

On s'emporten les llavors els rosegadors quan es talla el bosc cremat?

Estudiant: Anna Maria Miralles Alvarez

Grau en Biologia

Correu electrònic: annamlls28@gmail.com

Tutor: Pere Pons Ferran

Cotutor*: -

Empresa / institució: Universitat de Girona

Vistiplau tutor (i cotutor*):

Nom del tutor: Pere Pons Ferran

Nom del cotutor*: -

Empresa / institució: Universitat de Girona

Correu(s) electrònic(s): pere.pons@udg.edu

*si hi ha un cotutor assignat

“La naturalesa no fa res superflu, res inútil, i sap treure múltiples efectes d’una sola causa.”

Nicolau Copèrnic

AGRAÏMENTS

Vull agrair, primerament, al meu tutor d'aquest treball, en Pere Pons, per guiar-me, ajudar-me i comprendre'm en tot moment. També a Carles Tobella i a Josep Maria Bas per acompanyar en els experiments de camp i ajudar en tot sempre que els ha estat possible.

Donar gràcies a tots aquells admirables científics i científiques que han compartit el seu projecte d'investigació, ja que han sigut una ajuda indispensable per a realitzar el treball.

D'altra banda també vull donar les gràcies a la meva gran família, que tot i els moments difícils, m'han ajudat i recolzat sempre, sobretot quan menys m'ho mereixia.

També agrair a l'Isaac, per suportar-me sempre i, malgrat els mals moments, saber com tranquil·litzar-me i donar-me els ànims necessaris per continuar avançant.

Als meus amics, tant els del poble per donar-me instants de tranquil·litat i hores de cafès i gin-tònics absolutament necessaris, com a les noves companyies de Girona, a la Paula, molt més que una companya de pis i a la Sofia, perquè en tots els moments viscuts, sempre ens hem anat completant.

Agrair també al Rubèn (el de les salutacions estranyes) les tardes de cerveses i alguna de futbolí, i a l'Ariadna, per haver trobat una de les persones amb les quals treballo i desconnecto millor i amb més ganes.

TFG realitzat en el marc del projecte Avaluació ecològica i econòmica comparada de les pràctiques forestals en boscos cremats amb la utilització de múltiples indicadors (Referència 56 30063 2017 P4), finançat pel Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació - Generalitat de Catalunya i el FEADER (Fons Europeu Agrari de Desenvolupament Rural).

Índex

Resum (català)	2
Resumen (castellano)	3
Abstract (English)	4
Introducció	5
Objectives	7
Metodologia	8
Estudi de l'àrea i incendi	8
Tractaments forestals.....	9
Disseny experimental.....	10
Mètodes de camp	12
Materials	12
Recol·lecció i preparació dels aglans.....	12
Distribució dels aglans.....	13
Recompte dels aglans.....	13
Anàlisi estadístic.....	13
Resultats	15
Remoció.....	15
Microhàbitats aglans.....	16
Distància aglans respecte estació	17
Discussió	18
Remoció.....	18
Microhàbitats aglans.....	18
Distància aglans respecte estació	19
Criteris ètics i de sostenibilitat	20
Conclusions	21
Bibliografia	22

Resum (català)

Després d'un incendi, al sud d'Europa, la manera més habitual de gestionar un bosc cremat és la tala de salvament amb maquinària pesada i recol·lecció de l'arbre sencer, que elimina gairebé tota la biomassa present a l'ecosistema. També hi ha altres mètodes menys utilitzats com la no intervenció, que deixa el bosc en les condicions que s'ha quedat després de la pertorbació. Una altra gestió post-incendi aportada pel projecte Anifog de la Universitat de Girona, és el tractament de bones pràctiques, que utilitza maquinària lleugera, recol·lecta només el tronc dels arbres i deixa restes de fusta en forma de pilons.

Per comparar l'eficàcia dels tres tractaments en referència a la regeneració del bosc, es va escollir una zona propera a Blanes (Girona, Catalunya), cremada al juliol de 2016 i es van estudiar les diferències en la remoció d'agllans per part dels rosegadors, ja que aquestes llavors (si es trobessin en les condicions idònies) podrien després germinar i així ajudar a tornar el bosc al seu estat inicial.

Es van establir 10 parcel·les que es van repartir per gestionar-les de manera diferent per cada tractament. A cada gestió forestal li corresponia 20 estacions sota rebrots d'arbustos, i el tractament de bones pràctiques tenia 20 estacions més davall pilons. Es va dur a terme la recollida de 3 variables: taxa de remoció d'agllans, distància de l'agllà respecte l'estació i microhàbitat on es van trobar, en dos experiments (tardor del 2017 i primavera del 2018). Després de tractar les dades estadísticament, es va veure que en els dos últims grups de dades esmentats, la metodologia no va ser encertada i, per tant, els resultats no podien tenir molta representació per manca de mostres. En canvi, respecte la taxa de remoció, els resultats van ser significativament de més dispersió en el cas de les estacions davall de pilons del tractament de bones pràctiques, i significativament menys en el tractament convencional.

Llavors, es podria dir que el tractament de bones pràctiques i, concretament, la presència de pilons, és favorable per a la remoció d'agllans per part dels ratolins i, per tant, podria tenir efectes positius de cara a una regeneració natural més ràpida del bosc si la dispersió compensa la depredació. Pel contrari, el tractament convencional sembla repercutir negativament en la dispersió de llavors, es remouen més lentament, per tant, podria significar que no és la millor opció de gestió del bosc per rosegadors i els seus serveis ecosistèmics.

Resumen (castellano)

Después de un incendio, en el sur de Europa, la manera más habitual de gestionar un bosque quemado es la tala de salvamento con maquinaria pesada y recolección del árbol entero, que elimina casi toda la biomasa presente en el ecosistema. También hay otros métodos menos utilizados como la no intervención, que deja el bosque en las condiciones en las que se ha quedado tras la perturbación. Otra gestión post-incendio aportada por el proyecto Anifog de la Universidad de Girona, es el tratamiento de buenas prácticas, que utiliza maquinaria ligera y recolecta solo los troncos dejando restos de madera en pilones.

Para comparar la eficacia de los tres tratamientos en referencia a la regeneración del bosque, se escogió una zona cercana a Blanes (Girona, Cataluña), quemada en julio de 2016 y se estudiaron las diferencias en la remoción de bellotas por parte de los roedores, ya que estas semillas (si se encontraran en las condiciones idóneas) podrían luego germinar y así ayudar a devolver el bosque al estado inicial.

Se establecieron 10 parcelas que se repartieron para gestionarlas de manera diferente para cada tratamiento. A cada gestión forestal le correspondía 20 estaciones bajo rebrotes de arbustos, aunque el tratamiento de buenas prácticas, tenía además 20 estaciones bajo pilones. Se recogieron 3 variables de datos: tasa de remoción de bellotas, distancia de la bellota respecto la estación, y micro-hábitat donde se encontraron, en dos experimentos (otoño de 2017 y primavera de 2018). Después de tratar los datos estadísticamente, se vio que, en los dos últimos grupos de datos mencionados, la metodología no fue acertada y, por tanto, los resultados no podían ser representativos por falta de muestras. En cambio, respecto la tasa de remoción, los resultados fueron de más dispersión en el caso de las estaciones debajo de pilotes (tratamiento de buenas prácticas) y significativamente menos en el tratamiento convencional.

Entonces, se podría decir que el tratamiento de buenas prácticas, concretamente la presencia de pilotes, es favorable para la remoción de bellotas por parte de los roedores y podría tener efectos positivos de cara a una regeneración natural más rápida del bosque si la dispersión compensara la depredación. Por el contrario, el tratamiento convencional parece repercutir negativamente en la dispersión de semillas, se remueven más lentamente, por lo tanto, podría significar que no es la mejor opción de gestión para roedores y sus servicios ecosistémicos.

Abstract (English)

After a fire, in southern Europe, the most common way to manage a burned forest is a salvage logging with heavy machinery and whole-tree harvesting, which eliminates almost all the biomass present in the ecosystem. There are also other methods less used such as non-intervention, which leaves the forest in the conditions in which it has remained after the disturbance. Another post-fire management provided by the Anifog project, of the University of Girona, is the treatment of good practices, using light machinery and stem-only harvesting, leaving woody debris in the form of piles in the area.

To compare the efficacy of the three treatments in reference to the regeneration of the forest, an area near Blanes (Girona, Catalonia), burned in July 2016, was chosen, and the differences in the removal of acorns by rodents were studied because these seeds (if they were in the right conditions) could then germinate and thus help return the forest to its initial state.

Ten plots were established and distributed to manage them differently for each treatment. Each forest management had 20 stations under shrub resprouts, and the treatment of good practices had also 20 stations under branch piles. The collection of 3 variables was carried out: rate of removal of acorns, distance from the acorn to the station and micro-habitat where the acorn was found, in two experiments (autumn 2017 and spring 2018). After treating the data statistically, it was found that in the last two groups of data mentioned, the methodology was not successful and, therefore, the results could not be representative due to lack of samples. On the other hand, regarding the rate of removal, the results were of more acorn removal in the case of the stations under the branch piles of the treatment of good practices, and significantly less in the conventional treatment.

All in all, it could be said that the treatment of good practices and, specifically, the presence of branch piles is favourable for the removal of acorns by rodents and could have positive effects for a faster natural regeneration of the forest if the dispersal compensates predation. Aversely, conventional treatment seems to have a negative impact on the dispersion of seeds, they are removed more slowly; therefore, it could mean that it is not the best management option for rodents and their ecosystem services.

Introducció

El foc és un agent (natural o artificial) principal de pertorbació ecològica en molts biomes del món (Briani, Palma, Vieira i Henriques, 2004), de fet, gestiona les estructures vegetals i, per tant, també els ecosistemes (Goldammer, 1993; Puig-Gironès, 2016). A més, crea un fort impacte, tant a nivell de conservació de la biodiversitat com del maneig de recursos naturals (Driscoll et al., 2010).

