

CAPÍTOL 6

L'ANÀLISI DE COBERTES ESPECÍFIQUES

En aquest capítol presentem un conjunt d'anàlisis experimentals que tenen com a objectiu examinar els processos de canvi socioambiental al massís a un nivell de detall més profund i contrastat que l'apuntat en el capítol anterior. Com ja s'ha dit repetidament al llarg d'aquesta tesi, el Montseny es considera com una regió d'avançada biogeogràfica d'algunes cobertes del sòl que, pel caràcter insular i d'extrema meridionalitat que les caracteritza, poden esdevenir particularment sensibles al canvi ambiental. El nostre propòsit és mostrar com els canvis que s'estan produint en aquestes cobertes obeeixen a les noves realitats socioambientals que tenen lloc al massís, sobretot al procés de terciarització econòmica i a l'ascens de la filosofia de la conservació (concretada en unes determinades pràctiques de gestió de les cobertes). Aquestes dues realitats socioambientals són en un context de possible variació climàtica, amb un augment de les temperatures mitjanes durant les darreres dècades. Aquesta hipòtesi permet enriquir l'anàlisi més convencional sobre els indicadors a escala d'una regió: canvi climàtic, canvi d'ús i bioinvasions (Peñuelas, *com. verb.*, 2001). Totes les cobertes seleccionades es troben localitzades a les parts més elevades del massís, amb presència de les comunitats i les espècies de corologia centreeuropea i borealpina, completament insularitzades.

Les cobertes seleccionades són les següents:

- Roureda de roure de fulla gran
- Landes, matollars i prats subalpins
- Fageda
- Avetosa

La roureda de roure de fulla gran ha estat escollida perquè en termes fitocenològics representa la frontera ecotònica entre l'element corològic centreeuropeu per excel·lència, la fageda, i l'element corològic mediterrani típic, que és l'alzinar. El treball experimental corresponent a aquesta coberta s'ha

realitzat a l'anomenada roureda de Ridaura. Una altra unitat de recerca experimental ha estat la fageda. En aquest cas, ja s'ha comentat com les fagedes del Montseny formen les comunitats meridionalment més avançades de l'Europa Occidental, i constitueixen una ínsula centreeuropea superficialment notable, envoltada per un mar continental mediterrani. Per a la fageda, el treball experimental s'ha portat a terme en tres zones de contacte entre aquesta espècie i l'alzinar: ses Goitadores-Penyacans, obaga de la vall de les Illes i obaga de Palestrins. L'avetosa representa un bosc vestigial de meridionalitat encara més extrema que les fagedes. Per aquesta coberta, s'ha realitzat un mostreig de nuclis vestigials de les avetoses de les Agudes.

Finalment, les landes es poden entendre com cobertes de transició, que tendeixen a substituir comunitats d'herbàcies com els conreus de muntanya i, amb un cert ralenti i una certa complexitat, els prats de pastura. La zona d'estudi seleccionada compleix amb dos atributs referits als usos. Així, unes cinc dècades enrere encara existien les feixes del mas de Penyacans, mentre que els prats de pastura del corral de can Pla han estat utilitzats fins a finals de la dècada de 1980. Els matollars i els prats subalpins representen, tot i que de forma superficialment reduïda, l'element corològic borealpí, amb espècies vegetals vestigials de la darrera glaciació, d'una extrema sensibilitat als canvis. Per aquesta coberta, el treball s'ha efectuat al turó Gros, turó de l'Home i les Agudes.

6.1. El canvi ambiental a la roureda de Ridaura

La transició del paisatge mediterrani, format per l'alzinar muntanyenc, cap a la fageda de corologia centreeuropea, presenta un dels seus millors exemples al Montseny en la zona de domini atlàntic i està constituït per una roureda de roure de fulla gran (*Quercus petraea*), denominada roureda de Ridaura. L'àrea de mostreig es localitza entre els 900 i els 940 metres, amb orientació Est. El topònim fa referència al mas de Ridaura, situat al terme municipal de Fogars de Montclús, que fou desocupat pels seus masovers cap a mitjans de la dècada de 1960. Des dels inicis dels anys 1990, el mas està restaurat i ocupat de

forma permanent, sense realitzar-hi activitats agrosilvoramaderes. Durant aquest interregne, les feixes i els boscos han estat pasturats pel ramat de can Pla. Actualment la roureda és propietat de la Diputació de Barcelona.

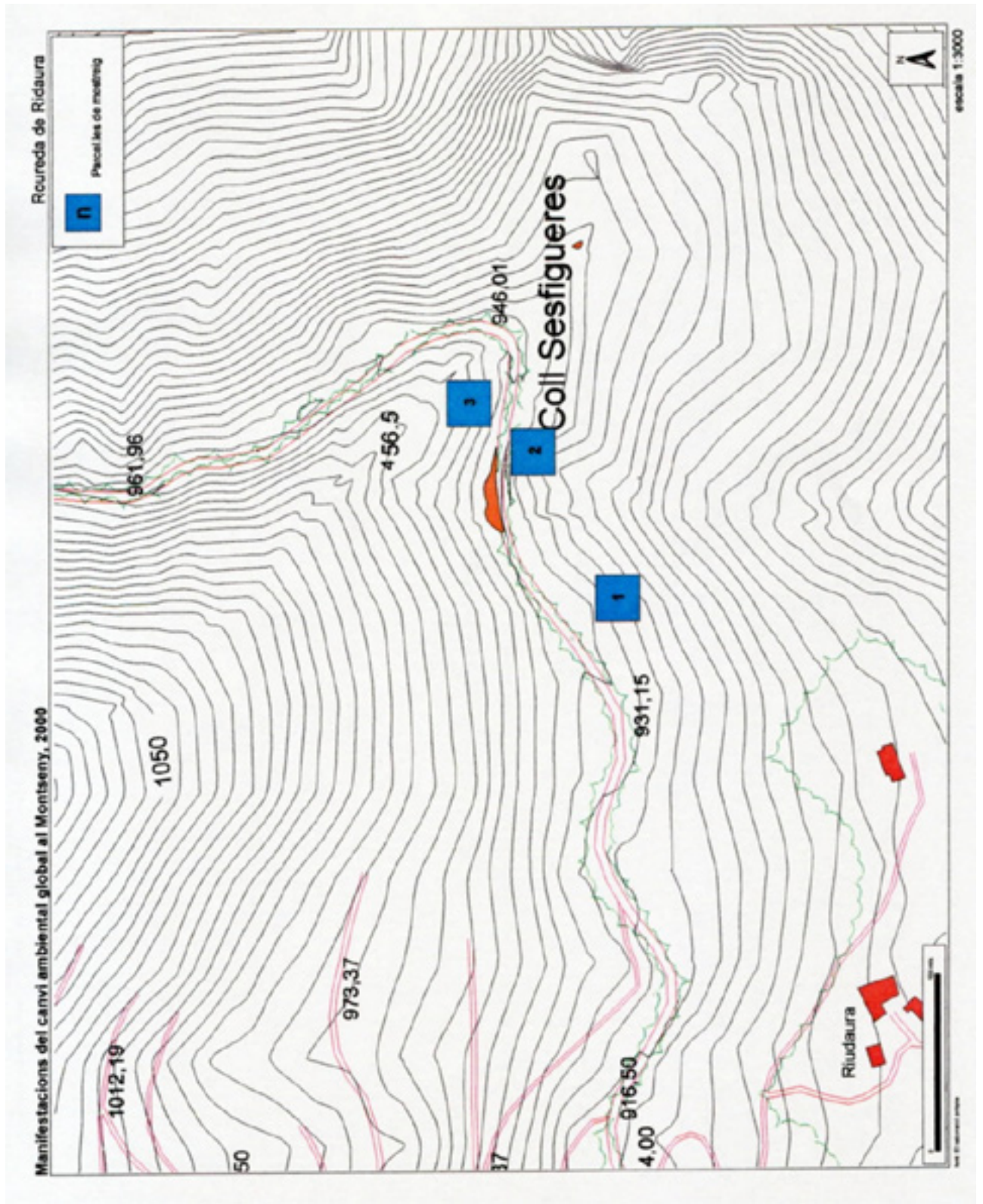
La roureda de Ridaura es considera climàtica per la seva maduresa aparent. Bolòs (1983), per exemple, argumenta que aquesta espècie seria l'arbre principal entre la fageda i l'alzinar i la descriu com àmpliament difosa en gran part de la regió eurosiberiana. Al Montseny, Bolòs considera que, amb tota probabilitat, antany hauria ocupat extensions més àmplies. Tanmateix, una gran part de les terres que podrien sostenir-la haurien estat desforestades i ara resten cobertes de landes de gódua i de bruguerola (Bolòs,1983).

L'anàlisi de l'estructura i composició de la roureda de roure de fulla gran adquireix un interès especial per la sensibilitat extrema d'aquesta coberta enfront d'un hipotètic canvi ambiental. Una primera aproximació mostra evidències d'una certa mediterraneïtzació, que s'expressaria en un procés aparent de regeneració majoritària d'alzina en el sotabosc i de regeneració molt minoritària de roure.

El treball experimental proposa confirmar aquesta hipòtesi. S'han mostregat tres parcel·les de 25 x 25 m² cadascuna. Un paràmetre escollit per a la descripció de la situació actual d'aquesta roureda enfront de la pressió de l'alzinar ha estat el perímetre del tronc a 1,30 metres d'alçada, mesura estàndard de valoració perimètrica de la volta de canó. S'ha mesurat el nombre de peus de roure de fulla gran (*Quercus petraea*) i d'alzina (*Quercus ilex*), així com els de totes les altres espècies arbòries acompanyants, inventariades a les parcel·les de mostreig. Aquestes espècies arbòries acompanyants estan representades pel castanyer (*Castanea sativa*), la moixera blanca (*Sorbus aria*) i el faig (*Fagus sylvatica*).

