

Projecte final de carrera. Llicenciatura en Ciències Ambientals.

Gestió forestal de masses d'arboç (*Arbutus unedo*)

en regeneració després de foc al terme municipal d'Esparreguera

Autora: Alba Guarch Ribot

Director: Anselm Rodrigo Domínguez

Codirectora: Lídia Quevedo Dalmau

Paraules clau: incendis forestals, *Arbutus unedo*, selecció de rebrots, desbrossada, anàlisi multicriterial.

Resum

Els incendis forestals són una pertorbació amb un paper decisiu en l'estructura i dinàmica dels ecosistemes mediterranis. La majoria de les seves espècies vegetals presenten mecanismes de resposta al foc, com la germinació de llavors i la rebrotada d'individus cremats. Les masses forestals regenerades a partir de rebrots assoleixen densitats massa altes i una baixa producció, i, per tant, és fonamental dur a terme una gestió mitjançant tractaments silvícoles. El principal objectiu d'aquest projecte és quantificar l'efecte de la selecció de rebrots i la selecció de rebrots més la desbrossada sobre el creixement de l'*Arbutus unedo*. S'han estudiat 12 parcel·les en regeneració després dels incendis de 1985, 1986 i 1994 al terme municipal d'Esparreguera. Els resultats mostren que els dos tractaments afavoreixen de la mateixa manera el creixement dels peus d'*Arbutus unedo*, a causa de la disminució de la competència intraespecífica i interespecífica. La desbrossada (a nivell de parcel·la, no d'individu), no obstant, provoca un increment probablement perjudicial de l'alçada dels rebrots, per la major disponibilitat de llum. Per tal de proposar un model de gestió forestal, s'ha realitzat una anàlisi multicriterial dels diferents escenaris, on s'han considerat altres criteris, com són el model de combustible, la possibilitat de pastura i el cost econòmic. L'alternativa preferida en els boscos d'*Arbutus unedo* és la selecció de rebrots i la desbrossada.

Resumen

Los incendios forestales son una perturbación con un papel decisivo en la estructura y dinámica de los ecosistemas mediterráneos. La mayoría de sus especies vegetales presentan mecanismos de respuesta al fuego, como la germinación de semillas y el rebrote de individuos quemados. Las masas forestales regeneradas a partir de rebrotes

alcanzan densidades demasiado elevadas y una baja producción, y por lo tanto es fundamental llevar a cabo una gestión mediante tratamientos silvícolas. El principal objetivo de este proyecto es cuantificar el efecto de la selección de rebrotes y la selección de rebrotes más el desbrozado sobre el crecimiento del *Arbutus unedo*. Se han estudiado 12 parcelas en regeneración después de los incendios de 1985, 1986 y 1994 en el término municipal de Esparreguera. Los resultados muestran que los dos tratamientos favorecen de la misma manera el crecimiento de los pies de *Arbutus unedo*, a causa de la disminución de la competencia intraespecífica e interespecífica. Sin embargo, el desbroce (a nivel de parcela, no de individuo) provoca un incremento probablemente perjudicial de la altura de los rebrotes, por la mayor disponibilidad de luz. Para proponer un modelo de gestión forestal, se ha realizado un análisis multicriterial de los diferentes escenarios, donde se han considerado otros criterios, como son el modelo de combustible, la posibilidad de pasto y el coste económico. La alternativa preferida en los bosques de *Arbutus unedo* es la selección de rebrotes y el desbrozado.

Abstract

Wildfires are a perturbation with a decisive role in the structure and dynamics of Mediterranean ecosystems. Most Mediterranean plant species have fire response mechanisms like seed germination and resprouting from burned stools. Forests regenerated by resprouts get too high density and low production, and so it is essential to carry out a management through forestry treatments. The main objective of this project is to quantify the effect of selection of resprouts and selection of resprouts plus elimination of shrub layer on *Arbutus unedo* growth. We have studied 12 plots in regeneration after the 1985, 1986 and 1994 wildfires in Esparreguera. Results showed that both treatments favour equally the growth of *Arbutus unedo* stems, due to the diminution of intraespecific and interespecific competition. However, elimination of understory at plot level promote a likely damaging increase of new resprouts height because of the greater light availability. In order to propose a forestry management model, we have realized a multi-criteria analysis of different scenarios, incorporating other criteria like combustible model, grazing possibility and economic cost. The most preferred alternative in *Arbutus unedo* forests is the selection of resprouts and elimination of shrub layer.

