

**Títol del treball:** Com influeix la qualitat florística dels prats seminatural en la diversitat d'artròpodes.

---

Estudiant: Pere Casas Cros

Grau en Biologia

Correu electrònic: peremax@hotmail.com

Tutor acadèmic: Núria Roura Pascual

**Vistiplau tutor**

Nom tutor: Núria Roura Pascual

Empresa / institució: Universitat de Girona

Correu electrònic: nuria.rourapascual@udg.edu

Data de dipòsit del treball a secretaria de coordinació:

# Com influeix la qualitat florística dels prats seminatural en la diversitat d'artròpodes.

---



**ÍNDEX**

1. Resum.....	4
2. Introducció.....	7
3. Objectius.....	9
4. Caracterització del medi.....	10
4.1. Característiques generals.....	11
4.2. Vegetació.....	12
4.3. Fauna.....	12
5. Metodologia.....	14
5.1. Recol·lecció mostres.....	14
5.2. Identificació dels artròpodes.....	16
5.3. Tractament de les dades.....	17
6. Resultats i discussió.....	18
6.1. Anàlisi dels orders.....	18
6.2. Anàlisi de totes les morfoespècies per diferents factors d'interès .....	22
6.3. Anàlisi de les morfoespècies dels quatre orders principals per diferents factors d'interès.....	26
7. Criteris ètics o de sostenibilitat del treball.....	27
8. Conclusions.....	28
9. Bibliografia.....	30

## **1.-Resum**

Actualment la conservació dels espais naturals és un tema de gran importància a la nostra societat, però la majoria d'esforços i recursos es centren en ecosistemes més rellevants com grans boscos i esculls coral·lins degut a que són punts d'alta biodiversitat i on la destrucció de l'hàbitat és molt elevada. Però també hi ha altres ecosistemes com els prats seminatural que presenten una gran biodiversitat, però actualment es sap poca cosa sobre el seu funcionament i com responen les comunitats animals a la degradació de la vegetació. L'estudi s'ha dut a terme al Parc Natural Zona Volcànica de la Garrotxa (PNZVG) que conté un 2.5% de pastures naturals amb l'objectiu d'avaluar com influeix la qualitat florística dels prats en la diversitat d'artròpodes, per així saber com gestionar els prats. La identificació dels artròpodes s'ha realitzat a nivell de morfoespècie degut a l'alta complexitat d'arribar al nivell d'espècie. Els resultats mostren que els principals artròpodes epigeus de la zona del PNZVG són les aranyes, els coleòpters, els hemípters i els himenòpters. Comparant els artròpodes a nivell d'ordre segons la temporalitat del mostreig, l'estat florístic del prat i els diferents prats mostrejats s'han observat diferències significatives entre la diversitat d'ordres i l'estat florístic dels prats, sent la diversitat dels prats dolents superior a la dels prats en bon estat, la qual cosa es contraposa a la hipòtesis inicial on en els prats bons s'esperava major diversitat. A nivell de morfoespècie no s'han obtingut diferències significatives en la majoria de casos només s'ha pogut demostrar que els diferents prats estudiats diferien entre ells pel que fa a abundància, diversitat i riquesa. No obstant, només seleccionant les morfoespècies dels quatre ordres principals trobem que a més de les diferències entre els prats també hi ha diferències significatives entre la temporalitat i l'abundància d'artròpodes entre el 9 i 23 de juliol amb el 6 d'agost, degut al canvi en el règim de pluges i la temperatura ambient que va provocar un descens de l'activitat d'artròpodes. S'hauria de prosseguir amb el monitoratge de la comunitat d'artròpodes per poder observar millor la seva dinàmica i com varia en funció de les diverses qualitats florístiques dels prats.

Paraules clau: prat seminatural, artròpode, morfoespècie, qualitat florística, PNZVG

## Resumen

Actualmente la conservación de los espacios naturales es un tema de gran importancia en nuestra sociedad, pero la mayoría de esfuerzos y recursos se centran en ecosistemas más relevantes como grandes bosques y arrecifes coralinos debido a que son puntos de alta biodiversidad y donde la destrucción del hábitat es muy elevada. Pero también hay otros ecosistemas como los prados seminaturales que presentan una gran biodiversidad, pero actualmente se sabe poco sobre su funcionamiento y cómo responden las comunidades animales a la degradación de la vegetación. El estudio se ha llevado a cabo en el Parc Natural Zona Volcànica de la Garrotxa (PNZVG) que contiene un 2.5% de pastos naturales con el objetivo de evaluar cómo influye la calidad florística de los prados en la diversidad de artrópodos, para así saber cómo gestionar los prados. La identificación de los artrópodos se ha realizado a nivel de morfoespècie debido a la alta complejidad de llegar al nivel de especie. Los resultados muestran que los principales artrópodos epígeos de la zona del PNZVG son las arañas, los coleópteros, los hemípteros y los himenópteros. Comparando los artròpodos a nivel de orden según la temporalidad del mostreo, el estado florístico del prado y los diferentes prados muestreados se han observado diferencias significativas entre la diversidad de órdenes y el estado florístico de los prados, siendo la diversidad los prados malos superior a la de los prados en buen estado, lo que se contrapone a la hipótesis inicial donde en los prados buenos esperaba mayor diversidad. A nivel de morfoespècie no se han obtenido diferencias significativas en la mayoría de casos sólo se ha podido demostrar que los diferentes prados estudiados diferían entre ellos en cuanto a abundancia, diversidad y riqueza. Sin embargo, solo seleccionando las morfoespècies los cuatro órdenes principales encontramos que además de las diferencias entre los prados también hay diferencias significativas entre la temporalidad y la abundancia de artrópodos entre el 9 y 23 de julio con el 6 de agosto, debido al cambio en el régimen de lluvias y la temperatura ambiente que provocó un descenso de la actividad de artrópodos. Se debería proseguir con el monitoreo de la comunidad de artrópodos para poder observar mejor su dinámica y cómo varía en función de las diversas calidades florísticas de los prados.

Palabras clave: prado seminatural, artròpodo, morfoespècie, qualidad florística, PNZVG

**Abstract**

Nowadays, the conservation of natural areas is a major issue in our society, but most of efforts and resources are focused on the most important ecosystems such as great forests and coral reefs because they are places of high biodiversity and where habitat destruction is very high. But there are also other ecosystems like seminatural grasslands presenting great biodiversity, but currently we did not know a lot about their ecology and how animal communities respond to the degradation of the vegetation. The study was carried out in the Parc Natural Zona Volcànica de la Garrotxa (PNZVG) which contains 2.5% of natural grasslands, with the aim of testing the influence of the floristic quality of the meadows on the diversity of arthropods to know how manage this systems. The identification of the arthropods was carried out at morphospecies level due to the high complexity of reaching the level of species. The results show that the main epigea arthropods orders in the PNZVG are Aranea, Coleoptera, Hemiptera and Hymenoptera. Comparing the arthropods at the level of order according to the temporality of the trail, the floristic quality of the meadow and the different grasslands studied, we observed significant differences between the diversity of orders and the floristic state of the meadows, being the meadows in worst conditions above the meadows in good condition, which is opposed to the initial hypotheses in the grasslands with better state we expected more diversity. At the level of morphospecies we found no significant differences in most cases, we only could demonstrate that the different fields studied differed significantly among themselves regarding abundance, diversity and richness. However, selecting only the four major orders morphospecies we found that in addition to the differences between the meadows, there are significant differences between the temporality and abundance of arthropods between 9 and 23 July to 6 August due to changes in rainfall and temperature caused a decrease in the activity of arthropods. We should continue with the monitoring of the arthropod community to better understanding of its dynamics and how varies this community depending on the floristic quality of seminatural grasslands.

Key words: seminatural grassland, arthropod, morphospecie, floristic quality, PNZVG

## **2.-Introducció**

La conservació de la biodiversitat és molt important pel bon funcionament dels ecosistemes. Els ambients més diversos i complexos són menys susceptibles a l'efecte de les pertorbacions externes, ja que al trobar espècies diverses que realitzen una mateixa funció ecològica, si alguna desapareix l'impacte sobre l'ecosistema és menor. Una gestió adequada –establir unes regulacions adequades de l'explotació dels recursos que ens ofereix el medi (caça, explotació arborícola, agricultura...)– tindrà un gran efecte positiu sobre la biodiversitat de la zona en qüestió, mentre que una gestió dolenta provocarà un pèrdua de biodiversitat, causada principalment per la sobreexplotació dels recursos naturals. Per aquest motiu és important disposar d'un pla de gestió de l'hàbitat que entengui les característiques requeriments que necessita l'ecosistema en qüestió i així saber les actuacions que cal dur a terme per beneficiar la conservació de la seva diversitat.

Tradicionalment els prats i les zones desforestades s'han considerat zones de baixa importància ecològica i han rebut una protecció menor. Estudis recents han posat de manifest la gran importància d'aquestes zones obertes en la conservació de la biodiversitat, ja que contenen una gran riquesa d'espècies i a més realitzen diverses funcions ecològiques –ajuden a mantenir un paisatge en mosaic que és molt important per mamífers i ocells que requereixen paisatges diversos i actuen com a tallafocs natural– (Salvat et al. 2014). A més els prats secs s'han reconegut com a hàbitats d'interès per la pervivència d'un ampli conjunt d'organismes.