Després d'un incendi forestal, les zones cremades es talen, en molts casos, intensivament i de manera mecanitzada, el que s'anomena tala de salvament i que implica l'eliminació de la fusta que resta (branques i troncs) i l'aprofitament de l'arbre sencer (McIver i Starr, 2000; Pons, Tobella, Rost, Puig-Gironés, Bas i Mauri, 2018).

Hi ha diversos motius pels quals es realitza aquest tipus de tractament a la zona cremada, majoritàriament per a la mitigació de les pèrdues econòmiques causades pels incendis (Rost, Clavero, Bas i Pons, 2010), però també per motius de silvicultura, seguretat per a les persones i, en algun cas, merament estètics (Lindenmayer, Burton i Franklin, 2008).

Aquest procés de tala del bosc cremat, resulta en una estructura més simplificada de l'hàbitat, en un paisatge amb manca de la majoria de la biomassa forestal (Bros, Moreno-Rueda i Santos, 2011) i, per tant, causa impactes negatius en l'ecosistema i en la manera de funcionar (Projecte Anifog, 2016; Castro, Puerta-Piñero, Leverkus, Moreno-Rueda i Sánchez-Miranda, 2012).

De fet, van sorgint cada cop més estudis que mostren els impactes negatius d'aquest tipus de tractament en conceptes de regeneració de la vegetació (Castro, Allen, Molina-Morales, Marañón-Jiménez, Sánchez-Miranda i Zamora, 2011), diversitat de plantes i animals (McIver i Starr, 2000) i erosió del sòl (Lindenmayer et al. 2008; Puig-Gironès, 2016).

En conseqüència, cada cop es recomanen intervencions menys severes post-incendi, ja que les branques i troncs cremats en descomposició són llegats biològics, que promouran la recuperació i diversitat de l'ecosistema (DellaSala et al., 2016)

Per tant, tot i que la majoria de boscos que han patit un incendi forestal al sud d'Europa es talen amb treballs mecanitzats i intensius (Projecte Anifog, 2016), hi ha altres tractaments menys agressius que s'empren cada cop més, com per exemple la "no intervenció" post-incendi, que deixa els arbres de peu, cremats, tal com queden just després de l'incendi. D'aquesta manera, alguns científics donen importància a aquest tractament, com per exemple el doctor Vallejo (professor de Fisiologia Vegetal a la Universitat de Barcelona) que en una entrevista al diari El Español (Pichel, 2016) va comentar: "hem d'entendre quina és la capacitat de regeneració de la zona en funció del de que passaria si no féssim res, ja que la vegetació mediterrània està molt ben adaptada al foc després de milions d'anys d'evolució". Per tant, en ocasions pot ser positiu conservar el bosc intacte, per conservar la biomassa i les propietats del sòl per la regeneració del bosc; tot i que hi ha un alt risc de caiguda d'arbres, per tant no seria un tractament apte per zones transitades.

D'altra banda, hi ha un tercer possible tractament que assegura la gestió sostenible de la zona, intercalant l'extracció i no-extracció de la fusta cremada (Castro, Marañón-Jiménez, Sánchez-Miranda i Lorite, 2010). Concretament, es basa en l'ús de màquines lleugeres exclusivament

per zones marcades, manteniment d'arbres vius, extracció de troncs en suspensió, preservació de les copes dels arbres amb tota la seva biomassa i construcció d'apilaments de manera regular amb les branques tallades (Mauri i Pons, 2016). Aquest tractament forma part de les recomanacions de les *Fitxes de bones pràctiques per a la gestió forestal post-incendi*, que promouen evitar els impactes negatius de la tala de recuperació i potenciar que els boscos Mediterranis pertorbats es recuperin de manera natural (Mauri i Pons, 2016).

En aquest context, és important conèixer la resposta dels animals davant d'aquesta pertorbació, sobretot dels que afecten a la recolonització i la resiliència de l'ecosistema (Projecte Anifog, 2016), com per exemple, la dispersió de llavors per part dels rosegadors. Aquesta acció, de fet, és un dels processos claus per a la restauració aplicada ja que, pot arribar a remodelar el patró espacial d'emergència de les plàntules i també influir sobre la dinàmica de regeneració de sistemes naturals (Rey i Alcántara, 2000; Rey et al., 2002; Gómez-Aparicio, 2008).

Els rosegadors, concretament, tenen una resposta ràpida a les pertorbacions ecològiques i als canvis estructurals de l'hàbitat que aquestes generen (Monamy i Fox, 2000), ja que es poden amagar en cavitats o túnels subterranis (Newsome i Catling, 1983). Tot i això, els individus que sobreviuen, tenen una gran dependència a aspectes estructurals de la vegetació, com per exemple a la coberta vegetal arbustiva, presència de troncs... (Fox, Taylor i Thomson, 2003; Doherty, Davis i van Etten, 2015; Müller, Hothorn i Pretzsch, 2007), a la disponibilitat d'aliments (Lindenmayer et al., 2008) i són perjudicials per l'augment de la depredació (Janssen, Sabelis, Magalhães, Montserrat i van der Hammen, 2007). D'altra banda, la caiguda natural d'arbres que deixen restes llenyoses grans, afavoreixen la presència de rosegadors, que poden fer-ho servir com a lloc de protecció per la depredació (Haim i Izhaki, 1994).

Llavors, tenint en comte, sobretot, les dificultats afegides, s'observa un esperable augment de la mortalitat (tant a curt com a mitjà termini) (Monimeau, Mouillot, Fons, Prodon i Marchland, 2002) d'aquests animals després de la pertorbació. Però no només es tenen en compte aquests efectes quan s'estudia l'abundància de rosegadors després d'un incendi, sinó que també entren en joc la demografia de la zona, la immigració i emigració, interaccions biòtiques, clima, etc. (Puig-Gironès, 2016).

S'ha de considerar que els rosegadors són molt importants en l'ecosistema forestal, ja que són una de les fonts més importants d'aliment per als depredadors (Long i Smith, 2000) i influeixen en l'estructura i regeneració del bosc, com s'ha dit anteriorment, mitjançant la dispersió de llavors. Concretament, els rosegadors, com després de l'incendi tenen poca coberta vegetal on amagar-se, normalment no depreden el fruit al mateix lloc, sinó que se'l enduen, i en algun cas, l'amaguen, fent que la llavor pugui créixer de manera efectiva fins a 135 metres de la zona cremada (Perea, San Miguel i Gil, 2011), cosa que fa que s'allunyi molt de la planta mare i que, conseqüentment, augmenti la possibilitat de sobreviure, tenint més nutrients i aigua (Vander Wall, 2001) Tot i això, és evident que la intenció primordial de l'animal quan aconseguix la llavor és de consumir-la, per tant, els rosegadors depreden un alt percentatge de les llavors que recullen. Aquestes dues vessants, resulten en una controvèrsia en els ecòlegs respecte l'efectivitat de la dispersió per part dels rosegadors (Gómez, Puerta-Piñero i Schupp, 2007).

Per tant, es pot dir que és molt important conèixer i comprendre la resposta d'aquests petits mamífers després d'un incendi forestal (Puig-Gironès, 2016) ja que pot tenir importància a l'hora de facilitar el retorn del bosc al seu estat natural.

Llavors, una pregunta que ens podem plantejar és: com afecta la gestió d'un bosc cremat a la remoció (dispersió més depredació) de llavors per part dels rosegadors, i, per tant, a la futura regeneració natural d'aquest?

Objectives

To answer the question "How does the management of a Mediterranean burnt forest affect acorn removal by rodents?", we compared three replicated treatments in a burnt Mediterranean pine forest: non-intervention, good management practices (stem-only harvesting with light machinery and building piles of branches using tree canopies), and conventional management (whole-tree harvesting with use of heavy machinery). The following specific objectives were formulated:

- To compare the amount of acorns removed (consumed and dispersed) by rodents between the three treatments.
- To analyse the distance (in meters, from the experimental device) and destination (microhabitat) of the acorns removed by rodents in each treatment.

While trying to meet the main objectives, others, also very interesting, emerged:

- To know the differences in dispersion acorn removal between spring and autumn.
- To observe the differences, within the treatment of good practices, between the offers placed under the piles and the ones placed under the sprouts.

Metodologia

Estudi de l'àrea i incendi

L'àrea d'estudi es troba al Vilar, zona forestal localitzada dins del terme municipal de Blanes (Girona, Catalunya), i que pertany a la Serra de la Marina (Figura 1). La vegetació arbòria més abundant d'aquesta regió és el pi pinyer (*Pinus pinea*), l'alzina surera (*Quercus suber*) i plantacions del gènere eucaliptus (*Eucalyptus*). El clima de la zona és el mediterrani, amb hiverns temperats i humits i estius calorosos i secs (Felipe, 2017). Geològicament, la zona es troba sobre leucogranits de gra groller del període Carbonífer-Premià (Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya, 2012).

S'ha escollit aquesta zona com a àrea d'estudi perquè el 24 de juliol de 2016 es va veure afectada per un incendi que va cremar 31 ha., principalment de la vegetació citada anteriorment. Per tant, actualment, es troba en plena recuperació d'aquesta pertorbació.