Antecedents

El foc és un factor ecològic que juga un paper decisiu en la dinàmica i estructura dels ecosistemes mediterranis, que tradicionalment es cremen amb certa freqüència (Pausas 1999). Els incendis forestals són una pertorbació, és a dir, una acció exercida sobre l'ecosistema que determina la seva simplificació estructural i funcional de forma sobtada.

Tradicionalment s'ha considerat que el foc és un procés natural en el món mediterrani. Tot i això, hi ha estudis que indiquen que els incendis podrien arribar a ser considerats un desastre ecològic, en el sentit que poden induir canvis abruptes en les comunitats (Rodrigo et al. 2004, Arnan et al. 2007). En els darrers anys, el nombre de focs, la superfície cremada i, especialment, el nombre de grans incendis han augmentat considerablement a la conca mediterrània.

Les plantes mediterrànies poden presentar dos mecanismes de resposta al foc: la germinació de llavors i la rebrotada dels individus cremats. Les reserves emmagatzemades en el sistema radicular de les plantes adultes poden proporcionar un important avantatge a les plantes rebrotadores enfront de les que es reproduïxen únicament per llavors (Terradas 1996). Encara que el fullatge d'un individu quedi totalment destruït, si les gemmes sobreviuen poden garantir la viabilitat de l'individu. La seva supervivència pot ser deguda a l'escorça, quan les gemmes són aèries, o al sòl, quan són subterrànies. L'espècie objecte d'aquest estudi, l'arboç (*Arbutus unedo*), és una espècie rebrotadora obligada a partir de gemmes subterrànies.

Les comunitats de plantes mediterrànies tenen en general una alta resiliència al foc, la capacitat de restaurar la seva estructura i funció després de la pertorbació, i ja des dels anys 70 es parla d'autosuccessió per descriure aquesta dinàmica (Hanes 1971). Aquest fenomen s'explica precisament pels mecanismes biològics de la rebrotada i la germinació després de foc, que permeten regenerar les espècies presents. S'ha de tenir en compte, però, que l'autosuccessió no sempre és possible, depèn de les condicions abans, durant i després de l'incendi, i de les característiques de les espècies que formen la comunitat.

L'estructura de les comunitats vegetals es veu molt alterada després d'un incendi, a causa de la destrucció de biomassa i pels mecanismes de regeneració de les plantes. Per això és important gestionar correctament la restauració dels terrenys afectats mitjançant diferents pràctiques silvícoles, com són la repoblació, l'aclarida de peus, la selecció de rebrots i la desbrossada.

En els boscos regenerats pel mecanisme de la rebrotada, sovint aquesta és massa vigorosa. Les masses forestals resultants es caracteritzen per una elevada densitat de peus, rebrots relativament petits, un creixement longitudinal molt baix i una producció força minsa (Espelta 2003). En aquesta situació, el que interessa és obtenir una estructura més madura, intentant reduir la competència entre els diferents peus. Per aconseguir això, es pot dur a terme la selecció de rebrots, és a dir, l'eliminació de peus fins a deixar-ne uns pocs per individu. Un altre tractament silvícola que es podria aplicar per tal d'afavorir el creixement d'una espècie és la desbrossada, l'eliminació de tot el sotabosc quan aquest sigui excessiu. Això podria reduir la competència pels recursos amb altres espècies. La selecció de rebrots i especialment la desbrossada fan disminuir

tant la continuïtat vertical de la vegetació com la continuïtat horitzontal. El sistema BEHAVE de simulació de propagació d'incendis forestals defineix 13 models de combustible segons les característiques de l'estrat de propagació i la seva continuïtat (Rhotermel 1983).

L'elecció de la gestió forestal més adequada per a un territori és un problema complex on s'han de tenir en compte variables molt diverses, des del creixement de les espècies vegetals previst amb cada una de les alternatives fins al cost econòmic que suposaria l'actuació, passant pels beneficis socials que s'obtindrien. Una eina útil en aquests casos de difícil valoració és l'anàlisi multicriterial (Belton et al. 2002). Els mètodes d'anàlisi multicriterial estan pensats per donar respostes a qüestions on la complexitat del sistema real no es pot avaluar sense contextualitzar-les en la seva multidimensionalitat ecològica, econòmica i social. Aquests mètodes procuren considerar de manera simultània els múltiples criteris en conflicte.