Davant la importància de les zones obertes per a la conservació i el creixent predomini de les masses forestals, el Parc Natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa (d'ara endavant abreviat com a PNZVG) ha impulsat la realització d'un seguit d'estudis per avaluar la seva funció ecològica i biodiversitat i així saber la importància de conservació que requereixen. De les 15.309 ha que ocupa el parc, només unes 25,1% estan ocupades per espais oberts per usos agrícoles i ramaders i només un 2,5% del total són pastures naturals o semi-naturals. La composició florística d'aquestes pastures no és producte de les sèmres i es caracteritza per tenir una baixa presència d'espècies ruderals i/o arvenses. Aquests espais oberts tenen una gran importància econòmica, perquè és on realitzen la majoria d'activitats agrícoles i ramaderes, alhora alberguen

una elevada diversitat biològica, tant animal com vegetal.

El 2014 es va dur a terme el seguiment en 26 prats situats dins els límits del parc a fi de catalogar-los en diversos estats de conservació (bo, regular i dolent) en base a la seva composició florística (Salvat et al. 2014). Ara bé, no sabem si la qualitat florística dels prats del PNZVG afecta la diversitat animal. S'ha vist que les papallones responen molt directament als canvis de vegetació (Öckinger et. al. 2009), però no està clar com responen la resta de tàxons animals

Els artròpodes són el fílum animal més nombrós ( $\frac{3}{4}$  parts del total d'espècies descrites i tenen 1200 milions d'espècies descrites). Si a això li afegim que són de mida petita i que les comunitats responen molt bé als canvis de microclimes que es creen als diferents hàbitats, significa que podem trobar-ne molts exemplars en espais relativament petits, cosa que els fa idonis per fer estudis de biodiversitat. En els artròpodes també trobem individus que són bioindicadors o sigui, la seva presència en un ecosistema és una mostra del bon o mal estat d'aquest (algunes espècies indiquen el bon estat de l'ecosistema, mentre que d'altres n'indiquen el mal estat) (Andersen et al. 2002). Aquests individus indicadors els trobem en els diferents grups d'artròpodes i es poden utilitzar uns o altres segons quin és més adequat per l'estudi realitzat, tot i així en el cas d'artròpodes epigeus es solen agafar les formigues on les trobem com a bioindicadores de la qualitat de sòls rurals (de Bruyn 1999). Actualment també es realitzen estudis per veure la capacitat d'altres grups d'artròpodes per esdevenir possibles bioindicadors (Paoletti et.al. 1999), com per exemple els estafilínids (Coleòpters) que tenen molt de potencial i que el seu ús com a bioindicadors augmentarà quan es millorin les tècniques d'identificació i mostreig d'aquest grup (Bohac 1999). Pel que fa a organismes voladors, els lepidòpters són un grup molt utilitzat per catalogar l'estat dels ecosistemes d'interès, com és el cas d'un estudi dut a terme al nord del Vietnam on s'avaluava el dany que provocaven els espais desforestats a causa de la tala il·legal (Spitzer et. al. 1997).

Actualment s'han elaborat diversos estudis de la biodiversitat dels artròpodes en diferents ambients, però pocs d'aquestes pastures naturals. És per això que l'objectiu del present treball és determinar com la qualitat florística dels prats afecta la comunitat d'artròpodes epigeus. És d'esperar que l'ús i intensitat de les activitat



humanes que es donen als prats beneficiï més a unes espècies que a unes altres, provocant una alteració de la composició de la comunitat i com a conseqüència en els diversos marcadors ecològics estudiats (Hendrickx, 2007).

### **3.-Objectius**

El principal objectiu d'aquest estudi és:

- Comprovar si la diversitat florística dels prats del PNZVG té efecte en la diversitat d'artròpodes.

A més de l'objectiu principal de l'estudi també s'han plantejat altres objectius tals com:

- Observar els ordres més abundants i amb més morfoespècies dels prats estudiats.
- Determinar com varia l'abundància, la diversitat i la riquesa dels artròpodes durant els mesos d'estudi (temporalitat), l'estat florístic dels prats i els propis prats estudiats.

### **Objectives**

The main objective of the study has been:

- To test if floristic diversity of grasslands of the PNZVG has effect on the diversity of arthropods.

Moreover, there are some other secondary objectives:

- Observe the most abundant orders and the one's which have more morfospecies of the studied grasslands'.
- To determinate how abundance, diversity and richness of arthropods change during the period of study (temporality), the floristic state of the meadows and the seminatural grasslands studied.

#### 4.-Caracterització de la zona d'estudi

##### 4.1.-Característiques generals

El PNZVG està situat a la comarca de la Garrotxa (Girona), està envoltada pels Pirineus i les comarques del Ripollès, Osona, la Selva, Pla de l'Estany, el Gironès i l'Alt Empordà. L'estudi s'ha centrat al voltant dels municipis d'Olot, Santa Pau i Sant Feliu de Pallerols (Figura 1).

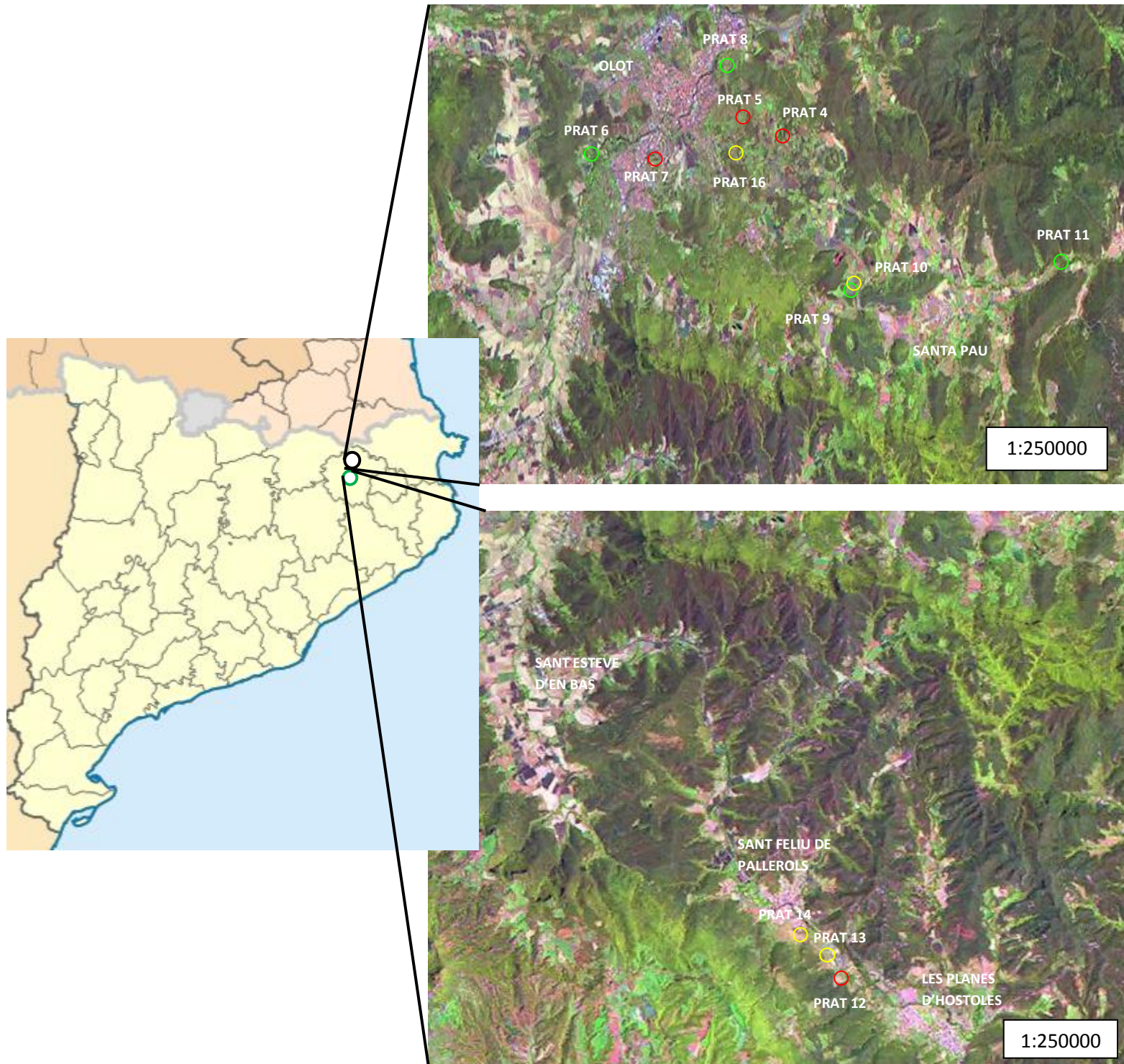


Figura 1: Situació dels prats seminaturalment mostrejats del PNZVG. Extret del Visir (<http://www.icc.cat/vissir3/>). Els prats en bon estat color de verd, en mal estat de color vermell i en estat regular de color groc.