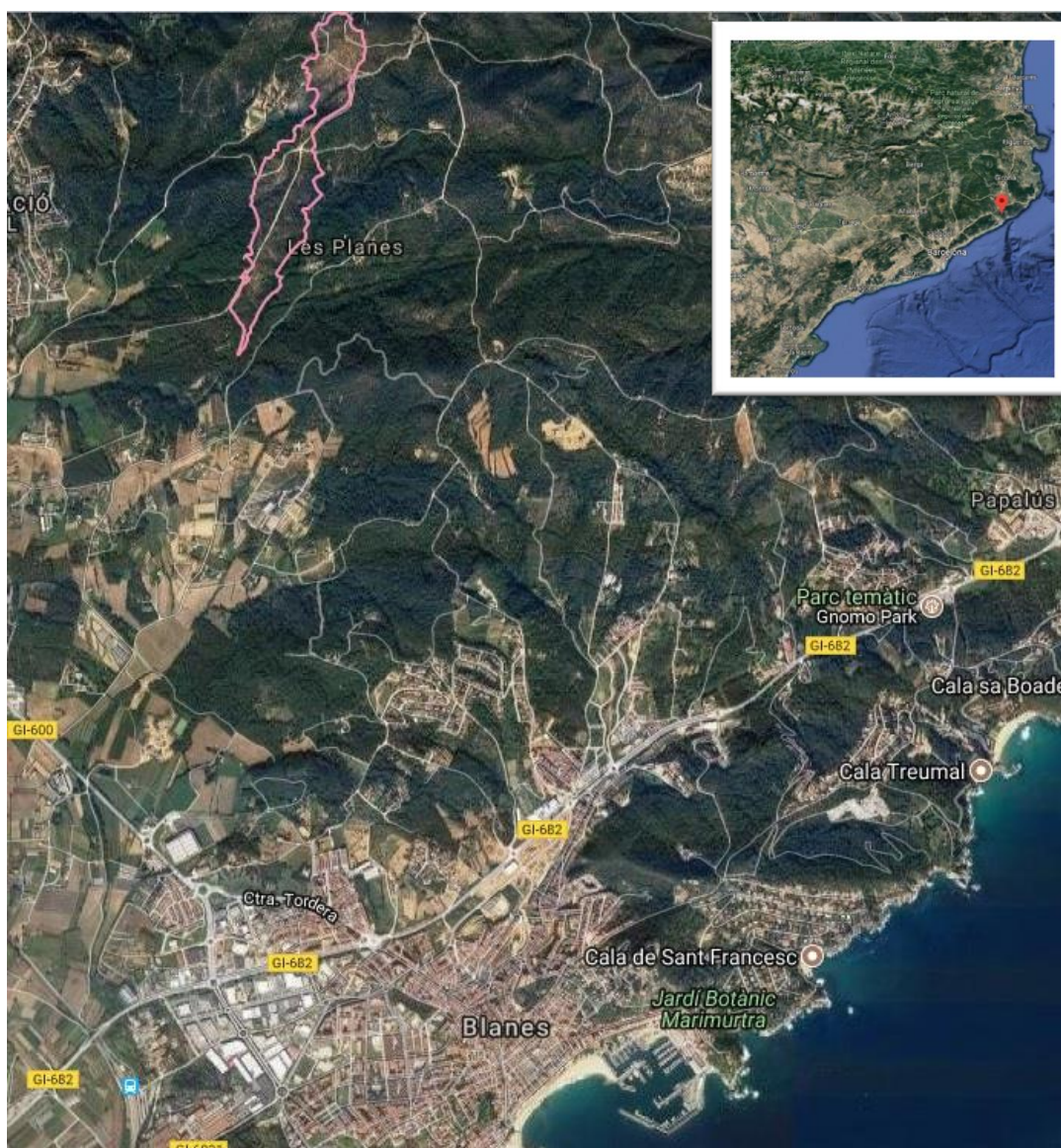


Figura 1. Ortofoto amb la localització de l'àrea cremada al juliol de 2016.

Tractaments forestals

Aquesta zona es va dividir en 14 parcel·les, les quals van ser tractades amb diferents gestions post-incendi (Figura 2). Per dur a terme aquest estudi, es van seleccionar 10 d'aquestes parcel·les: CV1, CV2, CV3, NI1a, NI2, NI3, BP1, BP2, BP3, BP4.

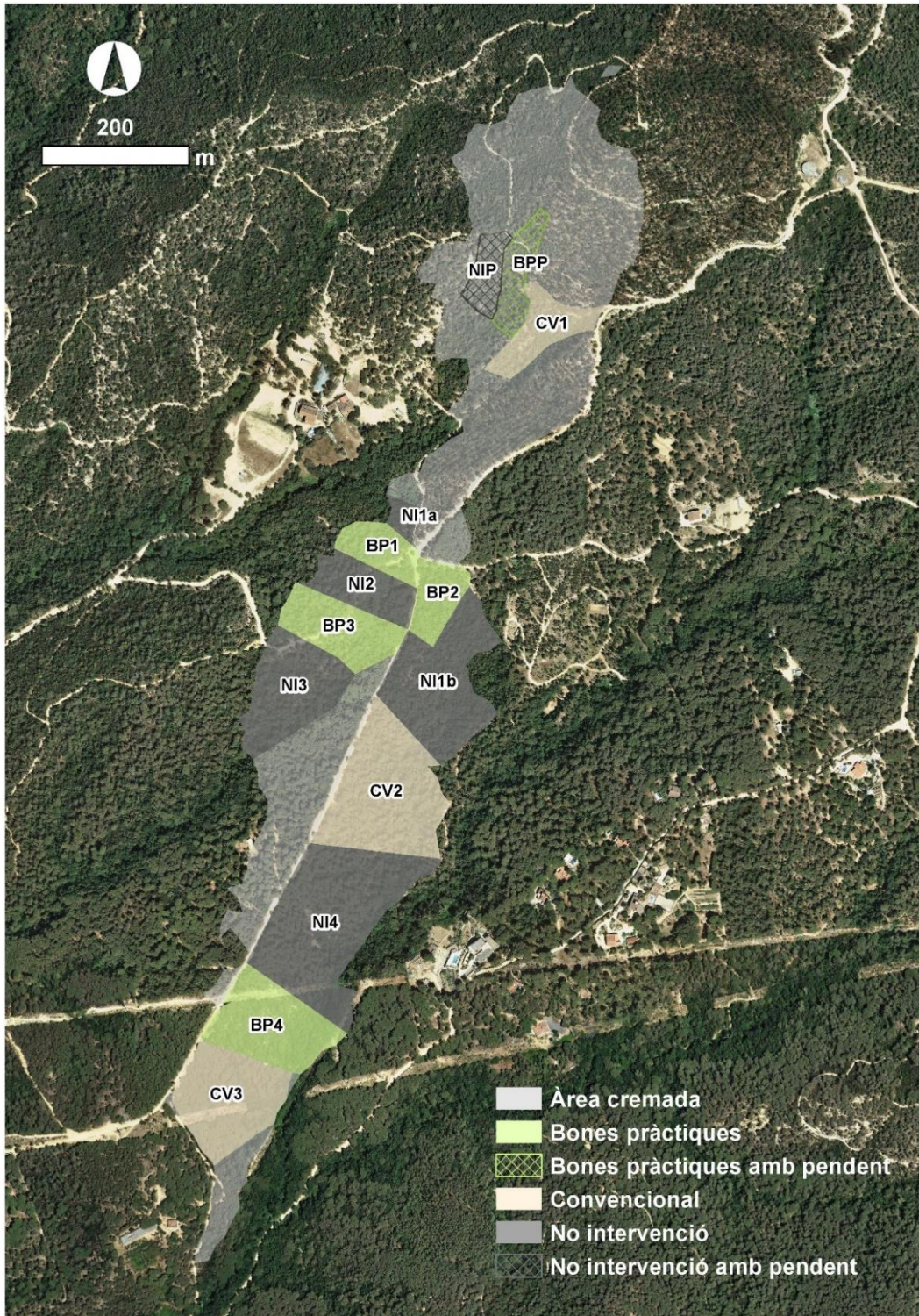


Figura 2. Ortofoto on es mostra el perímetre de les parcel·les en les que es va dividir la zona pertorbada amb les seves característiques de gestió i pendent. En el cas de l'estudi present, només es van utilitzar 10 de les 14 parcel·les (CV1, CV2, CV3, NI1a, NI2, NI3, BP1, BP2, BP3, BP4).

Els tres tractaments amb que es van gestionar les parcel·les utilitzades per l'estudi van ser els següents (Figura 3):

- **No intervenció (NI):** Bosc cremat sense intervenció després de l'incendi. Aquesta zona va ocupar 3 parcel·les: NI1a de 0,178565 ha.; NI2 de 0,81498 ha. i NI3 d'1,54389 ha. i va ser establerta al febrer del 2017 (6 mesos després de l'incendi) (Pons, et al., 2018).
- **Bones pràctiques (BP):** Tala exclusivament d'arbres morts, els arbres que estaven rebrotant o tenien possibilitats de supervivència (capçada calcinada només parcialment) es van deixar. Els treballs de tala es van realitzar amb moto-serres i l'extracció de material forestal amb tronc suspès i maquinària lleugera. L'aprofitament va ser només del tronc (per serra o per biomassa), per tant, les restes de rames que es van tallar van ser dipositats *in situ*, en forma de pilons col·locats de manera regular en l'espai (54 pilons/ha.) (Mauri i Pons, 2016). El tractament va ser realitzat a l'abril de 2017 (8 mesos després de l'incendi) i va ocupar 4 parcel·les: BP1 de 0,563308 ha., BP2 de 0,602067 ha., BP3 d'1,10713 ha. i BP4 d'1,56443 ha (Pons, et al., 2018).
- **Convencional (CV):** Tala exclusivament d'arbres morts, els arbres que estaven rebrotant o tenien possibilitats de supervivència (capçada calcinada només parcialment) es van deixar. En aquest cas, l'aprofitament era de l'arbre sencer, per tant, es van tallar els arbres amb moto-serres i es van retirar amb maquinària pesant (autocarregador i tractor forestal), deixant molt poques restes de biomassa al terreny. Posteriorment, la fusta va ser triturada a peu de pista i els volums d'estella utilitzats com a biomassa. L'àrea en la que es va realitzar aquest tractament va ocupar 3 parcel·les: CV1 de 0,793833 ha., CV2 de 0,793833 ha. i CV3 d'1,68506 ha. i va ser realitzat entre el febrer i l'abril de 2018 (aproximadament 1 any i 4 mesos després de l'incendi) (Pons, et al., 2018).



Figura 3. Fotografies de 3 parcel·les amb els 3 tractaments realitzats, d'esquerra a dreta: no intervenció (NI2), bones pràctiques (BP3) i convencional (CV1); on s'observen les diferències entre les gestions.