En aquest marc conceptual, el present projecte es planteja dos objectius principals:

1. Quantificar l'efecte de la selecció de rebrots i la desbrossada sobre masses d'arboç (*Arbutus unedo*) en regeneració després de foc
 - 1.1. Avaluar el creixement longitudinal dels peus d'arboç
 - 1.2. Comptabilitzar els nous rebrots apareguts des de l'aplicació dels tractaments silvícoles i quantificar el seu creixement
 - 1.3. Determinar el model de combustible que conforma cada actuació
2. Valorar les diferents alternatives de gestió mitjançant una anàlisi multicriterial
 - 2.1. Definir els diferents criteris de l'anàlisi i caracteritzar-los per a cada escenari de gestió
 - 2.2. Proposar la millor alternativa de gestió

Material i mètodes

L'espècie objecte d'estudi és l'arboç (*Arbutus unedo*), una espècie vegetal mediterrània de la família de les ericàcies (*Ericaceae*). És un arbre sovint poc desenvolupat i d'aspecte arbustiu, i el seu fullatge es manté verd tot l'any. Presenta una àmplia distribució a la conca mediterrània, excepte en les zones àrides o amb fred intens (Bolós et al. 1995). L'arboç presenta un model de regeneració després de foc molt característic, no disposa de banc de llavors al sòl i molt poques vegades se'n troben plàntules. El 70-80% dels individus rebroten després d'un incendi (López-Soria et al. 1992).

L'estudi s'ha dut a terme en una zona forestal mediterrània del nord de la comarca del Baix Llobregat, al terme municipal d'Esparreguera. El clima és mediterrani sec, i la vegetació està formada per extenses zones de matollar on l'espècie predominant és

l'arboç (*Arbutus unedo*). La totalitat de l'àrea d'estudi va ser cremada per un incendi l'any 1994. A més, la zona havia estat afectada per dos incendis ocorreguts l'any 1985 i l'any 1986. No s'ha dut a terme cap gestió forestal en els darrers 40-50 anys.

L'estudi s'ha realitzat des del febrer de 2007 i fins al gener de 2008 en 12 parcel·les en regeneració després de l'incendi de 1994. Les parcel·les són quadrades i amb un costat de 50 m, i s'han agrupat en blocs de 3 parcel·les cadascun. Una de les parcel·les de cada bloc ha estat desbrossada i se n'han seleccionat els rebrots, en una altra només se n'han seleccionat els rebrots i en l'última no s'ha realitzat cap tractament silvícola, per tal d'utilitzar-la com a control. El tractament s'ha aplicat a tots els individus d'arboç de cada parcel·la (o no s'ha aplicat, en el cas de les parcel·les control) excepte en 20 individus en què s'han aplicat els altres dos tractaments a 10 individus cadascun, per tal de tenir dades d'individus amb un tractament diferent del de l'aplicat a la parcel·la.

A cada parcel·la, dins una parcel·la interior de 40 m de costat i deixant un perímetre de 5 m per evitar l'efecte vora, s'ha fet el seguiment de 50 individus. S'han escollit a l'atzar 30 individus, tenint en compte que n'hi haguessin 10 de mida petita, 10 de mida mitjana i 10 de mida gran. A més, a cada parcel·la també s'ha fet el seguiment dels 20 individus en què s'han realitzat els altres dos tractaments silvícoles.

Tots els tractaments silvícoles s'han realitzat durant el febrer i el març de 2007. Per avaluar la seva eficàcia, s'ha mesurat el seu efecte sobre el creixement dels peus dels individus d'arboç i sobre la rebrotada induïda. S'ha determinat la longitud dels peus en dos moments, l'hivern de 2006-07 i l'hivern de 2007-08, un any després del tractament. Pel que fa a la rebrotada induïda, l'hivern de 2007-2008 s'han comptabilitzat els rebrots que han aparegut al voltant de cada individu i s'ha mesurat la longitud del rebrot dominant.