El clima de la comarca és Mediterrani . La pluviositat és molt elevada amb valors mitjans anuals de 850-1100 mm i les temperatures els hiverns són fredes (4°C a 7°C) i els estius càlids (17°C a 22°C) (<http://www.meteo.cat/wpweb/climatologia>). Degut a la gran diversitat de la Garrotxa en una sèrie de característiques (unitat de paisatge, unitats de relleu, tipus de clima, vegetació, xarxa hidrogràfica i ús del sol), la comarca es pot dividir en quatre unitats: Zona Volcànica de la Garrotxa, l'Alta Garrotxa, la Baixa Garrotxa i l'Estrib (Fernández 1991) (Figura 2). La majoria de zones de mostreig s'han realitzat en la Zona Volcànica de la Garrotxa, mentre que els mostrejos que pertanyien al terme municipal de Sant Feliu de Pallerols pertanyen a l'Estrib. Les principals característiques d'aquestes dues unitats són:

- Zona Volcànica de la Garrotxa: Engloba diversos municipis, des d'Olot, a Sant Esteve d'en Bas i Santa Pau. Aquesta unitat presenta un sòl volcànic degut a l'emplaçament de 40 cons volcànics estrombolians, el clima és Mediterrani humit, causant la presència d'una vegetació submediterrània i atlàntica, la qual es pot trobar molt propera entre si degut a l'alta pluviositat i a les temperatures benignes típiques d'aquesta comarca (de Bolòs, O. 1984). I els principals usos dels sòl d'aquesta zona són els espais naturals i urbans.
- Estrib Es troba en zones més del sud de la comarca i comprèn els municipis de Sant Feliu de Pallerols, les Planes d'Hostoles, Mieres i altres. Majoritàriament presenta horts i cubetes derivats d'episodis tectònics, el clima és Mediterrani de muntanya mitjana humida, presentant així vegetacions submediterrànies i atlàntiques. El sòl d'aquesta unitat és utilitzat principalment en espais naturals, agrícoles i ramaders.



Figura 2: Mapa de situació de la Garrotxa i unitats de paisatge d'aquesta comarca (Fernández 1991).

#### 4.2.-Vegetació

En el PNZVG podem hi ha vegetació típica del clima mediterrani i també vegetació típica del clima medio-europeu. Podem trobar boscos humits com les fagedes tot i que presenten una estructura diferent a les emplaçades en regions més septentrionals, també trobem rouredes de roure pèrol (*Quercus rubor*), vernedes a les riberes dels rius. Les principals comunitats vegetals del clima mediterrani són les rouredes de roure martinenc (*Quercus pubescens*), els alzinars i la bardissa formada per romeguera (*Rubus ulmifolius*), l'arç blanc (*Crataegus monogyna*) i altres espècies que són les que substitueixen la vegetació de boscos humits, són senyal de mala gestió forestal. I per últim també esmentar que els conreus esdevenen una part important de la terra baixa i el fons de les valls, la seva producció és variada (blat de moro, farratges o cereals d'hivern) (de Bolòs. 1984).

#### 4.3.-Fauna

La gran diversitat florística de la Garrotxa causa que també hi hagi una gran diversitat faunística. La comarca conté fins al voltant de 1500 espècies diferents, de les quals unes 300 són de vertebrats i la resta d'invertebrats, d'aquests unes 1020 pertanyen al grup dels artròpodes (<http://ca.turismegarrotxa.com/la-garrotxa/territori-i-natura/flora-i-fauna/>)

Els organismes aquàtics més rellevants de la comarca són el barb (*Barbus meridionalis*) i la truita (*Salmo trutta*), anteriorment també ho era l'anguila (*Anguilla anguilla*) però en els últims anys ha patit un fort descens.

En l'herpetofauna hi ha una gran diversitat trobem representants d'ambients humits com el tritó pirinenc (*Calotriton asper*), la salamandra (*Salamandra salamandra*), el gripau comú (*Bufo bufo*), la reineta (*Hyla meridionalis*) i la serp d'aigua (*Natrix maura*), mentre que en ambients més àrids trobem l'escurçó ibèric (*Vipera aspis*), la sargantana ibèrica (*Podarcis hispanica*), el dragó comú (*Tarentola mauritanica*), la serp verda (*Malpolon monspessulanus*) i el llangardaix ocel·lat (*Timon lepidus*).

En les aus tenim representants de rapinyaires com el mussol comú (*Athene noctua*), el voltor comú (*Gyps fulvus*) i l'òliba (*Tyto alba*). Alhora també trobem individus cinegètics com la perdiu xerra (*Perdix perdix*), la guatlla (*Coturnix coturnix*) i la tórtora (*Streptopelia turtur*).

Pel que fa als mamífers trobem el porc senglar (*Sus scrofa*), el cabirol (*Capreolus capreolus*), el conill (*Oryctolagus cuniculus*), petits mamífers com la musaranya comuna (*Crocidura rússula*), i l'eríçó fosc (*Erinaceus europaeus*) i carnívors com la guilla (*Vulpes vulpes*) i el teixó (*Meles meles*).

I per acabar a nivell d'artròpodes trobem diversos estudis que monitoritzen les poblacions de diversos ordres d'artròpodes. La Garrotxa és una zona amb una fauna d'artròpodes d'interès, ja que artròpodes poc habituals en la Península es troben amb abundàncies més elevades (Lockwood 2007). En odonats aquestes investigacions han revelat una gran diversitat d'espècies, concretament 35 espècies diferents, 25 de les quals es troben a la bassa de Can Jordà. Aquesta elevada diversitat és causada a que en PNZVG hi ha un encreuament de dues zones biogeogràfiques, a més les rodalies de les basses presenten una gran divergència d'hàbitats satisfent així a diverses espècies i per últim trobem una diversitat molt alta d'hàbitats aquàtics i alguns d'ells amb bona qualitat d'aigües (Lockwood 2007). També es troben diversos lepidòpters d'interès com com la macaó (*Papillos machaon*) que és una espècie diürna i la Isabella (*Graellsia isabellae*) és una de les representants més formosa arreu d'Europa de les papallones de capvespre i per últim també podem trobar la gran pavon (*Saturnia pyri*), és una

papallona nocturna de gran envergadura. Pel que fa a coleòpter podem trobar representants com l'escanyapolls (*Lucanus cervus*) que és el coleòpter més gros europeu, el gran capricorni (*Carabus cerdo*) i el rinoceront (*Oryctes nasicornis*) entre d'altres (Macias 1984).

## **5.-Metodologia**

### **5.1.-Recol·lecció mostres**

Per avaluar si la diversitat d'artròpodes varia segons l'estat de conservació dels prats vam realitzar un mostregi mitjançant trampes de caiguda (o "pitfalls") durant l'estiu del 2015. El mostregi va ser del 22 de juny al 3 de setembre de 2015, i les trampes es canviaven cada dues setmanes.

Dels 26 prats avaluats per Salvat et al. (2014), amb l'ajuda dels tècnics del parc vam seleccionar 12 prats segons la seva qualitat florística: 4 prats de bona qualitat, 4 prats regulars i 4 prats de mala qualitat. (Taula 1)

*Taula 1: Localització de les àrees de mostreig i el seu estat florístic segons (Salvat et al. 2014)*

Nom localitat	Municipi	UTM X/Y	Nivell qualitat/interès
Torrent de la Salut – Bac de les Tries (8)	Olot	459075 / 4670721	Bo
Croscat sobre Can Passavent (9)	Olot	462040 / 4667088	Bo
Camp del Grau del Sallent (11)	Santa Pau	467856 / 4666897	Bo
Sota la Costa del Puig (6)	Olot	455668 / 4669295	Bo
Cal Ninyo, Carretera de Batet (16)	Olot	458996 / 4669172	Regular
Volcà de Sant Marc – Torrent de Fontperera (14)	Sant Feliu de Pallerols	460121 / 4657379	Regular
Els Estaldats (13)	Sant Feliu de Pallerols	459403 / 4657767	Regular
Croscat al Pla del Torn (10)	Olot	462245 / 4667189	Regular
Can Coll de Batet (4)	Olot	460535 / 4669105	Dolent
Vial de Sant Jordi a Can Pau (7)	Olot	457303 / 4668690	Dolent
Mas Virgínia al sud del volcà de les Bisaroques (5)	Olot	459165 / 466982	Dolent
Camp Roig (12)	Sant Feliu de Pallerols	460127/4657234	Dolent

Per catalogar l'estat dels prats Salvat et al. (2014) van agafar com a referència la presència de plantes considerades bioindicadores de la zona, doncs segons el nombre d'espècies indicadores en els prats s'establia l'estat de conservació corresponent.

- Estat ecològic bo → Més de 6 espècies indicadores en cada transecte.
- Estat ecològic regular → Trobem més de 4 espècies indicadores però menys de 6 espècies en diversos transectes de cada camp.
- Estat ecològic dolent → Menys de 4 espècies indicadores en cada transecte.

Per col·locar les trapes de caiguda –molt efectives en la captura d'artròpodes epigeus per estudis d'abundància i composició d'espècies (Gotelli et al. 2001).— vam utilitzar els mateixos transectes que l'estudi de qualitat florística de Salvat et al. (2014), els quals es situaven al llarg de la dimensió més llarga del prat i intentaven cobrir la zona més homogènia possible. En cas que el prat fos molt heterogeni es realitzaven dos transectes per avaluar millor els diferents hàbitats que hi havia.