Disseny experimental

Per realitzar l'experiment, es van disposar 20 estacions o punts a cada tractament (Figura 4), localitzats just sota un rebrot d'arboç (*Arbutus unedo*) o en el cas que aquest no fos adequat o no es trobés, sota un rebrot de marfull (*Viburnum tinum*). A més, en el cas del tractament de "Bones pràctiques" es van afegir 20 estacions més, sota pilons de branques (cadascuna d'aquestes, a mínim 5 metres de l'estació col·locada al rebrot). En tots els casos, les estacions

es trobaven com a mínim amb 10 metres de separació entre elles i allunyades del camí més pròxim (per evitar influències de cotxes, persones o animals de companyia).

Cada oferiment constava de 12 aglans: 4 marcats i 8 sense marca. Les marques consistien en un fil d'1,5 metres grapat a l'aglà amb una etiqueta (feta amb precinte groc) a la punta on s'anotava el codi de l'estació on l'aglà era dipositat, amb l'objectiu de poder identificar la procedència de l'aglà si aquest era transportat pels rosegadors, i així poder mesurar-ne la distància. A més, per assegurar, relativament, que els aglans fossin consumits només per mamífers rosegadors, i evitar altres possibles consumidors com per exemple el gaig (*Garrulus glandarius*) o el tudó (*Columba palumbus*), es va dissenyar un dispositiu experimental fet amb reixa, en forma de piràmide i amb dos sortides, que cobria els aglans (Figura 5).

Es van establir dues dates per a realitzar dos experiments de camp: una del 17 al 24 de novembre del 2017 i l'altra del 26 d'abril al 3 de maig del 2018. Les dates van ser escollides perquè la tardor i la primavera són els períodes quan els ratolins es troben més actius, ja que coincideix amb el període reproductiu, que comença a la primavera i acaba a la tardor (Priotto i Steinmann, 2015). El primer experiment només va recollir dades de dos tractaments: el "no intervenció" i el "bones pràctiques"; en canvi, en el segon, realitzat a la primavera, es va poder realitzar també al tractament "convencional", que s'havia enllestit l'abril de 2018.

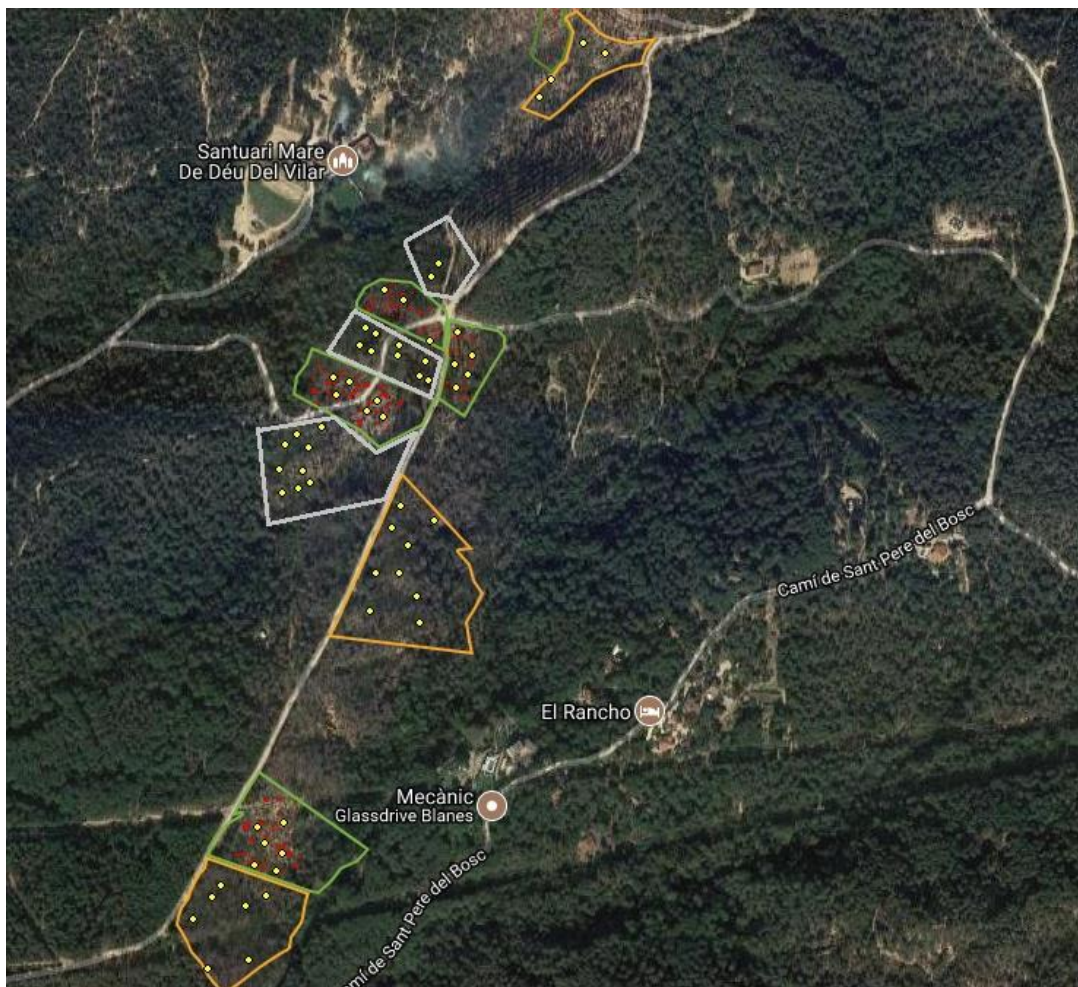


Figura 4. Ortofoto on s'observen amb punts grocs les 60 estacions dispersades en les diferents parcel·les. Els punts vermells són els pilons del tractament "bones pràctiques". Les parcel·les taronja són CV, les verdes BP i les grises, NI.



Figura 5. Dispositiu sota del qual es dipositaven els agllans, falcat amb pedres i col·locat als peus d'un rebrot d'*Arbutus unedo*, en l'estació CV3.

Mètodes de camp

Materials

Els materials utilitzats van ser els descrits en la taula 1.

Taula 1. Llistat de materials utilitzats per a realitzar l'experiment de camp, amb la marca (si és necessària) i la funció corresponents. Realització pròpia.

Material	Funció
Bàscula (KERN PCB)	Pesar agllans
Peu de rei electrònic (Mannesmann)	Mesurar llargada agllans
Congelador	Evitar que si algun agllà està corcat, el fitòfag proliferi
Fil de pescar	Permetre trobar agllans amagats (enterrats, dins de pilons...)
Grapadora (grapes 26/5)	Fixar el fil als agllans
Precinte groc	Fer una etiqueta per apuntar el codi del punt on es troba l'agllà
Retolador	Apuntar el codi a l'etiqueta dels agllans
Reixa (malla de 5x5cm)	Muntar els dispositius

Recol·lecció i preparació dels agllans

Es van recollir 1800 agllans d'alzina (*Quercus ilex*) de diverses zones de Girona (Santuari dels Àngels, voltants de la Universitat de Girona i la zona de Vallmanya, al Montseny) i tot seguit es van dipositar en un congelador a -20 graus per eliminar corcs (*Curculionidae* i altres) (Semel i Andersen, 1988) i així evitar que les larves consumissin l'interior de l'agllà i aquest fos, posteriorment, descartat pels rosegadors.

Al laboratori, primerament es van pesar els aglans en una bàscula electrònica i es va mesurar la llargada amb un peu de rei electrònic. Un cop recollides les dades, es van establir 4 rangs de pes (1r experiment: rang 1: 1,00-1,36g., rang 2: 1,37-1,75g., rang 3: 1,76-2,12g., rang 4: 2,13-2,50g.; 2n experiment: rang 1: 1,36-2,25g., rang 2: 2,16-2,94g., rang 3: 2,95-3,73g., rang 4: 3,74-4,52g.) per tal de poder col·locar 4 aglans de 4 diferents pesos a les estacions i així evitar que el pes afectés la recol·lecció dels aglans per part dels rosegadors entre tractaments.

Després, es va procedir a preparar els aglans per dur-los al camp, col·locant una grapa i la marca anteriorment descrita a un terç d'aquests.

Distribució dels aglans

L'experiment consistia en col·locar en cada estació un oferiment de 12 aglans (4 marcats i 8 sense marca) coberts tots ells pel dispositiu experimental falcat amb pedres. Per tant, es van disposar, al primer mostreig, 240 aglans marcats (60 estacions x 4 aglans marcats) i 480 sense marca (60 estacions x 8 aglans); i al segon mostreig 320 aglans marcats (80 estacions x 4 aglans marcats) i 640 aglans sense marca (80 estacions x 8 aglans).

En el cas de les estacions localitzades al peu de rebrots, el dispositiu es col·locava a la tangent de la tija de la planta, amb tots els aglans a dins, i dels marcats, se'n col·locaven dos amb el fil sortint per la dreta i dos a la sortida esquerra; en canvi, en les estacions a peu de piló, el dispositiu era col·locat perpendicularment al piló, de manera que l'aglà pogués ser estirat cap a fora o cap endins, amb els aglans sense marca i 2 marcats a l'interior de la reixa i 2 marcats a l'exterior, tots amb el fil cap a fora del piló.

Recompte dels aglans

La zona es va visitar 1 dia, 3 dies i 7 dies després de la distribució dels oferiments i es van anotar els aglans presents en cada estació. En el cas que faltessin aglans marcats, es realitzava una cerca d'aquests partint de la planta on es trobava l'estació i realitzant una espiral al voltant durant 2 minuts. Si l'aglà es trobava, s'anotava la distància a la qual es trobava del punt d'origen i la direcció (N, S, E i O) partint d'una línia perpendicular al dispositiu i de cara el rebrot en el cas de les estacions presents als peus de rebrots, o paral·lel al dispositiu i perpendicular al piló en el cas de les estacions col·locades al peu de pilons; i el microhàbitat on es trobava (sobre roques, sobre el terra, dins d'un piló...). També es van anotar les anomalies observades, com ara trampes arrencades, possiblement per senglar (*Sus scrofa*).

