FACULTAT
DE CIÈNCIES
I TECNOLOGIA
UVIC | UVIC·UCC

Treball de Fi de Grau

# EFECTES DE LA GESTIÓ RAMADERA EN LA DIVERSITAT FLORÍSTICA I DE POL·LINITZADORS EN LES PASTURES COMUNALS DEL PALLARS SOBIRÀ.

HELENA GALLEGO CARBÓ I JOSEP SOLÀ PLADEVALL

**Grau en Ciències Ambientals**

Tutores:

Carme Casas Arcarons

Federica Ravera

Vic, setembre de 2020

# Agraïments

Volem donar les gràcies a les nostres tutores Carme Casas i Federica Ravera per oferir-nos de formar d'aquest projecte, dirigir-nos, assessorar-nos i ajudar-nos en l'elaboració d'aquest treball, també agrair la tasca realitzada pels especialistes, Luis Óscar Aguado i Jordi Artola en la taxonomia dels insectes pol·linitzadors.

Així com també agraïm els ramaders de la zona per ensenyar-nos els seus coneixements i en especial a Antonio Safalla per acompanyar-nos al mostreig de camp. També els altres investigadors que van ser un gran suport en el mostreig, l'Elena Rafart i Nil Escolà.

A títol individual volem donar les gràcies a les nostres famílies i als amics per la paciència i el suport al llarg d'aquest camí i en especial en aquest treball.

# Resum

**Títol:** *Efectes de la gestió ramadera en diversitat florística i de pol·linitzadors en les pastures comunals del Pallars Sobirà.*

**Autors:** Helena Gallego Carbó i Josep Solà Pladevall

**Co-Tutores:** Carme Casas Arcarons (UVic-UCC) i Federica Ravera (UVic-UCC)

**Data:** setembre de 2020

**Paraules clau:** Agroecologia, pastures, ramaderia extensiva, comunitat vegetal, insectes pol·linitzadors, comunal, canvis ambientals, interaccions planta-pol·linitzador.

Els ecosistemes d'alta muntanya presenten una biodiversitat vegetal adaptada a les condicions adverses, fet que provoca que les interaccions entre plantes i insectes pol·linitzadors esdevinguin més específiques i complexes.

A causa dels canvis demogràfics i socials que es van donar al Pirineu al llarg de les últimes dècades i la disminució del sector ramader de la zona s'ha produït un abandonament de les activitats ramaderes extensives, i conseqüentment uns canvis en l'ús del sòl. En aquest treball es vol demostrar com la ramaderia extensiva millora la diversitat i riquesa vegetal i per tant, la diversitat i la riquesa dels insectes pol·linitzadors. A partir de la realització d'inventaris florístics i trampes cromàtiques, en diferents models de gestió ramadera (alta i baixa intensitat ramadera i abandonament) s'ha pogut determinar la composició de les comunitats vegetals i de pol·linitzadors de les pastures comunals de Sort (en els comunals de Llessui, Llarvén i Saurí), i s'han pogut analitzar els efectes de la ramaderia extensiva sobre les espècies vegetals i de insectes pol·linitzadors (coleòpters, dípters, himenòpters i lepidòpters).

A més a més, s'ha pogut observar les especificitats de les interaccions planta-pol·linitzador en els ecosistemes d'alta muntanya.

Si bé no s'ha pogut determinar diferències suficientment significatives entre els tractaments, a causa de les variabilitats internes de cada tractament, es percep una disminució en els índexs de biodiversitat en casos extrems d'abandonament o d'intensificació en condicions d'intensa sequera.

La rellevància d'aquest treball està en haver contribuït en l'estudi de les comunitats vegetals i d'insectes pol·linitzadors d'una zona de gestió comunal de l'Alt Pirineu i formular hipòtesis, i també un disseny experimental per donar seguiment en el temps a estudis de la biodiversitat en relació a canvis ambientals.

# Summary

**Title:** *Effects of livestock management on floristic diversity and pollinators on the communal pastures of the Pallars Sobirà.*

**Authors:** Helena Gallego Carbó i Josep Solà Pladevall

**Supervisors:** Carme Casas Arcarons (UVic-UCC) i Federica Ravera (UVic-UCC)

**Date:** september 2020

**Keywords:** Agroecology, pastureland, livestock, plant comunity, pollinizators insects, communal pastures, environmental changes, plant-pollinator interactions.

High mountain ecosystems have developed a biodiversity highly adapted to adverse conditions, which makes the interactions between plants and pollinators more specific and complex.

Due to the demographic and social changes present in the Pyrenees and the decrease in the livestock sector at the area, it has produced an abandonment of extensive livestock activities. For these reasons, this work aims to demonstrate how extensive livestock farming enhances plant diversity and richness and, consequently, the diversity and richness of pollinating insects. From the realization of floristic inventories and pan traps, in different livestock management models (high and low livestock intensity and abandonament), it has been possible to determine the composition of the vegetal and pollinating communities of the communals of Sort (Llessui, Llarvén and Saurí) and in addition it has been possible to analyze the effects of the extensive livestock on the vegetal species and pollinators.

Even though sufficiently significant differences between treatments could not be determined due to the internal variability of each treatment. There is a perceived decrease in biodiversity rates in extreme cases of abandonment or intensification.

On the other hand, the specificities of plant-pollinator interactions in high mountain ecosystems have been observed. In biodiversity rates is perceived a decrease in extreme cases of abandonment or intensification in conditions of intense drought.

The relevance of this work is having contributed to the study of plant communities and pollinating insects of a communal management area of the High Pyrenees and formulating hypotheses, as well as an experimental design to monitor time to study biodiversity in relation to environmental changes.

# Índex de Continguts

**1.Introducció** ..... **1**
**2.Objectius** ..... **5**
**3. Àrea d'estudi** ..... **6**
3.1 - Ubicació geogràfica ..... 6
3.2 -Geologia ..... 6
3.3 -Climatologia ..... 7
3.4 -Vegetació ..... 8
3.5 -Fauna ..... 9
3.6 -Demografia ..... 10
3.7- Ramaderia ..... 11
**4. Metodologia** ..... **14**
4.1-Disseny de l'estudi ..... 14
4.1.1-Recerca bibliogràfica i selecció de parcel·les ..... 15
4.1.2- Mostreig ..... 16
Mostreig de la composició florística ..... 16
Mostreig dels insectes pol·linitzadors ..... 17
Mostreig de la floració ..... 18
4.1.3-Processat de mostres ..... 18
Preparació de les mostres ..... 18
Identificació d'espècies ..... 19
4.1.4-Anàlisi de les dades ..... 20
Creació de les bases de dades ..... 20
Anàlisis de les dades ..... 21
Índexs de diversitat ..... 21
**5. Resultats** ..... **26**
5.1-Espècies vegetals ..... 26
5.1.1-Composició de les comunitats vegetals ..... 26
5.1.2-Diversitat florística ..... 29
5.2-Comunitats d'insectes pol·linitzadors ..... 34
5.2.1-Composició de les comunitats d'insectes pol·linitzadors ..... 34
5.2.2-Índex de diversitat ..... 41
5.2.3-Relació Planta-Pol·linitzador: ..... 47

**6. Discussió** ..... **65**
**7. Conclusions** ..... **69**
**8. Bibliografia** ..... **71**

# Llista de Taules

Taula 1: Fórmules dels índexs de diversitat calculats. ..... 22
Taula 2: Variació dels gradients de color segons el grau. ..... 25
Taula 3: Valors dels Índex de biodiversitat calculats a cadascuna de les parcel·les estudiades. ..... 30
Taula 4: Valors obtinguts de diversitats alfa (α), beta (β) i gamma (γ) per les tres comunitats (=tractaments) analitzades ..... 31
Taula 5: Valors obtinguts de la diversitat beta (β) comparats amb els tractaments dos a dos, per a les espècies vegetals. ..... 32
Taula 6: Valors dels Índex de biodiversitat calculats a cadascuna de les parcel·les estudiades. ..... 42
Taula 7: Valors obtinguts de diversitats alfa (α), beta (β) i gamma (γ) per les tres comunitats (=tractaments) analitzades. ..... 44
Taula 8: Valors obtinguts de la diversitat beta (β) comparats amb els tractaments dos a dos, per a les espècies d'insectes pol·linitzadors. ..... 45
Taula 9: Nombre d'interaccions, grau del node, de cada espècie de de cada lepidòpter representat en el graf de la figura 33. ..... 52
Taula 10: Nombre d'interaccions, grau del node, de cada espècie de de cada dípter representat en el graf de la figura 34. ..... 55
Taula 11: Grau del node de cada coleòpter del graf anterior. ..... 58
Taula 12: Grau del node de cada himenòpter del graf anterior. ..... 60
Taula 13: Grau del node de cada espècie florida en els grafs anteriors. ..... 62

# Llista de Figures

Figura 1: Mapa topogràfic de Catalunya en escala 1:150.000 amb èmfasi en el terme municipal de Sort representat a través de color rosa i els comunals delimitats en negre. Font: Adaptat del mapa topogràfic (1:50.000) de l'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya. .6
Figura 2: Mapa geològic del Pallars Sobirà en escala 1:150.000 amb èmfasi en el terme municipal de Sort representat a través de color rosa i els comunals delimitats en negre. Font: Adaptat del mapa geològic (1:50.000) de l'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya. ....7
Figura 3: Climograma de Gaussen de l'observatori meteorològic de Sort (Pallars Sobirà). Font: Meteocat. .....8
Figura 4: Mapa de vegetació en escala 1:125.000 amb els comunals delimitats mitjançant línies negres. Font: Adaptat del mapa de vegetació (1:50.000) de l'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya.....9
Figura 5: Evolució històrica de la població del Pallars Sobirà des de mitjans del S.XIX fins al 2019. Font: Instituto Nacional de Estadística [INE].....10
Figura 6: Evolució de les activitats econòmiques al Pallars Sobirà. Font: IDESCAT.....12
Figura 7: Caps de bestiar equí a Catalunya, any 2009. Font: IDESCAT. .....13
Figura 8: Caps de bestiar oví a Catalunya, any 2009. Font: IDESCAT. .....13
Figura 9: Caps de bestiar boví a Catalunya, any 2009. Font: IDESCAT. .....13
Figura 10: Esquema de les etapes dutes a terme per la realització del treball. .....14
Figura 11: Situació i codificació de les parcel·les (punts verds) a la zona d'estudi en el terme municipal de de Sort (delimitat per la línia negra) en escala 1:140.000. Font: Adaptat del mapa topogràfic de Catalunya (1:50.000) de l'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya (ICGC). .....16
Figura 12: Distribució dels 16 subquadrants en un quadrat de 1mx1m utilitzat pel mostreig de la composició florística. .....17
Figura 13: Distribució de les trampes cromàtiques en una parcel·la de mostreig. Ordre de les barres amb els plats de color i distància entre elles.....17
Figura 14: Distribució dels transsectes florístics de 10mx1m en els quatre punts cardinals (N, S, E, O) d'una trampa cromàtica. .....18
Figura 15: Etiquetatge dels individus recollits a les trampes dels pol·linitzadors. (Autor de la imatge: Josep Solà).....19
Figura 16: Distribució segons les famílies de totes les espècies presents a les parcel·les estudiades. .....26
Figura 17: Distribució segons les famílies de les espècies presents al mostreig de quadrants. .....27
Figura 18: Proporció mitjana de les famílies més representatives en els tres tractaments. Els valors corresponen a les mitjanes dels valors de les tres parcel·les de cada tractament. ( PAI: Pastura d'Alta Intensitat; PBI: Pastura de Baixa Intensitat M: Matollar de ginebró). .....29
Figura 19: Valors dels Índexs de biodiversitat florística de cadascun dels tractaments. (PAI: Pastura d'Alta Intensitat; PBI: Pastura de Baixa Intensitat; M: Matollar representats en diagrames de caixes de dispersió). Font pròpia. .....33
Figura 20: Nombre i percentatge d'individus de cada família de coleòpters capturats a les trampes cromàtiques. .....35

Figura 21: Nombre i percentatge d'espècies de cada família de coleòpters capturats a les trampes cromàtiques. ..... 35
Figura 22: Nombre i percentatge d'individus de cada família de dípters capturats a les trampes cromàtiques. ..... 36
Figura 23: Nombre i percentatge d'espècies de cada família de dípters capturats a les trampes cromàtiques. ..... 36
Figura 24: Nombre i percentatge d'individus de cada família d'himenòpters capturats a les trampes cromàtiques. ..... 37
Figura 25: Nombre i percentatge d'espècies de cada família d'himenòpters capturats a les trampes cromàtiques. ..... 38
Figura 26: Nombre i percentatge d'individus de cada família de lepidòpters capturats a les trampes cromàtiques. ..... 39
Figura 27: Nombre i percentatge d'espècies de cada família de lepidòpters capturats a les trampes cromàtiques. ..... 39
Figura 28: Nombre d'individus de cada grup d'insectes pol·linitzadors en cadascun dels tractaments. (PAI: pastura d'alta intensitat; PBI: pastura de baixa intensitat; M: matollar).40
Figura 29: Composicions de les comunitats d'insectes pol·linitzadors mitjançant el tractament. ..... 41
Figura 30: Valors dels Índexs de biodiversitat d'espècies pol·linitzadores de cadascun dels tractaments. (PAI: Pastura d'Alta Intensitat; PBI: Pastura de Baixa Intensitat; M: Matollar representats en diagrames de caixes de dispersió). Font pròpia. ..... 45
Figura 31: Distribució segons les famílies de totes les espècies presents en el mostreig dels transsectes. ..... 47
Figura 32: Número de flors distribuïdes en les comunitats (=tractaments). ..... 49
Figura 33: Gràfic del grup dels lepidòpters. Els codis de la coloració es troben detallats a la taula 2, els codis de les espècies de lepidòpters (6 lletres i en majúscula) en la taula 9 i els codis de les plantes (5 lletres i en minúscula) en la taula 13 (Nota: Els gràfics es presenten de menys densitat a més densitat de nodes per a facilitar la seva interpretació al lector). ... 51
Figura 34: Gràfic del grup dels dípters. Els codis de la coloració es troben detallats a la taula 2, els codis de les espècies de dípters (6 lletres i en majúscula) en la taula 10 i els codis de les plantes (5 lletres i en minúscula) en la taula 13 (Nota: Els gràfics es presenten de menys densitat a més densitat de nodes per a facilitar la seva interpretació al lector). ..... 54
Figura 35: Gràfic del grup dels coleòpters. Els codis de la coloració es troben detallats a la taula 2, els codis de les espècies de coleòpters (6 lletres i en majúscula) en la taula 11 i els codis de les plantes (5 lletres i en minúscula) en la taula 13 (Nota: Els gràfics es presenten de menys densitat a més densitat de nodes per a facilitar la seva interpretació al lector). ... 57
Figura 36: Gràfic del grup dels himenòpters. Els codis de la coloració es troben detallats a la taula 2, els codis de les espècies dels himenòpters (6 lletres i en majúscula) en la taula 12 i els codis de les plantes (5 lletres i en minúscula) en la taula 13 (Nota: Els gràfics es presenten de menys densitat a més densitat de nodes per a facilitar la seva interpretació al lector). ... 59
Figura 37: Gràfic de tots els insectes pol·linitzadors. Els codis de la coloració es troben detallats a la taula 2, els codis de tots els insectes (6 lletres i en majúscula) es troben en les taules 9,10,11i 12. Mentre que, els codis de les plantes (5 lletres i en minúscula) en la taula 13 (Nota: Els gràfics es presenten de menys densitat a més densitat de nodes per a facilitar la seva interpretació al lector). ..... 64

# 1.Introducció

El despoblament progressiu que es va donar a Catalunya a partir del 1960 va sorgir a causa de la mecanització sobretot de les tasques agrícoles, fet que va provocar una reducció en la mà d'obra. En conseqüència, molts agricultors van decidir emigrar del poble cap a la ciutat per anar a les fàbriques, quedant-se una minoria d'agricultors en els pobles (Reguant, 2015).