A cada transecte es posaven 5 trapes separades per 2 metres entre si. S'intentava posar les trapes al centre del transecte per evitar l'efecte ecotò/vorera amb els hàbitats circumdants.

Les trapes de caiguda eren tubs de plàstic que s'enterraven al terra, procurant que la part superior del pot quedés a la mateixa altura del sòl, facilitant així la caiguda dels artròpodes dins la trampa. Els pots s'omplien d'etilenglicol per afavorir la captura i conservació d'artròpodes, ja que l'alcohol presentava problemes degut a la seva baixa temperatura d'evaporació, mentre que l'etilenglicol no presenta problemes d'evaporació durant les dues setmanes en què es té instal·lada la trampa (Read i Andersen 2000; Schmidt et al. 2006).

Quan plovia se'ns presentaven dos problemes. El principal problema era que l'aigua de la pluja diluïa la concentració de l'etilenglicol i així disminuïa la seva capacitat de conservació, de manera que havíem de netejar ràpid els pots o es corria el risc de que els artròpodes es descomposessin. L'altre problema era menys freqüent perquè només es donava si les precipitacions havien estat molt intenses, doncs els pots vessaven i obteníem una menor abundància d'artròpodes. Aquesta cas va ser el d'alguns camps

del mostreig del 06/08, però les dades es van poder utilitzar.

La mida del diàmetre de les "pitfalls" pot variar en funció del tipus d'artròpode que es vol capturar, com més gran sigui la mida més s'afavorirà a la captura d'individus de grans proporcions. Tot i així, el volum de captura de les trampes no depèn del diàmetre, perquè un cop estandarditzades les captures segons el diàmetre s'obtenen valors similars. Ara bé, utilitzant més quantitat de "pitfalls" de mida petita augmenta l'eficiència per caracteritzar l'artròpode epigeu dominant (Work et al. 2002).

Per facilitar la localització de les trampes dipositàvem el tap del tub (color groc) al cantó del pot. Això ens facilitava la recerca de les diverses trampes dos setmanes després d'haver-les instal·lat, tot i que a vegades resultava difícil degut a que el tub es descoloria a causa de les inclemències meteorològiques donant un color molt semblant a la vegetació de l'època. A més, també es marcava amb una cinta groga l'inici, el final i el punt mig del transecte estudiat.

## 5.2.-Identificació dels artròpodes

Un cop retirades les trampes del camp vam procedir a la separació dels artròpodes de les restes vegetals que s'havien acumulat a les trampes. Aquesta tasca la vaig desenvolupar conjuntament amb l'Odei Garcia, doncs tots dos vam participar en la realització del treball de camp. Ara bé, mentre ell es va centrar en les formigues (Hymenoptera, Formicidae), jo vaig identificar i avaluar la resta d'artròpodes. En qualsevol cas, les seves dades també es van incorporar a les que vaig obtenir per tal de tenir una visió general.

Amb l'ajuda d'una lupa binocular, vaig procedir a la identificació de les mostres a nivell d'ordre i posteriorment a nivell de morfoespècie. Les morfoespècies no tenen un valor taxonòmic, però al separar els individus en base a les diferències morfològiques podem aconseguir una idea bastant aproximada en de la diversitat d'espècies. En el cas dels insectes, que és un grup molt divers i amb uns caràcters generals similars es va utilitzar (Chinery 1995) per conèixer l'ordre dels individus observats. Mentre que per la identificació de les diferents morfoespècies s'han utilitzat caràcters taxonòmics rellevants per cada ordre, degut a que en les diferents classes no totes les estructures morfològiques tenen el mateix valor taxonòmic (Asociación española de Entomología



1988).

En aquesta identificació no s'han tingut en compte les larves d'artròpodes metàbols (coleòpters, dípters, hemípters, etc.), perquè la seva forma juvenil és totalment diferent a la forma adulta. A més, les claus taxonòmiques de larves estan poc desenvolupades, provocant que no hi siguin presents totes les larves observades, dificultant molt l'òptima identificació de cadascuna; per aquest motiu s'ha decidit deixar-les de banda.

Per altra banda, en el cas d'organismes ametàbols si que s'ha pogut identificar individus juvenils, un cas serien les aranyes, en les que trobàvem les cries molt juntes amb la mare i per tant, podíem determinar que eren de la mateixa morfoespècie tot i tenir una morfologia diferent. Un cop identificades les mostres es van guardar en alcohol al 70% dins de vials.

### 5.3.-Tractament de les dades

Amb les dades obtingudes primer s'ha realitzat un estudi descriptiu, el qual ha servit per observar la composició del conjunt de mostres i apreciar com els diferents ordres d'artròpodes difereixen en relació a la seva abundància i riquesa.

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \cdot \log_2 p_i$$

S= Morfoespècies observades en el camp en qüestió.  $p_i$ = Abundància relativa morfoespècie

*Figura 3: Fórmula de diversitat de Shanon*

També s'ha calculat l'índex de diversitat (Figura 3) per tenir una visió més general de la presència dels diferents ordres en relació a la seva abundància. Per comprovar la relació d'aquests paràmetres (abundància, riquesa i diversitat) en funció dels diversos prats mostrejats, i altres factors com la qualitat florística dels prats (o estat) i la temporalitat del mostreig s'ha dut a terme una test d'anàlisi de variància (ANOVA). En els casos on la relació era significativa s'han realitzat comparacions dos a dos que permeten identificar quins elements són iguals i quins diferents. En totes les ANOVA realitzades, s'han emprat els testos de normalitat (Shapiro-Wilk) i homocedasticitat (Levene) per comprovar que els supòsits es complien. En cas de no fer-ho s'han

transformat les dades per logaritme neperà (LN). En cas de continuar sense complir-se, llavors s'ha utilitzat el test no paramètric de Kruskal-Wallis que et permet treballar sense el compliment dels supòsits. Primerament s'ha seguit aquest passos incloent les morfoespècies de tots els ordres capturats i després s'ha repetit només tenint en compte les morfoespècies dels quatre ordres principals.

## **6.-Resultats i discussió**

### **6.1.-Anàlisi ordres**

En els 12 prats estudiats del PNZVG s'han trobat 15 ordres d'artròpodes diferents, així com 194 morfoespècies diferents.

Taula 2: Resum de l'abundància, riquesa i diversitat d'artròpodes que s'han trobat als diferents prats mostrejats, així com agrupant les mostres per les categories de qualitat dels prats (dolent, regular i bo) i considerant tota la zona en conjunt.

Estat Prats	Dolent				Regular				Bo				Total general
	4	5	7	12	8	9	6	11	10	13	14	16	
Acar	110	560	75	601	41	883	134	772	338	646	636	253	5049
Aranae	10	231	23	95	15	12	42	19	17	56	22	47	589
Colèmbol	0	75	16	111	0	1	1	8	4	2	3	51	272
Coleòpter	49	162	23	62	58	15	8	11	96	31	79	101	695
Dermàpter	0	0	0	0	2	1	6	11	0	0	4	0	24
Diplopoda	352	0	1	14	15	1	0	0	0	39	7	17	446
Dípter	5	15	8	7	0	3	6	7	3	3	1	6	64
Hemípter	19	75	14	38	7	19	10	29	27	12	19	9	278
Himenòpter	185	671	207	653	277	327	390	164	459	363	264	233	4193
Isòpoda	83	0	21	16	32	2	1	6	42	8	6	3	220
Opilió	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	3
Ortòpter	0	3	2	5	1	5	27	3	0	1	7	2	56
Psocòpter	0	7	1	1	0	0	2	0	0	0	0	5	16
Quilòpoda	6	4	4	1	2	2	5	4	9	8	0	1	46
Tisanòpter	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
<b>Abundància total</b>	<b>819</b>	<b>1803</b>	<b>395</b>	<b>1604</b>	<b>450</b>	<b>1271</b>	<b>632</b>	<b>1035</b>	<b>995</b>	<b>1169</b>	<b>1051</b>	<b>728</b>	<b>11952</b>
<b>Riquesa</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>10</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>9</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>15</b>

Diversitat	2,28	2,25	1,77	2,27	1,91	1,20	1,92	1,34	2,08	1,72	1,67	2,36	1,90
Riquesa estats	10,75±1,5				11,5±1				11±1,41				
Diversitat estats	2,14±0,25				1,59±0,38				1,96±0,32				
Riquesa mitjana	11,08±1,24												
Diversitat mitjana	1,90±0,37												

Els ordres més abundants corresponen als àcars (42.24%) i himenòpters (35.08%), seguit en menor importància pels coleòpters (5.81%) i les aranyes (4.93%) (Figura 4). El motiu de la gran presència d'àcars és degut a la seva mida petita que facilitava molt la caiguda en les trampes i en dificultava la seva sortida, ja que en alguns casos s'havien observat individus de més tamany (formigues i aranyes) sortir de les trampes. En el cas dels himenòpters ja esperem que siguin un dels ordres més abundants degut a que contenen les formigues que són un dels grups més nombrosos d'artròpodes (Gómez 2003) i també s'esperaven obtenir valors elevats d'abundància en coleòpters i aranyes, ja que els coleòpters és un dels ordres amb riquesa d'espècies i els trobem presents la majoria d'ecosistemes terrestres, i les aranyes al ser depredadores i de costum epigeus són presents a la majoria dels ecosistemes terrestres amb presència d'artròpodes, Per altra banda, els hemípters presenten uns valors d'abundància força menors a la resta d'ordres principals perquè són uns insectes que solen viure a les plantes ja que s'alimenten dels productes que aquesta genera partir de l'estilet, per tant serà més difícil la caiguda de grans quantitats d'aquests artròpodes a les "pitfalls" (Pérez Hidalgo 2015).