Anàlisi estadístic

Finalment, es van obtenir 3 grups de dades que van ser tractades de manera diferent:

- **Aglans remoguts:** Es van anotar els aglans que mancaven a cadascun dels dispositius cada dia que es va visitar la zona i, posteriorment, les dades van ser transformades en tant per 1. Llavors, la variable independent és el tipus de tractament i la dependent la remoció (en tant per 1). Per tant, la n , en aquest cas, era de 20 mostres per cada tractament (tenint en compte que la gestió BP es divideix en dos tractaments, sota

rebrot i sota piló), en els dos experiments (cal recordar que al primer experiment no es va incloure el tractament CV), és a dir, de 420 dades [(20 estacions x 3 tractaments x 3 dies) + (20 estacions x 4 tractaments x 3 dies) = 420]. Tot i això, es van descartar certes dades perquè els dispositius van ser arrencats, llavors, finalment la mida de la mostra va quedar reduïda a 411 (es van descartar les dades següents del primer experiment: NI2.10 el dia 7, NI3.2 el dia 3 i 7; i la NI3.4 el dia 3 i 7; i del segon experiment: NI2.2 i NI 2.3 els dies 3 i 7).

Així, es va plasmar cada dia i experiment per separat (n de cada prova estadística: $n_{\text{tardor dia1}} = 60$, $n_{\text{tardor dia3}} = 58$, $n_{\text{tardor dia7}} = 57$, $n_{\text{primavera dia1}} = 80$, $n_{\text{primavera dia3}} = 78$, $n_{\text{primavera dia7}} = 78$) en diagrames de caixa. Donat que la remoció és una variable acumulativa, un cop graficades les dades, es va escollir la durada temporal que presentava una remoció més allunyada del 0% i del 100% per la majoria dels tractaments. Després, es va analitzar la taxa de remoció dels dies escollits amb un test GLM (Generalized linear model) amb distribució d'errors binomial i funció de vincle tipus "logit" amb l'RStudio.

- **Microhàbitat:** De les dades categòriques del microhàbitat on es van trobar els aglans marcats, es van tenir en compte només els que es van trobar intactes fora del dispositiu, és a dir, amb el fil i l'etiqueta adherits. Per tant, els fils trobats sense aglà o amb l'aglà consumit (presència només de la closca menjada), els que no van ser remoguts del dispositiu i els "no trobats", no es van tenir en compte a l'hora de realitzar els percentatges.

Només es va poder plasmar aquesta informació en dos dels tractaments (BP i NI), ja que en el segon experiment (quan es va afegir el tractament CV) gairebé tots els aglans marcats localitzats, aproximadament el 97%, van ser trobats amb l'aglà arrancat (tots els del CV), per tant, van ser descartats. A més, al tractament BP, van quedar incloses les dades dels pilons i dels rebrots conjuntament, ja que es va considerar que la distància en la que es mouen els rosegadors és superior a la distància entre els dispositius sota el rebrot i sota el piló en una mateixa estació.

Aquestes dades van ser representades en dos gràfics de sectors amb el programa Rstudio, i no es va realitzar cap test estadístic perquè la mida de mostra era molt baixa en tots dos casos: $n_{\text{BP}} = 10$, $n_{\text{NI}} = 7$.

- **Distància:** Les dades numèriques (distància a l'estació, en metres; variable dependent) van ser organitzades per tractaments (variable independent) i es van utilitzar les mostres dels dos experiments de manera conjunta.

En aquest cas, es van comptar tots els fils trobats, tinguessin aglà o no, per tant, es parlarà sempre de distància mínima a l'estació, perquè com els rosegadors havien arrancat l'aglà, l'havien pogut desplaçar més.

Primerament, es va comprovar si es complien dos requisits indispensables per poder realitzar l'ANOVA: normalitat i homoscedasticitat. Les dades si que complien l'homoscedasticitat ($p.\text{valor} = 0,6171$), però no van resultar ser normals ($p.\text{valor} = 5,229 \cdot 10^{-12}$). Es va procedir a transformar les dades, però en tots els casos donava significança ($p.\text{valor} \ln(1+x) = 8,355 \cdot 10^{-8}$, $p.\text{valor} 1/x = 5,652 \cdot 10^{-4}$ i $p.\text{valor} \sqrt{x} = 2,741 \cdot 10^{-9}$). Per tant, es va procedir a realitzar un test no paramètric, el de Kruskal-Wallis, amb una n total de 54.

Resultats

Remoció

Primerament es van plasmar en diagrames de caixa (Figura 6 i 7) els tants per 1 de cada dia, en els dos experiments per poder escollir els dies que tinguessin dades més representatives i útils estadísticament (evitant tenir màxima i mínima remoció en totes les dades).

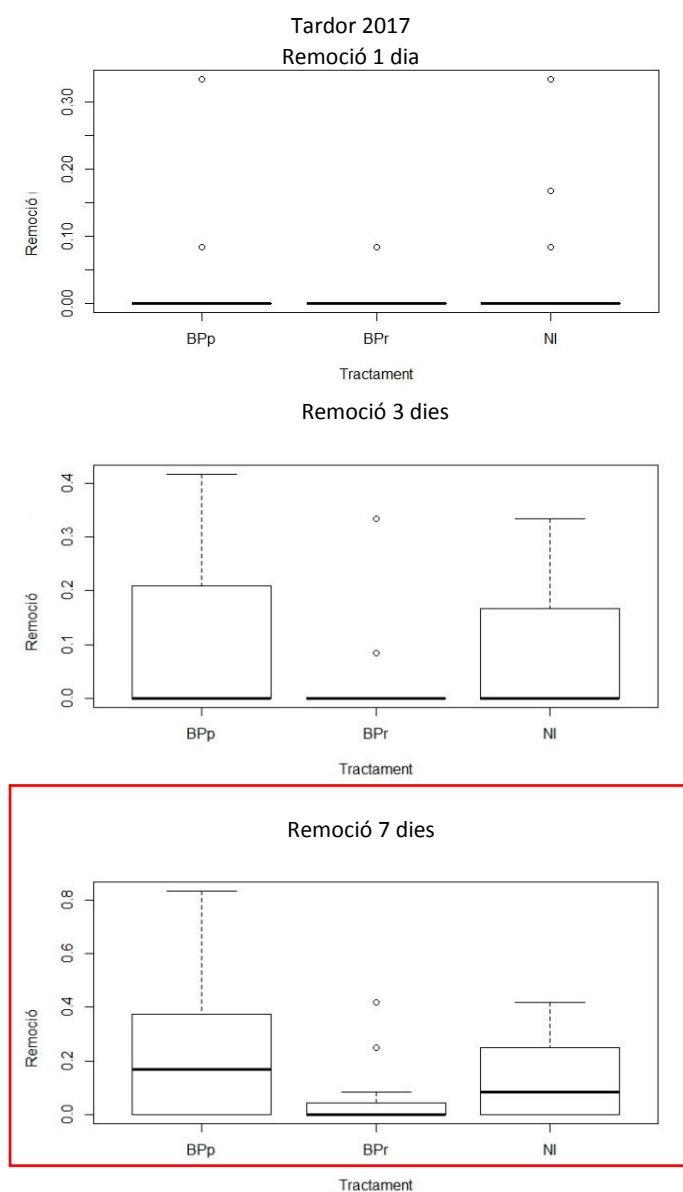


Figura 6. Gràfics de caixa que representen les dades de remoció (en tant per 1) amb les desviacions estàndard i la moda (marcada en negre) del 1r experiment (tardor 2017). Els punts buits representen valors atípics. De dalt a baix, 1 dia després de col·locar els oferiments, 3 dies després i 7 dies després. Es mostra marcat en vermell el dia escollit per realitzar l'anàlisi estadístic. $n_{BPp \text{ dia}1} = n_{BPr \text{ dia}1} = n_{NI \text{ dia}1} = n_{NI \text{ dia}1} = n_{BPp \text{ dia}3} = n_{BPr \text{ dia}3} = n_{BPp \text{ dia}7} = n_{BPr \text{ dia}7} = 20$, $n_{NI \text{ dia}3} = 18$, $n_{NI \text{ dia}7} = 17$.

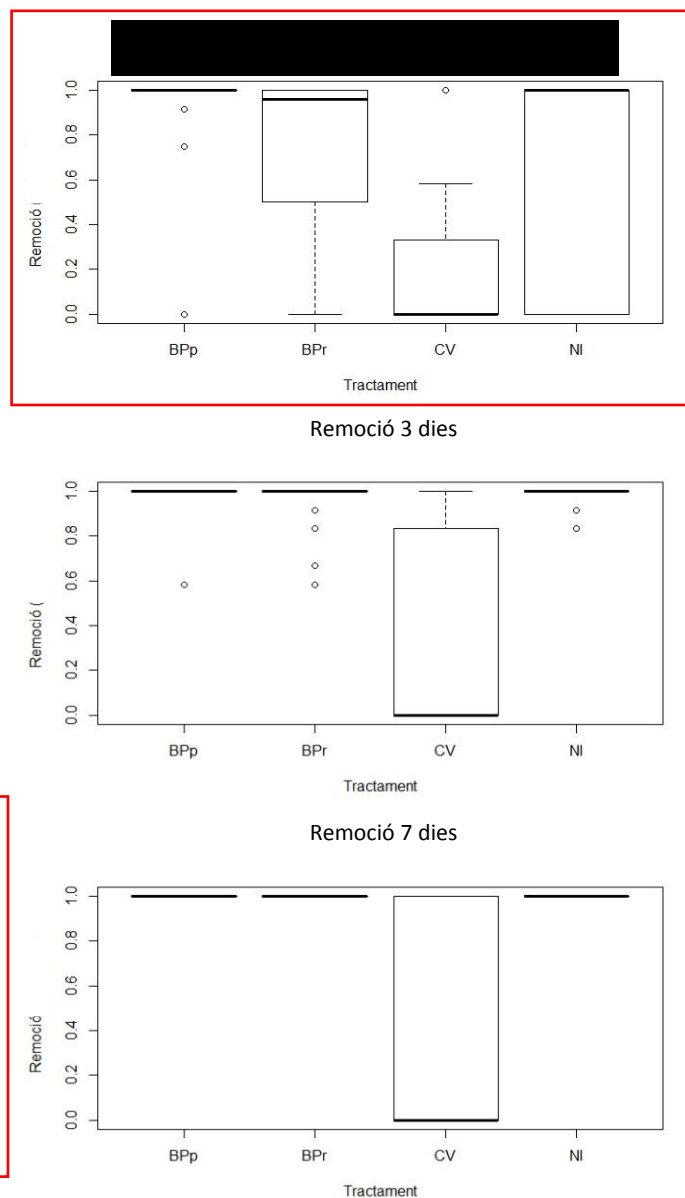


Figura 7. Gràfics de caixa que representen les dades de remoció (en tant per 1) amb les desviacions estàndard i la moda (marcada en negre) del 2n experiment (primavera 2018). Els punts buits representen valors atípics. De dalt a baix, 1 dia després de col·locar els oferiments, 3 dies després i 7 dies després. Es mostra marcat en vermell el dia escollit per realitzar l'anàlisi estadístic $n_{BPp \text{ dia}1} = n_{BPr \text{ dia}1} = n_{NI \text{ dia}1} = n_{BPp \text{ dia}3} = n_{BPr \text{ dia}3} = n_{BPp \text{ dia}7} = n_{BPr \text{ dia}7} = 20$, $n_{NI \text{ dia}3} = 18$, $n_{NI \text{ dia}7} = 18$.