Els impactes van ser molt importants, evidenciant la ruïna de les economies més febles, l'atur rural, l'emigració, produint l'abandonament de terres de cultiu, la reforestació per abandonament, el canvi de produccions i el canvis de paisatge, la desaparició de múltiples oficis, la pèrdua de patrimoni agrícola i cultural (Reguant, 2015).

Aquest fenomen va ser particularment intens en el Alt Pirineu i Vall d'Aran. Les comarques que formen part del Alt Pirineu i Aran son: l'Alt Urgell, l'Alta Ribagorça, la Vall d'Aran, el Pallars Jussà, el Pallars Sobirà i la Cerdanya, que a nivell territorial ocupen un 20% del total de Catalunya, amb una població que no arriba ni a un 1% de tots els habitants que resideixen a Catalunya (Bosque i Navarro, 2002). Al Pallars Sobirà han observat al llarg del temps una disminució progressiva de població que actualment continua sent palesa, per exemplificar-ho s'observa que hi havia un total de 10.048 habitants l'any 1960 i que ha continuat disminuint fins els 6932 durant l'any 2019 (Institut d'Estadística de Catalunya [IDESCAT], 2019).

Per tal d'afegir dades d'importància envers la població del Pallars Sobirà podem destacar un fort envelliment de la població, ja que dels 6932 habitants de la comarca 1383 són població envellida, fet que preveu encara més despoblament en els pròxims anys (IDESCAT, 2019).

Actualment, només un 8,3% de la població del Pallars Sobirà es dedica al sector agrícola (Observatori del Treball i Model Predictiu, 2015). Mentre que, a Catalunya només un 1,5% de la població total es dedica a aquest sector (IDESCAT, 2019). Tot i els canvis socio-econòmics que han modificat radicalment els sistemes agroalimentaris, hi ha oficis, com la ramaderia extensiva i transhumant d'oví, equí, vaques i cabres, que encara persisteixen en les zones d'alta muntanya de les comarques pirinenques, mantenint un sistema de coneixement local (Bosque i Navarro, 2002).

La ramaderia extensiva al Pirineu ve regulada pels comunals, els quals s'encarreguen de la delimitació de les pastures, el repartiment del bestiar, l'obertura i el tancament de les zones

de pastura en les èpoques de pasturatge, així com també la conservació de camins, entre d'altres tasques. També té els objectius d'evitar el pasturatge del bestiar foraster i alhora garantir unes bones condicions pels habitants de la comunitat. Per tant, mira sempre per la comunitat i que aquesta pugui obtenir un bon aliment pel seu bestiar (Solé, 2004).

Per una optimització en la gestió dels comunals es realitza la transhumància, que consisteix en reubicar els ramats que durant els mesos d'estiu han estat pasturant en les zones d'alta muntanya, transportant-los a zones més temperades quan apareixen els primer indicis de la tardor, on s'hi estaran fins a la següent primavera (Solé, 2004).

Els ramaders utilitzen diverses unitats territorials de gestió i els calendaris on s'expliciten les activitats que es duen a terme en les zones de propietat privada i els comunals (Fillat, 2003). El Pallars Sobirà existeixen diversos comunals, en els quals la població que hi pertany realitza el maneig tradicional de les activitats ramaderes de la cria del bestiar i així ho ha fet al llarg del temps (Beltran, 2014). A més a més, aquest maneig tradicional de les pastures aporta uns beneficis a la població, anomenats serveis ecosistèmics.

Els serveis ecosistèmics que més es relacionen a la ramaderia extensiva en comunals són: l'aprovisionament d'aliment que generen aquestes pastures, la regulació de l'emmatament i de la pol·linització, els serveis culturals arrelats al coneixement tradicional del maneig de les pastures i finalment, els serveis de suport que garanteixen que els anteriors funcionin correctament (Elisa Oteros-Rozas, 2016).

Així doncs hi ha una relació directa entre els serveis ecosistèmics i la gestió ramadera. Però si aquesta pràctica tradicional es perd, es genera l'abandonament d'agroecosistemes rurals que porta a un progressiu emmatament del terreny, produint una disminució en la heterogeneïtat del paisatge, a causa d'un increment de la massa vegetal i de la pèrdua d'ambients oberts (Herrando et al., 2016).

Les àrees de muntanya en general són zones que tenen una elevada diversitat florística especialment en prats alpins i subalpins (Solé, 2004). La diversitat d'ambients que hi ha a banda i banda dels Pirineus i les marcades diferències que hi ha entre zones ben properes fan que la composició vegetal dels prats variï moltíssim. Des dels matolls i conreus de les valls fins les pastures alpines, i des de les regions més humides del vessant occidental fins a les valls més seques del vessant ibèric. La influència de l'home o del bestiar domèstic és tan

intensa i continuada que ha esdevingut el factor ecològic decisiu i un afavoridor absolut de la vida vegetal (Vigo, 2008).

Els ecosistemes d'alta muntanya són un sistema adequat per estudiar les interaccions planta-pol·linitzador a causa de la seva importància ecològica com a refugi d'elevada diversitat i endemicitat vegetal i com a font de serveis ecosistèmics fonamentals, però també a causa de la seva especial vulnerabilitat al canvi global en general i en particular a l'efecte del canvi global en la pol·linització de les plantes alpines (Santamaría, 2016).

La recompensa alimentària que ofereixen les flors de les pastures de muntanya, en forma de pol·len i nèctar cada primavera i bona part de l'estiu comporta una intensa activitat dels pol·linitzadors, vital per a la conservació de la biodiversitat i de tots els ecosistemes terrestres. Aquesta activitat pol·linitzadora es realitza principalment per insectes pertanyents als ordres coleoptera (escarabats), lepidoptera (papallones diürnes i nocturnes), diptera (mosques) i sobretot himenoptera, ordre que inclou les abelles, els abellots, i també s'hi agrupen les vespes i les formigues. (Aguado et al., 2017).

A l'Estat espanyol s'han realitzat pocs estudis científics que analitzin l'estat dels pol·linitzadors en zones on es gestionen els ecosistemes de manera tradicional i es manté una agricultura de subsistència (Obeso i Herrera, 2018); hi ha només alguns estudis fets a la serralada cantàbrica (Bartomeus i Bosch, 2018).

Els canvis ambientals, i en particular els canvis d'ús, semblen tenir efectes significatius en les comunitats d'insectes pol·linitzadors. En particular alguns estudis intenten demostrar com la disminució d'heterogeneïtat deguda a abandonament i emmatament pot provocar una disminució en la diversitat dels insectes pol·linitzadors en la zona (Cole et al., 2017). A més a més, les evidències científiques apunten que al millorar l'heterogeneïtat del paisatge, conjuntament amb la reducció de les àrees de cultiu treballades de forma intensiva podria esdevenir una eina de gestió útil per afavorir la presència de pol·linitzadors i garantir el servei de pol·linització en paisatges agrícoles futurs (Hass et al., 2018; Ortiz- Sánchez et al., 2018).

En conseqüència, és necessari realitzar més estudis sobre els insectes pol·linitzadors, la seva importància en els ecosistemes i la seva interacció amb la composició florística, ja que hi ha molt poca informació pel que fa la perspectiva ibèrica, respecte altres zones del món com són per exemple el nord d'Europa o els Estats Units (Klein et al., 2007; Vázquez et al.,2009; Mitchell et al.,2009; Landry et al., 2010). En resum, calen més investigacions en aquest

àmbit, ja que no es poden extrapolar dades per les peculiaritats climàtiques, geogràfiques i socioculturals (Bartomeus i Bosch, 2018).

Per tots els motius esmentats a dalt, neix la nostra motivació per realitzar aquest projecte, per conèixer el estat actual de la biodiversitat, tant en comunitats vegetals com en els insectes pol·linitzadors que hi habiten, en ecosistemes d'alta muntanya amb un maneig tradicional comunal de ramaderia extensiva i poder analitzar les interaccions entre la planta i l'insecte pol·linitzador (IPP) en aquestes comunitats. Aquest treball vol també respondre a la pregunta de com canvia la biodiversitat entre comunitats amb diferents graus d'intensificació/abandonament de la gestió en relació principalment a canvis d'ús i maneig.

## 2.Objectius

L'objectiu general de l'estudi és determinar l'efecte de l'abandonament de les activitats ramaderes tradicionals i el conseqüent canvi d'ús del sòl, sobre la biodiversitat dels ecosistemes de pastures d'alta muntanya, i de forma més concisa, l'efecte en la riquesa i l'abundància de pol·linitzadors a les pastures de muntanya de l'Alt Pirineu.

Com a objectius específics per a abordar l'objectiu general, es pretén:

- Avaluar l'abundància, la riquesa i la diversitat florística al llarg d'un gradient d'intensificació/abandonament en relació a l'activitat ramadera.
- Avaluar l'estat de riquesa, diversitat i abundància d'insectes pol·linitzadors al llarg d'un gradient d'intensificació/abandonament en relació a l'activitat ramadera.
- Conèixer la Interacció pol·linitzador-planta (IPP) en aquestes pastures de muntanya.

La hipòtesi plantejada és que en les pastures comunals d'alta muntanya, la gestió basada en la ramaderia extensiva millora la diversitat i la riquesa vegetal i d'insectes pol·linitzadors; i el cessament i abandonament de les activitats ramaderes tradicionals produeix un efecte negatiu sobre la biodiversitat d'aquests ecosistemes.

# 3. Àrea d'estudi

## 3.1 - Ubicació geogràfica

Aquest estudi ha tingut lloc al Pirineu català. Concretament s'ha realitzat en el terme municipal de Sort, dins dels comunals de Llessui, Llarvén i Saurí, els quals presentaven diferents graus d'intensificació ramadera.

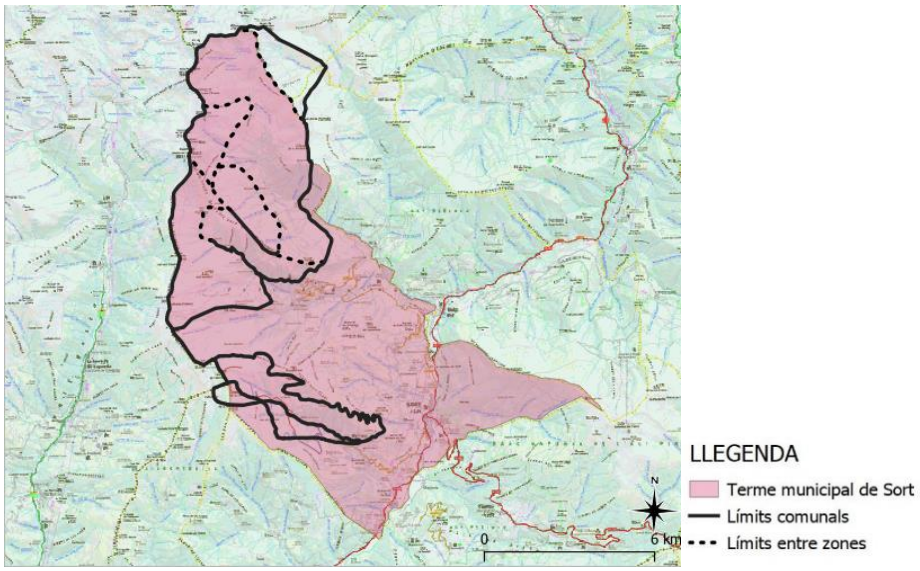



**Figura 1: Mapa topogràfic de Catalunya en escala 1:150.000 amb èmfasi en el terme municipal de Sort representat a través de color rosa i els comunals delimitats en negre. Font: Adaptat del mapa topogràfic (1:50.000) de l'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya.**

## 3.2 -Geologia

Des d'un punt de vista geològic, a l'àrea d'estudi hi ha una codominància entre les roques sedimentàries i les metamòrfiques. Les roques sedimentàries que inclouen blocs, calcàries, graves, gresos i lutites són més presents al comunal de Llessui, i tenen però amb menys presència en el comunal de Llarvén. D'altra banda, les roques metamòrfiques, en les que hi destaquen les pissarres que es van formar durant el Paleozoic, són predominants als comunals de Saurí i de Llarvén, però també es troben presents en el comunal de Llessui però amb menys incidència (Figura 2).

