

## **IMPACTE IMMEDIAT DE LA GESTIÓ DE BOSCOS CREMATS EN LA COMUNITAT DE FORMIGUES.**

Carla Miarons Carbasà  
[cmcarbasa@gmail.com](mailto:cmcarbasa@gmail.com)

Grau en Biologia.

Tutor: Pere Pons Ferran

Empresa / institució: Departament de Ciències Ambientals. Àrea de Zoologia.

Vist-i-plau tutor:

Nom del tutor: Pere Pons Ferran.  
Empresa / institució: Departament de Ciències  
Ambientals. Àrea de Zoologia.  
Correu electrònic: pere.pons@udg.edu

Data de dipòsit de la memòria a secretaria de coordinació: 21 de Juliol de 2017.

# ÍNDEX.

|  |    |
|--|----|
| RESUM- RESUMEN - ABSTRACT                            | 2  |
| INTRODUCCIÓ  | 4  |
| OBJECTIUS  | 8  |
| METODOLOGIA  |    |
| ÀREA D'ESTUDI  | 9  |
| DISSENY DEL MOSTREIG                                 | 10 |
| METODOLOGIA D'IDENTIFICACIÓ                          | 12 |
| ANÀLISI ESTADÍSTICA                                  | 13 |
| RESULTATS  |    |
| DIFERÈNCIES D'ABUNDÀNCIA I RIQUESA ENTRE TRACTAMENTS | 14 |
| ESTRUCTURA DE LA COMUNITAT DE FORMIGUES              | 15 |
| DISCUSSIÓ  | 19 |
| CONCLUSIONS  | 21 |
| REFLEXIÓ ÈTICA                                       | 22 |
| BIBLIOGRAFIA   | 23 |

## **RESUM.**

Els incendis forestals són una de les perturbacions que més preocupen a la societat, afecten els boscos i es produeixen més freqüentment. A causa d'això, els últims anys s'ha avançat molt en l'estudi de la gestió post incendi i en els efectes que té aquesta en la biodiversitat i l'estructura de les comunitats que formen les zones forestals. Les formigues són un grup d'espècies amb un important paper ecològic en els diferents ecosistemes i que poden ser bioindicadors de perturbacions i efectes que han patit els boscos. Així doncs en aquest estudi s'empren les formigues i la seva diversitat i estructura en les comunitats per a avaluar els impactes de la gestió forestal. S'ha estudiat un incendi que es va produir a Blanes l'estiu del 2016 i la gestió forestal realitzada durant la primavera del 2017, realitzant-ne un mostreig de formigues i la consegüent anàlisi estadística. Aquesta s'ha basat en els diferents grups funcionals on pertanyen les espècies obtingudes, la seva posició en la xarxa tròfica, l'abundància i la riquesa d'aquestes. S'ha comparat les comunitats de formigues de diferents tractaments i microhàbitats del bosc. Tot i així, analitzant els resultats veiem que no hi ha diferències importants entre els diferents tractaments segurament degut al fet que els treballs van tenir lloc poc abans de l'estudi. En canvi sí que s'han trobat diferències entre microhàbitats.

## **RESUMEN.**

Los incendios forestales son una de las perturbaciones que más preocupan a la sociedad, que afectan a los bosques y que cada día se producen más frecuentemente. Esto ha generado que en los últimos años se haya avanzado mucho en el estudio de la gestión después del incendio y en los efectos que tiene en la biodiversidad y la estructura de las comunidades que forman parte de las zonas forestales. Las hormigas, son un grupo de especies con un importante papel ecológico en los distintos ecosistemas y que pueden ser bioindicadores de perturbaciones y efectos que han sufrido los bosques. Así pues, en este estudio se utilizan las hormigas, su diversidad y estructura de las comunidades para evaluar los impactos de la gestión forestal. Se ha estudiado un incendio que se produjo en Blanes el verano de 2016 y su gestión forestal realizada durante la primavera de 2017, se han recogido las muestras de hormigas y se ha realizado el análisis estadístico. Este se ha basado en los grupos funcionales de las especies obtenidas en el muestreo, su posición en la cadena trófica, su abundancia y su riqueza. Este trabajo se ha realizado con distintos tratamientos y microhabitats del bosque. Aún así, analizando los resultados vemos que no hay diferencias importantes entre los distintos tratamientos seguramente debido al hecho que los trabajos se produjeron poco antes del estudio. En cambio, sí que hay diferencias entre microhabitats.

## **ABSTRACT.**

Wildfires are one of the most important disturbances that worry the society, effect the forests that everyday where more common. This had generated that the last years so much progress has been made in the study of forest management after a wildfire and the effects that this has to the biodiversity and the structure of de comunidades of the forests. Ants are a group of species with an important ecological function in the different ecosystems and they can be bioindicators of disturbances and effects that had happened in the forests. So in this study we use ants, diversity and the structure of comunidades to evaluate the impacts of the forest management. The sampling was done in Blanes in a wildfire of summer 2016 and the salvage logging during the spring of 2017, where we took samples of the ants and we do the statics analysis. This is taken about see the diferent functional groups of the species that we have in the sampling, the position in the food web, the abundance and the species richness. The sampling has been done with different treatments and microhabitats in the forest. After the analysis, we don't see importants diferences between the diferent tractments surely because the management was done a little bit time after the sampling.

# INTRODUCCIÓ.

Els incendis forestals són una de les màximes perturbacions que afecten l'ecologia de les zones forestals i que poden generar problemes econòmics en aquests (Rost et al. 2010). A la zona del mediterrani aquestes perturbacions són molt freqüents a causa de les condicions climàtiques i ecològiques dels boscos. En els últims anys, el fet que la societat sigui conscient del canvi climàtic i que s'hagi reduït l'extracció de combustibles fòssils per obtenir energia, portat a emprar energies renovables. Una d'aquestes energies utilitzades és la biomassa forestal, la qual permet generar energia i és un dels recursos alternatius als combustibles fòssils durant els pròxims anys (Pons et al, 2016). Aquesta biomassa s'obté a partir de la tala de salvament (salvage logging), que és l'extracció d'arbres i altre material biològic de les àrees que han patit perturbacions naturals o antròpiques abans aquesta no perdi tot el seu valor econòmic (Lindenmayer et al, 2006). S'ha observat que aquest tipus d'aprofitament pot generar alhora diferents impactes en els boscos (Lindenmayer et al, 2006):

1. Impactes en l'estructura física del bosc i dels sistemes aquàtics. Així doncs el fet que es cremin les zones forestals provoca que zones ombrívoles passin a tenir elevades insolacions i a la inversa.
2. Impactes en els processos clau dels ecosistemes. La crema dels boscos provoca que hi hagi espècies que puguin ser desplaçades i que per tant hagin d'aparèixer noves interaccions entre els individus.
3. Impactes en elements particulars de la biota i la relació entre espècies.