Les mesures dels peus d'arboç preses en el treball de camp s'han ponderat per a cada individu abans de ser tractades estadísticament. Així, s'ha calculat la longitud mitjana dels peus de cada individu abans de l'actuació i la longitud mitjana un any després de l'actuació. A partir d'aquestes s'ha obtingut el creixement absolut mitjà dels peus dels individus, i el creixement relatiu mitjà dels peus de cada individu s'ha calculat com el quocient entre el creixement absolut mitjà i la longitud mitjana abans de l'actuació. També s'ha calculat la longitud relativa del rebrot dominant de cada individu, dividint la longitud del rebrot entre la longitud mitjana dels peus abans de l'actuació. El nombre de rebrots de cada individu, en canvi, s'ha relativitzat pel nombre de peus de l'individu. Quan ha sigut necessari, les dades s'han transformat per tal d'obtenir distribucions normals. Per avaluar l'efecte dels tractaments silvícoles en les diferents variables s'ha realitzat una anàlisi de la variança mitjançant el model ANOVA, i les diferències *a posteriori* s'han valorat amb el test de Fisher.

S'han dissenyat diversos possibles escenaris de vegetació i gestió forestal per tal d'escollir la millor alternativa mitjançant una anàlisi multicriterial. Els escenaris es simulen a partir del comportament dels individus tractats a l'àrea d'estudi, tenint en compte les múltiples combinacions que es donen entre tractament silvícola aplicat a la parcel·la i tractament silvícola aplicat a l'individu. Un primer tipus d'escenaris són aquells amb condicions molt semblants a les de la zona d'estudi, on l'arboç és l'espècie llenyosa dominant: àrees sense cap gestió forestal (A1), àrees amb selecció de rebrots (A2) i àrees amb selecció de rebrots i desbrossada (A3). L'altre tipus d'escenaris són aquells més habituals als paisatges del territori català, on l'arboç no sol ser l'espècie dominant, sinó que es troba present en boscos d'una altra espècie rebrotadora mediterrània: àrees sense cap gestió forestal (B1), àrees amb selecció de rebrots de l'arboç, però sense cap tractament a l'espècie dominant (B2), àrees amb selecció de rebrots i desbrossada de l'arboç, però sense cap tractament a l'espècie dominant (B3), àrees amb selecció de rebrots de l'espècie dominant, però no dels individus d'arboç (B4), àrees amb selecció de rebrots i desbrossada de l'espècie dominant, però no dels individus d'arboç (B5), àrees amb selecció de rebrots, tant de l'espècie dominant com de l'arboç (B6) i àrees amb selecció de rebrots i desbrossada, tant de l'espècie dominant com de l'arboç (B7).

A partir dels resultats obtinguts en les diferents variables s'ha realitzat l'anàlisi multicriterial dels escenaris de gestió forestal mitjançant el mètode NAIADE (Munda 1995). En l'anàlisi multicriterial realitzat s'han considerat 5 criteris: creixement longitudinal relatiu dels peus d'arboç, longitud relativa del rebrot dominant, model de combustible, possibilitat de pastura i preu del tractament silvícola. S'han dut a terme dues anàlisis multicriterials diferenciades, una per als escenaris on l'espècie dominant és l'arboç i una altra per als escenaris on l'espècie dominant és una altra espècie rebrotadora mediterrània

Resultats

Creixement i rebrotada induïda

Deu mesos després de la realització dels tractaments silvícoles, els individus d'arboç mostren diferències significatives en el creixement relatiu dels peus segons els tractaments silvícoles que s'han aplicat, tant a nivell de parcel·la com d'individu i segons el bloc on es troben situats.

Els individus de les parcel·les control, en què no s'ha realitzat cap actuació, presenten un creixement relatiu mitjà dels peus del $3,7 \pm 0,2\%$, significativament inferior al dels individus de les parcel·les amb selecció de rebrots i desbrossades, els dos amb un valor del $5,1 \pm 0,3\%$. El creixement en les parcel·les amb selecció de rebrots i en les que a més s'han desbrossat mostra uns valors sense diferències significatives (figura 1).

L'efecte del tractament individual sobre el creixement relatiu de cada arboç també s'ha mostrat significatiu. Els individus control tenen un creixement relatiu mitjà del $3,8 \pm 0,2\%$, els individus amb selecció de rebrots del $5,2 \pm 0,3\%$ i els individus amb selecció de rebrots i desbrossats del $4,9 \pm 0,3\%$. En aquest cas també són significatives les diferències entre els individus control i els tractats, i tampoc ho són entre els individus amb selecció de rebrots i els que a més s'han desbrossat (figura 2).