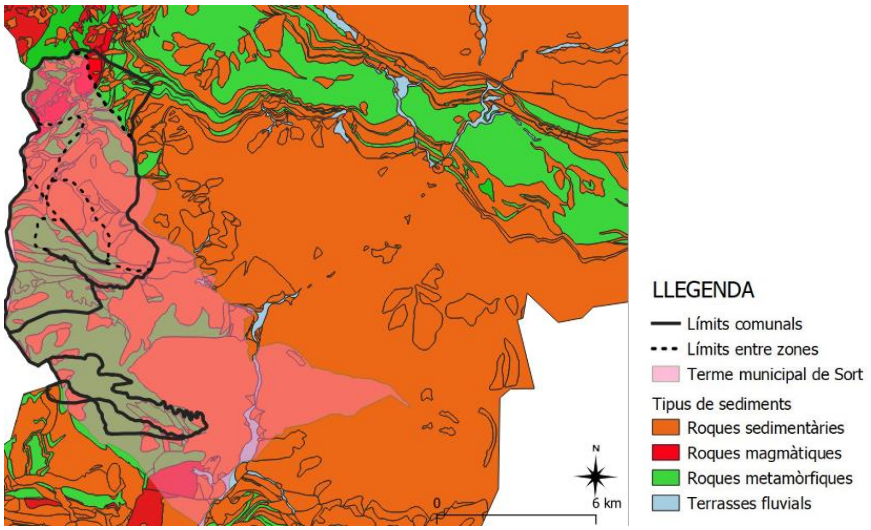



**Figura 2: Mapa geològic del Pallars Sobirà en escala 1:150.000 amb èmfasi en el terme municipal de Sort representat a través de color rosa i els comunals delimitats en negre. Font: Adaptat del mapa geològic (1:50.000) de l'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya.**

### 3.3 -Climatologia

El clima de la comarca del Pallars Sobirà és molt diversa degut a la diferència d'altitud que hi ha en el conjunt de la comarca, on el punt més elevat es troba a 3.143 m (Pica d'Estats) i el més baix a 600 m (Congost de Collegats). Des del punt de vista climàtic es poden diferenciar tres zones: la part sud de la comarca amb un clima de tipus Continental Càlid Humit, característic del Prepirineu, i la part nord de la comarca que es pot subdividir en dues zones, la part est amb un clima continental/subalpí humit, característic del Pirineu Occidental, i la part oest amb un clima oceànic atlàntic, característic de la zona limítrofa amb la Vall d'Aran. Segons la classificació climàtica de Köppen, aquests climes correspondrien als codis: Cfb per al clima oceànic atlàntic, Dfc per al clima continental/subalpí humit i finalment Dfb, per al clima continental càlid i humit.

La temperatura i la precipitació varien entre els fons de valls i les capçaleres. La precipitació mitjana anual és de 720 mm, distribuint-se en major quantitat durant els mesos d'abril a novembre, amb una reducció considerable durant els mesos d'hivern (Figura 3). La temperatura de la comarca es caracteritza per tenir hiverns molt freds, entre els 3-5ºC de mitjana, però arribant als -6ºC, i estius suaus, amb temperatures a l'entorn dels 19- 21ºC, amb pics esporàdics de fins a màximes 38,5ºC.

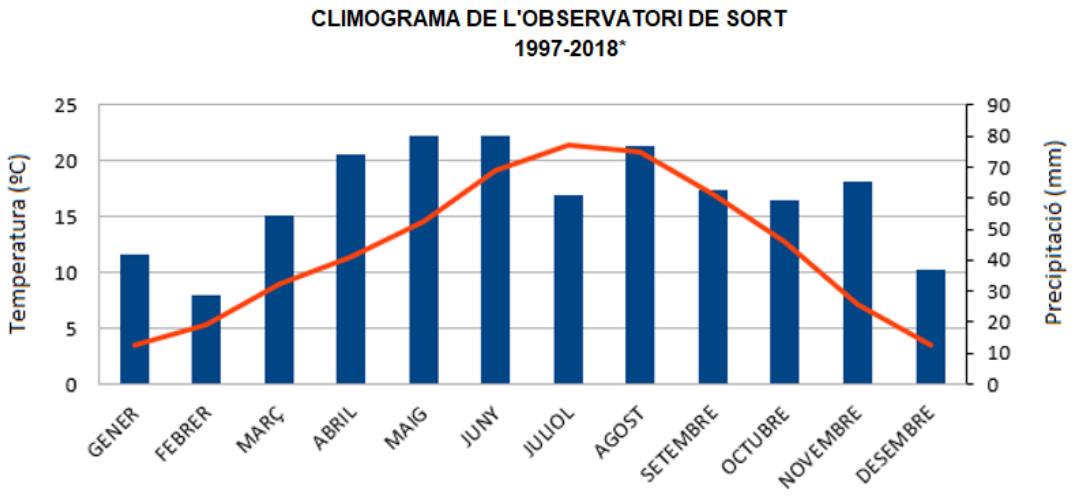



**Figura 3: Climograma de Gaussen de l'observatori meteorològic de Sort (Pallars Sobirà). Font: Meteocat.**

## 3.4 -Vegetació

Les formacions vegetals pròpies del Pirineu són: el bosc, el prat i el matoll (Solé, 2004). La flora dels Pirineus és abundant i diversa, es creu que hi ha uns 3.500 tàxons entre espècies i subespècies de flora vascular. Aquesta ve donada per la riquesa que s'explica a causa de la diversitat dels relleus, dels materials geològics i de les diferències climàtiques d'aquesta serralada (Fundació Catalana per a la Recerca i la Innovació [FCRI], 2012).

Aquesta destaca perquè hi ha un bon nombre d'endemismes pirinencs (GENCAT, 2007), es calcula que un 5% de la flora Pirinenca estaria formada per endemismes i fins a un 7% subendemismes (FCRI, 2012).

Però concretant més en la zona dels comunals on va tenir lloc l'estudi s'observa la vegetació pradenca però s'hi poden diferenciar tres zones: una de pastures acidòfiles subalpines i alpines, l'altra de pastures submontanes i montanes i la última altra àrea de pastures calcícoles subalpines i alpines. D'altra banda, també hi ha la vegetació arbustiva i subarbustiva, així com una zona de vegetació arvense i antropogènica i finalment, una altra part per la vegetació d'àrees rocoses o pedregoses.

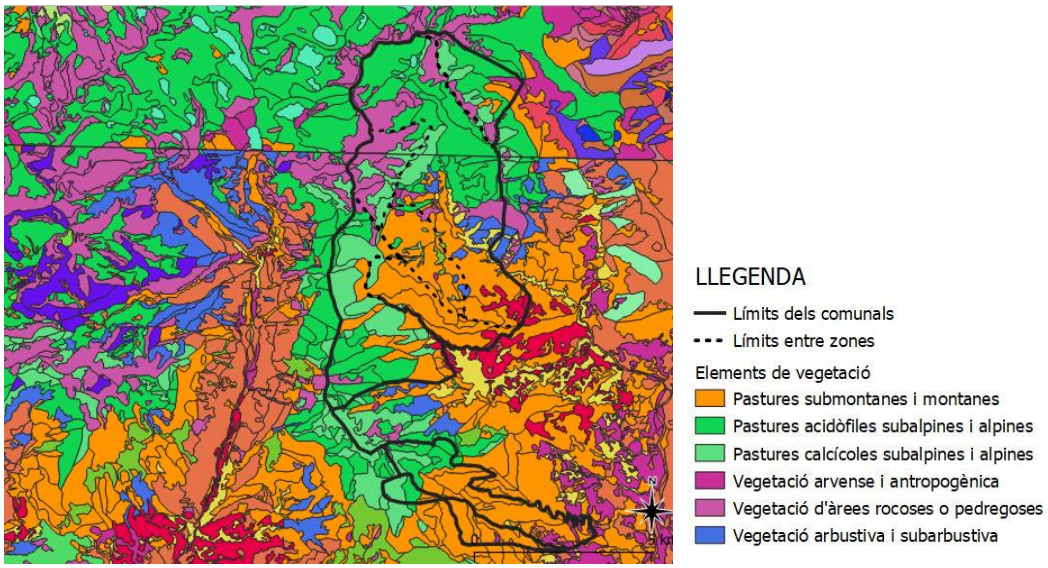



**Figura 4: Mapa de vegetació en escala 1:120.000 amb els comunals delimitats mitjançant línies negres. Font: Adaptat del mapa de vegetació (1:50.000) de l'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya.**

### 3.5 -Fauna

La fauna vertebrada i invertebrada del Pallars Sobirà és molt variada, a causa de les diferències climàtiques i de vegetació que hi ha entre les capçaleres i els fons de vall.

Per una banda aquesta comarca presenta una gran varietat de grans herbívors, amb una de les diversitats més altes de tot Catalunya. També presenta una alta riquesa de ratpenats, amb unes 20 espècies diferents, i unes àmplies comunitats de micromamífers i mustèlids, amb algunes espècies escasses com ara: la rata talpera (*Arvicola terrestris*), la marta (*Martes martes*) i l'ermini (*Mustela erminea*). De mamífers aquàtics, podem trobar dues espècies amenaçades com són: l'almesquera (*Galemys pyrenaicus*), i la llúdriga (*Lutra lutra*). Finalment cal mencionar l'ós bru (*Ursus arctos*), una de les espècies més polèmiques reintroduïdes a l'alt Pirineu, pels danys que causa al bestiar, i també perquè es tracta d'una espècie amenaçada (GENCAT, 2014).

La resta de grups de vertebrats també presenten una gran diversitat. Les espècies de rapinyaires són molt presents a les cotes superiors, amb espècies endèmiques com el mussol pirinenc (*Aegolius funereus*) o amenaçades com el trencalòs (*Gypetus barbatus*). Als prats alpins podem veure diferents aus com ara perdiu blanca (*Lagopus muta*), el cercavores (*Prunella collaris*) o la gralla de bec groc (*Pyrrhocorax graculus)*, i per altra banda en zones més boscoses podem trobar espècies com ara el picot negre (*Dryocopus martius*) i el gall fer (*Tetrao urogallus)* (GENCAT, 2014).

Pel què fa a ambifis, dues de les espècies més característiques de la zona són: el tritó pirinenc (*Euproctus asper*), espècie endèmica del Pirineu i la granota roja (*Rana temporaria*), molt abundant a les zones altes. En el grup dels rèptils, l'exemplar més característic és la sargantana pallaresa (*Iberolacerta aurelioi*), una espècie endèmica i amenaçada.

Les comunitats de peixos estan formades per espècies autòctones i exòtiques. Les tres espècies autòctones que podem trobar són: la truita de riu (*Salmo trutta fario*), la madrilla (*Parachondrostoma miegii*) i el veró (*Phoxinus phoxinus*) (GENCAT, 2014).
La fauna invertebrada, que es treballarà en part en aquest estudi, representa el gruix del nombre d'espècies. El Pallars Sobirà presenta una gran varietat en odonats i lepidòpters, podem trobar papallones amenaçades com ara la formiguera gran (*Maculinea arion) o* l'apol·lo (*Parnassius apollo*), i espècies molt representatives com ara la graèllsia (*Graellsia isabelae*). També hi ha odonats com ara: l'espiadimonis blau (*Aeshna affinis)*, la maragda lluent (*Somatochlora metallica),* el parot de xarreteres (*Leucorrhinia dubia)* i el donzell llancer (*Coenagrion hastulatum)*, que viuen en estanys d'alta muntanya (GENCAT, 2014).

### 3.6 -Demografia

La vegueria de l'Alt Pirineu és una de les regions de Catalunya que més despoblament ha patit durant els segles XIX i XX. Dintre de les seves comarques el Pallars ha estat una de les més castigades durant les últimes dècades, tal i com es pot veure reflectit a la figura 5:

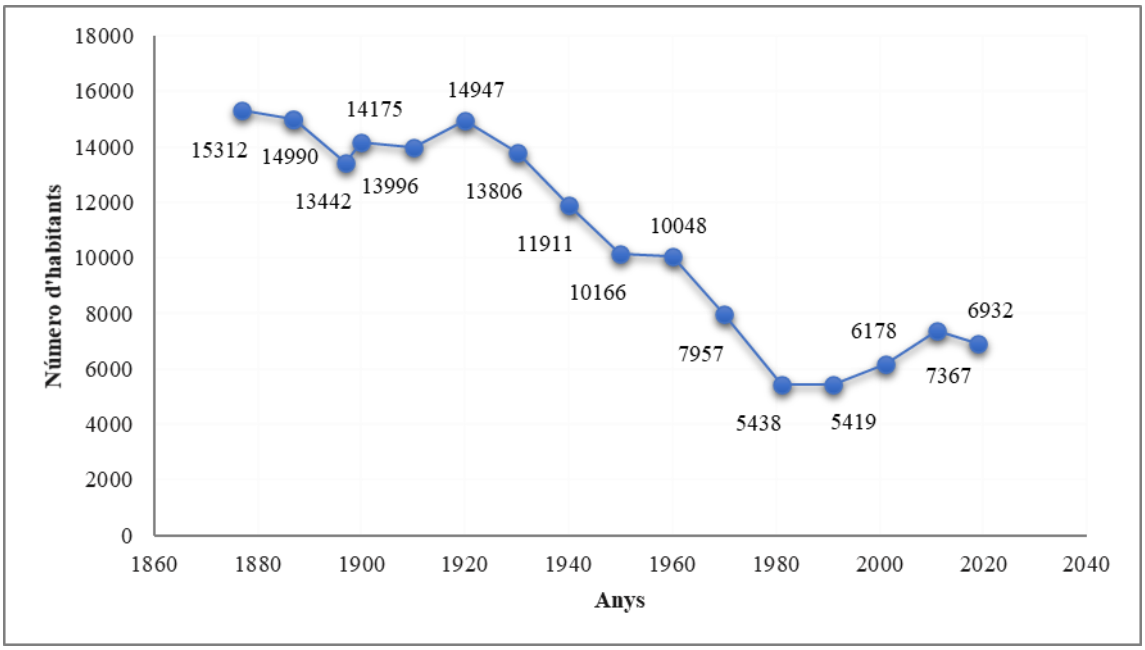



**Figura 5: Evolució històrica de la població del Pallars Sobirà des de mitjans del S.XIX fins al 2019. Font: Instituto Nacional de Estadística [INE].**

Al llarg del segles XIX i XX el Pallars va veure reduïda a una tercera part la seva població. Aquest despoblament es va veure incrementat en dos períodes concrets, el primer correspon als anys anteriors a la Segona República i a la Guerra Civil, estabilitzant-se un cop finalitzada aquesta. El segon període correspon a les dècades dels anys 60 i 70, on hi va haver un augment de la industrialització en altres regions de Catalunya. A finals del S.XX, principis del S.XXI, la població del Pallars es va estabilitzar i es va produir un saldo migratori positiu, fet que va suposar un augment de la població, fins a la crisi econòmica de l'any 2008, durant la qual hi va haver un altre descens en la població (Figura 5).