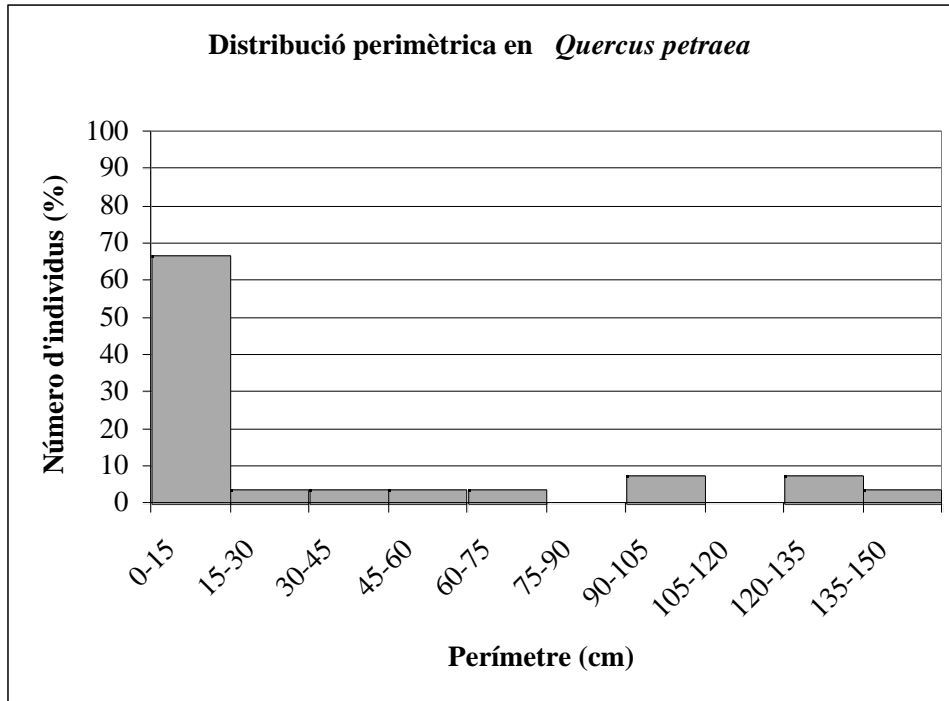
Per estimar l'índex de reclutament, s'han inventariat els peus d'arbres de més de tres anys. Per sota d'aquesta edat, s'han descrit les àrees de major concentració de plançons.

Mapa 6.1. Parcel·les de mostreig.



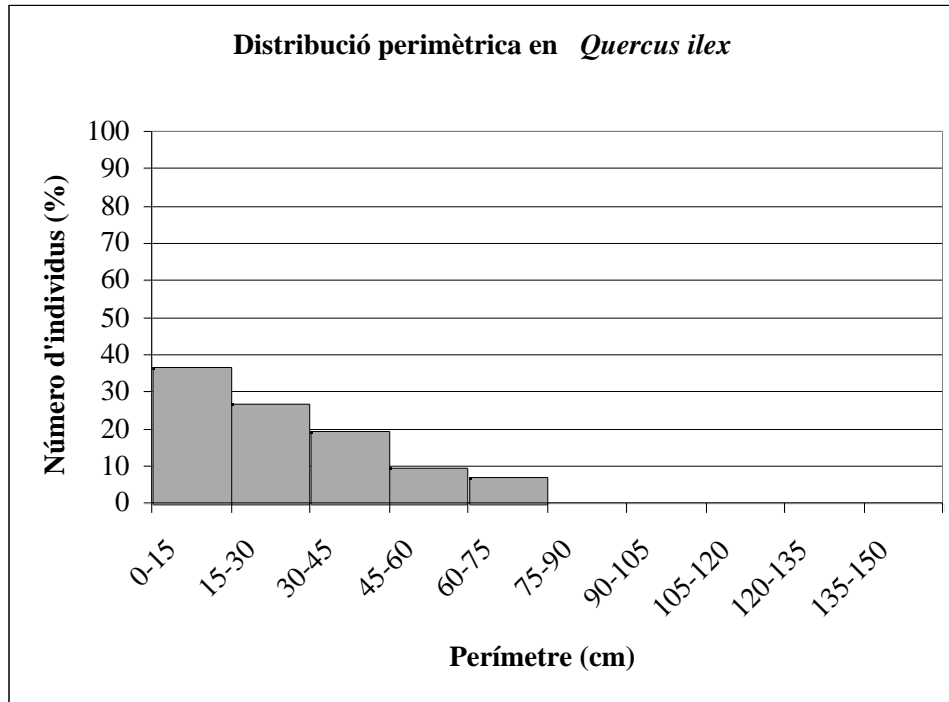
6.1.1. Resultats de la parcel·la 1

La majoria dels peus de roure de la parcel·la (66,7%) tenen un perímetre inferior als 15 cm i són escassos els individus que assolixen mides grans, la qual cosa mostra una taxa de supervivència molt baixa.



Les alzines presenten una distribució més homogènia. Es troben agrupades en les cinc classes que corresponen als perímetres inferiors, però tenen un major nombre de representants en cadascuna d'aquestes classes. Aquest tret sembla indicar que els roures creixen molt més ràpidament que les alzines; en canvi, són pocs els individus que sobreviuen (els individus morts de roure superen els d'alzina). S'observen varis exemplars de roures joves que han fracassat davant el creixement de l'alzina, que és més lent, però més eficaç en la captació de recursos.

En aquesta parcel·la, l'àrea basal de l'alzina és clarament inferior a l'àrea basal del roure, tot i que l'alzina té més densitat de peus. Aquesta diferència queda reflectida en el fet de que totes les alzines tenen un perímetre màxim de 90 cm, mentre que trobem varis exemplars de roures de fins a 150 cm de volta.



En termes d'àrea basal, doncs, els roures semblen contrarestar l'efecte de les abundants alzines joves (vegeu taula 6.1).

Taula 6.1.

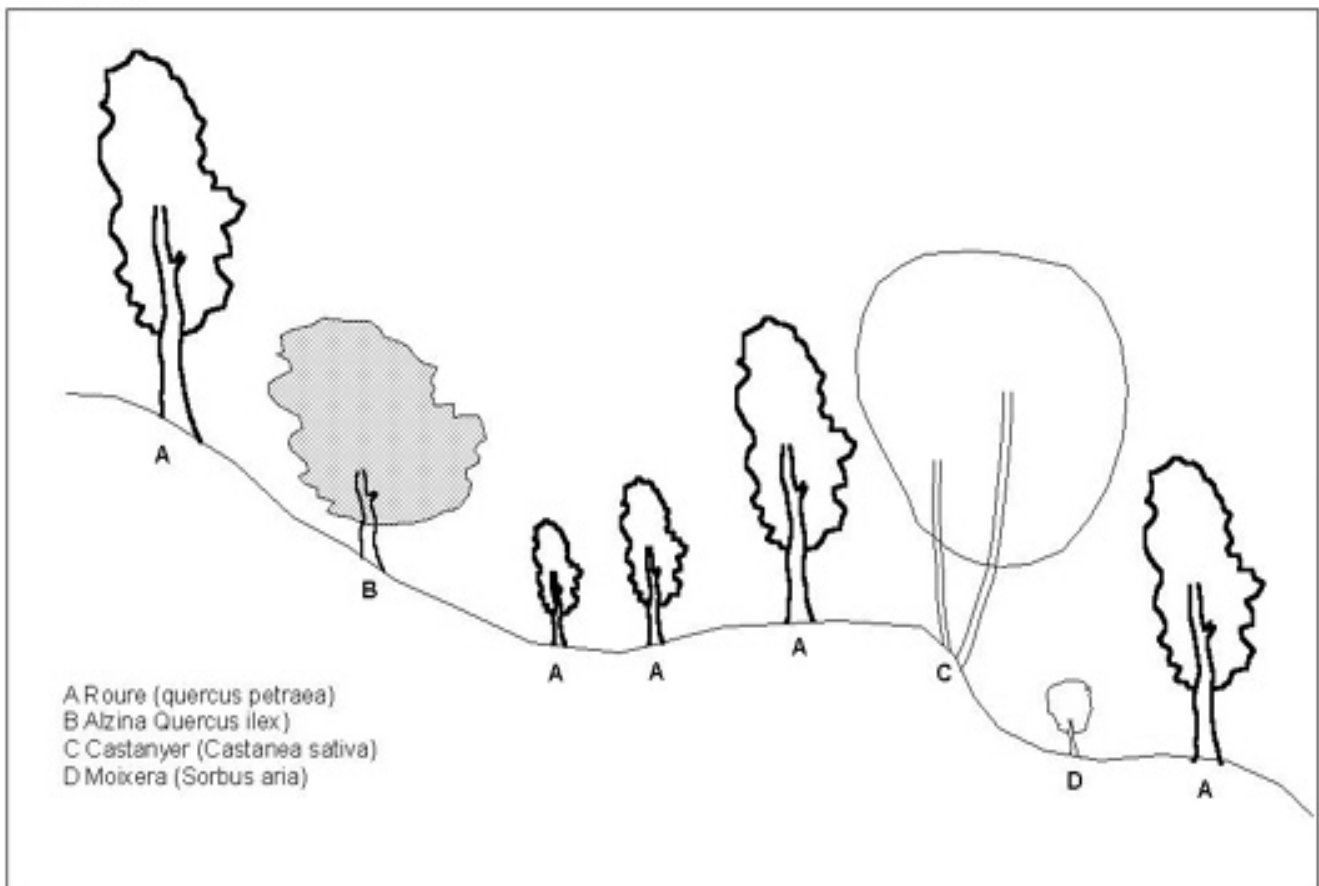
	Densitat de peus	Àrea basal
<i>Quercus petraea</i>	27	10,74 m ² /ha
<i>Quercus ilex</i>	41	5,06 m ² /ha

Font: Elaboració pròpia a partir de les dades de camp

En una petita fondalada de la parcel·la, rica en matèria orgànica acumulada procedent de la fullaraca i amb retenció húmida, es concentra el conjunt més gran de plançons. En canvi, les alzines creixen principalment en llocs de més pendent, on el sòl és menys profund. Altres espècies presents són un castanyer (*Castanea sativa*) amb un diàmetre de 42,5 cm; dos peus joves (de quatre sabes) de moixera blanca (*Sorbus aria*), i dos individus de boix grèvol (*Ilex aquifolium*) de 31 i 27 cm de diàmetre respectivament.