Per estudiar l'efecte del tractament sylvícola sobre la nova rebrotada no s'han tingut en compte els individus control, ja que no tindria cap sentit fisiològicament parlant perquè no hi ha cap pertorbació que indueixi la rebrotada en aquests casos. D'aquesta manera, els individus que han estat tallats i/o desbrossats dins d'una parcel·la control sí que es consideren. Pel que fa al nombre relatiu de rebrots induïts, ni el tractament de la parcel·la, ni el tractament individual, ni el bloc on es troben situats els individus tenen un efecte significatiu.

En el cas de la longitud relativa del rebrot dominant, els efectes del tractament de la parcel·la i del bloc on es troben situats els individus són significatius, mentre que el tractament aplicat a l'individu no és significatiu. Els individus de les parcel·les desbrossades mostren una longitud relativa del rebrot dominant significativament major, amb una mitjana del $32,6 \pm 1,5\%$. Els individus de les parcel·les control, amb una mitjana del $25,5 \pm 1,3\%$, i els individus de les parcel·les amb selecció de rebrots, amb una mitjana del $27,1 \pm 1,0\%$, no presenten diferències estadísticament significatives entre ells en aquest aspecte (figura 3).

Anàlisi multicriterial

Per realitzar l'anàlisi multicriterial s'ha determinat el valor dels criteris considerats (creixement longitudinal relatiu dels peus d'arboç, longitud relativa del rebrot dominant, model de combustible, possibilitat de pastura i preu del tractament sylvícola) previst per a cada un dels escenaris de gestió forestal dissenyats. Aquests valors s'han calculat a partir de les dades obtingudes a les parcel·les estudiades, seleccionant aquells individus que tinguessin el tractament individual i el tractament de parcel·la adequat per simular cada un dels escenaris. D'aquesta manera s'han obtingut dues matrius d'impactes, una per als casos on l'espècie llenyosa dominant és l'arboç (taula 1) i una altra per als casos on l'espècie dominant és una altra espècie rebrotadora (taula 2). En la segona matriu no s'ha considerat ni el model de combustible ni la possibilitat d'introduir pastura, ja que són criteris que depenen totalment de les característiques de l'espècie llenyosa dominant, i en aquest projecte només s'ha estudiat amb profunditat l'arboç.

L'anàlisi multicriterial realitzat en els escenaris on l'arboç és l'espècie dominant ha determinat que l'alternativa més positiva és la selecció de rebrots i desbrossada de les

masses d'arboç (figura 4), a causa dels bons resultats obtinguts en el creixement dels peus, en el model de combustible i en la possibilitat d'introduir pastura. En segon lloc es troba l'opció de no dur a terme cap tractament, i com a alternativa més perjudicial hi ha la selecció de rebrots, ja que presenta una pitjor longitud relativa del rebrot i un preu més car que les parcel·les control.

No realitzar cap tractament silvícola és la millor alternativa per als escenaris on l'espècie dominant és una rebrotadora diferent de l'arboç, segons l'ànalisi multicriterial duta a terme (figura 5). Aquest escenari té un cost econòmic molt baix, els desavantatges en el creixement dels peus no són gaire clares i la longitud del rebrot dominant obté un valor positiu. En segon i tercer lloc, les millors alternatives per al desenvolupament de l'arboç serien la selecció de rebrots de l'espècie dominant, deixant l'arboç sense tractament, i la selecció de rebrots només de l'arboç. L'opció més perjudicial en aquest tipus d'escenaris és aplicar la selecció de rebrots tant a l'espècie dominant com a l'arboç, a causa de l'elevat preu, dels resultats negatius en longitud del rebrot dominant i del relativament discret creixement dels peus.

Discussió i conclusions

Els tractaments silvícoles aplicats a les parcel·les i als individus han mostrat efectes significatius sobre el creixement dels peus d'arboç i també sobre la rebrotada induïda. El creixement dels peus s'ha vist afectat tant pel tractament aplicat a les parcel·les com pel tractament aplicat directament als individus. En canvi, la rebrotada induïda només s'ha vist afectada pel tractament aplicat a les parcel·les.