La regió Mediterrània té una història molt relacionada amb els incendis forestals. Una vegada s'han produït aquest, es realitza l'aprofitament d'aquests boscos, sobretot dels pins, per a comercialitzar-la i obtenir beneficis (Rost et al, 2010). Aquest aprofitament es pot produir de diferents parts de l'arbre: només el tronc, branques, o últimament, s'empra molt el d'arbre sencer per obtenir estella i a partir d'aquesta energia en forma de biomassa. Al realitzar aquest aprofitament també és important tenir en compte la forma en com es realitza l'extracció els troncs i branques de la zona d'estudi, ja que es pot provocar canvis en el sòl que generin variacions en la composició dels organismes. Vista la problemàtica que aquest pot generar, l'any 2014 es va crear el programa Anifog, un projecte que té com a objectiu buscar respostes i trobar noves recomanacions per a la gestió dels boscos cremats (Anifog, 2016). A partir d'aquesta idea inicial, es va iniciar un projecte en concret per a realitzar un Manual de Bones Pràctiques per a la gestió forestal postincendi. El que es pretén amb aquest manual és guiar els gestors forestals per reduir els impactes de la tala de recuperació de boscos cremats en zones mediterrànies i afavorir la resiliència de l'ecosistema (Mauri & Pons, 2016).

La idea d'aquestes noves pràctiques és aplicar-les a tots els llocs possibles que hagin patit un incendi forestal, però la situació econòmica i la política actual del país no ajuden a implantar-les. La gestió forestal a realitzar està marcada pel pla tècnic de gestió, en cas que la finca o finques el posseeixin. Depenent de la propietat que té un bosc i del pla tècnic que el marca, a Catalunya, cal demanar diferents permisos per a poder realitzar l'aprofitament del bosc cremat:

- Quan es tracta de boscos que tenen un pla tècnic forestal aprovat, cal demanar permís al centre de la propietat forestal (CPF). Aquest és el centre que s'encarrega de l'Administració Forestal de Catalunya, sobretot del sector forestal privat.
- Quan es tracta de boscos que no tenen un pla tècnic establert, cal realitzar una comunicació de tala a la Secció de Boscos i Recursos forestals de la Generalitat. Aquest organisme és el que té les competències en l'ordenació i gestió dels recursos forestals.

La societat també té un paper important en aquesta gestió, ja que cal que aquesta estigui conscienciada que els incendis forestals són pertorbacions que acostumen a generar efectes en els diferents ecosistemes, tot i que no tots han de ser negatius o perjudicials. Cal doncs que es prenguin mesures per a millorar els efectes col·laterals de la tala postincendi (Pons et al, 2016):

1. Informar a la societat de la gran riquesa dels boscos cremats i la importància de les restes de fusta com a facilitador de la regeneració natural.
2. Variar la legislació per assegurar la regeneració natural a partir de mesures post-incendi que obliguin a una gestió que permeti la recuperació d'un ecosistema sostenible.
3. Prohibir la collita d'aprofitament als boscos que cal conservar i les reserves naturals.
4. Aplicar mesures administratives per millorar la silvicultura i gestió forestal després dels incendis i regular les diferents activitats que es duren a terme durant tot valorant l'estat de cada un dels espais on s'ha de treballar.
5. Promoure que els gestors, científics i tècnics forestals apliquin les millors pràctiques.
6. Informar perquè en sòls públics i en terrenys de propietaris la gent tingui consciència que hi ha diferents opcions de gestió i facilitar que es realitzi aquesta.

A la província de Girona, entre els anys 2009 i 2015 hi ha hagut una elevada superfície forestal que ha patit incendis forestals. D'aquest total 3000 hectàrees de massa forestal s'han talat i s'han exportat a altres països de la Unió Europea per a ser aprofitats en forma de biomassa (Pons et al. 2016).

Els incendis forestals i la posterior gestió que es realitza provoquen canvis en els hàbitats fent que siguin més oberts i es produeixin variacions en les comunitats biòtiques. Diferents espècies d'animals poden variar la seva distribució després de l'incendi i la gestió, com les formigues, que són espècies bioindicadores. Les diferents espècies de formigues són molt importants per als ecosistemes a causa del paper ecològic que representen i són bons bioindicadors per diferents raons (Roig et al., 2010):

- ◆ Són animals amb una suficient distribució, abundància i diversitat.
- ◆ Tenen importància funcional als ecosistemes.
- ◆ Són sensibles als canvis ambientals.
- ◆ Tenen facilitat de mostreig, classificació i identificació.
- ◆ Permeten la interpretació dels canvis observats.

Andersen va realitzar una agrupació de les formigues en grups funcionals. Es tracta de grups de diferents espècies de formigues que estan agrupades segons les seves característiques ecològiques i la seva forma d'emprar els recursos del medi (Andersen 1997; Silvestre et al, 2003). El fet que existeixin aquests grups funcionals ajuda al fet que es redueixi la complexitat de les comunitats i permet fer comparacions d'ecosistemes a partir de la relació que hi ha entre els seus climes i paisatges. Inicialment la definició d'aquests grups es va fer a Austràlia (Andersen 1995), i va ser adaptada a la península Ibèrica i Balears per Roig i Espadaler l'any 2010, definint 8 grups diferents (Roig et al., 2010):

- ◆ Invasores i/o exòtiques (IE).
- ◆ Generalistes i/o oportunistes (GO). Espècies que es troben en molts hàbitats i que es poden trobar en hàbitats pertorbats on acostuma a haver-hi poca diversitat de formigues.
- ◆ Paràsites socials (P). Espècies de formigues que en perjudiquen d'altres.
- ◆ Especialistes depredadors (SP). Espècies especialistes en capturar altres artròpodes que excepte durant el moment de la captura tenen poca relació amb les altres espècies.
- ◆ Especialistes en fusta gruixuda morta (CWDS).
- ◆ Especialistes en climes freds i/o hàbitats d'ombra (CCS/SH). Espècies típiques de boscos i hàbitats freds que poden representar un paper de dominància
- ◆ Especialistes en climes càlids i/o hàbitats oberts (HCS/OH). Són formigues amb adaptacions morfològiques, fisiològiques i de conducta als climes àrids.
- ◆ Críptiques (C). Formigues que es troben de forma predominant a dins del sòl.