La parcel·la mostra un èxit superior de l'alzina, en estadis relativament avançats dels plançons. La disputa de la llum estira el creixement dels roures sense una estructura de suport consolidada, que es vinclen i fracassen per damunt de les capçades de les alzines. En canvi, les alzines, amb un creixement més lent i a favor d'un major creixement perimètric, acaben consolidant una progressiva hegemonia.

Parcel·la 1



6.1.2. Resultats de la parcel·la 2

En aquesta parcel·la hi ha una absència de roures joves (de perímetre inferior a 15 cm), tot i que el reclutament és elevat. Es pot argumentar, doncs, que existeix una reproducció eficient però que les plàntules no poden proliferar i,

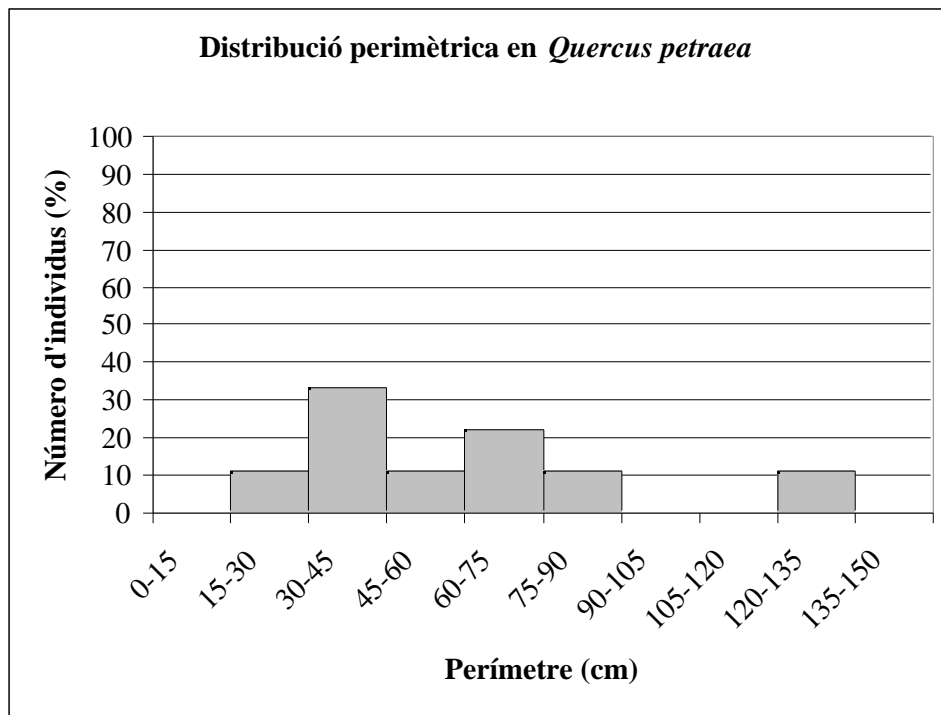
possiblement, són eliminades per la pressió que l'alzina exerceix sobre els individus joves de roure (vegeu taula 6.2).

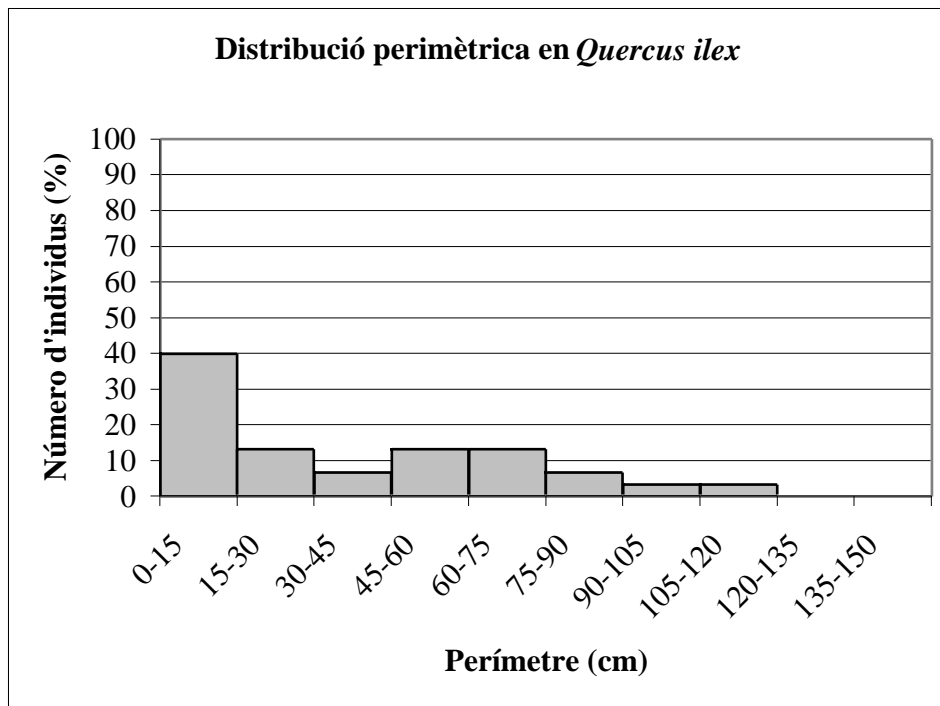
Taula 6.2.

	Densitat de peus	Àrea basal
<i>Quercus petraea</i>	9	4,93 m ² /ha
<i>Quercus ilex</i>	30	8,75 m ² /ha

Font: Elaboració pròpia a partir del treball de camp

El reclutament de roures és baix amb els plançons concentrats al camí, on el sòl és més profund i més ric en nutrients a causa de l'acumulació de matèria orgànica. Els peus de les alzines són més grans que en l'anterior parcel·la, la qual cosa queda reflectida en els valors obtinguts d'àrea basal. La densitat de peus d'alzina també és important, menor que en el cas anterior però amb més proximitat entre peus.