Els individus d'arboç on s'ha realitzat algun tractament presenten un creixement relatiu significativament major que aquells individus on no s'ha realitzat cap actuació, fet que es pot explicar per la disminució de la competència entre els rebrots d'un mateix individu pels recursos locals, com l'aigua, els nutrients i la llum, a causa de l'eliminació de molts dels peus existents inicialment.

Les diferències en el creixement dels peus entre els individus amb selecció de rebrots i aquells en què a més s'ha desbrossat no són significatives. El factor limitant en l'àrea d'estudi és amb força seguretat la disponibilitat d'aigua (Castell 1997), però encara que l'eliminació de la vegetació del voltant dels individus d'arboç provoca més disponibilitat d'aigua en les capes superficials del sòl, això té poc efecte, ja que l'arboç té les arrels més llargues i pot agafar aigua de capes més profundes.

La resposta de l'arboç al tractament de la parcel·la, independentment del tractament que rebi l'individu, és un aspecte molt positiu de cara a la gestió forestal encaminada a millorar-ne el creixement perquè, si s'aplica un tractament sobre l'espècie dominant d'una massa forestal, l'arboç present també se'n veu beneficiat.

El nombre de rebrots relatiu no depèn ni del tractament aplicat a la parcel·la ni del tractament aplicat a l'individu. Això pot significar que el mecanisme fisiològic de la rebrotada es posa en marxa independentment de la disponibilitat de recursos, i la qüestió és quin creixement es podrà permetre.

En la longitud del rebrot dominant, el tractament que mostra un efecte significatiu és el de la parcel·la, i no el de l'individu. Els rebrots que aconsegueixen una major longitud són els situats en parcel·les desbrossades, mentre que els de les parcel·les control i parcel·les amb selecció de rebrots creixen igual. D'aquesta manera, la desbrossada permetria disminuir la competència per la llum entre els rebrots d'arboç i altres espècies arbustives (Castell et al. 1995). És lògic que sigui important el tractament de la parcel·la i no el de l'individu, ja que en densitats tan elevades com en la zona d'estudi s'ha d'eliminar molta vegetació perquè es faci efectiu un augment de la disponibilitat de llum.

Cal destacar que tots aquests resultats s'han obtingut només un any després de l'aplicació dels tractaments silvícoles, i que això permet ser optimistes pel que fa als efectes de la gestió forestal a mig i llarg termini. Per avaluar correctament aquests avenços i optar per un tipus d'actuació o un altre amb tota la informació possible, s'hauria de fer un seguiment de les variables estudiades en estudis posteriors. Un aspecte que pot ser determinant per avaluar l'eficàcia dels tractaments silvícoles i que quedaria pendent per estudiar en profunditat és l'efecte de la rebrotada induïda sobre el creixement dels peus. També caldrien més estudis per comprovar si el model de combustible empitjora amb el pas del temps després del tractament. De totes maneres, una bona opció per mantenir el nivell de desbrossada d'una zona sense costos elevats és la pastura.

Si es tenen en compte només els resultats del creixement dels peus d'arboç i de la rebrotada induïda, tot sembla indicar que el tractament silvícola més avantatjós per a les masses forestals on l'arboç és l'espècie llenyosa dominant és la selecció de rebrots. L'anàlisi multicriterial, però, ha deixat aquest escenari en última posició i ha determinat que la millor alternativa de gestió és la selecció de rebrots i desbrossada. Això es deu a la incorporació dels criteris del model de combustible i de la possibilitat d'introduir pastura, que són clarament millors en les parcel·les desbrossades.

L'anàlisi multicriterial de la gestió de masses d'arboç ha estat de força utilitat. Tot i això, es podria millorar en futurs estudis incloent nous criteris. També seria una bona opció donar encara més pes al punt de vista que tindria un gestor del territori, a qui interessaria principalment aconseguir masses forestals madures i minimitzar el risc d'incendi. En canvi, l'anàlisi multicriterial aplicada a la gestió de boscos d'una espècie dominant diferent de l'arboç ha demostrat tenir moltes limitacions derivades de la falta de dades experimentals.

La gestió forestal que es proposa per a l'àrea d'estudi, i per a escenaris similars, és la selecció de rebrots dels individus d'arboç i la desbrossada del sotabosc junt amb la introducció de pastura, que permetrà mantenir controlat el sotabosc i a la vegada generar uns guanys econòmics que compensin l'elevat preu dels tractaments silvícoles. Aquesta gestió determina un model de combustible que disminueix el risc d'incendi de la situació original i assegura un bon creixement dels peus d'arboç, de manera que es propiciarà l'assoliment d'una estructura més madura de la vegetació.