Després d'observar els resultats, es va decidir en el primer experiment optar per les dades de l'últim dia perquè era quan hi ha menys estacions en les quals no hi ha hagut remoció; i en el segon experiment, el primer dia, perquè era quan a la majoria d'estacions encara hi ha algun aglà present.

A continuació, es va procedir a realitzar el test GLM (binomial, logit) que en el cas del primer experiment (tardor, dia 7) va resultar només significatiu el tractament de bones pràctiques sota piló (BPp) (p.valor BPp= 0,0226; p.valor bones pràctiques sota rebrot (BPr)=0,1608; p.valor no intervenció (NI)=0,4543), i en el cas del segon experiment (primavera, dia 1) el resultat va ser clarament significatiu en el cas de BPp i, sobretot, en el tractament convencional (CV) (p.valor BPp= 0,003146; p.valor BPr= 0,087824; p.valor CV=0,000223; p.valor NI=0,076522).

També es va calcular quina proporció de la variància explica el model (desviació), que va resultar, en el primer experiment de 14,12% (desviació model nul= 16,771 amb 56 g.d.II; desviació residual= 14,403 amb 54 g.d.II) i en el segon de 25,73% (desviació model nul= 91,781 amb 79 g.d.II; desviació residual= 68,161 amb 76 g.d.II).

Microhàbitats aglans

Amb les dades recollides es van elaborar gràfics de sectors (Figura 8 i 9) per il·lustrar la freqüència dels microhàbitats on es van trobar els aglans marcats en cadascun dels tractaments.

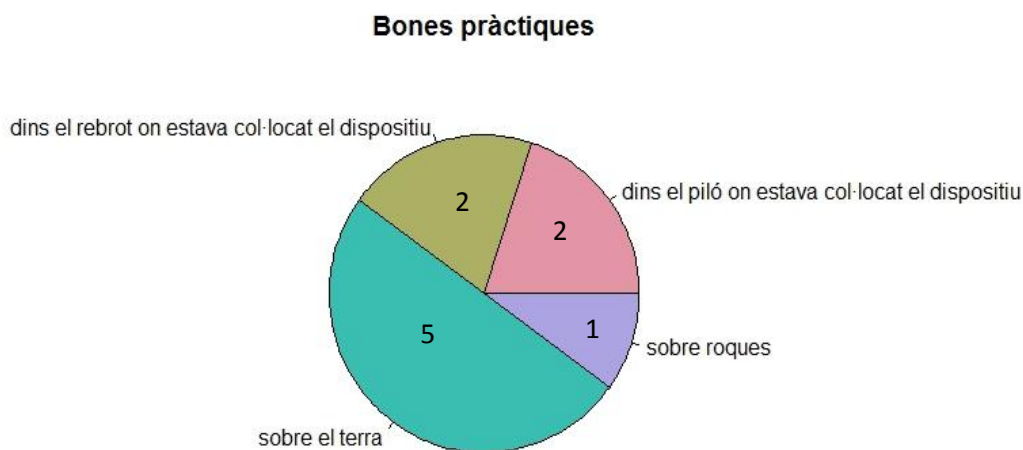


Figura 8. Gràfic de sectors amb les freqüències dels microhàbitats on es van trobar els aglans marcats en les parcel·les tractades amb les característiques de bones pràctiques. S'observa en cada categoria, el nombre de dades i inclou les dels dos experiments (primavera i tardor). n= 10. Realització pròpia amb R.

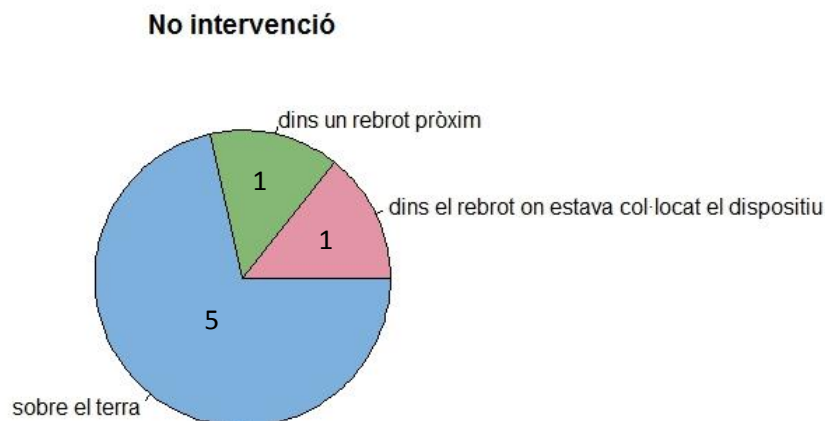


Figura 9. Gràfic de sectors amb les freqüències dels microhàbitats on es van trobar els aglans marcats en les parcel·les tractades amb les característiques de no intervenció. S'observa en cada categoria, el nombre de dades i inclou les dels dos experiments (primavera i tardor). $n=7$. Realització pròpia amb R.

S'observa que en tots dos casos, el microhàbitat on s'han trobat més glans és sobre el terra. En el cas de BP, va seguir dels trobats a l'interior del piló i rebrot on estava col·locat el dispositiu, en canvi, en el cas de NI, només se'n van trobar dins de rebrots (tant on estava el dispositiu com a rebrots propers a aquest).

Distància aglans respecte estació

Les dades que es van recollir respecte la distància de l'aglà marcat trobat, es pretenien comparar entre tractaments amb una ANOVA, però després que la normalitat sortís significativa tot i modificar les dades, es va procedir a realitzar un test no paramètric, el test de Kruskal-Wallis, que va resultar en un p.valor de 0,2118. Per tant, segons aquest experiment, el tipus de tractament no afecta en la distància en que els rosegadors transporten els aglans.

També es va realitzar un diagrama de caixa, per tal de plasmar visualment els resultats (Figura 10).

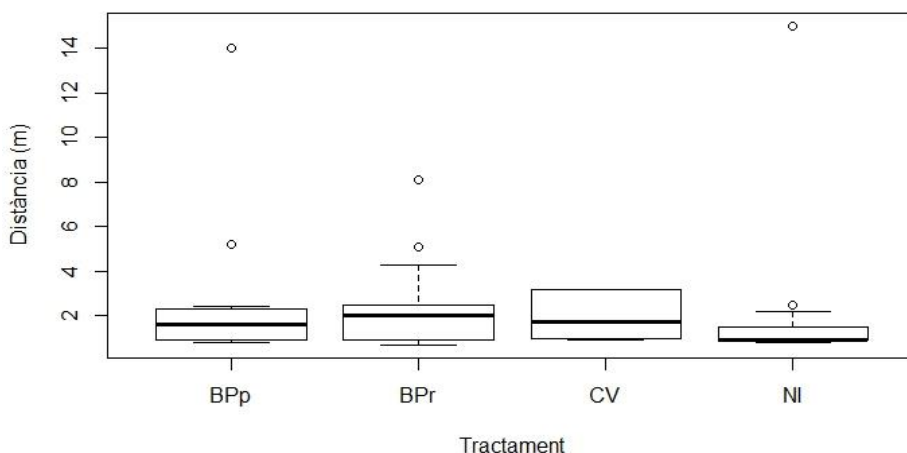


Figura 10. Gràfic de caixa que mostra la distància en metres a la qual es van trobar els aglans de la seva estació originària, en cada tractament. La línia negra representa la moda, i es troba plasmada la desviació estàndard amb les línies discontinües i els valors atípics amb punts buits. $n_{BPp}= 11$, $n_{BPr}= 10$, $n_{CV}= 6$, $n_{NI}= 22$.

Discussió

Remoció

Primerament, cal remarcar que hi ha molta diferència entre els resultats dels dos experiments (tardor i primavera). De fet, això justifica que s'hagin escollit dos dies diferents a l'hora de fer els anàlisis, ja que en el cas del l'experiment realitzat a la tardor de 2017, no s'observa gairebé remoció fins al dia 7 i, en canvi, el la primavera de 2018, al primer dia després de col·locar els oferiments ja hi ha una gran remoció dels aglans. L'explicació d'aquest fet podria ser que el període de temps que ha passat entre els dos experiments, d'aproximadament mig any, hagi fet que la regeneració del bosc en el segon experiment es trobi en una fase més avançada i possiblement les poblacions de rosegadors presents ja es trobin més desenvolupades, és a dir, podria significar que hi hagués més abundància d'aquests.

Després d'analitzar estadísticament aquestes dades, cal dir que els models expliquen un percentatge baix de la variabilitat de les dades, sobretot en l'anàlisi de la tardor.