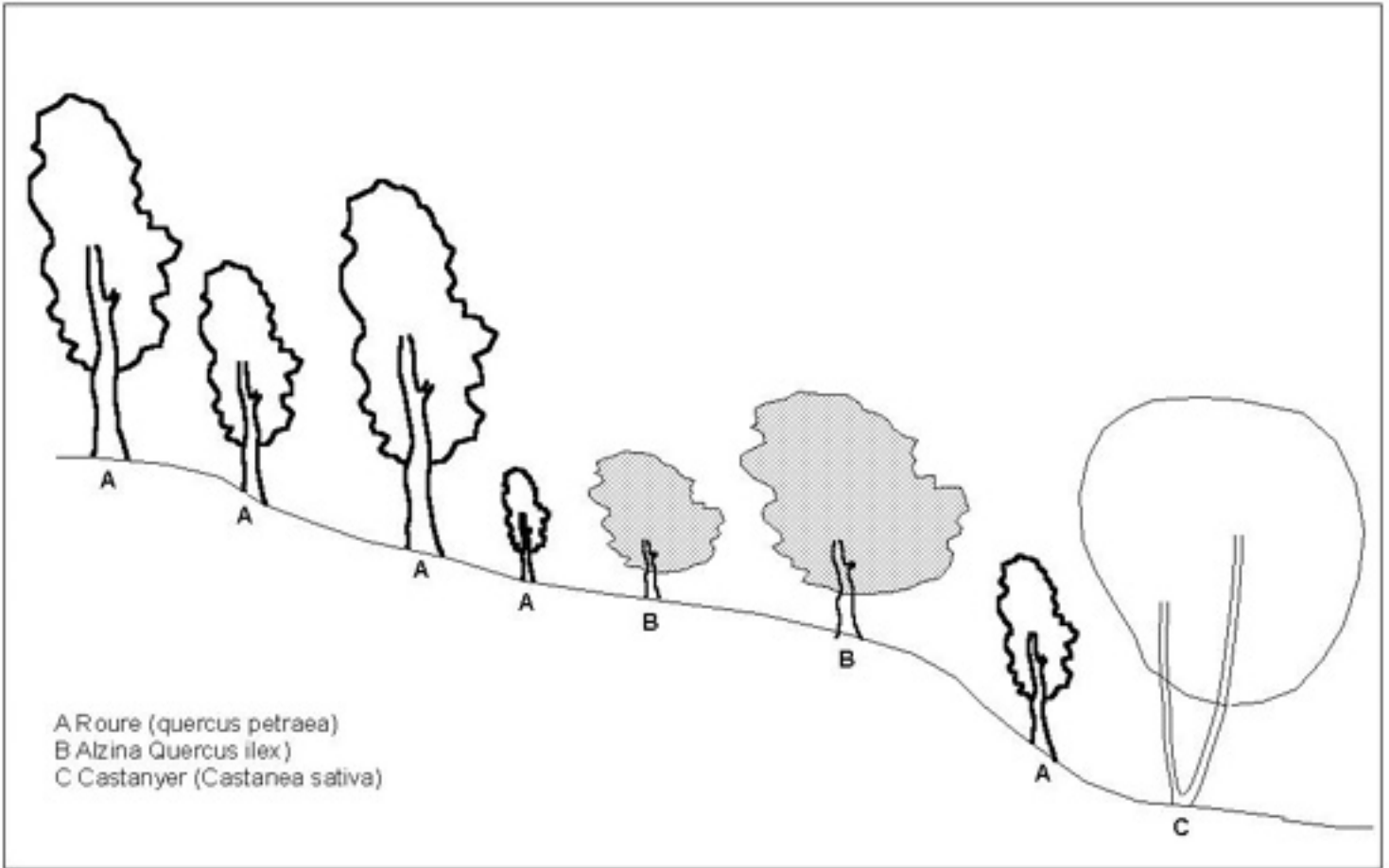




En aquesta, com en la parcel·la anterior, les capçades dominants són les dels roures. Les alzines es troben per sota i segurament, presenten un recobriment inferior. Altres espècies presents són un peu de castanyer de 95 cm de perímetre i tres peus de moixera blanca de menys de 5 cm de perímetre.

En aquesta parcel·la apareix una de les dades que podrien confirmar millor la hipòtesi de canvi ambiental: la regeneració de roure és nul·la en els darrers anys, ja que no hi ha plançons de menys de 15 cm. En canvi, durant aquest període els plançons regenerats són d'alzina. Aquesta observació indicaria que la regeneració de la roureda seria protagonitzada per alzina i no roure, cosa que marcaria una tendència cap a l'alzinar. La parcel·la va ser escollida pels valors mitjans que podria donar, en situar-se enmig de les altres dues, d'ubicació més perifèrica.

parcel·la 2



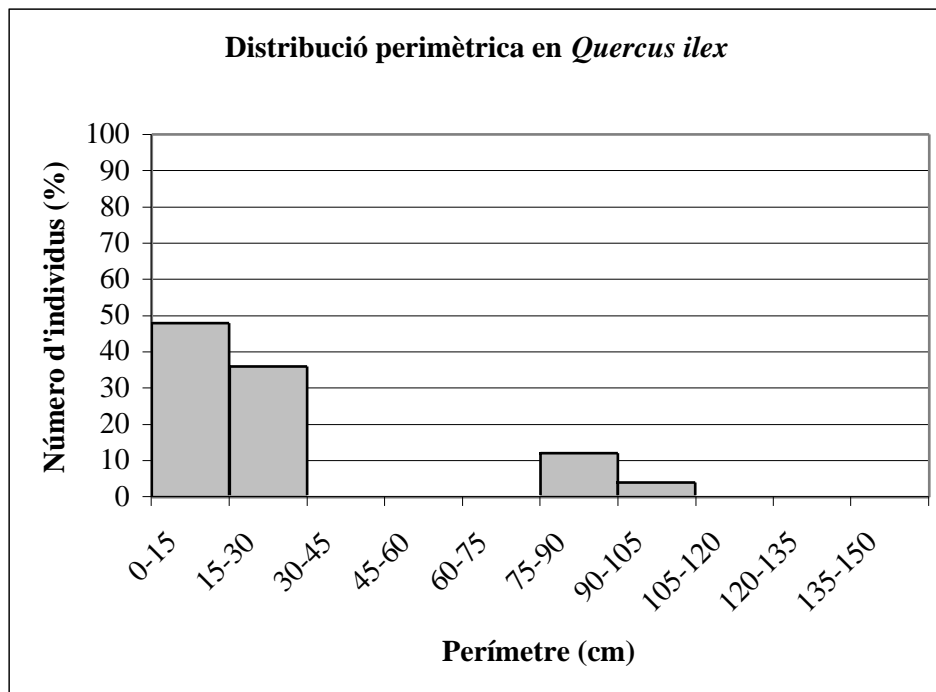
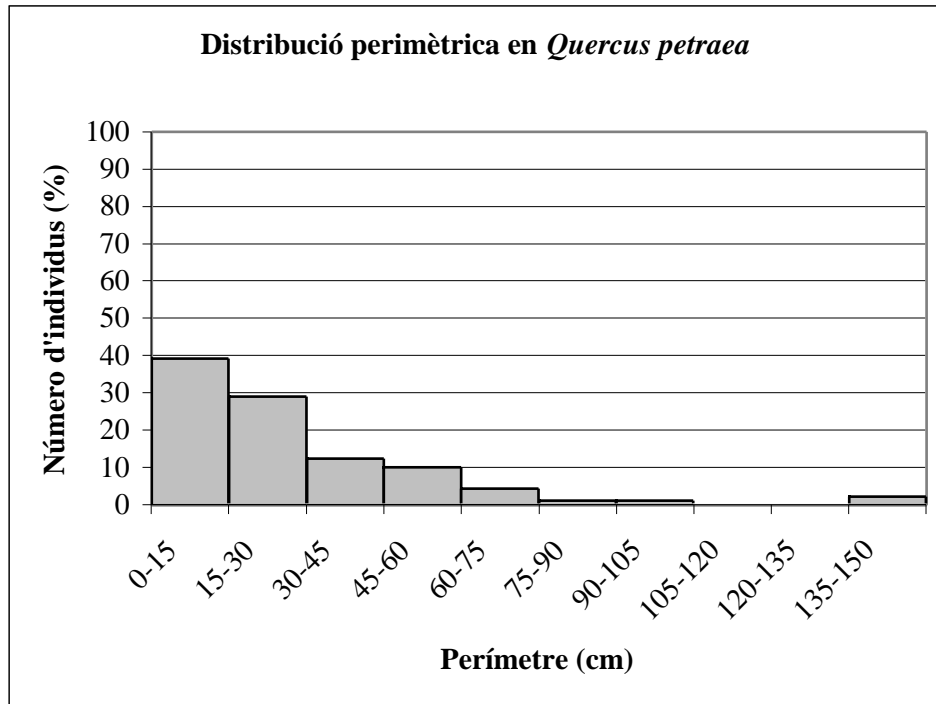
6.1.3. Resultats de la parcel·la 3

Es troba situada entre les cotes de 920-940 metres, amb una lleugera orientació NE. Aquí existeix un predomini molt evident del roure sobre l'alzina. El reclutament d'individus joves de roure és elevat i aquesta tendència sembla ser relativament constant en contrast amb la situació de la parcel·la 1 (vegeu taula 6.3).

Taula 6.3

	Densitat de peus	Àrea basal
<i>Quercus petraea</i>	89	15,58 m ² /ha
<i>Quercus ilex</i>	25	3,90 m ² /ha

Font: Elaboració pròpia a partir del treball de camp



En aquest cas, el roure adquireix una regeneració amb èxit, que es relacionaria amb l'alçada i l'orientació ja que aquesta és la parcel·la més elevada i d'orientació menys meridional de les tres. Una detecció remarcable de la recerca ha estat la localització de feixes i parets seques, indicadores d'un antic ús agrícola.