Cada un d'aquests grups funcionals defineix el tipus de comunitat que trobem, diferenciant en comunitats pertorbades, madures i críptiques (Roig et al., 2010). Així doncs:

- Indicadores de pertorbacions: IE, GO.
- Indicadores de maduresa: CWDS, CCS/SH, HCS/OH, SP, P.
- Críptiques: C.

Així doncs a partir d'aquesta classificació es pot observar com afecten els diferents tractaments realitzats al bosc cremat en l'impacte ecològic que genera la tala i la importància que tenen en aquell moment en el funcionament de l'ecosistema, emprant-se com a indicadors. També és important conèixer de cada una de les espècies presents el seu rol tròfic, ja que la seva interacció amb les altres espècies també pot permetre conèixer l'estructura i l'evolució de la comunitat.



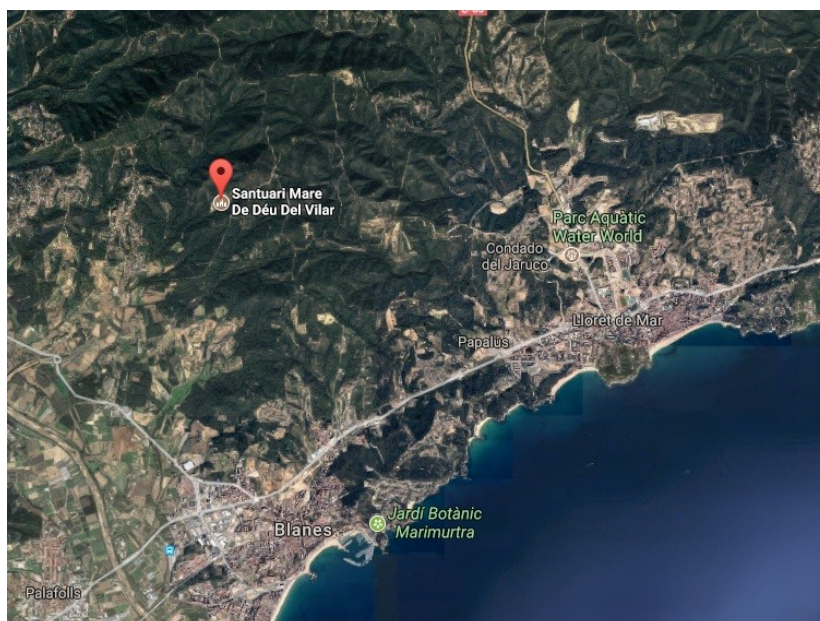
## **OBJECTIUS.**

En aquest treball es vol comprovar si es compleix la hipòtesi que la gestió forestal realitzant les bones pràctiques permet mantenir la biodiversitat respecte la no intervenció, que permet la successió natural sense pertorbacions afegides. Es vol comparar doncs si influeixen les diferents variables com són els tractaments i els micro hàbitats en l'abundància i la riquesa de les formigues després de la gestió forestal. Definim els tractaments com a la gestió que s'ha realitzat al bosc. En aquest cas pot ser el control o no intervenció i les bones pràctiques. Pel que fa als microhàbitats, els definim com als diferents punts que trobem dins d'un mateix tractament. En aquest cas són els punts que es troben al sòl obert, sota rebrot i sota els pilons realitzats per en els punts de bones pràctiques. S'observa també si apareixen uns patrons de distribució de les espècies depenent d'aquesta gestió.

## METODOLOGIA.

### Àrea d'estudi.

L'àrea d'estudi està localitzada a la zona del Vilar de Blanes (imatge 1). Es tracta d'un espai natural situat al nord-oest de la població de Blanes. Aquesta zona va patir un incendi forestal el passat mes de Juliol del 2016 cremant-se aproximadament 30 hectàrees tot i que el seu control es va realitzar amb relativa facilitat.



*Imatge 1: aèria de la localització del Paratge Natural d'El Vilar al costat de la població de Blanes. S'observa que es troba al nord-oest d'aquesta població, en una zona forestal*

L'àrea on s'ha realitzat l'estudi està formada per diferents parcel·les. Per a poder doncs realitzar els diferents tractaments i estudis ambientals s'ha hagut de tenir en compte aquest factor i posar-se en contacte amb els diferents propietaris per a obtenir el permís per a realitzar l'estudi.



*Figura 1: mapa de la zona d'estudi. Es mostra marcat amb gris clar tota la superfície afectada per l'incendi i en gris fosc les parcel·les on s'han realitzat les bones pràctiques. També mostra la distribució de les diferents trapes per les diferents anàlisis. En rodones de color negre hi ha representades les trapes de caiguda que són les que hem emprat en aquesta anàlisi. Font: C. Tobella, projecte Anifog, UdG.*

De les 30 hectàrees cremades durant l'incendi forestal, es van emprar 4 parcel·les diferents per a fer la gestió forestal de bones pràctiques (figura 1). La resta de parcel·les amb les quals es va aconseguir contacte amb el propietari, es van utilitzar de parcel·les control o sense intervenció. A la figura 1 es pot observar la distribució de les trapes de caiguda al llarg de les diferents parcel·les. Cal destacar que a la zona de treball s'hi està realitzant estudis amb grups d'organismes diferents, i que en el nostre cas només s'han utilitzat les trapes marcades amb els cercles negres.

## **Disseny del mostreig.**

El disseny experimental es basa en 2 tractaments diferents (no intervenció i bones pràctiques) i 3 microhàbitats (rebrot, sòl, piló). Aquests es distribueixen en 50 punts de mostreig diferents, en els quals hi ha distribuïdes 125 trapes. En la combinació dels diferents tractaments amb els diferents microhàbitats (tenint en compte que en les parcel·les de no-intervenció no tenim pilons de branques) diferenciem:

- Parcel·les sense intervenció en punts situats a sota rebrot.
- Parcel·les sense intervenció en punts situats a sòl obert.
- Parcel·les de bones pràctiques en punts situats a sota rebrot.
- Parcel·les de bones pràctiques en punts situats a sòl obert.
- Parcel·les de bones pràctiques en punts situats a sota pilons de branques.

Al llarg de la superfície de l'incendi hi trobem 4 parcel·les on s'aplica el tractament de bones pràctiques i 3 el de control o sense intervenció. A partir d'aquí, en cada una d'elles també s'han diferenciat els diferents punts de mostreig on hi ha els diferents microhàbitats i s'han col·locat les diferents trampes (taula 1).