Referències

- Arnan, X.; Rodrigo, A.; Retana, J. (2007). *Post-fire regeneration of Mediterranean plant communities at a regional scale is dependent on vegetation type and dryness*. Journal of Vegetation Science 18, 111-122
- Belton, V.; Stewart, T. (2002). *Multiple Criteria Decision Analysis. An integrated approach*. Kluwer Academic Publishers, Boston-Dordrecht-Londres.
- Bolós, O.; Vigo, J. (1995). *Flora dels Països Catalans* vol III. Editorial Barcino, Barcelona.
- Castell, C.; Terradas, J. (1995). *Water relations, gas exchange and growth of dominant and suppressed shoots of Arbutus unedo L.* Tree Physiology 15, 405-409.
- Castell, C. (1997). *Ecofisiologia de dues espècies rebrotadores mediterrànies: l'arboç (Arbutus unedo) i l'alzina (Quercus ilex)*. Institut d'Estudis Catalans, Barcelona.
- Espelta, J.M.; Retana, J.; Habrouk, A. (2003a). *Resprouting patterns after fire and response to stool cleaning of two coexisting Mediterranean oaks with contrasting leaf habits on two different sites*. Forest Ecology and Management 179, 401-414.
- Hanes, T.L. (1971). *Succession after fire in the chaparral of southern California*. Ecological Monographs 41, 27-52.
- López-Soria, L.; Castell, C. (1992). *Comparative genet survival after fire in woody Mediterranean species*. Oecologia 91, 493-499.
- Munda, G. (1995). *Multicriteria evaluation in a fuzzy environment: theory and applications in ecologicals economicals*. Physica-Verlag, Heidelberg.
- Pausas, J.G. (1999). *Mediterranean vegetation dynamics: modelling problems and functional types*. Plant Ecology 140, 27-39.
- Rodrigo, A.; Retana, J.; Picó, F.X. (2004). *Direct regeneration is not the only response of Mediterranean forests to large fires*. Ecology 85, 716-729.
- Rothermel, R.C. (1983). *How to predict the spread and intensity of forest and range fire*. USDA Forest Service, Ogden, Utah.

Figures i taules

Figura 1. Mitjana (i error estàndard) del creixement longitudinal relatiu dels peus d'arboç segons el tractament de la parcel·la. C: control, SR : selecció de rebrots, D: desbrossada.

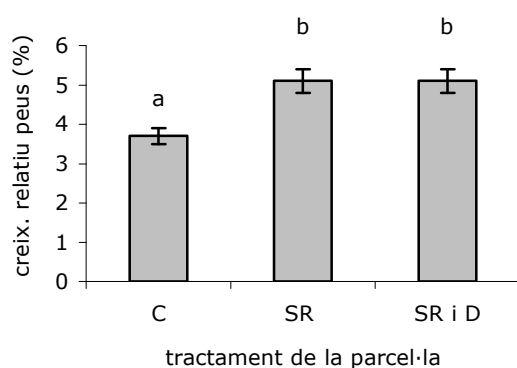


Figura 2. Mitjana (i error estàndard) del creixement longitudinal relatiu dels peus d'arboç segons el tractament de l'individu. C: control, SR : selecció de rebrots, D: desbrossada.

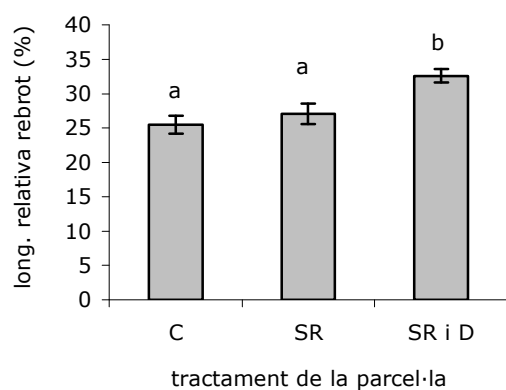
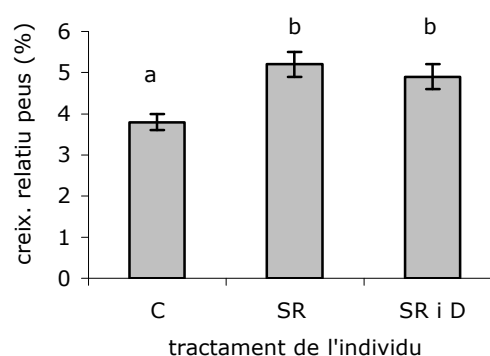


Figura 3. Mitjana (i error estàndard) de la longitud relativa del rebrot dominant dels individus d'arboç segons el tractament de la parcel·la. C: control, SR : selecció de rebrots, D: desbrossada.