Així doncs, tot i que la població censada al Pallars encara està molt per sota als nivells del segle passat, s'aprecia una estabilització durant els últims 40 anys, fet que ens fa suposar que els moviments migratoris de la regió estan estabilitzats.

El despoblament dels S.XIX i S.XX va comportar una reordenació territorial de tota la comarca. Actualment el Pallars Sobirà compta amb 15 municipis, mentre que a principis del S.XIX comptava amb 98 municipis. Així doncs, a causa dels moviments migratoris i el despoblament, es van anar agregant els municipis abandonats o amb menys població als principals nuclis urbans. En aquest estudi s'ha treballat en els municipis de Llarvén, Llessui i Saurí. Actualment tots tres formen part del terme municipal de Sort, agregats a la capital del Pallars Sobirà (INE, 2019).

### 3.7- Ramaderia

Tradicionalment les comarques del Pirineu català han tingut associades unes activitats econòmiques lligades als recursos naturals que la zona els oferia, així doncs les seves economies es basaven en activitats lligades al sector agrari, utilitzant tècniques d'agricultura i ramaderia extensiva tal i com s'havien utilitzat durant els segles anteriors.

A partir de la segona meitat del S.XX, va millorar l'accessibilitat del Pirineu, facilitant l'accés per carretera i millorant les connexions ferroviàries, generant millores en l'estat del benestar que van provocar un canvi en les activitats econòmiques de les comarques de l'Alt Pirineu.

Des de llavors es va produir un abandonament del sector agrari i un augment del sector serveis, on hi havia més oferta de treball en activitats d'oci i turisme. El Pallars Sobirà no va quedar exclòs d'aquest canvi econòmic. A la figura 6 s'observa la seva evolució:

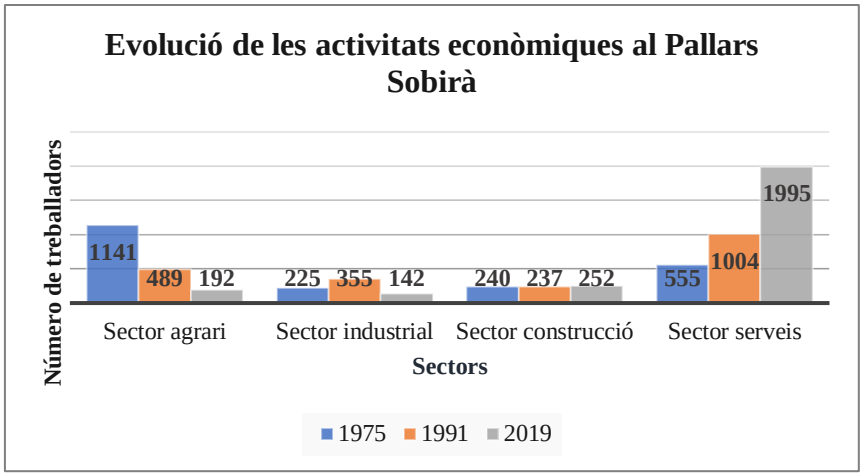



**Figura 6: Evolució de les activitats econòmiques al Pallars Sobirà. Font: IDESCAT.**

El sector serveis ha quadruplicat el nombre de població dedicada a les seves activitats al sector turístic i oci en 40 anys, mentre que per altra banda, la població que es dedica al sector agrari ha disminuït de forma significativa, 10 vegades per sota als nivells de fa 40 anys (Figura 6). Malgrat aquestes xifres tant dràstiques, la ramaderia del Pallars Sobirà continua tenint un paper fonamental en xifres absolutes i relatives, dins del marc de la ramaderia catalana. Els sectors boví, oví i equí segueixen sent dels més productius de Catalunya.

Si ens centrem a la ramaderia equina, el Pallars Sobirà és la segona comarca de Catalunya en nombre de caps de bestiar hi ha amb 0,3 caps de bestiar equí per persona. Només té per sobre la Cerdanya, fet que mostra la importància del Pallars Sobirà en el conjunt de Catalunya (Figura 7). En el sector oví, el Pallars és la sisena comarca de Catalunya en nombre de caps de bestiar, amb 3,6 caps de bestiar oví per persona. Malgrat que en termes absoluts es troba lluny de comarques com Osona, Segrià o Alt Empordà, que tenen el doble de caps, en termes relatius, el Pallars Sobirà presenta un nombre de caps de bestiar per persona molt més alt (de 3,6 caps per persona), superant fins i tot a la comarca del Pallars Jussà, que en termes absoluts presenta 45750 caps de bestiar, però en termes relatius 3,5 caps per persona (Figura 8).

Finalment, la ramaderia bovina és també important al Pallars Sobirà. En el marc de Catalunya, el Pallars Sobirà és la 14a comarca en terme absoluts, allunyada un altre cop de les comarques d'Osona, Segrià i Alt Empordà, que tripliquen el nombre de caps del Pallars Sobirà. En termes relatius però el Pallars Sobirà és la comarca amb més caps de bestiar boví, amb 2,34 caps per persona, allunyat dels 1,66 i 1,37 de la Vall d'Aran i l'Alt Urgell (Figura 9).

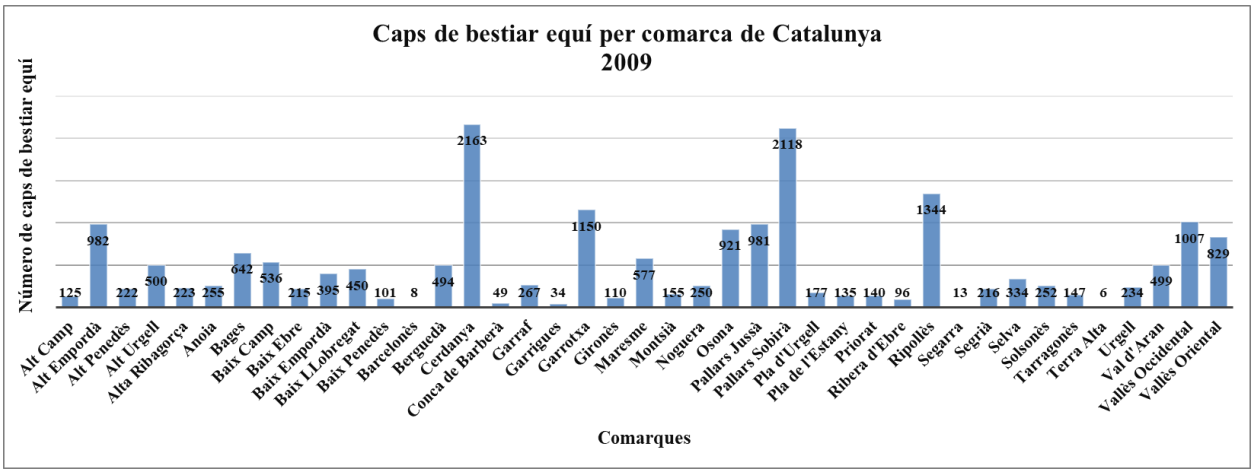



Figura 7: Caps de bestiar equí a Catalunya, any 2009. Font: IDESCAT.

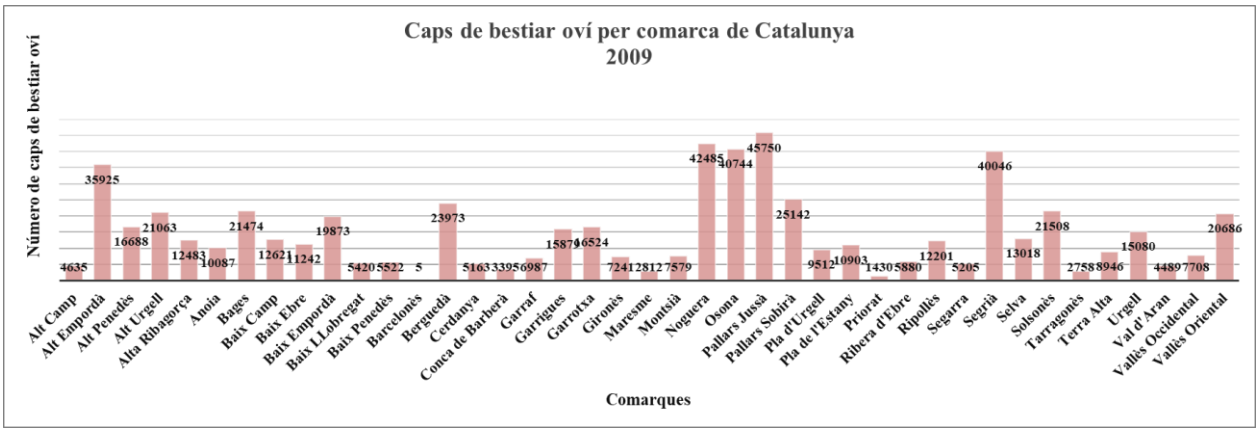



Figura 8: Caps de bestiar oví a Catalunya, any 2009. Font: IDESCAT.

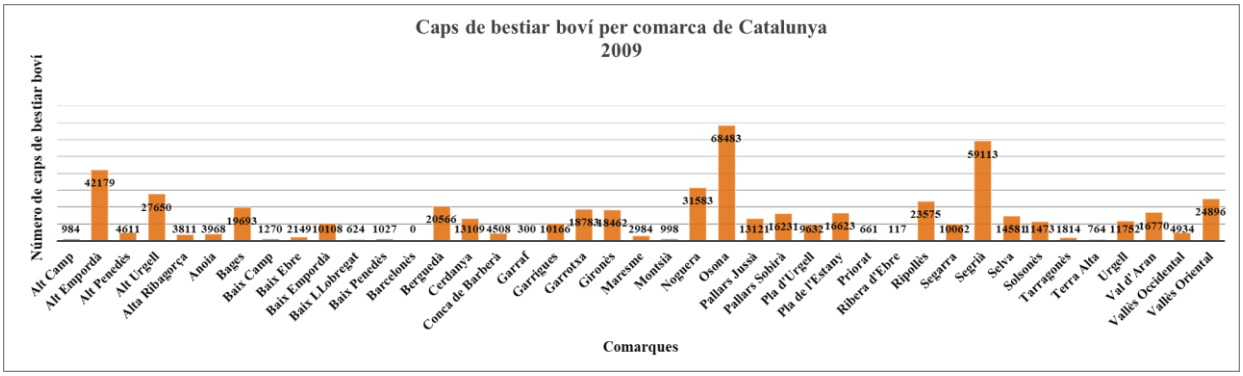



Figura 9: Caps de bestiar boví a Catalunya, any 2009. Font: IDESCAT.

Així doncs, malgrat la forta davallada que ha patit el sector de la ramaderia al Pallars Sobirà, per l'abandonament de les activitats tradicionals, continua sent un dels principals centres productius de Catalunya, en termes absoluts i relatius.

# 4. Metodologia

## 4.1-Disseny de l'estudi

L'estudi ha estat realitzat en diferents etapes, en cadascuna de les quals s'han utilitzat diferents metodologies, exposades en els protocols pertinents. A la figura 10 es detalla l'esquema general, de com s'ha procedit en la realització del treball.

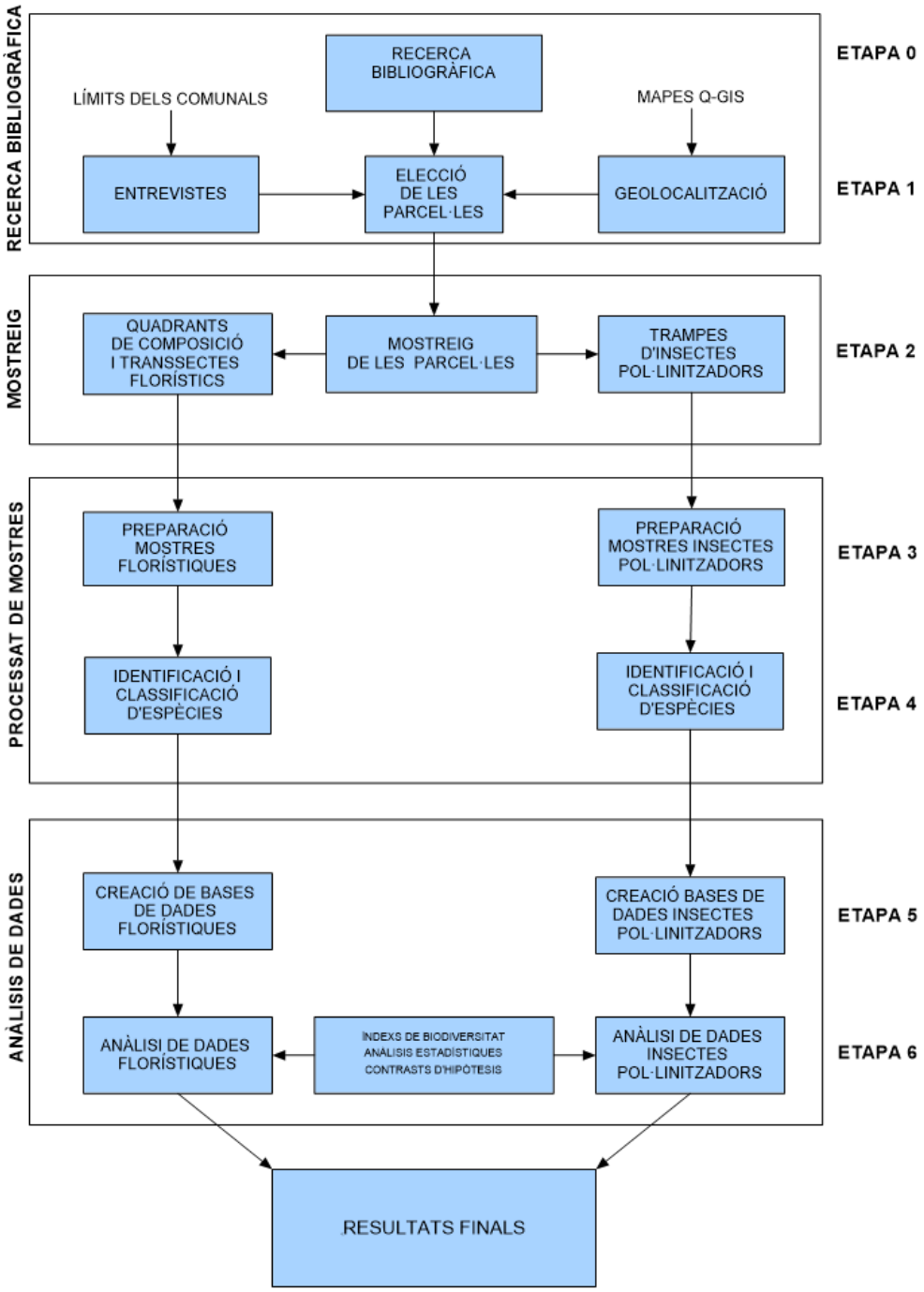



**Figura 10: Esquema de les etapes dutes a terme per la realització del treball.**

### 4.1.1-Recerca bibliogràfica i selecció de parcel·les

**-L'etapa 0** (gener-març 2019) va consistir en una recerca bibliogràfica de treballs, articles i estudis de temàtica similar realitzats en el conjunt d'Espanya i també en estudis concrets d'ecologia de pastures de muntanya i sociologia centrats en l'Alt Pirineu català. En aquesta etapa es pretenia determinar el nivell de coneixement previ i valorar els procediments i tractaments a realitzar.