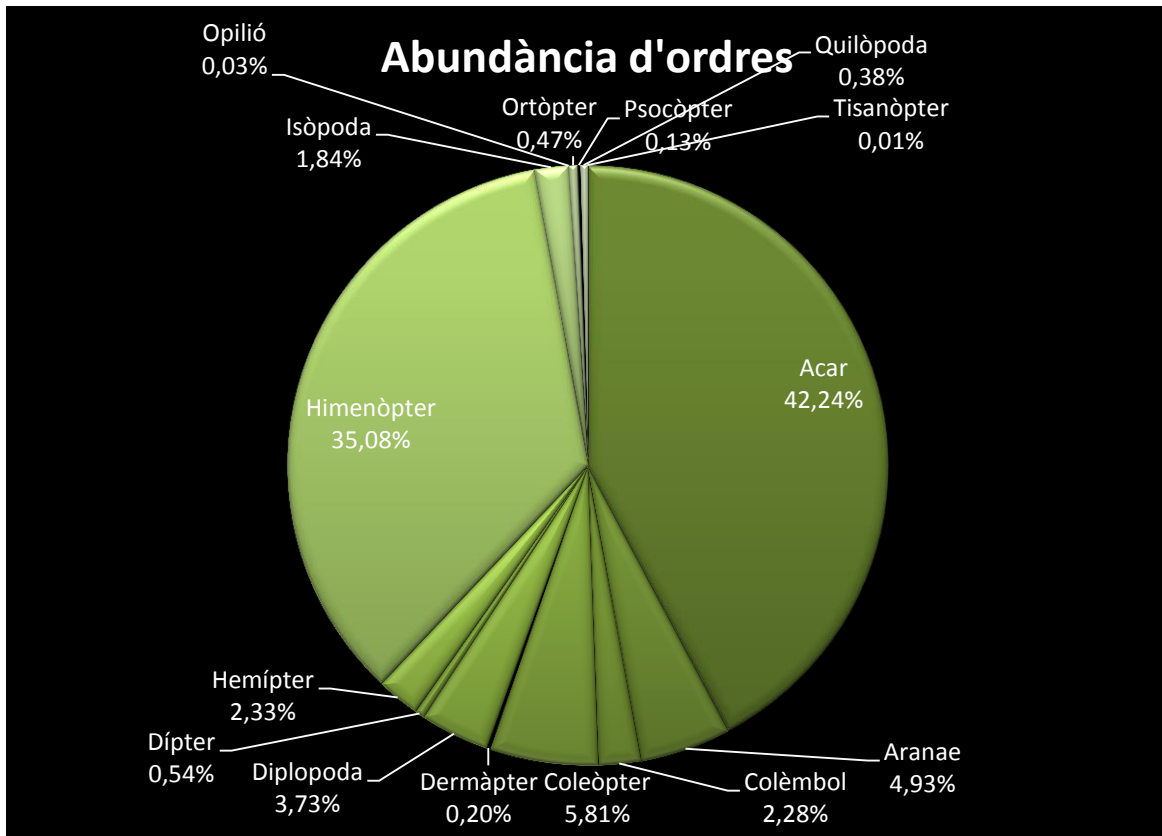


Figura 4: Abundància dels diferents ordres estudiats.

No obstant, si observant la diversitat de morfoespècies dels diferents ordres (Figura 5) es poden apreciar diferències significatives.

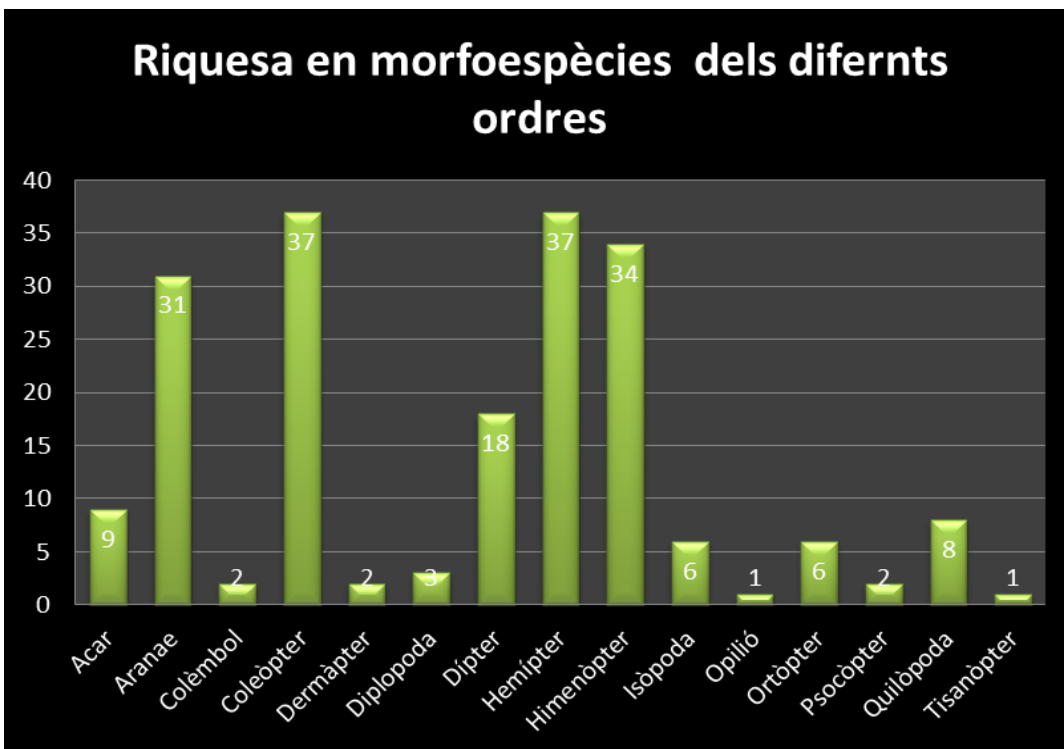


Figura 5: Riquesa de morfoespècies dels ordres estudiats.

A diferència de l'abundància els coleòpters i hemípters són els ordres que presenten una riquesa major de morfoespècies amb un total de 37 cadascun. Això, ens indica que en el cas dels hemípters tot i no haver-se capturat grans abundàncies d'individus hi havia una gran diversitat en les captures. Els himenòpters també tenen valors molt alts de riquesa, mentre que els àcars presenten només nou morfoespècies, on algunes d'aquestes presenten molta abundància. En les aranyes també s'han identificat moltes morfoespècies diferents esdevenint un dels grups amb una riquesa més elevada cosa normal si tenim en compte que només a la Península Ibèrica s'han identificat 1382 espècies. En els dípters trobem una situació similar a la dels hemípters on les abundàncies obtingudes són baixes, però presenten una riquesa força elevada degut que al ser individus voladors resulta força complicat que caiguin en trampes dissenyades per capturar individus epigeus, aquest fet també s'evidencia amb l'absència de lepidòpters i odonats que són ordres molt abundants al PNZVG (Dantart 2006; Lockwood 2007), tot i que l'últim freqüenta més zones humides.

La riquesa mitjana d'ordres obtinguda per tots els prats seminatural és de  $11,08 \pm 1,24$ , mentre que la obtinguda pels prats en bon estat és  $11,5 \pm 1$ , la dels prats d'estat mediocre és  $11 \pm 1,41$  i la dels prats en mal estat és  $10,75 \pm 1,5$ . Sembla que els prats amb més bon estat presenten una riquesa major que els de més baixa qualitat, però s'ha realitzat una ANOVA i sembla ser que aquestes diferències no són significatives ( $P=0.725$ ) i per tant hem de considerar que els tres valors són iguals (Taula 2).

S'ha realitzat el mateix tractament amb la diversitat d'ordres i la mitjana de tots els prats és  $1,90 \pm 0,37$ , mentre que la obtinguda pels diferents estats de condició florística és de  $1,59 \pm 0,38$  pels prats en bon estat,  $1,96 \pm 0,32$  pels prats mediocres  $2,14 \pm 0,25$  pels prats en mal estat. Tot seguit s'ha efectuat una ANOVA per comprovar si les diferències eren significatives i hem obtingut un p-valor de  $P= 0.0221$ , com que l'ANOVA és significativa fem una comparació dos a dos per comparar les mitjanes i veure quines són les que difereixen entre elles (Figura 6).

```
> numSummary(taula.de.dades$Diversitat , groups=taula.de.dades$Estat,
+  statistics=c("mean", "sd"))
      mean      sd data:n
Bo      1.555238 0.3373449     4
Dolent  2.217724 0.0953987     4
Mediocre 1.917164 0.3120689     4
```

```

Simultaneous Tests for General Linear Hypotheses

Multiple Comparisons of Means: Tukey Contrasts

Fit: aov(formula = Diversitat ~ Estat, data = taula.de.dades)

Linear Hypotheses:

              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
Dolent - Bo == 0      0.6625     0.1916   3.457  0.0176 *
Mediocre - Bo == 0    0.3619     0.1916   1.889  0.1973
Mediocre - Dolent == 0 -0.3006     0.1916  -1.569  0.3069
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
(Adjusted p values reported -- single-step method)

> cld(.Pairs) # compact letter display
      Bo   Dolent Mediocre
     "a"     "b"     "ab"

```

Figura 6: Resultats de Rcmdr de la comparació dos a dos entre la qualitat florística dels prats i la diversitat.