Taula 1. Matriu d'impactes de les alternatives de gestió de masses forestals on l'espècie llenyosa dominant és *Arbutus unedo*.

Criteri \ Alternativa	A1	A2	A3
	Sense gestió forestal	Selecció rebrots	Selecció rebrots i desbrossada
Creixement relatiu peus (%)*	3,42 (0,47-15,66)	4,98 (0,45-26,11)	5,38 (0-55,67)
Longitud relativa rebrot (%)*	4,06 (0-65,95)	26,71 (0-90,85)	33,38 (0-162,50)
Model de combustible	7 (molt dolent)	6 (dolent)	2 (bo)
Possibilitat de pastura	no (dolent)	no (dolent)	sí (bo)
Preu del tractament (€/ha)	0	5591,39	6045,17

* Mitjana i entre parèntesis rang

Taula 2. Matriu d'impactes de les alternatives de gestió de masses forestals on l'espècie llenyosa dominant no és *Arbutus unedo* sinó una altra espècie rebrotadora mediterrània. S: selecció de rebrots; D: desbrossada

Alternativa	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7
Criteri	Sense gestió	S arboç	S i D arboç	S no arboç	S i D no arboç	S	S i D
Creixement relatiu peus (%)*	3,42 (0,47-15,66)	3,97 (0-11,3)	4,48 (8,40-10,11)	4,87 (0,63-24,58)	3,99 (0,44-15,72)	4,98 (0,45-26,11)	5,38 (0-55,67)
Longitud relativa rebrot (%)*	4,06 (0-65,95)	24,43 (2,77-51,09)	26,56 (5,31-59,57)	1,46 (0-58,28)	4,40 (0-83,77)	26,71 (0-90,85)	33,38 (0-162,50)
Preu tract. (€/ha)	0	768,48	813,86	5055,51	5463,92	5591,39	6045,17

* Mitjana i entre parèntesis rang

Figura 4. Resultat de l'anàlisi multicriterial de la gestió de masses forestals on l'espècie llenyosa dominant és *Arbutus unedo*. S'ordenen les alternatives segons la força ($\Phi+$), la menor debilitat ($\Phi-$) i la interacció d'ambdues.

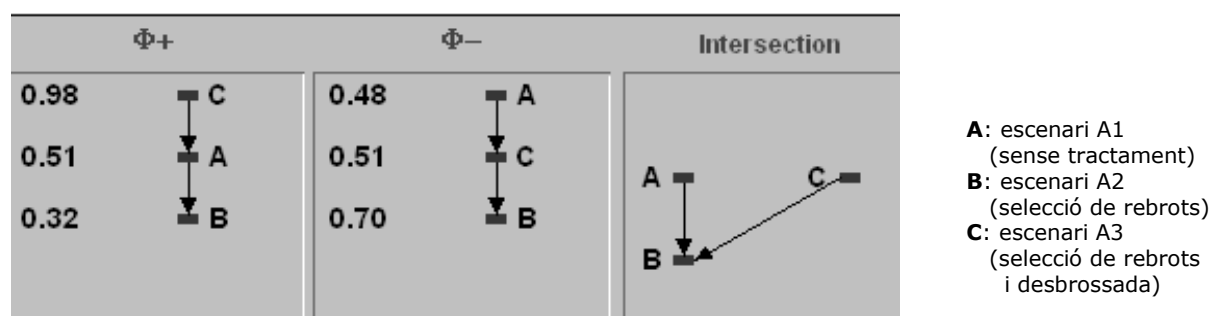


Figura 5. Resultat de l'anàlisi multicriterial de la gestió de masses forestals on l'espècie llenyosa dominant no és *Arbutus unedo*. S'ordenen les alternatives segons la força ($\Phi+$), la menor debilitat ($\Phi-$) i la interacció