**-A l'etapa 1** (març-juny 2019) es va fer una recerca bibliogràfica i una anàlisi cartogràfica prèvia per l'elecció dels comunals i per establir el límit de la zona d'estudi. Aquesta informació es va complementar amb les entrevistes fetes a alguns informants clau, els quals eren ramaders i ramaderes locals que varen permetre recopilar informació envers les tipologies de pastures de muntanya: on es realitzen les pastures, època de l'any i dates concretes de moviments dels animals i rotacions dels animals en les diverses pastures (Veure Annex A). Amb aquesta informació es varen elaborar diversos mapes. Primer manualment, i posteriorment amb l'eina informàtica QGIS.

Aquestes dades han servit per seleccionar les parcel·les més adequades per a la nostra investigació. Amb l'anàlisi cartogràfica es va poder determinar les propietats i/o les condicions de la zona, com poden ser: l'orientació, l'altitud o el pendent.

Finalment, es va fer un treball de camp *in situ* on es van contrastar les informacions amb l'eina CatalunyaOffline, per tal d'acabar d'obtenir les ubicacions òptimes de les zones de mostreig.

Es van escollir nou parcel·les corresponents a tres tipologies de pastures distribuïdes segons el grau d'intensificació: Pastures d'Alta Intensitat (PAI), Pastures de Baixa Intensitat (PBI) i Matollar (M). Per a cada tractament hi ha tres rèpliques que es distribueixen en els comunals escollits per l'estudi (Llessui, Llarvén i Saurí).

En el comunal de Llessui on hi ha més d'un tipus de bestiar, equí, boví i oví, que comparteixen l'aprofitament de l'herba de la muntanya, s'hi varen instal·lar les tres parcel·les d'alta intensitat (Figura 11).

En el comunal de Llarvén, on només hi pastura un sol tipus de bestiar, el boví, s'hi varen situar les 3 parcel·les de baixa intensitat (Figura 11).

Les tres parcel·les del matollar es varen situar en àrees on la poca pressió ramadera afavoreix el creixement del ginebró amb el conseqüent emmatament de la pastura. Dues de les parcel·les es varen delimitar en el comunal de Saurí en zones inaccessibles pels animals a

causa de l'abandonament de les pastures i la tercera parcel·la es va instal·lar en una àrea inaccessible del comunal de Llessui (Figura 11).

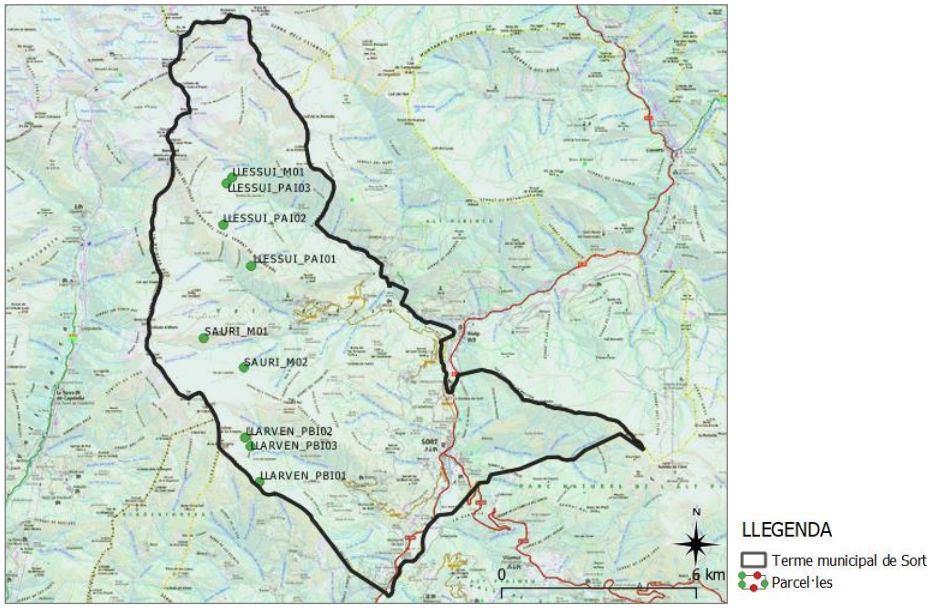



**Figura 11: Situació i codificació de les parcel·les (punts verds) a la zona d'estudi en el terme municipal de de Sort (delimitat per la línia negra) en escala 1:140.000. Font: Adaptat del mapa topogràfic de Catalunya (1:50.000) de l'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya (ICGC).**

### 4.1.2- Mostreig

**-Durant l'etapa 2** (juny-juliol 2019) es va realitzar el treball de camp, el qual va tenir una durada de dues setmanes i va consistir en la realització de tres tipus de mostreig. Un mostreig de la composició florística; un mostreig dels pol·linitzadors, mitjançant trampes cromàtiques i finalment, es va realitzar el de l'estat de floració de les plantes presents a les pastures.

#### Mostreig de la composició florística

La composició florística de cada parcel·la es va obtenir a partir de la relació d'espècies vegetals presents en 3 quadrants de 1m x 1 m ($1m^2$). Cada quadrant estava subdividit en 16 subquadrants de $0,25m^2$ (Figura 12). Per cada quadrat s'anotaven les espècies vegetals presents dins de cada subquadrant (Veure protocol 1, annex B).

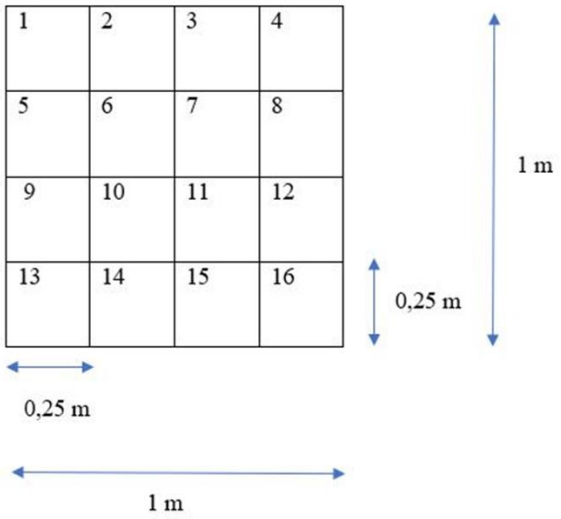



**Figura 12: Distribució dels 16 subquadrants en un quadrat de 1mx1m utilitzat pel mostreig de la composició florística.**

## Mostreig dels insectes pol·linitzadors

Pel mostreig dels pol·linitzadors es va seguir una variant del mètode de les trampes cromàtiques (Vega et al., 1990, Tuell et al., 2009, Nuttman et al., 2011), que consisteix en la col·locació de 6 barres (trampes) per parcel·la, amb 3 plats de color diferent (blau, groc i blanc) en cadascuna de les barres (Figura 13). En total es varen muntar 54 barres i 162 plats. A cada plat s'hi va posar una solució d'aigua amb sabó i es van deixar col·locades durant un període aproximat de 12 hores. (Veure protocol 2 de l'annex B). Després d'aquest temps es va recollir el contingut dels plats en pots de plàstic (duquesses) i etiquetats amb el codi corresponent de nomdellloc_codiparcel·la_tractament (M= Matollar, PBI= Pastura Baixa Intensitat, PAI= Pastura Alta Intensitat)_númerobarra (B1,B2,B3,B4,B5,B6), per exemple: LLARVEN_PBI01_B1). El mostreig dels pol·linitzadors va tenir lloc el mateix dia a totes les parcel·les.

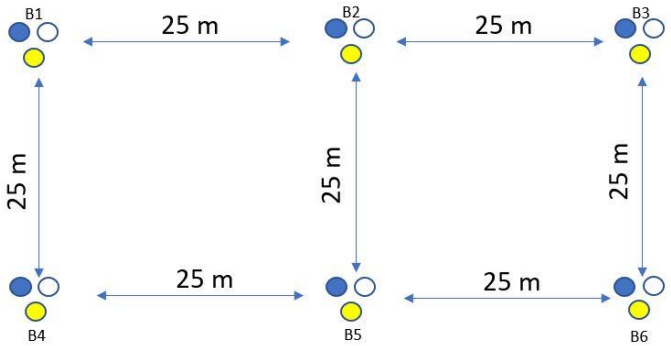



**Figura 13: Distribució de les trampes cromàtiques en una parcel·la de mostreig. Ordre de les barres amb els plats de color i distància entre elles.**

### Mostreig de la floració

Per conèixer la disponibilitat de recursos florals pels pol·linitzadors que hi havia a cada tractament es va fer un recompte del nombre de flors presents en el moment del mostreig.
Aquest mostreig va consistir en la realització de 4 transsectes de 10mx1m ($40m^2$) en 3 barres de cada parcel·la, situats en els punts cardinals (Figura 14), escollint les barres de forma alternada. Així doncs, a cada parcel·la es varen fer un total de 12 transsectes en tres barres alternades.
En cada transsecte es comptaven el nombre total de flors de cadascuna de les espècies florides en aquell moment.
Aquest mostreig de la floració es va realitzar entre el dia anterior fins el dia posterior del mostreig dels insectes pol·linitzadors.

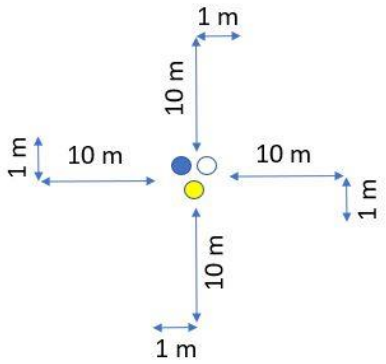



**Figura 14: Distribució dels transsectes florístics de 10mx1m en els quatre punts cardinals (N, S, E, O) d'una trampa cromàtica.**

## 4.1.3-Processat de mostres

### Preparació de les mostres

**-Durant l'etapa 3** (juliol-novembre 2019) es va realitzar el tractament de les mostres vegetals i de les mostres dels insectes pol·linitzadors.
Pel que fa a les mostres vegetals, després del mostreig es varen identificar aquelles espècies que no s'havien pogut reconèixer al camp, les quals s'havien recollit i premsat per a la seva posterior identificació al laboratori. La identificació es va fer seguint les claus de determinació de la Flora Manual dels Països Catalans (Bolòs et al., 2005)

Les mostres dels insectes pol·linitzadors, un cop recollides de les trampes d'aigua i sabó, eren emmagatzemades en recipients de plàstic, anomenats duquesses, fins que entre 12 i 36 hores posteriors al mostreig, l'aigua era filtrada i els insectes recollits a la trampa es conservaven en alcohol de 70%.

Les mostres completament deshidratades en alcohol, eren assecades amb paper de filtre i es procedia a la punció amb les agulles entomològiques i es guardaven en una caixa d'entomologia (Veure protocol 4, annex B). Depenent del grup d'insectes es punxaven al tòrax o a l'èlitre dret. A cada mostra se l'hi afegia una etiqueta amb un codi, que contenia la ubicació, el tractament amb el número de parcel·la, la barra de la qual ha estat agafada, la mostra i l'individu (Figura 15). Per exemple el codi de l'individu de la figura 14 recollit a Saurí, a la parcel·la 2 del matollar (M02), a la barra número 5 d'aquesta parcel·la (B05), i corresponent al individu número 1 és el següent: SAURI_M02_B05_I01.

Les mostres dels insectes es varen posar ordenades a dins les caixes segons la barra de procedència.

**Figura 15: Etiquetatge dels individus recollits a les trampes dels pol·linitzadors. (Autor de la imatge: Josep Solà).**

## Identificació d'espècies

**-L'etapa 4** (gener-juliol 2020**)** va consistir en determinar les espècies que havien aparegut durant els mostrejos, identificant la família, el gènere i l'espècie (i fins i tot en alguna ocasió la subespècie), per tal de després realitzar les anàlisis estadístiques.

Per a la majoria d'espècies vegetals, es va fer la identificació *in situ*, durant el mostreig. Les plantes no identificades durant el mostreig es varen premsar i es varen identificar

posteriorment al laboratori seguint les claus dicotòmiques de l'obra de Bolòs et al. (2005) i utilitzant la lupa binocular si era necessari.