Amb els resultats del GLM del primer experiment, s'observa que només el tractament BPP és significatiu, cosa que indica que és l'únic que es diferencia dels altres. Per tant, en la tardor, hi va haver una remoció més alta en les estacions del tractament de bones pràctiques que es trobaven col·locades en un piló si s'observa el corresponent diagrama de caixa (Figura 6, baix), en canvi, les altres dues no tenen diferència entre elles, ja que estadísticament va haver la mateixa remoció en les estacions de bones pràctiques col·locades en rebrots que en les de no intervenció. Aquest resultat podria indicar que els rosegadors eren més presents si hi havia pilons, ja que en aquests casos van emportar-se més aglans, per tant, aquest microhàbitat seria favorable per als petits mamífers, i podria ser també favorable per una regeneració del bosc més ràpida, si dels aglans remoguts n'hi hagués una quantitat alta que fossin amagats (no consumits) i poguessin germinar.

En el segon experiment, on s'afegeix el tractament CV, s'observen resultats semblants. De fet, també resulta estadísticament diferent el tractament BPP, i inclús més significatiu el tractament CV. Aquests resultats indiquen que, si s'observa el diagrama de caixa (Figura 7, dalt), hi ha més remoció en el tractament BPP que en cap altre, i que n'hi ha significativament menys en el CV que en la resta. Com abans, els tractaments BPr i NI no tenen diferències entre ells. Per tant, com s'ha justificat en l'altre experiment, les estacions sobre pilons podrien tenir una alta importància a l'hora de regenerar més ràpidament el bosc. En canvi, les estacions col·locades al tractament CV tindrien molta menys remoció i, per tant, aquest tractament seria negatiu per als rosegadors, ja que no tenen llocs on amagar-se i protegir-se dels depredadors i, conseqüentment, agafarien menys aglans, cosa que podria resultar en una regeneració del bosc més lenta.

Microhàbitats aglans

En aquest anàlisi, primerament cal tenir en compte que la metodologia utilitzada per marcar els aglans (grapar fil de pescar amb etiqueta de cinta adhesiva enganxada) no va ser efectiva, sobretot en el segon experiment. Els rosegadors van aconseguir emportar-se l'aglà arrancant

el fil, per tant, la gran majoria dels aglans marcats no van ser trobats, cosa que no va fer possible la identificació del microhàbitat. A conseqüència d'això, la mostra era molt petita (BP: n=10 i NI: n=7), hi havia categories sense cap dada i en la majoria d'aquestes la mostra era inferior a 5, aquest fet va fer que no es pogués dur a terme un anàlisi estadístic.

Aquest resultat, tot i la manca de mostres, podria explicar-se, ja que en els dos tractaments representats hi ha gran quantitat de biomassa present, per tant, no seria estrany que els microhàbitats escollits pels rosegadors fossin similars, sense diferències significatives, ja que en ambdós casos tenen molts llocs on poder amagar-se (troncs trencats, arbustos...). De fet, en les dues gestions diferents, si s'observen els diagrames de sectors (Figura 8 i 9), es veu que el microhàbitat on s'ha deixat més aglans és sobre el terra, sense enterrar. Això podria explicar-se perquè aquests aglans han estat abandonats pel camí, abans que l'animal pogués posar-se a cobert per consumir-lo o amagar-lo. En aquest cas, la llavor no té massa possibilitats de germinar, ja que necessitaria estar enterrada, protegida i amb presència d'humitat (sense rajos de sol directes). També és important observar les altres categories en tots dos tractaments: en el cas de bones pràctiques, un 20% dels aglans es van trobar dins del piló i un altre 20% dins del rebrot i en NI, les altres dues categories són dins de rebrots, això ens indica que aquests microhàbitats són favorables per al rosegador, ja que amaga l'aglà a dins per poder consumir-lo posteriorment. En canvi, si s'observen els resultats des del punt de vista de la viabilitat de la llavor, la possibilitat que té aquesta de germinar, l'únic microhàbitat favorable seria a l'interior del piló, ja que té les condicions d'humitat i radiació idònies, a més de proporcionar a l'aglà protecció davant d'altres consumidors com ungulats o ocells granívors (Rost, Bas i Pons, 2012). D'altra banda, els aglans trobats a l'interior de rebrots, tindran dificultats a l'hora de germinar, ja que la competència pels nutrients, l'aigua i la llum serà molt elevada, cosa que no és gens favorable en aquesta etapa de creixement tant primerenca (Schupp, 1993).

Llavors, si es comparen tots dos gràfics, es podria dir que només en el cas de BP trobem un hàbitat favorable per al creixement de les llavors, el piló. Per tant, aquesta gestió podria ajudar a la regeneració del bosc, tot i que per poder saber si el resultat és representatiu, caldria tenir una mida de mostra molt més gran.

Distància aglans respecte estació

Primerament, el que s'observa en aquestes dades és que no compleixen la normalitat, cosa que justifica que s'hagi d'utilitzar un anàlisi estadístic no paramètric per a obtenir un resultat estadísticament fiable.

Els resultats obtinguts respecte la distància dels aglans marcats trobats mostren que no hi ha diferència significativa entre els tres tractaments emprats. Per tant, segons aquest estudi, que s'hagi gestionat el bosc cremat de maneres diferents, no ha afectat a la distància en la qual els rosegadors s'emporten els aglans. Cal dir que s'ha tingut en compte els fils trobats amb aglà o sense, ja que s'ha suposat que els fils trobats sense aglà s'explicaven perquè el rosegador havia consumit la llavor en aquell lloc. Per tant, en algun cas, les distàncies podrien ser més grans a causa de que pot ser que l'animal arranqués l'aglà i se'l emportés més lluny d'on es va trobar el fil, així que es va fer referència sempre a la distància mínima.

La manca de diferències entre els tractaments indica que, indiferentment de la biomassa present o de la presència o absència de pilons, la distància en la que són portades les llavors no canvia. Això pot explicar-se perquè els rosegadors busquen un lloc relativament cobert per tal de poder consumir l'aglà (normalment un lloc proper d'on l'han agafat) i per això s'observa que la majoria de dades en tots els tractaments són inferiors a 2,5 metres (aprox. 78%).

Segons el diagrama de caixa, es veu que en els tractaments BPP, BPr i NI hi ha dades atípiques (dues en cada tractament), però en el CV no se'n presenta cap. Això podria mostrar que, tot i que no hi ha diferències significatives entre tractaments, en els 3 tractaments esmentats, alguns aglans (el 18%, 20% i 9% respectivament) van ser transportats a més de 2,5 metres, cosa que indicaria que aquests tindrien més possibilitats de germinar (si no fossin consumits), ja que es trobarien més lluny de la planta mare (Schupp, 1993). Concretament, els resultats dels tractaments BP són els que presenten un percentatge més alt de dades atípiques, per tant, podria ser el més efectiu en la regeneració del bosc. Tot i això, cal tenir en compte que la n del tractament CV és bastant més petita que les altres, per tant, com en el cas anterior, per veure si aquests resultats són realment representatius, caldria realitzar l'anàlisi amb moltes més dades.

Criteris ètics i de sostenibilitat

Cal ressaltar la importància que té aquest estudi respecte la sostenibilitat. De fet, la idea principal d'aquest projecte és aportar dades que ajudin a gestionar correctament les zones forestals que han estat cremades, fent que aquestes es regenerin més ràpidament. Concretament, comparant els diferents tractaments, el que es vol aconseguir és, d'una banda, saber si realment el tractament de bones pràctiques, proposat pel projecte Anifog, és positiu en la dispersió de llavors, i per tant, si podria tenir repercussions positives en quant a la recuperació de la zona; i d'altra banda, comprovar si el tractament convencional, el que es fa habitualment, té efectes negatius sobre l'important feina que realitzen els rosegadors.

Després d'obtenir els resultats, es podria dir que el tractament de bones pràctiques milloraria la sostenibilitat del lloc, en conceptes de dispersió de llavors, possiblement extrapolables a la regeneració del bosc. Per tant, aquesta informació i tota la resta que recopila el projecte Anifog, hauria de tenir una gran repercussió en l'àmbit de la gestió de boscos cremats, ja que s'està demostrant que talant només els arbres amb la capçada calcinada i col·locant les rames i troncs en forma de pilons per la zona, hi ha una recuperació més ràpida del bosc (Mauri i Pons, 2016)

D'altra banda, respecte la sostenibilitat del propi experiment de camp, cal dir que s'ha intentat no deixar petjada ecològica, ja que el transport utilitzat, tot i que ha estat el cotxe, sempre s'ha mantingut per pistes i camins senyalitzats.

Cal dir també que no hi ha hagut manipulació de cap animal, per tant, el projecte no ha afectat al benestar directe d'aquests. De fet, l'únic possible efecte negatiu cap al seu benestar ha estat la pròpia presència humana en l'hàbitat, però s'ha realitzat sempre de manera respectuosa, evitant deixar cap tipus de resta al terreny, malmetre el medi o efectuar contaminació acústica excessiva.

Finalment, respecte els oferiments d'aglans, aquests són un recurs present al medi, ja que a la zona es poden trobar fàcilment alzines sureres (*Quercus suber*), roures (*Quercus pubescens*) i alzines (*Quercus ilex*) per tant, col·locar aquestes llavors al medi no representa un impacte.

Conclusions

As conclusions of the study, the results indicate that in the treatment of good practices, especially in the stations placed on the branch piles, was where there was more removal. Consequently, it could be said that the presence of piles is very important for the activity of the rodents, since in these points it is where a higher dispersion has been noted and, consequently, where a faster regeneration of the treated forest can be predicted.

If we continue with the same analysis, it is observed that the CV treatment is the one that has less tax of acorns removed, so it could be said that this treatment doesn't bring benefits in the dispersion of the rodents and, as a result, could be a management that does not contribute to a faster regeneration of the burned area.

Regarding the other collected data (the distance from the acorn to the station and the microhabitats) it's necessary to talk about the methodology used, since it was not as effective as expected and this made both data groups (especially the ones referents to microhabitats) to have a very small sample size, so this didn't allow to make very reliable statistical tests.

However, the results that arose, although not significant, can support those obtained in the removal analysis, since in the case of microhabitats, in the treatment of good practices emerged the microhabitat "under piles" which is the only one that could favour the germination of seeds. Also in the case of distance, it is observed that, proportionally, in the two good practice treatments there were more acorns transported farther than in other treatments.