En la Figura 6 s'observa com els prats en bon estat difereixen significativament dels prats en mal estat, sent aquest últims els que presenten una diversitat més elevada. Mentre que aquests dos estats són diferents entre si, l'estat mediocre no presenta diferències significatives entre els altres dos estats. El motiu de que els prats dolents presentin més diversitat segurament es deu al fet de la gran quantitat de matèria orgànica que trobem en aquest prats, ja que la majoria d'aquests presentaven molta activitat ramadera que genera aquest excés de matèria orgànica absent en els prats de bona qualitat que podia causar una augment en la diversitat d'artròpodes.

## 6.2.-Anàlisi de totes les morfoespècies per diferents factors d'interès

Un cop realitzat l'anàlisi més general de la composició d'artròpodes al PNZVG, s'ha prosseguit a estudiar si existien diferències significatives en l'abundància, la riquesa i la diversitat de morfoespècies en funció de la data que es va realitzar el mostreig, els diferents prats mostrejats i l'estat florístic dels prats.

Taula 3: Taula resum de les ANOVAs realitzades per les morfoespècies de tots els ordres observats.

TAULA ANOVAS				
Comparacions	Normalitat	Homoscedasticitat	Transformar/Kruskal-Wallis	p-valor
Temporalitat-Abundància	Si	Si	-	0.838
Temporalitat-Diversitat	No	Si	Transformar (Ln)	0.614
Temporalitat-Riquesa	Si	Si	-	0.207
Estat-Abundància	Si	No	Kruskal-Wallis	0.095
Estat-Diversitat	No	Si	Kruskal-Wallis	0.365
Estat-Riquesa	Si	No	Kruskal-Wallis	0.896
Prat-Abundància	Si	Si	-	$6.69 \times 10^{-8} *$
Prat-Diversitat	No	Si	Kruskal-Wallis	$1 \times 10^{-3} *$
Prat-Riquesa	Si	Si	-	$5.32 \times 10^{-5} *$

Lla majoria de comparacions de mitjanes realitzades són no significatives, el p-valor era superior a 0.05 (Taula 3). Només en tres casos (Prat-Abundància, Prat-Diversitat i Prat-Riquesa) s'ha obtingut un p-valor inferior que 0.05, cosa ens indica que els prats seminatural estudiats no són iguals entre ells, tot i que alguns presenten valors similars d'alguns dels paràmetres considerats.

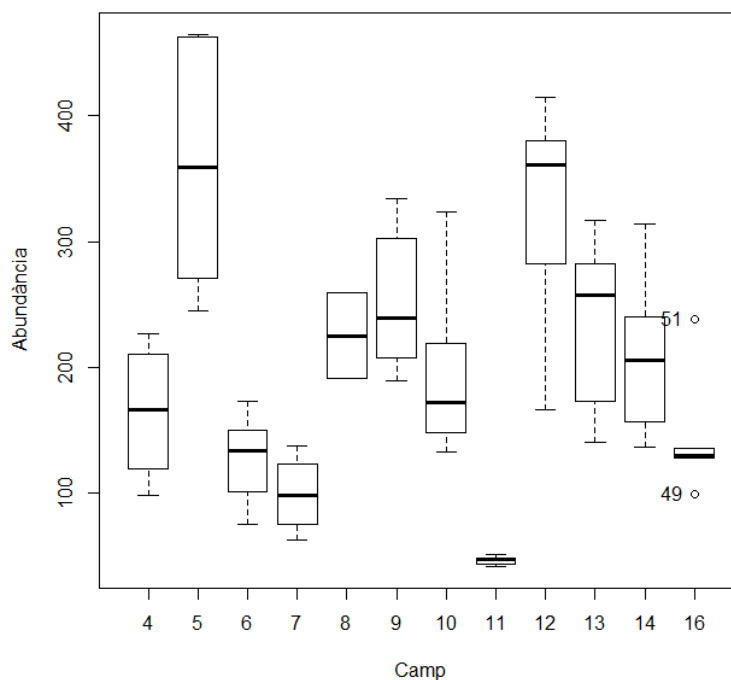


Figura 7: Diagrama de caixes d'abundància d'artròpodes en els diversos prats seminatural.

Al comparar l'abundància de morfoespècies en els diferents prats, s'observa que el prat 5 és el que presenta més abundància, mentre que l'11 és el que en presenta menys nombre d'individus capturats; la resta de camps estan en una situació intermitja entre aquests dos extrems, on alguns presenten més similituds amb prats de més abundància com el 5 i d'altres amb prats amb menys artròpodes com l'11 (Figura 7). Els camps en composició florística pobre (és a dir, els camps 4, 5, 7 i 12) tal com s'ha explicat anteriorment la intensa activitat ramadera (ovelles i vaques) causa un augment en el nº d'individus perquè aquests disposen de més aliment per tant, pot augmentar més la població.

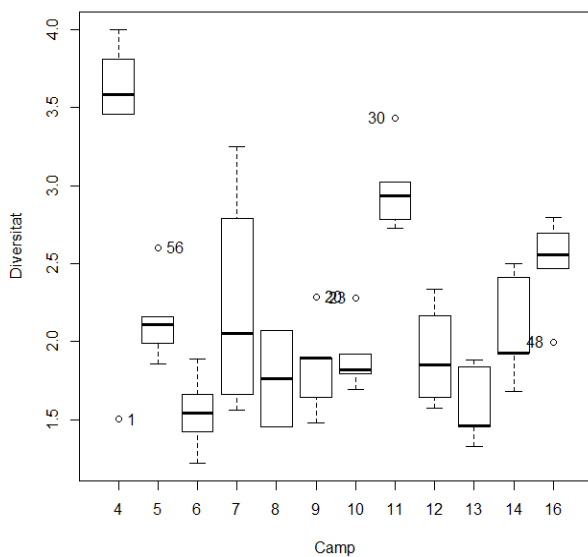


Figura 8: Diagrama de caixes de la diversitat d'artròpodes dels diferents prats estudiats.

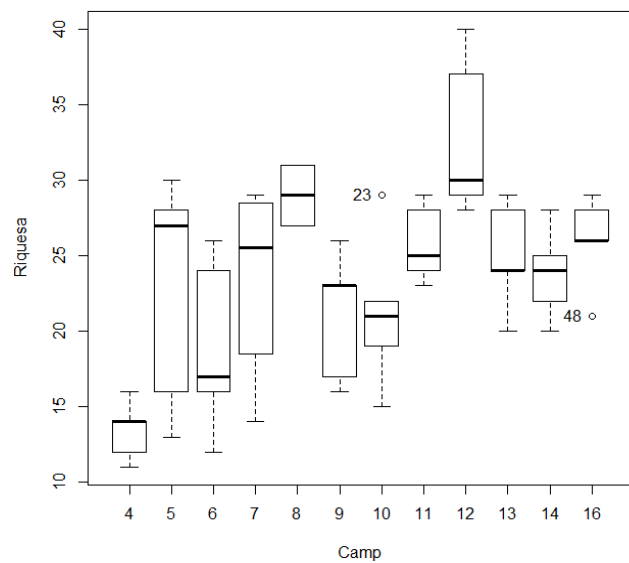


Figura 9: Diagrama de caixes de la riquesa d'artròpodes dels diferents prats estudiats.

La Figura 8 i la Figura 9 mostren la diversitat i riquesa de les morfoespècies dels prats estudiats. Pel que fa a la diversitat els prats presenten una desviació relativament petita, els valors més alts corresponen al camp 4 (qualitat dolenta), l'11 (qualitat bona) i el 16 (qualitat mediocre); mentre que alguns dels prats amb valors més baixos són el 6 (qualitat bona) i el 13 (qualitat dolenta) (Figura 8). Per altra banda, la riquesa de morfoespècies acostuma a moure's sobre els mateixos valors exceptuant el prat 12 on obtenim valors molt elevats i el prat 4 on hi ha una mitjana inferior a 15 morfoespècies identificades per mostreig (Figura 9). Tal com passava amb l'abundància hi ha molta variació entre els diversos camps, aquesta variació no es deu a la qualitat florística del prat, ja que ANOVAs anteriors han demostrat que no hi havia una relació entre la



qualitat florística dels prats amb la diversitat i la riquesa, per tant aquestes diferències es deuen a factors externs als estudiats. Caldria més estudis per arribar a identificar les causes responsables d'aquestes divergències.

### 6.3.-Anàlisi de les morfoespècies dels quatre ordres principals per diferents factors d'interès

Tot seguit s'han seleccionat els quatre ordres amb una major riquesa de morfoespècies. Les aranyes, els coleòpters, els hemípters i els himenòpters, i s'ha repetit el procés realitzat anteriorment amb tots els ordres identificats però aquesta vegada només per aquests quatre ordres.