Per a la determinació de les espècies d'insectes pol·linitzadors, primer es van reordenar les mostres, classificant-les segons els principals grups de pol·linitzadors: coleòpters, dípters, himenòpters i lepidòpters. Dins de cada grup es van classificar els individus per morfoespècies (Veure annex E), de tal manera que els gèneres més similars van quedar agrupats.

Per a la identificació de les espècies, es varen enviar les mostres a dos especialistes en entomologia: a en Jordi Artola les mostres de coleòpters, dípters, i lepidòpters i a l'Oscar Aguado les mostres dels himenòpters. L'anàlisi i classificació taxonòmica es va fer a partir de la genitalia dels individus i mitjançant les claus dicotòmiques.

### 4.1.4-Anàlisi de les dades

#### Creació de les bases de dades

**-L'etapa 5** (març-agost 2020) va consistir la creació de les bases de dades mitjançant el programa Excel i la seva anàlisi posterior.

Les dades florístiques es van tractar per separat les obtingudes en els quadrants, on es tenia en compte totes les plantes presents, independentment de si estaven o no en floració, de les dades obtingudes en els transsectes on només s'anotaven aquelles espècies vegetals florides. En els dos casos es van codificar les espècies de la mateixa manera, amb un codi de 5 lletres en majúscula i les famílies amb un codi de 4 lletres en majúscula. Per a cada espècie, a la base de dades generada, s'incloïa el lloc, el tractament, la barra, el número de parcel·la.

A la base de dades dels quadrants es va calcular per a cada espècie i en cada quadrat el nombre de presències sobre els 16 subquadrants. En el cas dels transsectes es va calcular el nombre de flors obertes de cada espècie i per cada transsecte en el moment de la presa de dades.

A partir d'aquestes bases de dades inicials es van obtenir les bases de dades derivades per al tractament estadístic.

Pel que fa a les mostres d'insectes pol·linitzadors, els individus van ser ordenats per espècie i sexe, exceptuant els casos on va ser impossible i es va quedar a nivell de gènere. Inicialment, estaven ordenades per la barra d'on havien estat extrets, però després es van unificar per parcel·les i posteriorment, es van obtenir bases de dades derivades per al tractament estadístic.

## Anàlisis de les dades

A partir de les bases de dades a l'**etapa 6** (juliol-agost 2020) es va realitzar l'anàlisi estadística on les dades van ser tractades en 4 passos . En el primer pas es va analitzar la composició florística de la comunitat vegetal per cada tractament (PAI, PBI i M). En el segon pas, es van estudiar les diferents comunitats de pol·linitzadors en els 3 tractaments (PAI, PBI i M). Finalment en el tercer pas, es van analitzar les diverses plantes florides de la comunitat vegetal per cada tractament (PAI, PBI i M) i per acabar, en el quart cas es va establir la relació entre les plantes florides i els insectes pol·linitzadors.

El tractament i anàlisi estadística s'ha analitzat mitjançant el llenguatge de programació R (R Core Team, 2020). Concretament s'ha utilitzat l'aplicació R Studio (RStudio Team, 2020), i l'aplicació R Commander (Fox i Bouchet-Valat, 2020) que és un paquet del programa R.

## Índexs de diversitat

Pel què fa a les dades florístiques i de pol·linitzadors es van calcular la freqüència de recobriment per a les espècies vegetals i l'abundància per a pol·linitzadors (Veure la taules D3 i D5 a l'Annex D), respectivament, la riquesa de cada parcel·la i de cada tractament, i els índexs de diversitat de Shannon, de Simpson i de Margalef de cada tractament. El càlcul dels índexs de diversitat es van obtenir mitjançant el programa PAST (Hammer, 2020). La Taula 1 mostra les fórmules dels índexs utilitzats.

- L'índex de Simpson és la probabilitat que hi ha en una població de trobar dos individus, seleccionats de forma aleatòria, que pertanyin a la mateixa espècie (Smith i Smith, 2007).S'ha utilitzat l'índex de Simpson en la forma 1-D, per la seva facilitat d' interpretació. Aquest assumeix valors de 0 a 1. Quan més pròxim a la unitat el valor del índex, menys probabilitat existeix que domini una espècie o població dins de l'ecosistema. Quan més pròxim a zero, menys diversitat hi ha en el habitat.
- L'índex de Shannon es una variació de l'anterior, però aquest fa èmfasi a les espècies rares, també mesura la incertesa de saber a quina espècie pertany un individu mostrejat a l'atzar. Assumeix valors entre 0 i Log S, on S és el número

d'espècies. El zero ens indica que hi ha només una espècie. I el valor màxim significa que totes les especies estan igualment representades (uniformitat).

- L'índex de Margalef és una mesura que s'utilitza en ecologia per estimar la diversitat d'una comunitat amb la base de la distribució numèrica dels individus de les diferents espècies en funció del nombre d'individus existents en la mostra analitzada. Quan el valor es zero, significa que només hi ha una espècie. L'índex de Margalef indica bona qualitat de diversitat quan és superior a 5.

**Taula 1: Fórmules dels índexs de diversitat calculats.**

| **Simpson** | **Shannon** | **Margalef** |
|---|---|---|
| $1 - D = 1 - \sum_{i=1}^{R} \frac{n_i \cdot (n_i - 1)}{N \cdot (N - 1)}$ | $H' = -\sum_{i=1}^{R} p_i \cdot \ln(p_i)$ | $D_{Mg} = \frac{(s - 1)}{\ln(N)}$ |

També s'han calculat la diversitat alfa, beta, gamma de la riquesa especifica. L'índex alfa fa referència a la riquesa de cada comunitat (en el nostre cas, cada parcel·la amb diferents tractaments o que representen diferents comunitats), el índex gamma fa referència a la riquesa pròpia de una comunitat (en el nostre cas tractament) i finalment la riquesa beta (calculada com índex substractiu i no multiplicatiu) es entre la gamma i la mitjana de la alfa: $\beta = \gamma - \alpha$. (Zhang, 2014) i expressa la taxa de canvi en la composició de diferents comunitats o heterogeneïtat del paisatge. També s'ha calculat la diversitat β entre tractaments (PAI amb PBI; PAI amb M, PBI amb M), com la gamma total (suma de gamma dels dos tractaments que estic comparant) i les espècies comunes entre els tractaments.

Per l'anàlisi de les diferències en la riquesa i els índexs de diversitat entre els tractaments s'ha realitzat una anàlisi de la variància (ANOVA) d'un factor (tractament). Prèviament es van aplicar el test de Shapiro-WiIlk i el test de Levene a les variables considerades per a

comprovar si es complien els supòsits de normalitat i homocedasticitat de l'ANOVA d'un factor (tractament).

Al complir-se els supòsits, és a dir quan els p-valors del test de normalitat de totes les variables van sortir no significatius (p-valor> 0,05), es va procedir a mesurar l'ANOVA d'un factor, mitjançant l'anàlisi de les diferències entre els grups amb el test de comparació múltiple de Tukey.

L'anàlisi de les dades dels insectes pol·linitzadors es va fer de forma paral·lela a l'anàlisi de les dades florístiques. S'ha calculat la riquesa d'insectes pol·linitzadors de cada parcel·la i de cada tractament, i els índexs de Shannon, de Simpson i de Margalef per a cada tractament així com també els índexs alfa, beta i gamma de cada tractament, també s'ha pogut calcular l'abundància i es va observar quines son les espècies i famílies dominants a cada tractament i la composició de cada tractament.

En les variables de diversitat d'insectes pol·linitzadors a l' aplicar els supòsits de normalitat necessaris per fer l'anàlisi de la variància ANOVA, s'han obtingut p-valors significatius (p-valor <0,05) respecte al test Shapiro-Wilk. Així doncs es va procedir a transformar les variables; aplicant una transformació de tipus logarítmica en la variable dominància (D), ja que les dades seguien una asimetria positiva. D'altra banda, s'han transformat les variables dels índexs de diversitat de Simpson i de Margalef amb una transformació quadràtica, ja que l'asimetria era negativa. Finalment, s'ha aplicat el test de comparació múltiple de Tukey.

Per a l'anàlisi de les relacions planta-pol·linitzador es va utilitzar la teoria de grafs (Bujalance, 2005), veure l'annex C.

Amb les dades obtingudes en el mostreig dels transsectes, es va elaborar una taula d'absència/ presència de la floració de cada espècie (1 representava que la especies estava florida, 0 representava que la planta no estava florida en aquella parcel·la durant el període de mostreig). Per altra banda, amb les dades obtingudes en les trampes de pol·linitzadors es podia saber quins i quants insectes pol·linitzadors hi havien presents a cada parcel·la durant el període de mostreig.

Per a l'obtenció de la representació gràfica es varen tractar conjuntament aquestes dues bases de dades. Es va definir una funció per a cada espècie de pol·linitzadors, on el nombre d'exemplars, de l'espècie en qüestió, multiplicava la variable parcel·la.

Un cop s'havia definit la funció per a cada pol·linitzador, s'omplia la variable parcel·la amb un 1 o un 0 depenent de la presència/absència d'una espècie vegetal florida en la parcel·la en qüestió. D'aquesta forma es podia obtenir la matriu d'adjacència del graf. Veure l'exemple de l'annex C on hi ha una demostració per a 3 espècies de plantes i 3 espècies d'insectes pol·linitzadors.

En el cas d'aquest estudi, quan, un cop aplicada a la espècie florida la funció escalar de la espècie pol·linitzadora, el nombre obtingut era diferent de zero, implicava que les dues espècies es trobaven en la mateixa parcel·la, i per tant podria existir una relació de pol·linització entre elles. Per tant quan el resultat era diferent de zero, s'escrivia un 1 a la matriu d'adjacència del graf, en cas contrari, es considerava que no es trobaven en el mateix lloc al mateix moment i s'escrivia un 0.

Un cop s'ha realitzat la matriu d'adjacència, es pot procedir a la visualització del graf. Per fer-ho s'ha utilitzat el programa de visualització i exploració de xarxes i grafs GEPHI on:

- Les espècies vegetals s'han codificat amb 5 lletres en minúscula.

- Les espècies d'insectes pol·linitzadors s'ha codificat amb 6 lletres, i un número si es el cas, en majúscula.

- La mida de les etiquetes dels codis de cada node estan tipificades amb un gradient, de més petit a més gran. La variable que ha permès generar el gradient ha estat el grau del graf. Aquest conté un interval entre una proporció de 1,5 per els nodes amb un grau més baix i 2,5 per als nodes amb un grau més elevat.

- Els colors dels nodes del graf estan acolorits amb un gradient de més clar a més fosc. La variable que ha permès generar el gradient ha estat el grau del graf. Com més interaccions té un node, més fosc serà i més gran serà la seva etiqueta. La taula 2 mostra la variació dels gradients de color:

**Taula 2: Variació dels gradients de color segons el grau.**

| **Graf** | **Nodes amb grau més baix** | **Nodes amb grau més alt** |
|---|---|---|
| Lepidòpters | Groc | Vermell |
| Dípters | Blau clar | Blau fosc |
| Coleòpters | Verd clar | Verd fosc |
| Himenòpters | Rosa | Lila |

Els pesos de les arestes dels grafs estan calculats amb el procediment explicat amb els exemples, s'han reescalat els pesos amb un interval de 0,1 a 5,0. Finalment, l'algoritme de visualització estructural escollit ha estat el de Fruchterman-Reingold, que permet situar els nodes amb els graus més elevats com a centre del graf i els nodes secundaris a la perifèria (Fruchterman, i Reingold, 1991).

Per a la realització dels grafs s'ha utilitzat el software Gephi, el qual permet la visualització i l'exploració de tot tipus de grafs i xarxes, incloent-hi les xarxes ecològiques.

# 5. Resultats

## 5.1-Espècies vegetals

### 5.1.1-Composició de les comunitats vegetals

En el conjunt de les 9 parcel·les es varen identificar un total de 125 espècies distribuïdes en 36 famílies (Figura 16). A l'annex D es detalla la relació de les espècies identificades en cadascuna de les parcel·les.

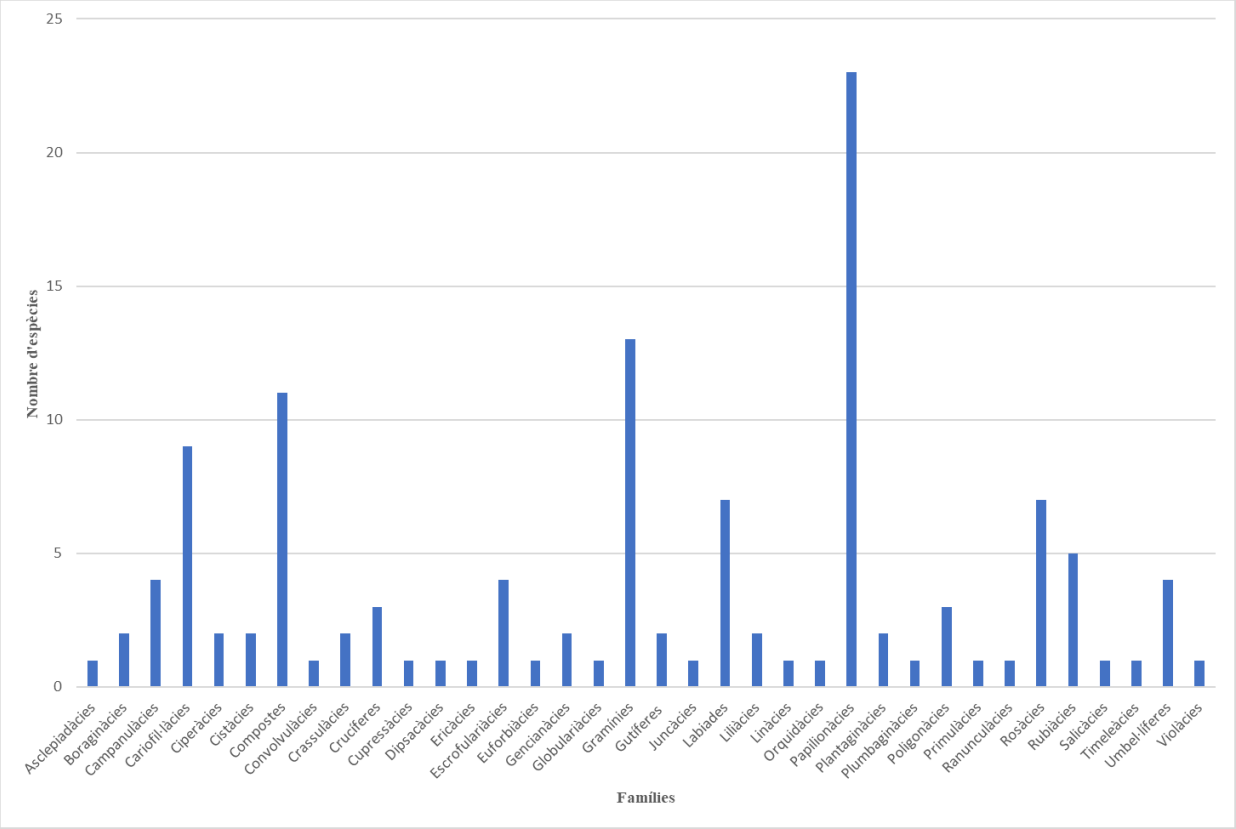



**Figura 16: Distribució segons les famílies de totes les espècies presents a les parcel·les estudiades.**

Pel que fa a aquestes 36 famílies representades en la figura 16, s'observa que no hi ha una distribució uniforme sinó que hi destaquen la família de les papilionàcies, amb 23 de les espècies identificades, seguida de les gramínies, amb 13 espècies, les compostes amb 11 espècies, les cariofil·làcies amb 9 espècies i les labiades amb 7 espècies. Les altres famílies que n'han sortit representades tenen una aportació total de menys d'un 5%.

