateix, les extenses superfícies cremades i l'elevada coincidència de les zones afectades han impedit la regeneració natural a moltes d'aquestes àrees, ja que gran part de les pinedes cremades el 1982 s'han tornat a veure afectades el 1994, sense disposar de temps per produir noves llavors. Tot i així, en certes àrees afectades pels dos incendis s'ha observat germinació, sempre en emplaçaments amb sòl ben desenvolupat, on es localitzen els exemplars de pi de mida més gran. En general, però, les llavors produïdes pels pins de dotze anys no eren fèrtils, per la qual cosa la regeneració natural ha estat pràcticament nul·la.

La germinació de *P. halepensis* es dona quasi exclusivament a la primavera següent després d'un foc d'estiu (al cap de set o vuit mesos del foc). Si, tal com passà el 1994, l'incendi és a la primavera, la germinació es produirà després de les primeres pluges de la tardor. Alhora s'inicia l'emissió de rebrots de les espècies rebrotadores i la germinació de les herbàcies.

Durant el primer any es dona una elevada mortalitat de plançons, que pot arribar a ser del 30 o 40% quan l'eixut de l'estiu és accentuat. Els plançons que superen aquesta edat comencen a ramificar-se. Durant el segon any, la mortalitat esdevé molt menys important, i està relacionada amb la caiguda dels arbres cremats, el trepig o el pastoreig. De mica en mica, els plançons van assolint estadis de desenvolupament més avançats i mostren les primeres fulles adultes.

Al cap de vuit anys, els pins regenerats sobresurten de la vegetació arbustiva i continuen creixent en alçada, seguint una relació lineal amb l'edat. No és fins els quinze o vint anys que apareixen les primeres pinyes. En regeneracions denses, comença també a aquesta edat la competència entre individus i, més endavant, la selecció dels peus més ben desenvolupats. Si es produeixen nous incendis dins el període que separa aquestes fases comentades, la pineda desapareixerà, si no és que es dona una aportació externa de llavors.

A les pinedes cremades en regeneració és recomanable prendre certes mesures de gestió per tal d'assegurar-ne la recuperació. Una d'aquestes mesures és limitar durant els primers anys determinades pràctiques com ara el pasturatge. Així mateix, cal planificar un seguiment de les pinedes en regeneració, fent una atenció especial a la competència que pot exercir l'estrat herbaci i a la necessitat de complementar la regeneració natural amb repoblacions quan la densitat de plàntules sigui inferior a les aproximadament 2.000 plàntules/ha (Madrigal, 1994).

Bibliografia

Braun Blanquet, J. (1979). *Fitosociología. Bases para el estudio de las comunidades vegetales*. Madrid: Blume. 820 pàg.

Castell, C.; Castelló, J.I. (1996). «Metodología y resultados de la siembra aérea efectuada en el Parque Natural del Garraf». *Montes*, 46: 51-57.

Ferran, A.; Castell, C.; Farràs, A.; López, L.; Valllejo, V.R. (1991). «Els efectes del foc en pinedes de la Catalunya central». *Butll. Inst. Cat. Hist. Nat.*, 59 (Sec. Bot.; 8), pàg. 129-143.

Gràcia, C.; Sabaté, S. (1996). «La resposta de la vegetació al foc: els canvis en l'estructura de la vegetació». A: *Ecologia del foc*. Barcelona: Proa. Pàg. 162-172.

Hanes, T.L. (1971). «Succession after fire in the chaparral of southern California». *Ecol. Monogr.*, 41: 27-52.

Keeley, J.; Zedler, P. (1978). «Reproduction of chaparral shrubs after fire: A comparison of sprouting and seedling strategies». *Am. Midl. Nat.*, 99: 142-161.

Lloret, F. (1996). «La resposta de la vegetació al foc: la dinàmica de la comunitat vegetal». A: *Ecologia del foc*. Barcelona: Proa. Pàg. 157-162.

Madrigal, A. (1994). *Ordenación de montes arbolados*. Madrid: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (ICONA). 210 pàg.

Morey, M.; Trabaud, L. (1988). «Primeros resultados sobre la dinámica de la vegetación tras incendio en Mallorca». A: *Studia Oecologica*. Pàg. 137-159.

Naveh, Z. (1974). «Effect of fire in the Mediterranean Region». A: *Fire and ecosystems* (Kozlowski, T.T.; Ahlgren, C.E. ed.). Nova York: Academic Press. Pàg. 401-434.

Papió, C. (1988). «Respuesta al fuego de las principales especies de la vegetación del Garraf (Barcelona)». *Orsis*, 3: 87-103.