Taula 4: Taula resum de les ANOVAs realitzades per les morfoespècies dels 4 ordres principals.

Taula ANOVAs (Aranae, coleòpters, hemípters i himenòpters).				
	Normalitat	Homoscedasticitat	Transformar/Kruskal-Wallis	p-valor
Temporalitat- Abundància	No	Si	Transformar (Ln)	0.0258 *
Temporalitat- Diversitat	No	Si	Kruskal-Wallis	0.974
Temporalitat- Riquesa	Si	Si	-	0.0748
Estat- Abundància	No	No	Transformar (Ln)	0.185
Estat- Diversitat	No	Si	Kruskal-Wallis	0.955
Estat-Riquesa	Si	No	Transformar (Ln)	0.686
Camp- Abundància	Si	Si	-	$4.59 \times 10^{-6}$ *
Camp- Diversitat	Si	Si	-	$1.65 \times 10^{-3}$ *
Camp- Riquesa	Si	Si	-	$2.7 \times 10^{-4}$ *

En aquest cas també s'obtenen moltes interaccions no significatives, però a diferència de l'anàlisi anterior hi ha una relació significativa entre la temporalitat i l'abundància (Taula 4). Això ens indica que l'abundància ha experimentat canvis en els diversos mostrejos durant l'estiu, possiblement degut als canvis de temperatures i precipitació que han tingut lloc. La imatge següent mostra les comparacions dos a dos que s'han realitzat entre les diverses dates de mostreig per veure quines difereixen entre si. En les comparacions entre el 09/07-06/08 ( $P=0.0354$ ) i el 23/07-06/08 ( $P=0.0423$ ) hi ha diferències significatives, ja que els p-valors són inferiors a 0.05.

```
> summary(data.logabun)
              Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
Data             4   4.58  1.1450   3.025 0.0258 *
Residuals       51  19.30  0.3785
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

> numSummary(taula.de.dades$logAbundancia , groups=taula.de.dades$Data,
+  statistics=c("mean", "sd"))
      mean      sd data:n
03-set 4.308973 0.6413011    10
06-ag  3.978903 0.6737361    12
09-jul 4.740706 0.5149864    11
20-ag  4.388888 0.6083183    11
23-jul 4.705905 0.6220408    12

> cld(.Pairs) # compact letter display
03-set 06-ag 09-jul 20-ag 23-jul
"ab"    "a"   "b"   "ab"  "b"
```

Figura 10: Resultats de l'ANOVA i la comparació dos a dos entre abundància i temporalitat

Tot comparant els valors de les mitjanes de les diferents dates amb les comparacions dos a dos (Figura 10), s'observa que els 9 de juliol i el 23 de juliol presenten significativament més abundància que el dia 6 d'agost.

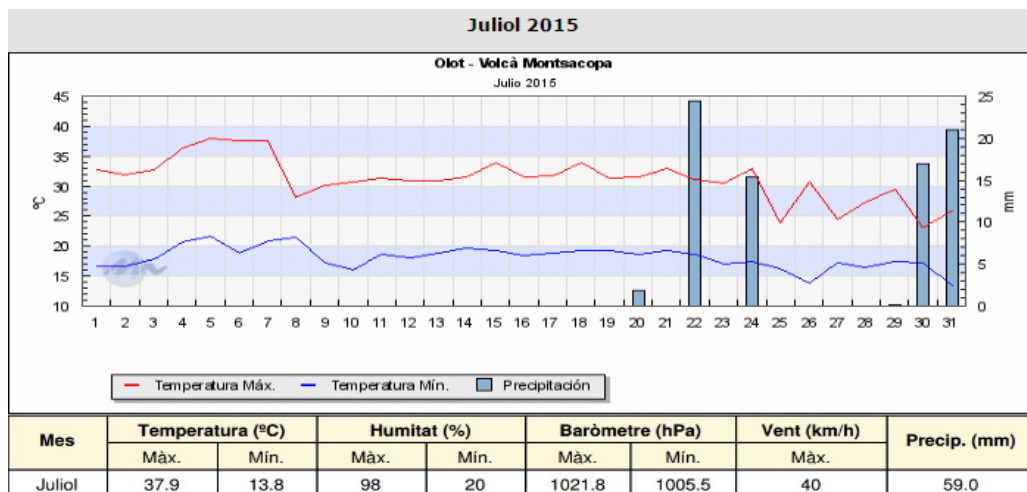


Figura 11: Temperatura i precipitacions d'Olot al mes de juliol. Extret de <http://meteolot.com/arxiu-2015.html>

Els dies anteriors al mostreig del 9 de juliol les temperatures eren molt elevades i sense precipitacions (Figura 11), cosa que podria haver afavorit l'activitat d'artròpodes. Al ser ectoderms la seva activitat s'incrementa quan la temperatura ambient és elevada, per tant augmenta el nombre de captures (Honek 2013). Fins la segona data de mostreig les temperatures continuen sent elevades durant la gran part dels dies, no obstant el dia anterior del canvi de trampes hi va haver precipitacions abundants que no van influir molt en el número d'artròpodes capturats.

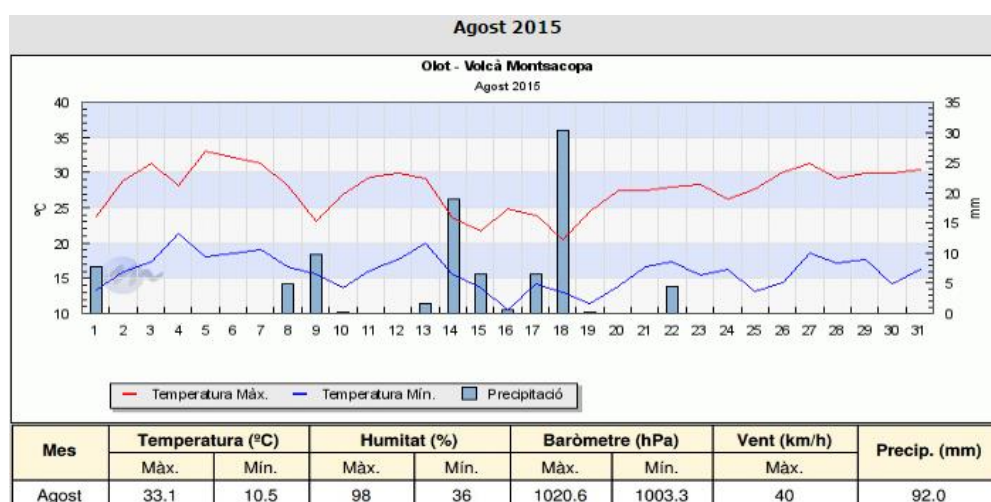


Figura 12: Temperatura i precipitacions d'Olot al mes d'agost. Extret de <http://meteolot.com/arxiu-2015.html>

No obstant a partir després del 23 de juliol s'observa un descens de les temperatures i un augment en la freqüència de precipitacions (Figura 12) provocant alhora una disminució de la radiació solar que causa la disminució d'activitat dels artròpodes epigeus (Høye & Forchhammer 2008); a més moltes trampes van quedar plenes d'aigua perdent així gran part de l'eficàcia.

### **7.-Criteris ètics o de sostenibilitat del treball**

En aquest estudi s'han capturat i identificat un total de 11952 artròpodes per intentar comprovar si la qualitat florística dels prats seminatural influeix en la diversitat d'artròpodes. El mètode de captura per "pitfall" d'aquest estudi ha comportat la mort de tots els individus capturats, per tant ens obliga a plantejar-nos si existeix un altre mètode de captura alternatiu on no es causés la mort de l'individu i es pogués alliberar posteriorment. Però aquest mètode resulta impossible a la pràctica degut a la petita mida dels individus, fent que sigui impossible identificar-los correctament a no ser que estiguin completament immòbils ja que la majoria d'estructures d'interès taxonòmic

s'han d'observar a través d'una lupa binocular. Com que no s'ha pogut aplicar un mètode on no hi hagués la mort de l'artròpode s'ha intentat minimitzar al màxim el número de trampes i rèpliques per no causar problemes a les comunitats d'artròpodes epigeus dels prats seminatural estudiats i tenir les dades necessàries per realitzar l'estudi.

## **8.-Conclusions**

Els resultats d'aquest estudi mostren que hi ha una gran diversitat d'artròpodes, s'han capturat diversos individus de 15 ordres diferents, en els quals predominen ordres amb individus majoritàriament epigeus i no ordres d'individus voladors com odonats i lepidòpters, cosa esperada ja que les trampes estaven dissenyades per la captura d'artròpodes epigeus de mida petita.

El nostre principal objectiu era comprovar si la qualitat florística dels prats influïa en la diversitat d'artròpodes. En prats de bona qualitat s'esperava trobar molta més riquesa que en prats de qualitats més dolentes, però els resultats han mostrat el contrari. Podria ser que l'estat del prat seminatural no influeixi en la composició de la comunitat d'artròpodes, però caldrien més estudis perquè algunes relacions han sortit significatives.