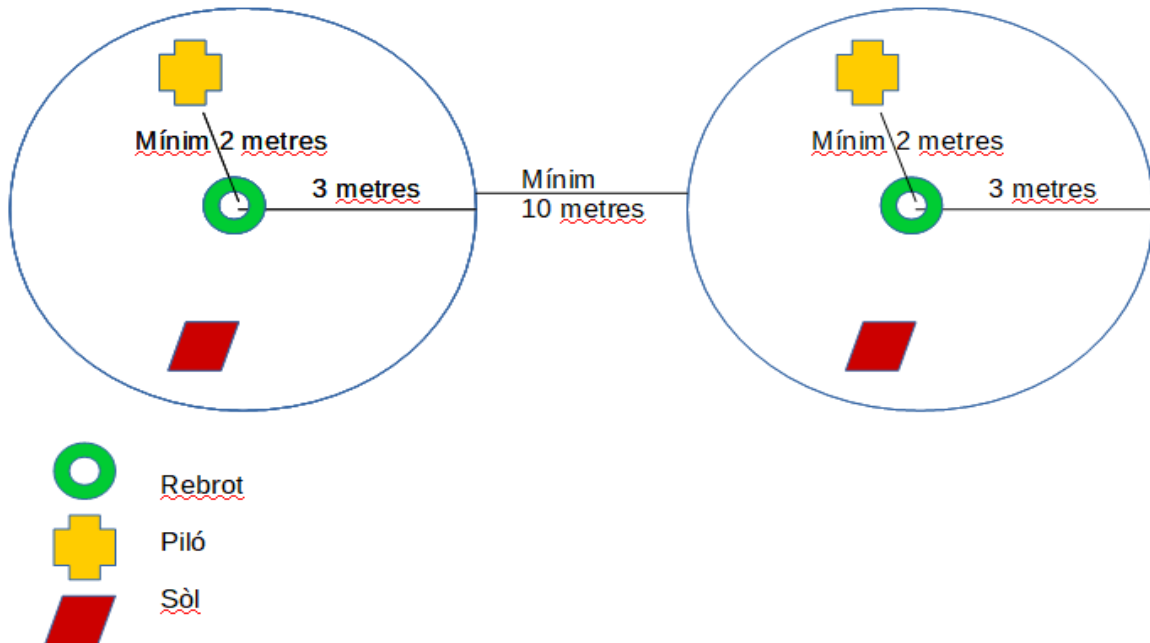
*Taula 1: Distribució del nombre de trampes entre les diferents parcel·les, tractaments (sense intervenció i bones pràctiques) i microhàbitats (rebrot, sòl obert i piló).*

| Sense intervenció |        |     | Bones pràctiques |        |     |      |
|-------------------|--------|-----|------------------|--------|-----|------|
| Parcel·la         | Rebrot | Sòl | Parcel·la        | Rebrot | Sòl | Pila |
| 1                 | 3      | 3   | 1                | 4      | 4   | 4    |
| 2                 | 11     | 11  | 2                | 7      | 7   | 7    |
| 3                 | 11     | 11  | 3                | 7      | 7   | 7    |
|                   |        |     | 4                | 7      | 7   | 7    |
|                   | 25     | 25  |                  | 25     | 25  | 25   |

Cal destacar que globalment el mostreig va funcionar perfectament, ja que un cop passat el període de l'estudi es van poder recollir totes un altre cop sense la pèrdua de cap d'aquestes, podent-les emprar totes per a realitzar l'anàlisi al laboratori.

Les trampes es van col·locar durant el mes de maig de 2017 i es van mantenir al lloc durant un període de 12 dies: concretament de l'11 al 23 de maig del 2017. Es va realitzar l'estudi 10 mesos després que es produís l'incendi, ja que aquest va ser el Juliol de 2016. Pel que fa als treballs forestals, aquests es van realitzar durant diversos mesos anteriors a l'estudi, acabant els últims pilons de branques dos dies abans de l'inici del mostreig. Així doncs, es tracta d'un estudi immediat dels efectes de la gestió. Aquesta gestió es va basar en realitzar la tala dels arbres en les zones de bones pràctiques per realitzar un aprofitament dels troncs. Amb les capçades dels arbres i les petites branques es van realitzar una sèrie de pilons que van generar un nou microhàbitat. Podem dir doncs que els tractaments es van realitzar a seguint les indicacions de les Fitxes de Bones Pràctiques per la gestió forestal postincendi (Mauri & Pons 2016). Les diferents trampes que es van col·locar eren de caiguda o pit-falls traps: uns petits recipients de plàstic de 50 mm de diàmetre que contenen etilenglicol on cauen els diferents individus a l'interior i així es mantenen en perfecte estat per la identificació al laboratori.

Per organitzar les trampes a dins d'una parcel·la i assegurar-se que eren prou distants per evitar que els diferents punts fossin molt propers i hi hagués dependència entre ells, es va emprar un esquema per guardar les distàncies entre elles (esquema 1).



*Esquema 1: disseny experimental seguit per a realitzar l'estudi de diversitat. Es mostra en cercles de color blau els diferents punts de mostreig (125 en total) dintre dels quals hi diferenciem un rebrot (en verd), el sòl obert (en vermell) i el piló (en el cas de les parcel·les de bones pràctiques, en groc).*

Així doncs, es tractava d'un cercle virtual d'uns tres metres de diàmetre amb un rebrot seleccionat al seu interior, un piló i sòl nu en el cas de les parcel·les de bones pràctiques i un rebrot i zona de sòl nu en el cas dels controls. Aquests diferents punts estan separats uns 2 metres per evitar la influència mútua entre trampes. També es va tenir en compte que entre cada un d'aquests cercles hi havia uns 10 metres de distància.

## **Metodologia d'identificació.**

Les diferents mostres obtingudes a partir de les pit-fall a camp, un cop al laboratori es van identificar. Gràcies a un embut i a un col·lador de malla de 1 mm se separava l'etilenglicol present a les pit-fall traps i s'obtenien només els individus que havien caigut a la mostra. Al tractar-se d'una trampa per a tota tipologia d'artròpodes, primerament calia fer una separació dels diferents grups d'artròpodes per poder obtenir per separat les espècies de la família *Formicidae*. Tot i basar el treball amb formigues, també es varen guardar

aranyes, coleòpters i la resta de grups per a poder realitzar també un estudi de la seva diversitat. Una vegada separats els grups d'artròpodes esmentats, es va procedir a la identificació dels gèneres de formigues.

Per a aquesta primera identificació es va emprar la clau obtinguda de la web [hormigas.org](http://hormigas.org) (Asociación Ibérica de Mirmecología. 2016), la qual permet arribar fàcilment al nivell de gènere en qualsevol de les subfamílies presents. Per arribar al nivell d'espècie, es va emprar la mateixa pàgina web, ja que en molts dels gèneres que hi havia mostres la mateixa pàgina et permetia arribar al nivell d'espècie. També cal destacar l'ajuda d'en Josep Maria Bas i en Crisanto Gómez per a arribar als nivells esmentats, ja que són especialistes en la identificació d'aquests individus.