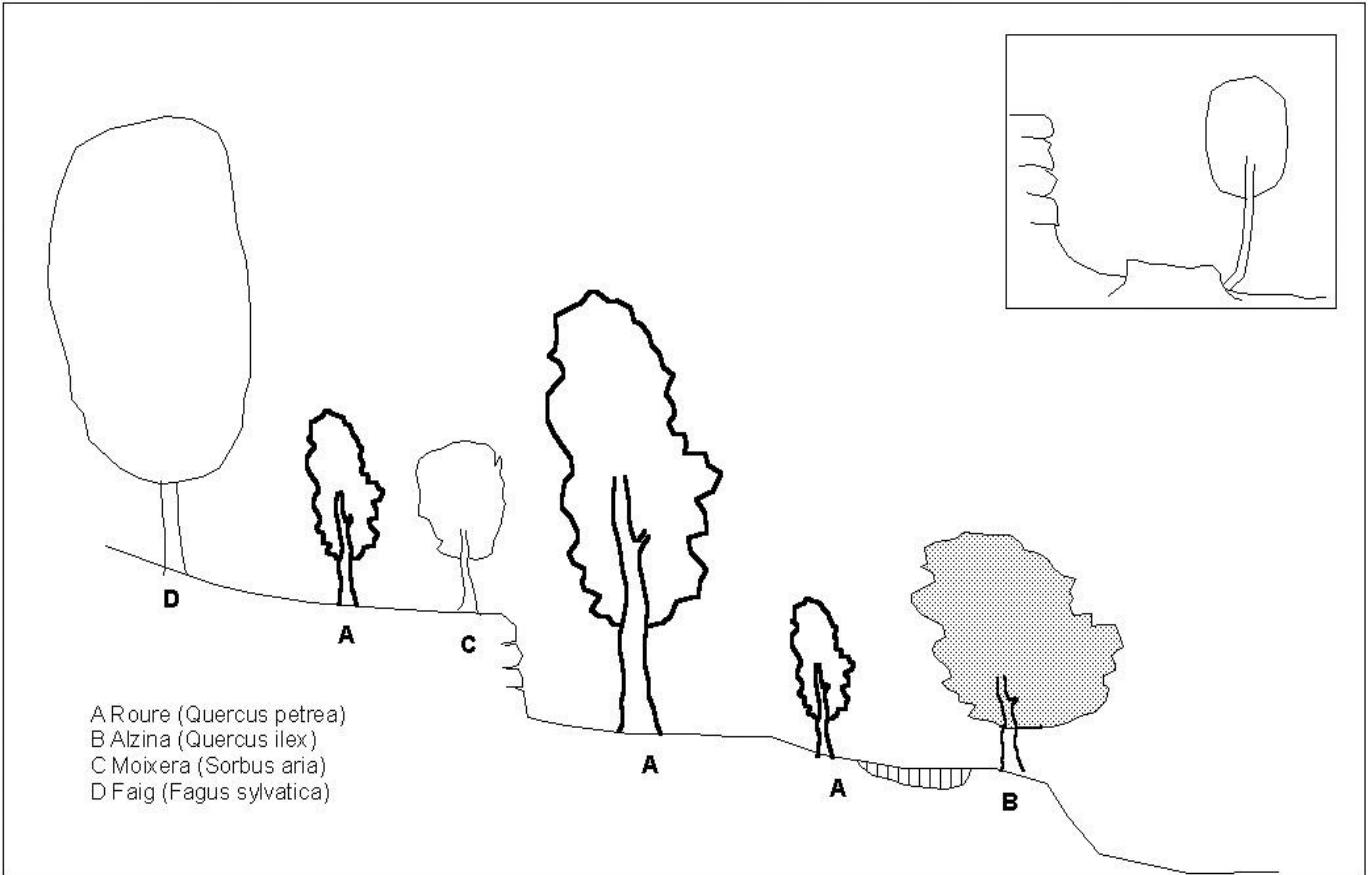
En aquesta parcel·la, a diferència de les altres, hi ha un important recobriment arbustiu baix de caràcter herbaci amb espècies com l'heura (*Hedera helix*), el bruc boal (*Erica arborea*), l'esbarzer (*Rubus* sp.), el lloreret (*Daphne laureola*), l'escorodònia (*Teucrium scorodonia*) o la vitalba (*Clematis vitalba*). Hi creixen també dos exemplars de moixera blanca de 65 i 47 cm de perímetre i un faig de 82 cm. Amb molta probabilitat aquestes espècies ens marquen un veinatge biogeogràfic centreeuropeu.

A 80 cm d'una paret seca (delimitada en color verd), en una estructura del relleu de naturalesa antròpica, s'han mostrejat les restes de la soca d'un roure (delimitat de color vermell). A partir del comptatge dels anells de creixement, ha donat una edat de 90-100 anys. L'observació de materials comparats amb altres soques datades dona un temps aproximat de tala de 20-25 anys. Aquest mostreig semblaria indicar que entre 110-130 anys enrere, la roureda hauria estat una zona de conreus afeixats. Per tant, segurament ens trobem davant

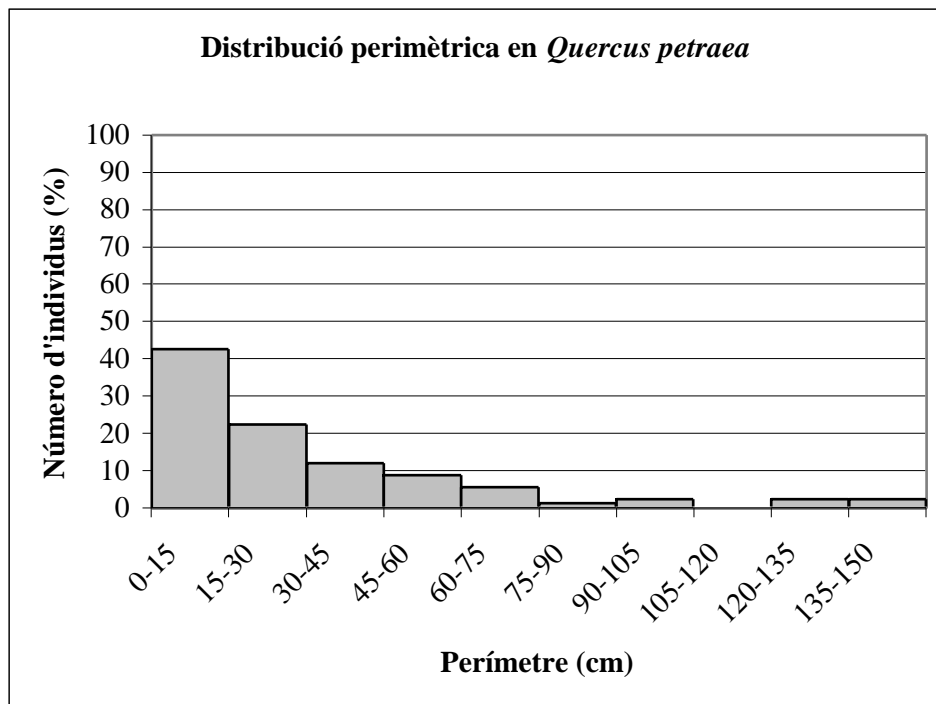


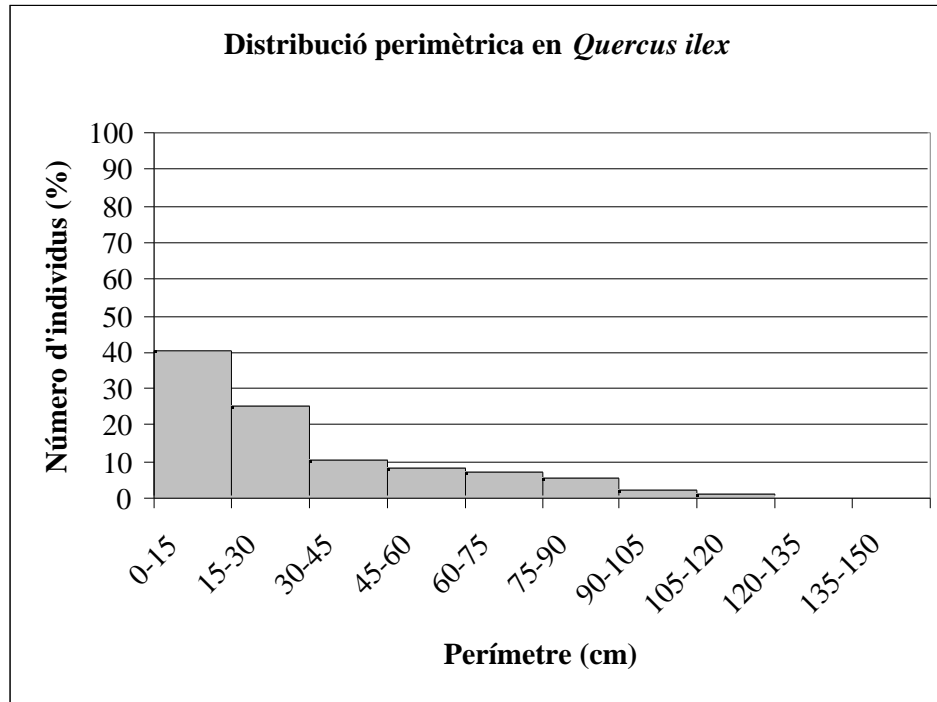
d'una roureda jove, i no davant d'un vestigi de roureda relicte. Aquesta dada posaria de manifest la significació dels factors socioambientals, enfront de les teories successional de la fitocenologia i de l'ecologia clàssica.

parcel·la 3



6.1.4. Mitjana





Taula 6.4

	Densitat de peus/ha	Àrea basal
<i>Quercus petraea</i>	666,667	10,42 m ² /ha
<i>Quercus ilex</i>	511,984	5,90 m ² /ha

Font: Elaboració pròpia a partir del treball de camp

A partir de les dades obtingudes en les tres parcel·les es pot concloure primer, que existeix una taxa de renovació d'alzina superior a la del roure. Aquesta tendència mostraria que en les ubicacions més sensibles al canvi ambiental, aquest canvi ja s'estaria produint amb una progressiva substitució del roure per part de l'alzina en les zones més basals i orientals. En segon lloc, la presència de feixes i de parets seques, així com la datació de l'edat d'una soca de roure en una feixa antigament conreada, posarien en evidència que es tracta d'una roureda relativament jove, i no d'un bosc atlàntic madur.

6.II. Plantacions forestals i bioinvasions: estudi del canvi ambiental a la zona supraforestal

El segon exemple que hem escollit se centra en un procés de gran importància en els canvis d'algunes cobertes del massís, particularment a la zona

supraforestal, com són les anomenades bioinvasions. Al Montseny, els processos bioinvasius es troben relacionats amb les plantacions forestals, particularment de coníferes exòtiques, però també poden restar influïts per decisions vinculades a la gestió ambiental del massís per part dels responsables del Parc Natural. Per la transcendència del tema, s'ha dedicat una atenció especial als aspectes més rellevants d'aquests processos bioinvasors per part de coníferes exòtiques.