Papió, C. (1994). *Ecologia del foc i regeneració en garrigues i pinedes mediterrànies*. Barcelona: Institut d'Estudis Catalans (Secció de Ciències Biològiques). 292 pàg.

Riera, J. (1997). *Estudi de la regeneració de la vegetació del Parc Natural del Garraf després dels incendis de 1982 i 1994. Estat actual i propostes de gestió*. Lleida: Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Agrària [projecte de fi de carrera]. 228 pàg.

Trabaud, L. (1992). «Réponses des végétaux ligneux méditerranéens à l'action du feu». *Pirineos*, 140: 89-107.

Resumen

Efectos del incendio de 1994 sobre la vegetación del Garraf: estado actual de la regeneración

En este trabajo se evalúa el estado de la vegetación de un área forestal con una alta recurrencia de incendios como es el macizo del Garraf (Barcelona). El estudio se ha centrado en la descripción, evaluación y seguimiento de la regeneración, después del fuego, de las unidades de vegetación dominantes.

Después del importante incendio de 1994, se inició en el Parque Natural del Garraf un programa de investigación centrado en la dinámica de regeneración de la vegetación, llevado a cabo con el seguimiento de parcelas fijas de vegetación, que fueron marcadas teniendo en cuenta dos fac-

tores: la recurrencia del fuego (se diferenciaron áreas no quemadas desde 1982 y zonas afectadas por los fuegos de 1982 y 1994) y el tipo de comunidad. El control de las parcelas se inició en 1996, y se ha seguido haciendo con una periodicidad determinada por el tipo de vegetación y el tiempo recorrido desde la última perturbación.

Los resultados preliminares del estudio muestran que, en general, la vegetación del Garraf se recupera favorablemente después del incendio de 1994, aunque se han registrado cambios cualitativos (florísticos o de comunidades vegetales) y cuantitativos, modificando la abundancia relativa de los individuos de algunas especies. Los cambios más importantes se han observado en las zonas de maquia de madroño con fragmentos de encinar, donde la apertura de la comunidad como consecuencia del fuego ha permitido la entrada de especies propias de las comunidades de estadios regresivos, como *Quercus coccifera*, *Cistus* sp. y *Ampelodesmos mauritanica*. En las áreas de garriga, la elevada respuesta por rebrote de la coscoja facilita que la comunidad haya recuperado su fisonomía anterior al fuego en poco más de dos años, aunque se manifiesta un cierto empobrecimiento florístico. La recuperación es más lenta en las brozas calcícolas y en la maquia litoral, donde las especies que se regeneran por germinación han perdido gran parte de la representación que tenían antes del fuego. Estas comunidades parecen necesitar entre diez y quince años para recuperar un aspecto comparable a las áreas no quemadas desde 1982 en el Garraf. No obstante, el efecto más importante del fuego se ha observado sobre las pinedas, puesto que la regeneración natural se ha visto reducida a aquellas pinedas que tienen una edad superior a los veinte o veinticinco años.

Abstract

Effects of the 1994 forest fire on the vegetation of the Garraf: current situation

This work evaluates the situation of the vegetation in the Garraf Massif (Barcelona), a forested area that suffers recurrent forest fires. The study centres on the description, evaluation and monitoring of regeneration after fire in the dominant plant communities.

In the aftermath of the extensive 1994 fire, the Garraf Natural Park established an investigative programme centred on the dynamics of vegetation regeneration. It was based on the monitoring of fixed vegetation plots which were established according to two factors: the recurrence of forest fires (areas unaffected by fire since 1982 and those affected by the 1982 and 1994 fires) and the type of plant community. Monitoring of the plots began in 1996 and has continued with a regularity that is determined by the type of vegetation and the time transpired since the last fire.

The preliminary results of the study show that the vegetation of the Garraf is, in general, recovering well from the 1994 fire, although qualitative changes (floristic or in plant communities) and quantitative changes have occurred which have modified the relative abundance of some species. The most important changes have been observed in areas of strawberry tree maquis with fragments of holm oak woodland, where the opening up of the woodland by fire has allowed species such as *Quercus coccifera*, *Cistus* sp. and *Ampelodesmos mauritanica*, more typical of communities in regression, to penetrate. In areas of garrigue, the holly oak has responded quickly and in barely two years the community has recovered its former aspect, although a certain floristic impoverishment has been detected. The slowest communities to recover have been the calcicole scrub and coastal maquis where the species that regenerate by germination have lost a large part of the importance they had before the fire. These communities seem to need between 10 and 15 years in order to resemble the areas not burnt since 1982. Nevertheless, the most important effect of the fire can be seen in the pine woodlands in which natural regeneration has only occurred in areas of pine woodland of over 20-25 years of age.