## **Anàlisi estadística.**

Per a contrastar els resultats obtinguts s'han realitzat diferents anàlisis estadístiques a partir d'utilitzar diferents programaris: SPSS i R commander.

S'ha realitzat a partir del programari R commander una ANOVA d'un factor entre els diferents tractaments i microhàbitats per a comprovar si hi ha diferències significatives entre les abundàncies i riqueses en aquests punts. Per poder realitzar aquesta comparació i contrarestar les hipòtesis calia que es complissin diferents supòsits: mostreig a l'atzar, heterogeneïtat, independència de les dades i normalitat. En els casos que no s'han complert els paràmetres, s'ha realitzat un estudi no paramètric per a contrastar les hipòtesis.

Amb el programari SPSS s'ha realitzat una Anàlisi de Components Principals (PCA). Aquest es tracta d'una tècnica de síntesi d'informació per reduir la quantitat de variables que hi ha en un estudi (Terrádez, 2003). A partir de l'anàlisi s'obté una reducció de les diferents variables en dos o més factors, els quals expliquen les diferències que hi ha entre mostres i entre variables a partir de l'extracció d'un gràfic que mostra la relació entre les diferents variables. Aquest s'ha realitzat a partir de les espècies i de les diferents trampes, per explicar les diferències que hi ha entre elles i observar la relació que hi ha entre les espècies i la seva distribució per les diferents trampes. A partir d'aquí, gràcies a informació obtinguda d'internet sobre els seus grups funcionals i la seva posició en la xarxa tròfica s'han comprovat les relacions existents entre les diferents espècies i els diferents punts de mostreig. Cal tenir en compte que per a realitzar aquest estudi s'han tingut en compte només aquelles espècies que s'han trobat a més d'una trampa. Les espècies que s'han trobat amb un sol o pocs representants només en un dels punts d'estudi s'han eliminat del mostreig perquè poden tenir efectes perjudicials en l'anàlisi.

## RESULTATS.

### Diferències d'abundància i riquesa entre tractaments.

Al realitzar l'estudi en total es van recollir un total de 13 espècies diferents. Aquestes espècies van caure al llarg de les diferents trapes que estaven als diferents tractaments i microhàbitats, ja que el que es volia comparar era l'abundància i la riquesa d'espècies en cada un d'aquests tractaments.

*Taula 2: Abundància total de formigues i riquesa d'espècies en cada una de les tipologies de trapes. Per cada una de les combinacions de tractament amb microhàbitat hi havia la mateixa quantitat de trapes (25) per a permetre que els resultats fossin comparables entre ells.*

| Tractament i microhàbitat | Abundància | Riquesa d'espècies |
|---------------------------|------------|--------------------|
| Control rebrot            | 101        | 7                  |
| Control sòl               | 153        | 10                 |
| Bones pràctiques rebrot   | 164        | 10                 |
| Bones pràctiques sòl      | 103        | 8                  |
| Bones pràctiques piló     | 169        | 9                  |

La màxima abundància total es troba als punts aquells on s'han practicat les bones pràctiques i hi ha pilons de branques, amb 169 individus, seguit per les bones pràctiques a sota els rebrots amb 164 individus, i sent el menor les bones pràctiques al control rebrot (Taula 2). La màxima riquesa la trobem en els tractaments de control sòl i bones pràctiques rebrot, amb un total de 10 espècies diferents i a les bones pràctiques piló, on n'hi ha 9 de diferents.

Per comparar si hi ha diferències entre els tractaments, s'ha realitzat una ANOVA d'un factor entre els diferents nivells d'aquests (taula 3).

*Taula 3: Resultats de les anàlisis estadístiques (Anova per als test paramètrics i test de Kruskal-Wallis per als no paramètrics) realitzades amb el programari R commander. Es tracta El P-valor és el valor que ens permet acceptar o rebutjar una hipòtesi ( $P\text{-valor} < 0,05$  acceptem  $H_0$  i hi ha diferències significatives), el test de Levene permet observar l'heterogeneïtat (cal que sigui inferior a  $<0,05$  perquè es compleixi) i el test de Shapiro-Wilk observar la normalitat (quan els valors són superiors a  $0,05$  hi ha normalitat). L'anàlisi es basa en observar la variació de l'abundància i la riquesa d'espècies (variables) a partir de variar el microhàbitat i el tractament (factors).*

| Factor       | Variable           | P-Value | Graus de llibertat | N  | F     |
|--------------|--------------------|---------|--------------------|----|-------|
| Microhàbitat | Abundància         | 0,0433  | 2                  | 25 | 22,09 |
| Microhàbitat | Riquesa d'espècies | 0,294   | 2                  | 25 | 2,4   |
| Tractament   | Abundància         | 0,5637  | 1                  | 50 | 0,333 |
| Tractament   | Riquesa d'espècies | 0,7671  | 1                  | 50 | 0,088 |

Hi ha doncs diferències significatives entre els microhàbitats pel que fa a l'abundància de formigues però no n'hi ha en el cas de la riquesa d'espècies. Pel que fa als tractaments, s'observa doncs que tampoc hi ha diferències significatives entre ells.

## Estructura de la comunitat de formigues.

La comunitat de formigues és variable a cada un dels tractaments. Així, *Pheidole pallidula* és l'espècie de formiga més abundant en 4 d'ells excepte en el control sòl, mentre que hi ha espècies que només es troben representades en un d'ells (taula 4), donant diferències en la composició de les comunitats.

Taula 4: abundància de cada espècie de formiga obtinguda en el mostreig de camp en cada un dels diferents tractaments i microhàbitats analitzats en l'estudi.

|                                  | Control Rebrot | Control Sòl | Pràctiques Rebrot | Pràctiques sòl | Pràctiques piló |
|----------------------------------|----------------|-------------|-------------------|----------------|-----------------|
| <i>Camponotus cruentatus</i>     | 12             | 8           | 36                | 23             | 48              |
| <i>Camponotus sylvaticus</i>     | 0              | 0           | 1                 | 0              | 1               |
| <i>Camponotus pilicornis</i>     | 1              | 0           | 0                 | 0              | 0               |
| <i>Catalgypis gadeai</i>         | 0              | 0           | 1                 | 0              | 0               |
| <i>Formica subrufa</i>           | 11             | 46          | 12                | 20             | 7               |
| <i>Formica cunicularia</i>       | 11             | 10          | 8                 | 7              | 6               |
| <i>Lasius myops</i>              | 20             | 1           | 5                 | 1              | 0               |
| <i>Lasius lasioides</i>          | 0              | 0           | 0                 | 1              | 0               |
| <i>Plagiolepis pygmaea</i>       | 1              | 0           | 7                 | 10             | 4               |
| <i>Aphaenogaster subterranea</i> | 12             | 19          | 7                 | 6              | 3               |
| <i>Crematogaster auberti</i>     | 0              | 0           | 0                 | 0              | 0               |
| <i>Pheidole pallidula</i>        | 74             | 15          | 84                | 31             | 98              |
| <i>Solenopsis sp.</i>            | 10             | 2           | 3                 | 4              | 2               |