Altres estudis han pogut demostrar que aquestes comunitats es regeixen per la teoria "bottom-up" i la riquesa i productivitat vegetal afecten directament la composició dels artròpodes herbívors i carnívors determinant els recursos disponibles –la presència de plantes rares permet que hi trobem a la seva fauna associada—, a més també afecta indirectament influenciant les interaccions entre herbívors i carnívors (Siemann et. al. 1998). Per tant, la pèrdua de diversitat florística provocarà una disminució de la riquesa d'artròpodes, canvis en la composició de la comunitat d'artròpodes i també variacions en les interaccions que s'estableixen entre aquestes espècies (Haddad 2009; Knops 1999).

La temporalitat durant l'estudi ha provocat canvis significatius en l'abundància d'artròpodes capturats. Per altra banda, els canvis en la riquesa i diversitat no

presenten diferències significatives ni tendències, però en altres estudis realitzats amb formigues tot i no obtenir diferències significatives s'ha pogut apreciar una tendència a disminuir la riquesa en baixar la temperatura i augmentar les precipitacions (García 2016), ja que en els prats seminatural la comunitat de formigues està regulada principalment per la radiació solar (Retana & Cerdá, 2000)

Finalment podríem concloure que seria convenient prosseguir l'estudi durant més temps per així tenir dades de tot l'any que ens permetrien entendre millor com varia la població d'artròpodes i així poder millorar la gestió dels prats seminatural del PNZVG.

### **Conclusions**

The results of this study show that there is a great diversity of arthropods have captured several individuals from 15 different orders, which were dominated by most individuals of epigeal orders and we can't find orders with flying individuals as odonata and lepidoptera, due to the traps were designed to capture epigeal arthropods of small size.

Our main objective was to verify if the floristic quality of the seminatural grasslands influenced the diversity of arthropods. In the good quality fields we expected to see much more diversity and richness than in meadows of bad qualities, but the results showed the opposite. It could be that the state of seminatural grasslands does not affect the composition of the arthropod community, although it would be necessary more studies because there've been some significant relationships.

Other studies have been demonstrating that these communities are governed by the theory "bottom-up" and the richness and plant productivity directly affect the composition of arthropod herbivores and carnivores determining available resources – the presence of rare plants allow to found the associated fauna—, but also affects indirectly influencing interactions between herbivores and carnivores (Siemann et. al. 1998). So, the loss of floral diversity cause a decrease in richness of arthropods, changes in the composition of the arthropod community and also variations in the interactions between these species (Haddad 2009; Knop 1999).

The temporality on the study has led to significant changes in the abundance of

arthropods captured. In the other hand, the changes in the richness and diversity have no significant differences or trends, but in other studies with ants although no significant differences could be seen a tendency to decrease the richness when the temperature drop off and with the increase of precipitations (Garcia 2016), because the ant community activity is regulated mainly by solar radiation in the (Retana & Bristle, 2000).

Finally, we could conclude that it would be appropriate to continue the study and take longer data of the year that allows us to understand better how the population of arthropods varies and thus improve the management of the seminatural grasslands of PNZVG.

## **9.-Bibliografia**

Andersen, A. N., Griffiths, A.D., Hoffmann, B.D & Müller, W.J. (2002). Using ants as bioindicators in land management: Simplifying assessment of ant community responses. *Journal of Applied Ecology*, 39, 8-17.

Asociación Española de Entomología (1988). *Bases para un curso práctico de Entomología*. (1a ed.) Barcelona: Imprenta Juvenil, S.A.

Bohac, J (1999). Staphylinid beetles as bioindicators. *Agriculture Ecosystems & Environment*. 74(1-3), 357-372.

Burgio, G., Campanelli, G., Leteo, F., Ramilli, F., Depalo, L., Fabbri, R., & Sgolastra, F. (2015). Ecological sustainability of orgànic four-year vegetable rotation System: Carabids and other soil arthropods as bioindicators. *Agriculture Ecosystems & Environment*, 39 (3), 295-316.

Chinery, M (1995). *Guía de campo de los insectos de España y Europa*. (4a ed.). Barcelona: Ediciones Omega.

Dantart, J. (2006). Contribució al coneixement dels lepidòpters del Parc Natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa (Lepidoptera). *Butlletí-Societat Catalana de Lepidopterologia*, 98, 35-64.

de Bolòs, O. (1984). El paisatge vegetal de la zona volcànica de la Garrotxa. *Revista de Girona*, 107, 83-86.

De Bruyn, LAL (1999). Ants as bioindicators of soil function in rural environments. *Agriculture ecosystems & environment*, 74(1-3), 425-441.

García, O (2016). *Les formigues com a indicador biològic de la qualitat dels prats del Parc Natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa*. Treball de Final de Grau de Biologia, Universitat de Girona, Girona.

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 & Conservation*, 12(10), 2135-2146.

Fernández i Grabolosa, J. (1991) LEs unitats de paisatge a la Garrotxa. *Revista de Girona*, 149, 54-57.

Gotelli, N. J., & Colwell, R. K. (2001). Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology letters*, 4(4), 379-391.

Haddad, N. M., Crutsinger, G. M., Gross, K., Haarstad, J., Knops, J. M. & Tilman, D. (2009). Plant species loss decreases arthropod diversity and shifts trophic structure. *Ecology Letters*, 12(10), 1029-1039.

Hendrickx, F., Maelfait, J.P., Van Wingerden, W., Schweiger, O., Speelmans, M., Aviron, S., Augenstein, I., Billeter, R., Bailey, D & Bukacek, R. (2007). How landscape structure, land-use intensity and habitat diversity affect components of total arthropod diversity in agricultural landscapes. *Journal of Applied Ecology*, 44(2), 340-351

Honek, A. (2013). The effect of temperature on the activity of Carabidae (Coleoptera) in a fallow field. *EJE*, 94(1), 97-104.

Høye, T. T., & Forchhammer, M. C. (2008). The influence of weather conditions on the activity of high-arctic arthropods inferred from long-term observations. *BMC ecology*, 8(1), 1-7.

Lockwood, M. T. (2007). Una primera aproximació a la riquesa específica dels odonats al Parc Natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa. *Butlletí de la Institució Catalana*

*d'Història Natural*, 73, 71-83.

Knops, J. M.; Tilman, D.; Haddad, D. N.; Naeem, S.; Mitchell, C. E.; Haarstad, J. & Groth, J. (1999). Effects of plant species richness on invasion dynamics, disease outbreaks, insect abundances and diversity. *Ecology Letters*, 2(5), 286-293.

Macias, Güell, E. (1984) Lepidopters i coleòpters de la Garrotxa. *Revistade Girona*, 30, 131-136.

Öckinger, E., Dannestam, Å., & Smith, H. G. (2009). The importance of fragmentation and habitat quality of urban grasslands for butterfly diversity. *Landscape and Urban Planning*, 93(1), 31-37.

Paoletti, M.G. & Hassall, M (1999). Woodlice (Isopoda: Oniscidea): their potential for assessing sustainability and us as bioindicators. *Agriculture Ecosystems & Environment*, 74(1-3), 157-165.

Pérez Hidalgo, N., Mier Durante, M.P, Umaran, A. 2015. Manual Classe Insecta, Orden Hemiptera: Subórdenes Cicadomorpha, Fulgoromprpha y Sternorrhyncha. *Revista IDE@ - SEA 54*: 1-18.

Read, J.L. & Andersen, A.N. (2000). The value of ants as early warning bioindicators: responses to pulsed grazing at an Australian arid zone locality. *Journal of Arid Environments*, 45, 231–251.

Retana, J., Cerdá, X. (2000). Patterns of diversity and composition of Mediterranean ground ant communities trackin spatial and temporal variability in thermal environment. *Oecologia*, 123, 436-444.

Salvat, A. & March, S. (2014a). *Avaluació de l'estat ecològic de parcel·les de prat del Parc Natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa*. (1a ed.) Generalitat de Catalunya. Parc Natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa. Recuperat de <http://www.gencat.cat/parcs/garrotxa> i disponible al Centre de documentació del PNZVG

Schmidt, M. H., Clough, Y., Schulz, W., Westphalen, A., & Tschardtke, T. (2006). Capture efficiency and preservation attributes of different fluids in pitfall traps. *Journal*



*of Arachnology*, 34(1), 159-162.

Siemann, E., Tilman, D., Haarstad, J. & Ritchie, M. (1998). Experimental tests of the dependence of arthropod diversity on plant diversity. *The American Naturalist*, 152(5), 738-750.

Spitzer, K, Jaros, J., Havelka, J., Leps, J. (1997). Effect of small-scale disturbance on butterfly communities of an Indochinese montane rainforest. *Biological Conservation*. 80(1), 9-15.

Work, T. T., Buddle, C. M., Korinus, L. M., & Spence, J. R. (2002). Pitfall trap size and capture of three taxa of litter-dwelling arthropods: implications for biodiversity studies. *Environmental Entomology*, 31(3), 438-448.

### Webgrafia

[1] Generalitat de Catalunya. 2016. Climatologia. Recuperat el 14/07/2016 de <http://www.meteo.cat/wpweb/climatologia>

[2] Turisme Garrotxa 2016. Flora i fauna. Recuperat el 14/07/2016 de <http://ca.turismegarrotxa.com/la-garrotxa/territori-i-natura/flora-i-fauna/>