6.II.1. Els processos bioinvasors. Factors biofísics

En explicar les estratègies expansives de les coníferes exòtiques cal partir del que Keeley i Zedler (1998) denominen la primera generalitat òbvia. És a dir, que les coníferes són més tolerants a indrets abiòticament estressants que les angiospermes. Com indiquen els seus amplis rangs de distribució, les coníferes són més abundants allà on la productivitat fotosintètica i, per tant, la competició d'altres plantes, es veu limitada per una manca de recursos, per algun tipus de pertorbació, o per les dues coses alhora. Aquesta tendència es posa de manifest no només en el seu àmbit de distribució natural, sinó també en la seva capacitat per prosperar i envair espais pertorbats o amb limitacions de nutrients lluny dels seus àmbits naturals de distribució. Hem pogut comprovar la presència d'aquest fenomen pel cas de l'abet-Douglas, molt particularment al turó de Santa Helena, on aquesta espècie tendeix a ocupar antigues pastures i inicia la penetració pels talussos i pels camins més afectats per la pèrdua de sòl. Igual que en el cas del pi roig (*Pinus silvestris*) s'ha pogut constatar, doncs, la seva eficiència en envair els indrets amb sòls més alterats.

L'associació dels pins amb sòls pobres és gairebé un tret ancestral (Keeley i Zedler, 1998), que potser ha estat enfortit a través de la competència amb angiospermes emergents, millor preparades per explotar unes condicions amb una elevada disponibilitat de nutrients. En canvi, espècies tan reeixides a la zona d'estudi com els avets *Abies alba* i *Picea abies*, mostren que les coníferes toleren sòls pobres i ambients de condicions extremes.

Pel seu ampli marge de distribució (es tracta de l'espècie arbòria amb el major èxit distribucional del planeta) i per la seva presència en hàbitats molt variats (Walter, 1968), el pi roig (*Pinus sylvestris*) ha de ser considerat com un dels grans triomfadors del gènere. Com altres pins, té un elevat requeriment de llum (Kreeb, 1983) i per tant, mai no és una espècie climàtica allí on hi ha una manca de perturbacions o on el manteniment de condicions favorables permet que les espècies tolerants a l'ombra esdevinguin forts competidors. El pi roig és un colonitzador generalista en regions fortament forestades (Steven i Carlisle, 1959), i la seva persistència com a espècie dominant depèn del foc o, més recentment, dels humans (Uggla, 1974). En situacions marginals com a les zones molt septentrionals, el foc no resulta necessari per la supervivència de *Pinus sylvestris*, i se'l troba en agrupacions permanents amb poblacions d'edats diverses i mantingudes per ocasionals onades de regeneració relacionades amb variacions climàtiques (Zackrisson *et al.*, 1995). A la zona d'estudi, és l'espècie que manifesta una major eficiència invasora quant a extensió, superat només en taxa de reclutament en petites parcel·les per l'abet-Douglas.

6.II.2. Estratègies de dispersió

Les llavors i el pol·len de les coníferes disposen de sistemes de dispersió veritablement excepcionals, la qual cosa és la causa que arbres pioners aïllats puguin donar lloc a colònies senceres. Moltes espècies de pi es troben, doncs, ben equipades per a ràpides migracions i increments demogràfics explosius. Richardson i Bond (1991) mostren que els límits de distribució dels pins es troben controlats, en gran mesura, per interaccions entre els seus plançons i un ampli marge d'altres organismes. En general, es dona un degoteig constant de propagacions de pins en indrets que són generalment bastant resistents a la invasió. La distribució canvia quan les condicions que regulen l'establiment de plançons de pi i la seva supervivència fins a la maduresa també es modifiquen.

Les alteracions climàtiques i molts altres factors determinen els límits de distribució dels pins, però sovint ho fan indirectament, per exemple a través de la seva influència en les interaccions entre els plançons de pi i la resta de la

biota. L'estrés ambiental causat per la sequera i les condicions tèrmiques exerceix clarament un control directe en els límits de distribució de coníferes que viuen respectivament en indrets molt secs i en altituds elevades. Molts autors han correlacionat períodes de regeneració exitosa en hàbitats marginals amb condicions temporalment favorables (Kullman, 1990).

Sembla que l'estratègia de dispersió de les coníferes al Montseny és bàsicament anemocara, raó per la qual les espècies protagonistes a la zona d'estudi disposen d'ales a les llavors que es consideren una adaptació a aquest tipus de dispersió. En canvi, la manca de coníferes s'associa a una adaptació a la dispersió mitjançant l'activitat d'alguns animals. El moment en què té lloc la dispersió (estacionalitat) pot ser un factor molt important per al seu èxit. Per exemple, en pins que tenen un fort hàbit de produir i alliberar llavors només en uns anys determinats, grans quantitats de llavors resten dispersades durant unes poques setmanes. Aquest és el cas d'espècies americanes occidentals com el *Pinus ponderosa*, que es troba plantat al *Silvetum* de Fontmartina, però la dispersió del qual no s'ha verificat, almenys de forma significativa.

En espècies no serotinoses, la quantitat i intensitat de llum solar, així com el grau d'humitat, són factors que regulen el moment en què les pinyes s'obren i alliberen la llavor. Així, les pinyes situades a la banda de la capçada orientada cap al sud, s'obren abans que les que es troben a la banda orientada cap al nord. Habitualment les pinyes tornen a tancar-se quan augmenta la humitat. Geiger (1965) cita observacions en boscos de pins de Hesse, a Alemanya, (presumiblement de *P. sylvestris*) en què el rang òptim d'humitat relativa per a la caiguda de la llavor se situava entre el 55 i el 65%. En canvi, valors superiors d'humitat ocasionarien el tancament de les pinyes.

Els pins invasors més estesos es diferenciarien de les espècies no invasores en termes d'uns pocs atributs, essencialment demogràfics. Per exemple, les espècies més invasores a Sud-àfrica formen un grup funcional diferenciat de taxons dins del gènere, que es caracteritzen per ser resistents al foc, tenir llavors petites amb una baixa càrrega d'ala, períodes juvenils curts, graus

moderats o alts de serotinitat i una tolerància relativament pobra als incendis quan són adults (Richardson, Cowling i Le Maitre, 1990).

Un altre factor que podria alterar la trajectòria de les invasions és la hibridació. Alguns híbrids mostren ritmes de creixement superiors als de les espècies parentals, assoleixen la maduresa reproductiva abans i la seva floració és molt més pronunciada. Aquest procés també s'hauria donat a la zona estudiada, ja que tenim constància de nombrosos peus que no hem pogut identificar ni com a *P. sylvestris* ni com a *P. mugo*, sinó que semblaven presentar caràcters intermedis. Aquests individus apareixen en zones normalment de contacte entre individus de les dues espècies. Com afirmen Ceballos i Ruiz de la Torre (1971), l'afinitat genètica d'ambdues espècies fa que es creuin amb relativa facilitat en les zones ecotòniques o de contacte i que donin uns híbrids que s'agrupen amb la denominació *Pinus bougeti* Flous. Respecte al *Pinus mugo*, estudis recents de les restes de carbó vegetal han mostrat que les màximes altituds a les quals es troba a les muntanyes mediterrànies han descendit dels 2700-2800 metres als 2200-2400 metres durant el darrer mil·lenni.

Diferents treballs indiquen que la massa de la llavor de les coníferes està correlacionada negativament amb l'altitud. Aquesta relació ha estat demostrada especialment en *P. sylvestris* (Wright & Bull 1963; Reich, Oleksyn & Tjoelker 1994). El factor altitudinal podria ser responsable de la manca de llavor viable en els límits supraforestals d'algunes espècies. Aquestes poblacions d'altitud més elevada existirien només a partir d'una dispersió contínua de llavor des de les zones situades més avall, però podrien esdevenir permanents i amb capacitat d'autoperpetuació si l'escalfament climàtic es perllongués fins a l'estació de creixement, cosa que permetria als individus esdevenir sexualment reproductius.

Aquests factors podrien estar presents en les coníferes invasores de les zones supraforestals de l'alt Montseny tot i que encara no podem oferir evidències definitives en aquest sentit.

6.II.3. Agents dispersadors de les llavors de les coníferes

La dispersió anemocara de les llavors de coníferes alades ha estat estudiada des de mitjan segle XIX. Des d'aleshores s'ha fet evident que els principals factors que influencien aquest tipus de dispersió són el ritme de caiguda de la llavor, l'alçada en què és alliberada a l'aire, la velocitat i turbulència del vent i les adaptacions morfològiques de la pròpia llavor (Okubo i Levin, 1989).

El ritme o velocitat de caiguda està en funció de la càrrega d'ala, és a dir, de la massa per unitat d'àrea d'aquesta darrera. Semblaria obvi que una llavor alliberada ben amunt de terra fos conduïda més enllà que una altra alliberada més a prop de terra. Tanmateix, treballs recents (Achteimer, 1994) efectuats amb plomes en condicions que simulaven el plàncton atmosfèric, mostren que les plomes es mouen seguint models caòtics, governant el transport de la biota fins a llocs inesperats. Resultats empírics del comportament aeri de llavors de *Picea* dispersades de forma natural des de pinyes situades a 15 metres d'alçada suggereixen resultats inesperats ja que les llavors seguien trajectòries i circuits tant verticals com horitzontals (Zasada i Loving, 1983).

La situació es fa encara més complexa en condicions d'inestabilitat meteorològica. Segons McCaughey *et al.* (1986), Shearer va observar a les Muntanyes Rocalloses que la llavor de *Pseudotsuga menziesii* que madurava primer era dispersada en gran part per vents tèrmics que ascendien pendent amunt, mentre que la que madurava més tard era dispersada per vents associats a fronts de tempesta.