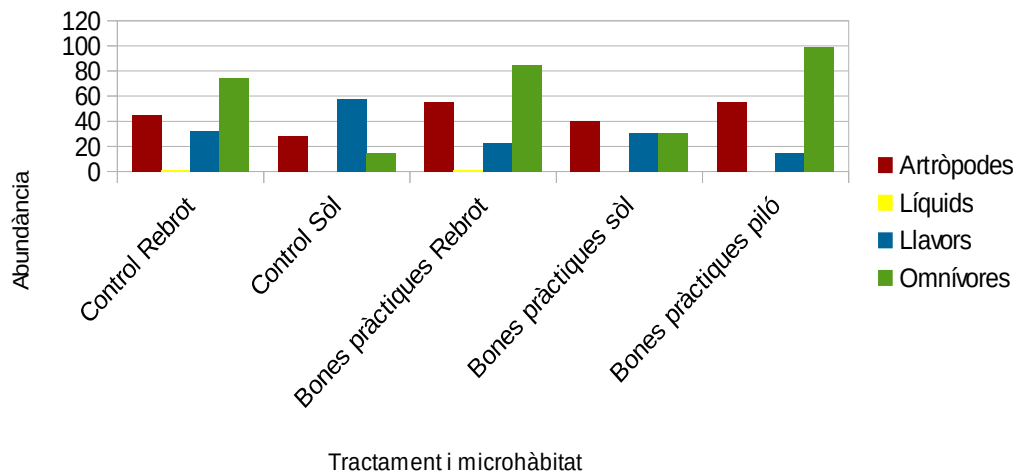
Aquestes espècies es poden dividir en diferents grups funcionals depenent de la seva forma d'emprar els recursos i dels ambients on acostumen a ser més característiques i abundants (taula 5). Cada espècie de formiga també té importància en la comunitat depenent de la seva alimentació, ja que ocuparà un espai diferent en la xarxa tròfica d'aquesta.

*Taula 5: Grups funcionals i tròfics de les espècies trobades durant l'estudi. Els grups funcionals de cada una de les espècies s'ha obtingut de l'article de Roig i Espadaler (2010). A la taula: HCS/OH Especialistes en climes càlids i/o hàbitats oberts, C Críptiques, GO Generalistes i/o oportunistes.*

| Espècie                          | Grup funcional    | Alimentació                   |
|----------------------------------|-------------------|-------------------------------|
| <i>Camponotus cruentatus</i>     | HCS / OH          | Pugons i restes d'artròpodes. |
| <i>Camponotus sylvaticus</i>     | HCS / OH          | Omnívora.                     |
| <i>Camponotus pilicornis</i>     | HCS / OH          | Líquids dolços i insectes.    |
| <i>Catalgypis gadeai</i>         | HCS / OH          | Líquids dolços i insectes.    |
| <i>Formica subrufa</i>           | HCS / OH          | Llavors.                      |
| <i>Formica cunicularia</i>       | HCS / OH          | Llavors.                      |
| <i>Lasius myops</i>              | C                 | Pugons i restes d'artròpodes. |
| <i>Plagiolepis pygmaea</i>       | GO (Generalistes) | Termites i petits artròpodes. |
| <i>Aphaenogaster subterranea</i> | C                 | Artròpodes.                   |
| <i>Crematogaster auberti</i>     | GO (Generalistes) | Omnívores.                    |
| <i>Pheidole pallidula</i>        | GO (Generalistes) | Omnívores.                    |
| <i>Solenopsis sp.</i>            | C                 | Llavors.                      |

Així doncs, observant les espècies presents en cada un dels tractaments i les característiques que tenen, s'ha realitzat una taula (figura 2) on s'observen les abundàncies de cada tipus d'alimentació en cada un d'ells.

## Abundància d'individus de cada categoria tròfica en cada tractament i microhàbitat.



*Figura 2: Abundància de cada categoria tròfica en cada una de les combinacions de tractament i microhàbitat. Els diferents colors mostren les diferents categories: en vermell els consumidors d'artròpodes, en groc els de líquids, en blau els de llavors i en verd les espècies omnívores.*

En observar la figura 2 veiem que el màxim d'individus depredadors d'artròpodes es troba a les bones pràctiques, concretament en el rebrot i el piló. En el cas de les espècies depredadores de líquids són molt poc abundants, les depredadores de llavors abunden sobretot en les parcel·les del control sòl i les espècies amb una dieta omnívora en les que s'han realitzat les bones pràctiques i pilons.

S'ha observat també al realitzar l'anàlisi de components principals (PCA) la relació que hi ha entre els diferents tractaments i les espècies. S'ha trobat que hi ha principalment 3 factors o components que donen la principal variabilitat en l'anàlisi de components principals, tenint respectivament unes variabilitats del 40,714 %, 21,623 % i 13,963 %. En el següent gràfic de components (figura 3) es mostren només la representació dels dos primers factors o components. En aquest es distribueixen els punts de mostreig i les espècies que s'han obtingut en realitzar el trampeig. Cal recordar però que les espècies que només van aparèixer en una trampa no han estat analitzades.