Considerant només les dades florístiques obtingudes en els quadrants, eren 104 espècies repartides en 32 famílies (Figura 17).

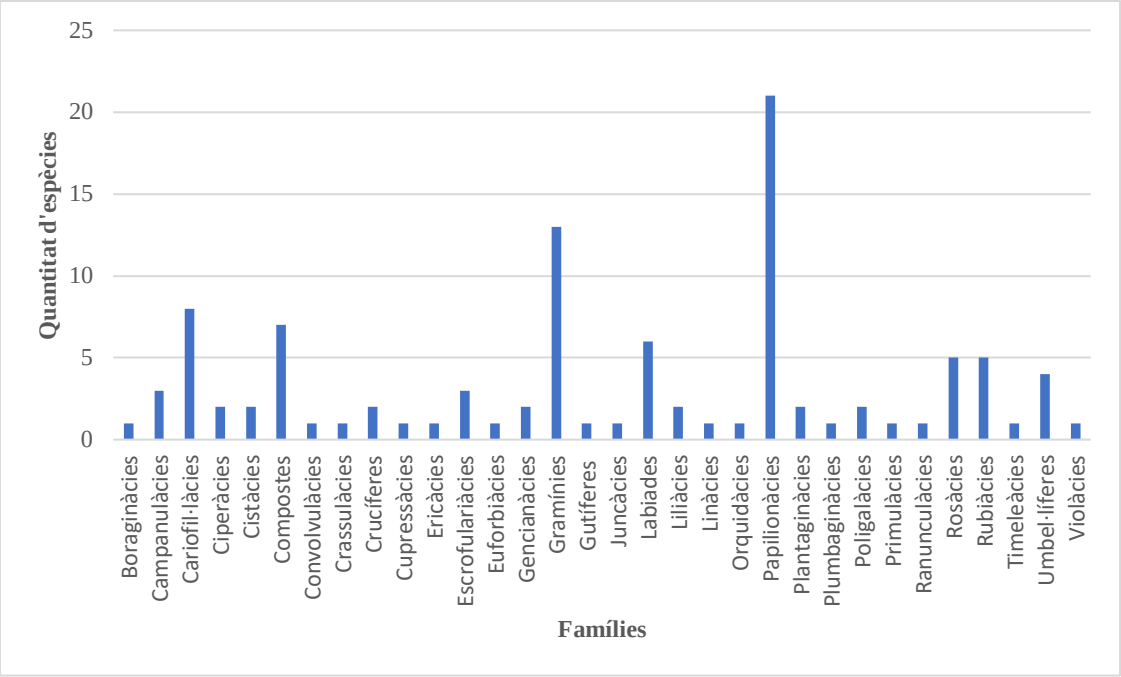



**Figura 17: Distribució segons les famílies de les espècies presents al mostreig de quadrants.**

Tal i com s'aprecia en la figura 17, en el mostreig de quadrants s'observa que hi ha un predomini de les papilionàcies amb 21 espècies, seguit de les gramínies amb 13 espècies, també de les cariofil·làcies amb 8 espècies, afegir també les compostes amb 7 espècies i finalment, les labiades amb 6 espècies. Les altres famílies que n'han sortit representades tenen una aportació total de menys d'un 5%.

En la figura 18, es mostren els tres tractaments (PAI, PBI i M) amb les famílies que més representatives del mostreig. S'observa que en els tres tractaments hi ha una proporció major de les altres famílies, com poden ser umbel·líferes, escrofulariàcies, campanulàcies, entre d'altres.

A les composicions per tractament (Figura 18), s'observa que la proporció de gramínies, papilionàcies i compostes és semblant en els dos tractaments de pastura (PAI i PBI), mentre que en el cas d'abandonament (Matollar) disminueix la proporció de gramínies i hi ha una proporció més alta de famílies minoritàries.

En el tractament d'alta intensificació (PAI) hi ha predominen espècies com: la *Festuca nigrescens* i l'*Agrostis capillaris* de la família de les gramínies i el *Carex caryophyllea* de la família de les ciperàcies, pel que fa les espècies minoritàries hi ha l'*Antennaria dioica* de la família de les compostes, el *Bupleurum ranunculoides* de la família de les umbel·líferes, la *Campanula glomerata* de la família de les campanulàcies, el *Medicago sativa* i el *Trifolium*

*campestre* de la família de les papilionàcies, la *Satureja alpina* de la família de les labiades, i finalment la *Veronica chamaedrys* de la família de les escrofulariàcies.

Per altra banda, en el tractament de baixa intensitat (PBI), s'observa que les espècies predominants són: l'*Avenula pratensis*, la *Festuca gr.ovina* de la família de les gramínies i l'*Euphorbia cyparissias* de la família de les euforbiàcies. Mentre que, les espècies minoritàries en aquest tractament són: l'*Allium sp* de la família de les liliàcies, *l'Astragalus monspessulanus* de la família de les papilionàcies, l'*Euphrasia stricta* de la família de les escrofulariàcies, el *Galium lucidum* de la família de les rubiàcies, la *Gentiana lutea* de la família de les gencianàcies, la *Pulmonaria affinis* de la família de les boraginàcies i la *Silene acaulis* de les família de les cariofil·làcies.

En el cas dels matollars (M), s'accentua més la proporció de les altres famílies respecte les principals, ja que formen un 50% del total del tractament. Cal destacar que l'espècie predominant és el *Juniperus communis* de la família de les cupressàcies que es trobava en 14 subquadrants dels 16 subquadrants que hi havia, per tant mostra un 90,33%. Pel que fa a les espècies minoritàries n'hi ha 15 es troben en una freqüència menor a 1%, aquestes són: l'*Arabis hirsuta* de la família de les crucíferes, l'*Armeria maritima* de la família de les plumbaginàcies, el *Carduus defloratus* de la família de les compostes, el *Cerastium pumilum* de la família de les cariofil·làcies, el *Galium lucidum* de la família de les rubiàcies, *l'Iberis sempervirens* de la família de les crucíferes, la *Koeleria vallesiana* i el *Phleum phleoides* de la família de les gramínies, el *Linum catharticum* de la família de les linàcies, el *Melilotus officinalis* i el *Trifolium montanum* de la família de les papilionàcies, el *Plantago media* de la família de les plantaginàcies, la *Primula veris* de la família primulàcies i per acabar la *Viola tricolor* de la família de les violàcies.

A les composicions per tractament, s'observa que les diferències entre parcel·les d'un mateix tractament queden compensades (Figura 18). La proporció de gramínies, papilionàcies i compostes és semblant en els dos tractaments de pastura (PAI i PBI), mentre que en el cas d'abandonament (Matollar) disminueix la proporció de gramínies i hi ha una proporció més alta de famílies minoritàries.

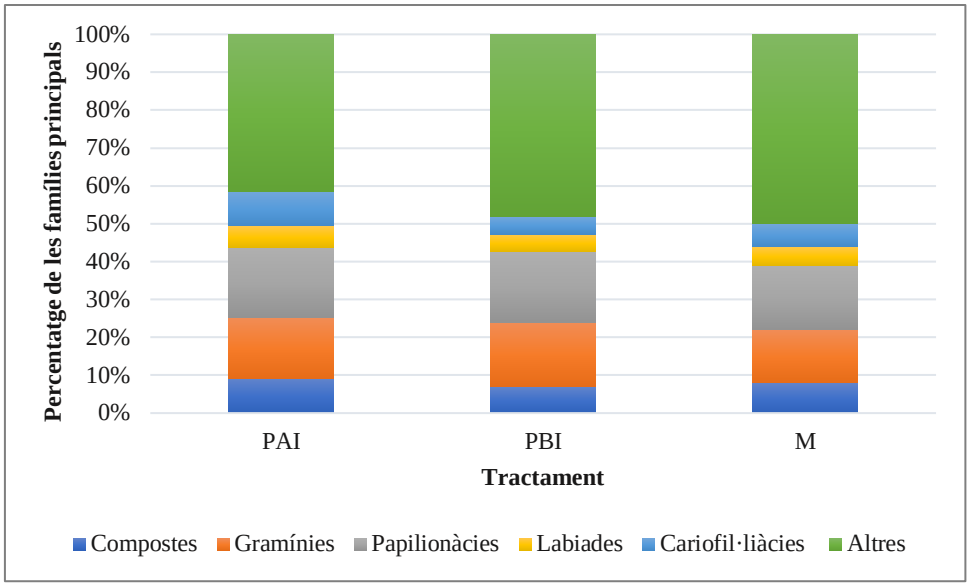



**Figura 18: Proporció mitjana de les famílies més representatives en els tres tractaments. Els valors corresponen a les mitjanes dels valors de les tres parcel·les de cada tractament. ( PAI: Pastura d'Alta Intensitat; PBI: Pastura de Baixa Intensitat M: Matollar de ginebró).**

### 5.1.2-Diversitat florística

A la taula 3 es mostren els valors dels diferents índexs de diversitat florística obtinguts a cada parcel·la de cada tractament.

Dues de les parcel·les de pastures de baixa intensitat de Llarvén (PBI02 i PBI03) són les que presenten una major riquesa d'espècies, i a on els índexs de diversitat, tant el de Simpson, com el de Shannon, com el de Margalef també són més alts (Taula 3). Tant a les pastures d'alta intensitat com en els matollars la diversitat és menor. Malgrat això s'evidencia que també una parcel·la d'alta intensitat de Llessui (PAI01) i una parcel·la del matollar de Saurí (M01) tenen una alta riquesa d'espècies i diversitat, evidenciant una alta variabilitat dins de cada tractament. Pel que es refereix a l'índex de Margalef, només les parcel·les del tractament de pastura alta intensitat (PAI02, PAI03) mostren un valor inferior a 5, és a dir amb baixa diversitat.

**Taula 3: Valors dels Índex de biodiversitat calculats a cadascuna de les parcel·les estudiades.**

| | RIQUESA NOMBRE D'ESPÈCIES (Nº d'espècies) | ÍNDEX DE SIMPSON (S) | ÍNDEX DE SHANNON (H) | ÍNDEX DE MARGALEF |
|---|---|---|---|---|
| Pastura d'Alta Intensitat (PAI) | | | | |
| PAI01 | 44 | 0,957 | 3,347 | 8,664 |
| PAI02 | 24 | 0,929 | 2,836 | 4,912 |
| PAI03 | 19 | 0,886 | 2,475 | 4,182 |
| Pastura de Baixa Intensitat (PBI) | | | | |
| PBI01 | 27 | 0,928 | 2,914 | 5,736 |
| PBI02 | 47 | 0,960 | 3,467 | 9,075 |
| PBI03 | 56 | 0,966 | 3,631 | 10,730 |
| Matollar (M) | | | | |
| M01 | 43 | 0,941 | 3,211 | 9,758 |
| M02 | 31 | 0,893 | 2,788 | 7,630 |
| M03 | 27 | 0,914 | 2,774 | 6,022 |

Per entendre l'homogeneïtat de les parcel·les entre les comunitats mostrejades (=tractaments), hem calculat els índexs alfa, beta i gamma. Tal i com s'observa en la taula 4, el tractament d'alta intensitat (PAI) es el que presenta una riquesa general més baixa, 58

espècies diferents en el total del tractament (component γ de la diversitat), per altra banda, el tractament de baixa intensitat (PBI), és el que presenta un nombre més alt d'espècies en el conjunt del tractament, amb 70 especies diferents. Entremig trobem el tractament d'abandonament (M), amb 63 espècies diferents. Aquesta tendència es manté també considerant la mitjana dels valors de les parcel·les per cada tractament.

En el moment de relacionar les dues components anteriors, la component (β), observem que els tres tractaments presenten comportaments molt similars, obtenint valors entre 29 (en PAI i M) i 27 en PBI. Aquests resultats ens indiquen que el tractament de baixa intensitat PBI, és més homogeni que els altres dos, tot i que aquestes diferències són molt poc significatives, només varien en 2 espècies. D'aquesta manera es pot observar que les components dels tres tractaments, tot i presentar un nombre de espècies diferent, la intensificació i l'abandonament provoquen una pèrdua de diversitat, les diferències dins dels tractaments són molt similars, és a dir, l'abandonament i la intensificació disminueixen els índexs de diversitat, però no alteren les composicions de les espècies vegetals.