Un altre fenomen de dispersió relacionat amb el vent és el lliscament de llavors per una superfície de gel o de neu. Hombøe va comprovar-ho ja el 1898 en *P. sylvestris*. Per ser efectiu, aquest mètode de dispersió requeriria que les llavors fossin alliberades sobre la neu a l'hivern, una fenologia molt improbable en pins de climes freds. A més, tal i com suggereixen Greene i Johnson (1995), moltes d'aquestes llavors quedarien atrapades en depressions del terreny o bé serien sepultades per nevades posteriors.

La dispersió de llavors de coníferes per ocells és d'una especial significància biològica perquè succeeix generalment en el context d'una relació de mutualisme. Els membres que interactuen en aquest mutualisme són pins amb llavors sense ales o pràcticament sense ales, i ocells de diversos gèneres de còrvids. No hi ha dubte que la dispersió de pins de llavor no alada per part dels còrvids és un fenomen important d'ecologia forestal, biogeografia i evolució a l'hemisferi nord (Lanner, 1996). No semblaria així a la nostra regió, tot i que hem pogut constatar un interessant fenomen d'anemozoocoria a la zona de repoblació de *Pinus mugo* del Pla Amagat, principalment, i també en una parcel·la de *Pinus sylvestris* del *Silvetum* de Fontmartina. En aquesta darrera parcel·la i durant el període de finals de tardor fins a inicis d'hivern, hem observat una important concentració d'ocells fringíl·lids, *Carduelis carduelis* i *Fringilla coelebs*; i de pàrids, *Parus* sp., que obren les pinyes dels extrems de les capçades, amb uns efectes dispersadors ben aparents, que coincideixen amb episodis de vents de ponent d'intensitat mitjana. Aquesta activitat podria ser responsable, almenys parcialment, de les noves colonitzacions que ambdues espècies estan protagonitzant a la zona en una direcció que coincideix amb la naturalesa dels vents dominants. De fet, ens podríem trobar amb una confirmació de la hipòtesi que Van der Wall (1992), basant-se en simulacions de caiguda de llavor, manté que els animals són més efectius en la dispersió de llavors de pi alades que el vent. En qualsevol cas, les distàncies màximes de dispersió són potencialment superiors pel vent que pels animals. Per tant, sembla que una combinació de dispersió anemocara i zoocora explicaria millor aquest procés.

Els petits mamífers, especialment rosegadors, són ben coneguts pel seu paper de consumidors de llavors de conífera i d'aquí que els forestals els considerin plagues destructives. Tanmateix, existeixen molts tipus de rosegadors que emmagatzemen llavors o bé pinyes carregades de llavors, tant a la superfície com a sota terra, després d'haver-les transportat a una certa distància. La versatilitat dels animals com a agents de dispersió i d'establiment queda encara més de manifest en un treball que destaca el transport de llavors i l'establiment de plançons d'un pi mediterrani (*Pinus pinea*) per part d'un esquiroi nord-americà a Sud-àfrica (Richardson, Williams i Hobbs, 1994). A la nostra àrea

d'estudi podem asseverar que l'activitat dispersiva per petits rosegadors és inexistent.

Benkman (1995) suggereix que les coníferes de llavors petites i alades que són dispersades amb efectivitat pel vent semblen no veure's beneficiades en absolut per les activitats dels rosegadors. La idea tradicional, hom podria fins i tot dir-ne dogmàtica, estesa entre els forestals que les llavors dispersades pel vent troben d'una manera o altra llocs segurs si cauen en esquerdes i clivelles del sòl, sembla mancada del benefici de l'evidència, tot i que fora de la nostra àrea d'estudi, en una pineda de *P. halepensis*, situada en una petita serralada del Baix Montseny, hem observat que els orificis de sortida del sòl dels cucs de terra constitueixen un espai d'encaix i protecció en la caiguda de llavors provocada pel foc forestal.

La informació revisada portaria a pensar que la dispersió de les llavors alades de conífera pot tractar-se d'un procés a diferents nivells. La dispersió inicial de llavors que són traslladades lateralment per vents normals porta a una distribució exponencial negativa. El resultat és una elevada concentració de llavors a terra prop de la seva font, que disminueix exponencialment amb la distància. Aquest procés condueix a l'augment i a la perpetuació de les poblacions de pi existents, i a l'establiment dels pins en parcel·les properes d'ambient adequat. La fracció desconeguda de llavors arrossegades a llargues distàncies per estructures atmosfèriques turbulentes és més arriscada que la local, però pot conduir a noves poblacions en nous indrets (Van der Wall, 1993).

També cal citar la conclusió que estableix Baker (1972), segons la qual la dispersió anemocara podria haver patit una selecció negativa en indrets molt ventosos on la dispersió del vent podria provocar que molta part de les llavors es perdés en llocs desfavorables.

6.II.4. L'Avet-Douglas (*Pseudotsuga menziesii*), una espècie exitosa per als silvicultors

Com s'ha dit a l'inici, aquesta espècie és l'estrella de les plantacions al mig i alt Montseny i potser la mostra més tangible dels criteris productivistes propis dels silvicultors que l'han introduït. Des del punt de vista de l'equilibri dels ecosistemes supraforestals de l'alt Montseny, però, la seva presència pot resultar més qüestionable, atès el comportament fortament invasor que presenta. Per la seva importància en les cobertes forestals actuals del massís, sembla oportú dedicar-hi un apartat específic.

L'avet-Douglas, un arbre vigorós, de capçada densa i sempre verda, i d'escorça fortament clivellada, produeix més fusta que qualsevol altra espècie de l'Amèrica del Nord. Tot i que creix en gran part de la meitat occidental del continent, assoleix un gran tamany només en la zona plujosa costanera del nord-oest. Fou descobert l'any 1791 a la costa de l'illa de Vancouver pel físic i naturalista escocès Archibald Menzies. Tres dècades més tard, un altre escocès, David Douglas, va trobar aquest mateix arbre a Oregon. Originàriament, els botànics el van classificar com a pi i es va guanyar el nom comú de pi d'Oregon ("Oregon pine"). Aquesta magnífica conífera, però, no agrupa les acícules en braquiblasts ni té pinyes similars a les dels pins. L'escorça, en els arbres joves, és fina i recoberta de bombolles resinoses com la dels avets (*Abies*); les acícules punxegudes i de 25 mm de llarg recorden les de l'avet roig (*Picea*) i el teix (*Taxus*), i les pinyes semblen les rabassudes de l'avet roig, excepte per les bràctees (que són fulles modificades) de tres puntes en forma de forquilla que sobresurten d'entre les escames. El naturalista John Muir va anomenar-lo avet roig de Douglas ("Douglas spruce") i fou classificat com un veritable avet en la bibliografia botànica de principis del segle XIX.

Més endavant, els botànics que exploraven els Himalaies i les muntanyes de la Xina i el Japó van portar mostres d'altres arbres molt semblants al "pi d'Oregon" i el 1867 van proposar el gènere *Pseudotsuga* per a descriure taxonòmicament aquest singular grup. Al principi, el pi d'Oregon va ser classificat com a *Pseudotsuga douglasii* en honor a David Douglas. Més tard, va passar-se a dir

Pseudotsuga, perquè aquest nom es basava en una referència anterior de bibliografia botànica. Tanmateix, cap al 1950 un altre botànic va descobrir que la referència original en la qual es basava aquest nom no havia estat registrada correctament segons les normes internacionals de nomenclatura botànica. En conseqüència, va rebatejar l'arbre amb el nom de *Pseudotsuga menziesii* basant-se en el següent nom més antic.

Així, el nom botànic actual fa reconeixement al descobridor original, mentre que el nom comú acceptat, avet de Douglas, s'aplica a tots els diversos membres del gènere *Pseudotsuga*. Pel que sembla, la nomenclatura d'aquesta espècie ha quedat definitivament resolta, i aquesta és la raó per la qual l'avet-Douglas (o avet Douglas) no pot considerar-se correctament escrit en dues paraules separades ja que l'arbre simplement no és cap tipus d'avet (*Abies*). L'única altra espècie de *Pseudotsuga* existent a l'hemisferi occidental és un arbre més petit de pinyes més grosses que es troba a les muntanyes del sud de Califòrnia i rep el nom d'avet Douglas de pinya gran ("Big Cone Douglas-fir" o *Pseudotsuga macrocarpa*).

L'avet-Douglas viu des de la zona central de la Colúmbia Britànica fins al centre de Califòrnia. D'aquí s'estén cap al sud per les Muntanyes Rocalloses a través d'Arizona i Nou Mèxic, i arriba a les altes muntanyes del subtropical mexicà. Del Puget Sound cap al nord, sol trobar-se a altituds compreses entre el nivell del mar i els 1200 metres. Més al sud, igual que a l'est de les Cascades, sovint puja fins als 1500 o 1800 metres. A les Rocalloses de Colorado, l'avet-Douglas creix habitualment entre els 2400 i els 3000 metres d'altitud. Evidentment, l'avet-Douglas de les zones costaneres (var. *menziesii*) difereix significativament del de les zones interiors de les Muntanyes Rocalloses (var. *glauca*). El primer està adaptat a un clima suau i humit i assoleix alçades de més de 60 metres i diàmetres d'entre 1,2 i 2,5 metres. En canvi, l'avet-Douglas de les Muntanyes Rocalloses suporta condicions molt més fredes i seques, creix lentament i poques vegades supera els 40 metres d'alçada. Deixant de banda la mida, totes dues formes no són gaire diferents pel que fa a la seva aparença, tot i que la de l'interior tendeix a tenir un fullatge verd-blavós i una pinya més petita amb les bràctees en forma de trident, sovint doblegades

endarrere. Per contra, la costanera presenta unes tonalitats en el fullatge que s'acosten més a un verd-groguenc i manté les bràctees sempre rectes.