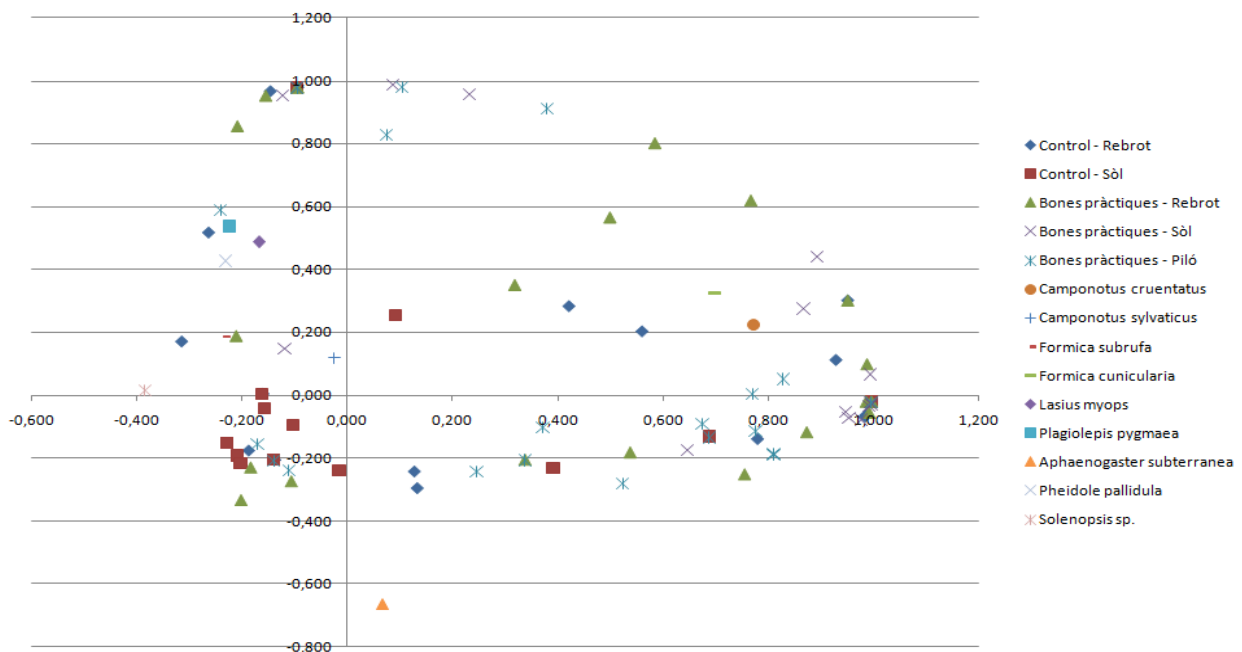


Figura 3: resultats obtinguts en l'anàlisi de components principals (PCA). Trobem representats els diferents tractaments: control rebrot en un rombe blau, el control sòl en un quadrat granate, bones pràctiques rebrot en un triangle verd, bones pràctiques piló en una creu violeta i bones pràctiques piló en una estrella blau cel. També trobem representades en el mateix gràfic les diferents espècies que han aparegut al llarg de l'estudi.

Es poden observar en la figura que hi ha varies espècies amb característiques similars. Aquestes, es troben localitzades en punts propers al gràfic, ja que cada eix és un factor que caracteritza d'aquestes espècies. Tot i així, hi ha altres espècies com *Aphaenogaster subterranea*, *Formica cunicularia* i *Camponotus cruentatus* que tenen característiques diferents de la resta d'espècies, ja que es troben separades de la resta en la figura. Pel que fa als tractaments, també observem que en el gràfic es troben localitzats gran part dels punts de control i del sòl en unes coordenades similars, degut que hi ha moltes similituds en la composició d'espècies i abundàncies relatives entre aquestes.

## DISCUSSIÓ.

Observant els resultats obtinguts en els diferents estudis estadístics podem dir que no hi ha diferències significatives (taula 3) en la riquesa d'espècies entre els diferents hàbitats generats en la gestió forestal. Les causes per les quals aquesta riquesa pot ser, tal com diu Arnan et al. (2006), que la riquesa d'espècies no varia amb la gestió perquè la major part de les espècies no estan afectades la gestió. Una altra causa possible és que s'ha realitzat el mostreig de forma immediata després que es produïssin els treballs forestals. Així doncs és possible que siguin similars els diferents hàbitats perquè encara no han influït les gestions i variacions de les parcel·les en aquesta riquesa i només ha afectat la presència del foc.

Segons Gómez et al (2003), les pràctiques que s'han realitzat en el sòl tenen influència en la riquesa d'espècies. Segons aquest estudi, les zones de boscos i que per tant són aquelles on hi ha més vegetació i menys influència del sol i irradiància són les que tenen més riquesa d'espècies. En el mateix article ens parla que quan els boscos són naturals i no han patit cap mena d'alteració hi ha més riquesa de formigues que en els boscos que sí que s'han realitzat gestions o hi ha hagut perturbacions. A partir dels nostres tractaments hauríem d'observar que la màxima riquesa fos en el control a sota els rebrots, ja que seria l'ambient més similar a un bosc natural que tingui coberta vegetal. Els nostres resultats no coincideixen amb els de l'estudi esmentat, ja que aquest tractament és el que ha obtingut menor riquesa (taula 2). Les raons per les quals aquests resultats no coincideixen es poden trobar que tot i que és l'ambient més similar hi ha hagut la perturbació de l'incendi. Els incendis forestals provoquen canvis en les comunitats de vegetació dels boscos i aquests provoquen canvis en les comunitats de formigues, ja que s'adapten a les característiques del ambient generant que hi hagi espècies diferents i per tant que varii la riquesa (Rodrigo et al, 2011).

Segons Mateos et al (2011) diuen que les zones on s'ha produït una gestió i extracció de les branques és on trobem una màxima abundància de himenòpters, grup del qual formen part les formigues. Al nostre estudi ens mostra que no hi ha diferències en l'abundància entre les parcel·les on s'ha produït la gestió de bones pràctiques i les parcel·les on no hi ha hagut una intervenció (taula 3). Però per altra banda, ens mostra que sí que hi ha diferències entre els diferents microhàbitats estudiats: el màxim es troba en aquelles trampes que es troben a sota dels pilons generats durant la gestió. Els pilons són el resultat de l'aplicació de la gestió de bones pràctiques, de manera que la gestió sí que afavoreix l'abundància generant que sigui superior en aquests punts.

Hi ha estudis com el de Rodrigo et al (2011) que mostren que el foc no provoca efectes importants en l'estructura de la comunitat de formigues. En aquest estudi quan es comparen les diferents tipologies de foc mostra que quan el foc és de capçada i que per tant hi ha menor cobertura arbòria abunden aquelles

espècies que s'alimenten de llavors. Així doncs això es relacionaria en el nostre estudi que en les zones on s'han realitzat les bones pràctiques i a sòl obert hi haurien de dominar les espècies que s'alimenten de llavors. En els nostres resultats (Taules 5 i 6) aquests resultats no corresponen, ja que en el nostre cas els que abunden més són els depredadors d'artròpodes. Això és degut al fet que l'estudi s'ha realitzat de forma immediata, de manera que tot i que en el tractament que s'ha esmentat actualment ja sigui obert, les espècies que ocuparan aquest espai amb les característiques tròfiques que toquen encara estan en procés de successió per arribar en aquest espai. En l'article comentat de Rodrigo et al (2011) també parla de les espècies que s'alimenten de líquids (especialment melassa dels pugons). Aquestes es troben en punts on hi ha una alta cobertura arbòria, de manera que hauria d'estar relacionat amb les zones de no-intervenció que hi ha més cobertura i que per tant no hi ha tanta insolació: esperaríem que el màxim fos en les zones control. Contrarestant aquests resultats amb els nostres observem que després de l'incendi i la nostra gestió, tenim molt pocs individus que basen la seva alimentació en líquids. El fet que s'hagi cremat el bosc genera que molta vegetació hagi desaparegut, de manera que no troben una elevada quantitat de nèctar i substàncies líquides secretades per certes plantes que s'han eliminat durant la pertorbació.