This study is only a small part of the great research that is being carried out in the Anifog project, in which many variables that could affect a more effective regeneration of post-fire zones are being studied, therefore, it is necessary to carry out many more related projects that can support these results and, if the conclusions are positive, in the future, this management could be the one used in all the cases, because it would be the one that makes the forest recover easily and quickly.

Bibliografia

- Briani, D. Palma, A., Vieira, E. i Henriques, R. (2004). Post-fire succession of small mammals in the Cerrado of central Brazil. *Biodiversity and conservation*, 13(5), 1023-1037. doi:10.1023/b:bioc.0000014467.27138.0b
- Bros, V., Moreno-Rueda, G., i Santos, X. (2011). Does postfire management affect the recovery of Mediterranean communities? The case study of terrestrial gastropods. *Forest ecology and management*, 261(3), 611-619. doi:10.1016/j.foreco.2010.11.014
- Castro, J., Allen, C., Molina-Morales, M., Marañón-Jiménez, S., Sánchez-Miranda, Á., i Zamora, R. (2011). Salvage logging versus the use of burnt wood as a nurse object to promote post-fire tree seedling establishment. *Restoration ecology*, 19(4), 537-544. doi:10.1111/j.1526-100x.2009.00619.x
- Castro, J., Marañón-Jiménez, S., Sánchez-Miranda, A., i Lorite, J. (2010). Efecto del manejo de la madera quemada sobre la regeneración forestal post-incendio: desarrollo de técnicas blandas de restauración ecológica. En Departament d'Agricultura i Pesca, Alimentació i Medi Ambient *Proyectos de investigación en la Red de Parques Nacionales: Proyectos de investigación: convocatoria 2006-2009*, (1ª ed., 139-157) .
- Castro, J., Puerta-Piñero, C., Leverkus, A., Moreno-Rueda, G., i Sánchez-Miranda, A. (2012). Post-fire salvage logging alters a key plant-animal interaction for forest regeneration. *Ecosphere*, 3(10), 90. doi:10.1890/es12-00089.1
- Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya (2012). Mapa geològic de Catalunya: Geotrell I: Blanes. [Mapa]. 1: 25.000. Recuperat de <http://www.icgc.cat/Administracio-i-empresa/Descarregues/Cartografia-geologica-i-geotematica/Cartografia-geologica/GT-I.-Mapa-geologic-1-25.000>
- DellaSala, D., Karr, J., Schoennagel, T., Perry, D., Noss, R., i Lindenmayer, D. et al. (2006). Post-Fire logging debate ignores many issues. *Science*, 314(5796), 51b-52b. doi:10.1126/science.314.5796.51b
- Doherty, T., Davis, R., i van Etten, E. (2015). A game of cat-and-mouse: microhabitat influences rodent foraging in recently burnt but not long unburnt shrublands. *Journal of mammalogy*, 96(2), 324-331. doi:10.1093/jmammal/gyv034
- Driscoll, D., Lindenmayer, D., Bennett, A., Bode, M., Bradstock, R., Cary, G., Clarke, M., Dexter, N., Fensham, R., Friend, G., Gill, M., James, S., Kay, G., Keith, D., MacGregor, C., Russell-Smith, J., Salt, D. Watson, J., Williams, R., i York, A., (2010). Fire management for biodiversity conservation: Key research questions and our capacity to answer them. *Biological conservation*, 143(9), 1928-1939. doi:10.1016/j.biocon.2010.05.026
- Felipe, A. (2017). *Protocol d'avaluació comparada de pràctiques de gestió forestal després d'incendis: regeneració vegetal i biomassa de fusta* (Treball de màster).
- Fox, B., Taylor, J., i Thompson, P. (2003). Experimental manipulation of habitat structure: a retrogression of the small mammal succession. *Journal of animal ecology*, 72(6), 927-940. doi:10.1046/j.1365-2656.2003.00765.x
- Goldammer, J. (1993). Wildfire management in forests and other vegetation: a global perspective. *Disaster management*, 5, 3-10.

- Gómez, J., Puerta-Piñero, C., i Schupp, E. (2007). Effectiveness of rodents as local seed dispersers of Holm oaks. *Oecologia*, 155(3), 529-537. doi:10.1007/s00442-007-0928-3
- Gómez-Aparicio, L. (2008). Spatial patterns of recruitment in Mediterranean plant species: linking the fate of seeds, seedlings and saplings in heterogeneous landscapes at different scales. *Journal Of Ecology*, 96(6), 1128-1140. doi:10.1111/j.1365-2745.2008.01431.x
- Haim, A., i Izhaki, I. (1994). Changes in rodent community during recovery from fire: relevance to conservation. *Biodiversity and conservation*, 3(7), 573-585. doi:10.1007/bf00114202
- Janssen, A., Sabelis, M., Magalhães, S., Montserrat, M., i van der Hammen, T. (2007). Habitat structure affects intraguild predation. *Ecology*, 88(11), 2713-2719. doi:10.1890/06-1408.1
- Lindenmayer, D., Burton, P., i Franklin, J. (2008). *Salvage logging and its ecological consequences* (1a ed.). Washington D.C.: Island Press.
- Long, J., i Smith, F. (2000). Restructuring the forest: goshawks and the restoration of southwestern ponderosa pine. *Journal Of Forestry*, 98(8), 25-30. Recuperat de <https://works.bepress.com/jameslong/175/>
- Mauri, E. i Pons, P. 2016. Fitxes de bones pràctiques per a la gestió forestal postincendi. Projecte Anifog I+D+i CGL2014-54094-R, Universitat de Girona. ii + 111. Recuperat de: anifog.wix.com/anifog
- Mclver, J., i Starr, L. (2000). *Environmental effects of postfire logging: literature review and annotated bibliography* (USDA Informe núm. PNW-GTR-486). Recuperat de <https://www.fs.fed.us/pnw/pubs/gtr486.pdf>
- Monamy, V., i Fox, B. (2000). Small mammal succession is determined by vegetation density rather than the time elapsed since disturbance. *Austral ecology*. 25(6), 580-587. doi: 10.1046/j.1442-9993.2000.01057.x
- Monimeau, L., Mouillot, D., Fons, R., Prodon, R., i Marchand, B. (2002). Impact of prescribed burning on the survival rates of the wood mouse (*Apodemus sylvaticus*). *Acta oecologica*, 23(2), 51-58. doi:10.1016/s1146-609x(02)01133-5
- Müller, J., Hothorn, T., i Pretzsch, H. (2007). Long-term effects of logging intensity on structures, birds, saproxylic beetles and wood-inhabiting fungi in stands of European beech *Fagus sylvatica* L. *Forest ecology and management*, 242(2-3), 297-305. doi:10.1016/j.foreco.2007.01.046
- Newsome, A. i Catling, P. (1983). Animal demography in relation to fire shortage of food. Some indicative models. *Mediterranean-Type Ecosystems*. 43(8), 490-505
- Perea, R., San Miguel, A., i Gil, L. (2011). Acorn dispersal by rodents: The importance of re-dispersal and distance to shelter. *Basic And Applied Ecology*, 12(5), 432-439. doi:10.1016/j.baae.2011.05.002
- Pichel, J. (2016). Los científicos que llegan cuando el fuego se apaga: Los investigadores visitan los terrenos afectados por los incendios, predicen su recuperación y determinan posibles actuaciones. *El Español*. Recuperat de https://www.elespanol.com/ciencia/ecologia/20160913/155234876_0.html
- Pons, P., Tobella, C., Rost, J., Puig-Gironés, R., Bas, J., Mauri, E. (2018). *Towards ecosystem-friendly practices of salvage logging in Mediterranean burned forests*. Manuscrit en preparació.

Priotto, J., i Steinmann, A. (2015). *Biología de roedores* (1ª ed., pp. 14-16). Washington D.C.: Biblioteca virtual de desarrollo sostenible y salud ambiental. Recuperat de <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd30/roedores/modulo1-3.pdf>

Projecte Anifog. (2016). *Poblaciones animales ante incendios forestales y manejo postincendio*. Recuperat el 4 març 2018 de <http://anifog.wixsite.com/anifog>

Puig-Gironès, R. (2016). *Estudi dels patrons de colonització postincendi en vertebrats al llarg de gradients ambientals i espacials* (Tesi doctoral). Recuperat de <https://dugi-doc.udg.edu/handle/10256/14441>

Rey, P., i Alcántara, J. (2000). Recruitment dynamics of a fleshy-fruited plant (*Olea europaea*): connecting patterns of seed dispersal to seedling establishment. *Journal of ecology*, 88(4), 622-633. doi:10.1046/j.1365-2745.2000.00472.x

Rey, P., Garrido, J., Alcantara, J., Ramirez, J., Aguilera, A., i Garcia, L. et al. (2002). Spatial variation in ant and rodent post-dispersal predation of vertebrate-dispersed seeds. *Functional ecology*, 16(6), 773-781. doi:10.1046/j.1365-2435.2002.00680.x

Rost, J., Bas, J., i Pons, P. (2012). The importance of piled wood debris on the distribution of bird-dispersed plants in burned and logged Mediterranean pine forests. *International Journal Of Wildland Fire*, 21(1), 79. doi:10.1071/wf10068

Rost, J., Clavero, M., Bas, J., i Pons, P. (2010). Building wood debris piles benefits avian seed dispersers in burned and logged Mediterranean pine forests. *Forest ecology and management*, 260, 79-86. doi:10.1016/j.foreco.2010.04.003

Schupp, E. (1993). Quantity, quality and the effectiveness of seed dispersal by animals. *Vegetatio*, 107(1), 15-29.

Semel, B., i Andersen, D. (1988). Vulnerability of Acorn Weevils (Coleoptera: Curculionidae) and Attractiveness of Weevils and Infested *Quercus alba* Acorns to *Peromyscus leucopus* and *Blarina brevicauda*. *American midland naturalist*, 119, 385. doi:10.2307/2425821

Vander Wall, S. (2001). The evolutionary ecology of nut dispersal. *The Botanical Review*, 67, 74-117. doi:10.1007/bf02857850