A més de les seves pinyes úniques amb les bràctees com forquilles, l'abet-Douglas presenta diverses característiques que en fan molt fàcil la identificació. Tots els abets-Douglas, des dels arbres petits fins a les soques podrides, tenen l'escorça amb textura de suro (o com a mínim reminiscències) que quan és tallada amb un ganivet, mostra unes bandes ondulants bronzejades i marrons fosques, quelcom semblants als dibuixos d'una pila de llonzes de cansalada. Els borrons a les puntes de les branques dels abets-Douglas constitueixen una altra característica clau: són punxeguts i es troben recoberts d'escames encavalcades de color marró fosc, que recorden una mica els borrons del faig. Per contra, els borrons dels veritables abets (*Abies*) són de color clar, sense punxa i cerosos. El fullatge de l'abet-Douglas té una característica fragància resinosa. En funció d'aquestes característiques, no ha de ser massa difícil evitar confondre l'abet-Douglas amb qualsevol altra espècie. Les acícules poden ser una mica variables, però generalment emergeixen en totes direccions dels branquillons on es troben aferrades i on poden arribar a mantenir-se fins a setze anys en alguns casos.

Excepcionalment, alguns arbres han arribat fins als 100 metres d'alçària. L'escorça surera dels abets-Douglas costaners madurs pot assolir fins als 30 cm de gruix. Aquest aïllament, juntament amb el tronc llarg i clar, proporciona a l'arbre una considerable protecció contra el foc. Històricament, els focs forestals i potser també les estassades massives provocades per tempestes o huracans han ajudat a perpetuar les comunitats d'abets-Douglas. Quan es produeix un foc, una estassada o qualsevol altre tipus de pertorbació, els abets-Douglas aprofiten per sembrar les seves llavors a partir dels arbres madurs que han sobreviscut o bé d'arbres que pertanyen a altres agrupacions de l'entorn. Així s'avancen als seus competidors i aconseguixen el domini de la nova comunitat. Els experiments han demostrat que quantitats considerables de llavors alades d'abet-Douglas (92.600 per kg) són dispersades 400 metres en la direcció del vent des de l'arbre-mare només amb una brisa lleugera.

L'abundància de l'abet-Douglas al llarg de la zona costanera i les muntanyes de l'oest nord-americà s'explica a partir de la seva adaptabilitat. L'abet-Douglas és probablement l'espècie que forma part de més tipus diferents de boscos i prospera sota un ampli rang de condicions climàtiques. Pot sobreviure tant a la sequera com als incendis i es regenera vigorosament després d'una pertorbació. Fins i tot, en els boscos de l'interior, tolera més l'ombra que molts de la resta d'arbres que hi creixen en associació, com poden ser el pi ponderosa, el làrix occidental ("Western Larch") i el *Pinus contorta* ("Lodgepole Pine").

L'abet-Douglas és una de les espècies més fàcils de trasplantar i de cultivar sota condicions més variades. Les llavors que es va endur David Douglas a Anglaterra el 1827 van donar lloc a arbres que van esdevenir els precursors de les plantacions extensives, ara comuns en aquest país. A partir d'aquí s'estendrien per Europa i arribarien a la nostra zona a mitjan segle XIX.

Ja hem plantejat el procés històric d'implantació d'aquesta conífera exòtica al Montseny. No hem trobat cap referència de Salvador Llobet, per raons òbvies, ja que la seva tesi és anterior al procés de repoblació generalitzat. Es deixa per a una recerca posterior l'abast d'aquesta espècie en la modificació de les cobertes del sòl al massís. Atesa però, la significació que ens sembla que representa el nou procés de bioinvasió que ha generat, a partir de dues parcel·les pròximes, hem mostrejat una de les plantacions primerenques (feta l'any 1956) pel propietari Àngel Pujol. Hem fet un estudi de la plantació que comprèn la història i la cartografia de la repoblació i l'anàlisi de les cobertes i dels usos. Val a dir que la capacitat invasiva d'aquestes espècies ens ha agafat per sorpresa, ja que, tot i tractar-se d'un procés de bioinvasió a gran escala, havia passat desapercebut fins ara. Aquest fet posa de manifest com el canvi global té uns estadis de manifestació incipient pràcticament indetectables.

Una de les àrees amb major superfície plantada d'abet-Douglas comprèn la conca del sot de Penyacans des del turó de Castellar (1.350 m) fins a ponent i per la carena descendent del Pla Pedrers, pel sot del torrent Ample, fins a la finca de can Rubi. A partir de l'any 1958 s'inicia la repoblació d'aquest indret

amb l'avet-Douglas com a espècie principal. Aquest nou ús transformarà les cobertes existents de bosc vestigial i landes i substituirà les artigues de patates per aquest nou "conreu". Cap a finals de la dècada de 1990, s'ha iniciat el primer torn d'aclarida en la massa més madura.



Artiga de plantació d'avet-Douglas i grup humà intervenint. Fogars de Montclús, 1958. (J.Pujol)

Al sotabosc de la plantació, el nivell de reclutament és absolutament nul. En canvi, hi ha una escapada de colonitzadors cap a les cobertes veïnes, especialment a les landes de gódua, bruc d'escombres i bruguerola. Els primers espais colonitzats són els límits de la plantació, els talussos dels camins i les clarianes de les landes.

Mapa 6.2. Avet-Douglas. Parcel·les de mostreig.

El treball experimental s'ha portat a terme en dues parcel·les de 2.600 m² i 1.500 m², respectivament. La primera ha donat un total de 160 plançons i la segona, un conjunt de 400 plançons. L'edat màxima dels individus és de catorze anys, amb predomini dels individus inferiors a les cinc sabes. L'inici de la colonització es pot datar cap a l'any 1986, que coincideix amb la maduresa sexual dels individus dels focus emissors de propàguls. L'expansió sembla estar vinculada al retrocés de la pressió ramadera, ja que els plançons de l'avet-Douglas tenen una forta atracció palatinal pels herbívors. Per tant, es



podria parlar d'una successió ecològica protagonitzada per una conífera exòtica, que possiblement portarà cap a un canvi espectacular de la coberta constituïda per una avetosa d'avet-Douglas.

El nou procés de bioinvasió constitueix una de les troballes d'aquesta recerca, les causes del qual presenten un notori grau de complexitat i tenen de forma incontestable el punt d'arrencada en la introducció de coníferes exòtiques. Un factor socioambiental local que sembla incidir en el procés és la reducció de la pressió ramadera, que tindria el seu origen no en el declivi del sector, sinó en la pressió conservacionista i en la incorporació d'aquests supòsits en la normativa del parc.

6.II.5. Els efectes de la bioinvasió de coníferes en les pastures i matollars

La invasió de coníferes a les cobertes de l'alt Montseny indicaria que s'està produint un procés de canvi ambiental en aquest espai. La detecció del canvi s'ha produït de "visu," pel canvi fisiognòmic. En aquesta nova fase històrica d'aquest paisatge de l'alt Montseny, apareixen noves espècies arbòries, que superen en pocs anys l'alçària de les cobertes vegetals arbustives, formades per landes i matollars. La detecció d'aquest canvi s'hauria produït com a conseqüència d'un parèntesi aproximat de dotze anys d'absència de prospectiva a la zona per part nostre. La nova etapa de recerca de la tesi hauria coincidit amb l'etapa més explosiva de la invasió i amb l'adquisició d'alçària de les noves espècies per damunt de les dels matollars.

El treball experimental en l'àmbit de les cobertes supraforestals té com a límits orogràfics aproximats des de la cota 1.500 fins als cims del turó Gros, el Puig ses Olles, el turó de l'Home i les Agudes. La prospecció s'ha fet de forma sistemàtica a tota l'àrea d'estudi, delimitant tres àrees de treball en funció de l'orientació (taula 6.5). El treball de camp ha consistit en prospectar les zones, localitzant cada nou peu d'arbre invasor i elaborant una fitxa per arbre. Les espècies s'han identificat a partir de l'obra de Ceballos i Ruiz de la Torre (1971) en el cas dels arbres europeus i a partir de Sprague Sargent (1961) en el cas

dels arbres americans. Cada fitxa porta un codi propi i s'hi identifica l'espècie, l'alçada, el perímetre, l'edat, l'hàbitat i la situació (vegeu mapa 6.3 de punts de l'inventari). El treball cartogràfic s'ha centrat en els principals centres de difusió de propàguls a fi de poder avaluar les relacions amb la proximitat geogràfica (vegeu mapa 6.4 d'espècies inventariades i espais difusors i mapa 6.5. d'aparició dels arbres inventariats).

Taula 6.5. Àrees de treball experimental a la zona supraforestal

	Localització	Orientació	Superfície (en hectàrees)
Àrea A	Vessant nord de la capçalera de la riera de Passavets-Briançó	Sud-est	35.50
Àrea B	Vessant sud del turó de l'Home-Turó Gros	Sud	12.12
Àrea D	Coll de Vent-Font Fosca-Turó Gros	Nord-est	34.80

Font: Elaboració pròpia a partir del treball de camp

Taula 6.6. Nombre i densitat d'arbres per àrea

Àrea	Superfície en Ha	Nombre d'arbres	Densitat n/Ha
A	35.50	35	0.99
B	34.80	136	3.93
D	12.12	94	7.76

Font: Elaboració pròpia a partir del treball de camp

Mapa 6.3. Punts de l'inventari

Mapa 6.4. Espècies inventariades i espais difusors

Mapa 6.5. Aparició dels arbres inventariats