Tal com hem comentat anteriorment, Rodrigo et al (2011) va observar que el foc no influeix en les comunitats de formigues. Així doncs, observem en la figura 1 que això també succeeix en el nostre estudi. En el gràfic no s'observen unes tendències clares que relacionin un individu en una tipologia d'hàbitat concreta, sinó que s'observen espècies que estan relacionades i es troben en tot tipus d'hàbitat. Podem dir doncs que realment, no hi ha unes tendències clares que indiquin diferències en la composició d'espècies en les diferents comunitats creades, sinó que hi ha molta similitud entre els diferents tractaments i microhàbitats.

## **CONCLUSIONS.**

L'abundància i la riquesa de les formigues són variables que de forma immediata després de que es produeixin els treballs forestals no varien. Hem observat doncs que la riquesa es manté al llarg dels diferents tractaments realitzats, de manera que aquests al avançar en el temps si que poden afavorir la biodiversitat però no de forma imminent després de que es realitzin els treballs. Els diferents microhàbitats si que influeixen en la variació de la abundància, en canvi els diferents tractaments no; el fet de realitzar pilons en les parcel·les on s'han realitzat les bones pràctiques ha generat que hi hagi la màxima abundància i per tant es pot dir que afavoreixen la biodiversitat. Finalment s'ha observat també que l'estructura de la comunitat de formigues es manté entre tractaments. No s'observa una tendència de que en cert tractament hi hagi present un grup funcional de formigues concret ni que hi hagi un grup amb unes característiques tròfiques concretes que abundi en un d'aquests.

## **REFLEXIÓ ÈTICA.**

Un dels meus valors principals és el benestar animal, el qual ens diu que s'ha d'afavorir la vida dels individus i en cas que pateixin intentar evitar-ho. Al llarg de l'estudi es provoca la mort de diferents individus per obtenir beneficis individuals i científics. Aquí doncs hi ha un conflicte moral tot i intentar preservar el benestar animal amb una mort ràpida gràcies a l'etelienglicol, es genera la mort dels individus i es poden generar canvis en les poblacions d'aquests. Cal tenir en compte però, que també valoro molt l'avanç científic per obtenir beneficis per la societat. Així doncs és important que hi hagi també un benefici per la societat amb els avanços que es facin per a afavorir els ecosistemes i la vida del planeta. Els incendis forestals actualment són una de les pertorbacions forestals que més preocupen la societat, de manera que investigar i avançar en solucions i gestions que es puguin realitzar en aquest àmbit també afavoreix aquesta societat. També afavoreix això a augmentar la biodiversitat i afavorir la regeneració dels ecosistemes, de manera que els diferents individus que viuen en aquests boscos, encara que durant l'estudi s'en generi la mort, afavorirà que en un futur puguin viure en un ambient que sigui més favorable per a ells i per a la biodiversitat.

## BIBLIOGRAFIA.

- Andersen, A.N., 1995. A classification of Australian ant communities, based on functional groups which parallel plant life-forms in relation to stress and disturbance. *Journal of Biogeography*, 20, 15-29.
- Andersen, A.N., 1997. Functional groups and patterns of organization in North American ant communities: a comparison with Australia. *Journal of Biogeography* 24, 433-460.
- Arnan, X., Rodrigo, A., Retana, J., 2006. Post-fire recovery of Mediterranean ground ant communities follows vegetation and dryness gradients. *Journal of Biogeography* 33, 1246-1258.
- Asociación Ibérica de Mirmecología. (2016). Hormigas.org. Recuperat de <http://hormigas.org/>
- Gómez, C., Casellas, D., Oliveras, J., Bas, J.M., 2003. Structure of ground-foraging ant assemblages in relation to land-use change in the northwestern Mediterranean region. *Biodiversity and conservation* 12:2135-2146.
- Lindenmayer, D.B., Noss, R.F., 2006. Salvage logging, ecosystem processes and biodiversity conservation. *Conservation Biology* 20 (4), 949-958.
- Mateos, E., Santos, X., Pujade-Villar,, M., 2012. Taxonomic and Functional Responses to Fire and Post-Fire Management of a Mediterranean Hymenoptera Community. *Environmental Management* 48, 1000-1012.
- Mauri, E. & Pons, P. 2016. *Fitxes de bones pràctiques per a la gestió forestal postincendi*. Projecte Anifog I+D+i CGL2014-54094-R, Universitat de Girona. li + 111. Disponible a: [anifog.wix.com/anifog](http://anifog.wix.com/anifog).
- Pons, P., Rost, J., 2016. The challenge of conserving biodiversity in harvested burned forests. *Conservation biology* 00 (0), 1-3.
- Projecte Anifog. (2016). Proyecto Anifog: Poblaciones animales ante incendios forestales y manejo postincendio. Recuperat de [anifog.wixsite.com/anifog](http://anifog.wixsite.com/anifog).
- Rodrigo, A., Arnan, X., Retana, J., 2011. És homogènia la recuperació, després del foc, de les comunitats de plantes i formigues dels boscos de Catalunya?. *Treballs de la Societat Catalana de Geografia*, 71-72, 115-136.
- Roig, X., Espadaler, X., 2010. Propuesta de grupos funcionales de hormigas de la Península Ibérica y Baleares, y su uso como bioindicadores. Asociación Ibérica de Mirmecología, Universitat Autònoma de Barcelona.



- Rost, J., Clavero, M., Bas, J.M., Pons, P., 2010. Building wood debris piles benefits avian seed dispersers in burned and logged Mediterranean pine forests. *Forest ecology and management* 206, 79-86.
- Silvestre, R., Brandão, F., R. Silva, R. (2003) Grupos funcionales de hormigas: El caso de los gremios del Cerrado. F, Fernandez (Instituto Humboldt Bogotá), *Introducción a las hormigas de la región neotropical* (p. 101-136).
- Terrádez, M. 2003. Análisis de componentes principales. *Proyecto e-Math, Universitat oberta de Catalunya*.