**Taula 4: Valors obtinguts de diversitats alfa (α), beta (β) i gamma (γ) per les tres comunitats (=tractaments) analitzades**

| | Alfa (α) | Gamma (γ) | Beta (β) |
|---|---|---|---|
| PAI | 29 | 58 | 29 |
| PBI | 43 | 70 | 27 |
| M | 34 | 63 | 29 |

A la taula 5 s'aprecien diferències entre composicions florístiques entre tractaments. S'han obtingut 39 espècies diferents entre les pastures d'alta intensitat (PAI) i les pastures de baixa intensitat (PBI), per tant, tenint en compte que el total de les espècies a les dues parcel·les eren 128, el 30% de les espècies presents no eren comunes, i per tant només es trobaven en una de les dues formes de gestió ramadera. Aquestes diferències s'incrementen si es comparen les pastures de baixa intensitat (PBI) amb les pastures en abandonament (M), que presentaven 43 espècies diferents, d'un total de 133, i per tant les diferències s'incrementaven fins al 32%. És a dir, un 32% de les espècies que hi havien en aquests dos tractaments es trobaven només en un dels dos tractaments.

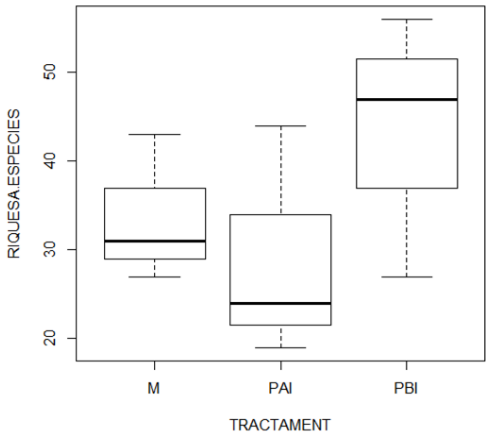
Finalment, entre les pastures de alta intensitat (PAI) i abandonament (M), hi havien menys espècies diferents entre tractaments, amb un total de 35 espècies presents només a un dels tractaments. Aquest valor representa el 29% de les espècies presents en aquestes dues parcel·les, 121.

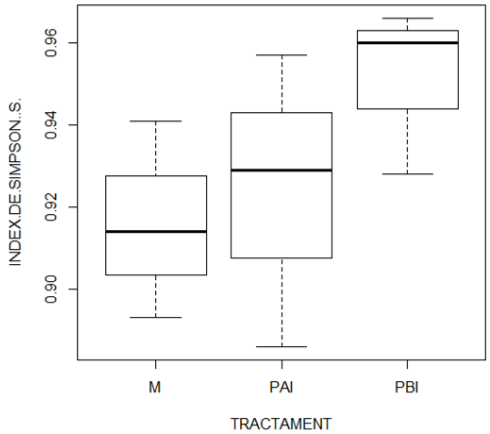
Així doncs, s'observen en les 3 comparacions, que les diferències entre tractaments es troben al voltant del 30%, això ens indica que 3 de cada 10 espècies identificades en un tractament no es troben en els altres tractaments de gestió ramadera.

**Taula 5: Valors obtinguts de la diversitat beta (β) comparats amb els tractaments dos a dos, per a les espècies vegetals.**

| BETA (β) | PAI | PBI | M |
|---|---|---|---|
| PAI | 0 | 39 | 35 |
| PBI | 39 | 0 | 43 |
| M | 35 | 43 | 0 |

A continuació es mostra la figura 19 es representen els valors dels diferents índexs de diversitat florística obtinguts per cada tractament.



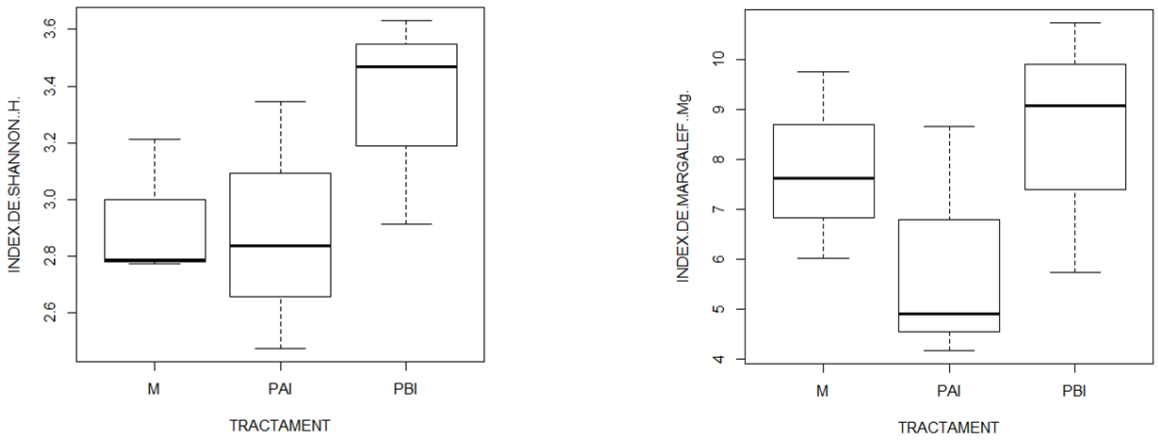



**Figura 19: Valors dels Índexs de biodiversitat florística de cadascun dels tractaments. (PAI: Pastura d'Alta Intensitat; PBI: Pastura de Baixa Intensitat; M: Matollar representats en diagrames de caixes de dispersió). Font pròpia.**

Observant la figura 19 es pot veure que hi ha diferències entre els índexs obtinguts i el tractament ramader utilitzat. Malgrat això, les dades obtingudes en el anàlisis ANOVA per comparar la variància del factor "gestió ramadera" mostren un p-valor superior a 0.05 en tots els casos. Això ens indica que no hi ha diferències significatives en la diversitat florística calculada com en la riquesa, així com en tots els índexs estudiats Simpson, Shannon i Margalef, entre tractaments.

Si ens fixem en la riquesa de cada tractament (p=0.411), podem veure que l'alta intensitat presenta una mitjana en la riquesa inferior a l'abandonament, però que presenta una major variabilitat que aquest. Per altra banda veiem clarament que el tractament de pastura a baixa intensitat és el que presenta una biodiversitat més elevada, però també una major variabilitat.

Les pastures de baixa intensitat (PBI) són les que presenten una major riquesa florística, i les pastures d'alta intensitat (PAI) són les que tenen menys riquesa d'espècies vegetals; en els dos tractaments (PAI i PBI) la variabilitat entre les parcel·les és elevada (Figura 19). Contràriament al que es podia esperar la riquesa florística dels matollars és superior al tractament d'alta intensitat i és el que presenta menys variació entre les parcel·les.

Les pastures de baixa intensitat són les que presenten la mitjana dels índexs de diversitat de Shannon, de Simpson i de Margalef, més alts (Figura 19). I les pastures d'alta intensitat són les que presenten els valors més baixos d'aquests índexs de diversitat. Només en el cas de l'índex de diversitat de Shannon, els matollars i les pastures d'alta intensitat tenen de mitjana un valor semblant (Figura 19). En tots els índexs de diversitat calculats no hi ha diferències significatives entre els tractaments a causa de l'elevada variabilitat que hi ha entre les parcel·les de cada tractament (Figura 19) (Simpson p=0.326; Shannon-Weaver p=0.311; Margalef p=0.414).

## 5.2-Comunitats d'insectes pol·linitzadors

### 5.2.1-Composició de les comunitats d'insectes pol·linitzadors

En el conjunt de les 9 parcel·les es varen identificar un total de 153 espècies distribuïdes en 4 grans grups de pol·linitzadors: coleòpters, himenòpters, lepidòpters, i dípters. A l'annex D es detalla la relació de les espècies identificades en cadascuna de les parcel·les. Els dos grups de pol·linitzadors del quals s'han recol·lectat més exemplars han estat els coleòpters i els himenòpters, amb més de 1200 individus. Per altra banda, el grup dels dípters ha estat molt menys nombrós, amb un centenar d'exemplars, i el grup dels lepidòpters és pràcticament marginal, amb només unes desenes d'exemplars.

Les comunitats de coleòpters estan dominades per les espècies de la família *Chrysomelidae,* que representen el 70% dels individus capturats (Figura 20). A nivell d'espècies, però, la família *Chrysomelidae*, amb 5 espècies, només representa un 23% de les espècies totals (Figura 21). De manera que hi ha molts individus d'espècies concretes, que dominen en diferents parcel·les, com seria per exemple el cas d'*Exosoma lusitanicum* amb 351 individus a la parcel·la del matollar M01 i 190 individus a la parcel·la de pastura de baixa intensitat PBI03.

Un cas contrari seria el de la família *Nitiduliade,* que presenta 52 individus, i només representa el 5% de tots els individus (Figura 20), però presenta 3 espècies, que representen el 14% de les espècies (Figura 21).

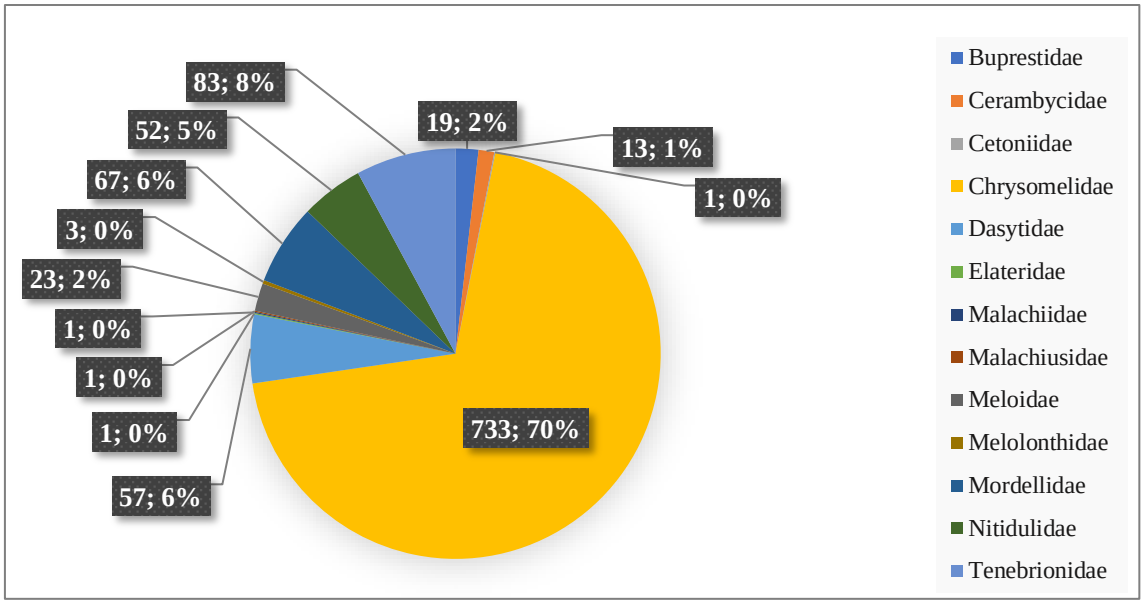



**Figura 20: Nombre i percentatge d'individus de cada família de coleòpters capturats a les trampes cromàtiques.**

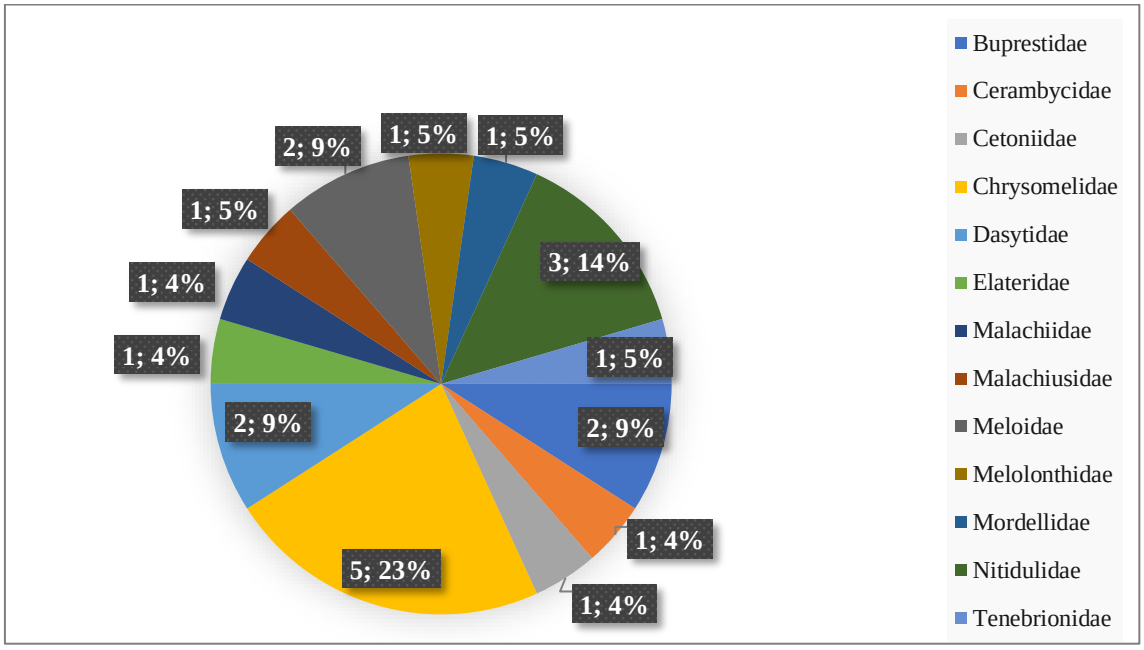



**Figura 21: Nombre i percentatge d'espècies de cada família de coleòpters capturats a les trampes cromàtiques.**

Un cas semblant al dels coleòpters s'observa en el cas dels dípters. El 55% dels individus de dípters capturats són de la família *Syrphidae* amb 62 individus (Figura 22), mentre que només representa el 46% de les espècies (Figura 23). Un cas més exagerat s'observa en la família *Stratiomyidae*, que representa el 23% dels individus amb 26 exemplars, però només presenta 2 espècies del total (Figura 22).

El cas contrari el trobem en la família *Muscidae*, la qual amb 6 espècies diferents representa el 21% del total de les espècies (Figura 23), inclou només el 10% dels individus capturats (Figura 22). Cap de les espècies d'aquesta família s'ha pogut determinar taxonòmicament a nivell d'espècie.

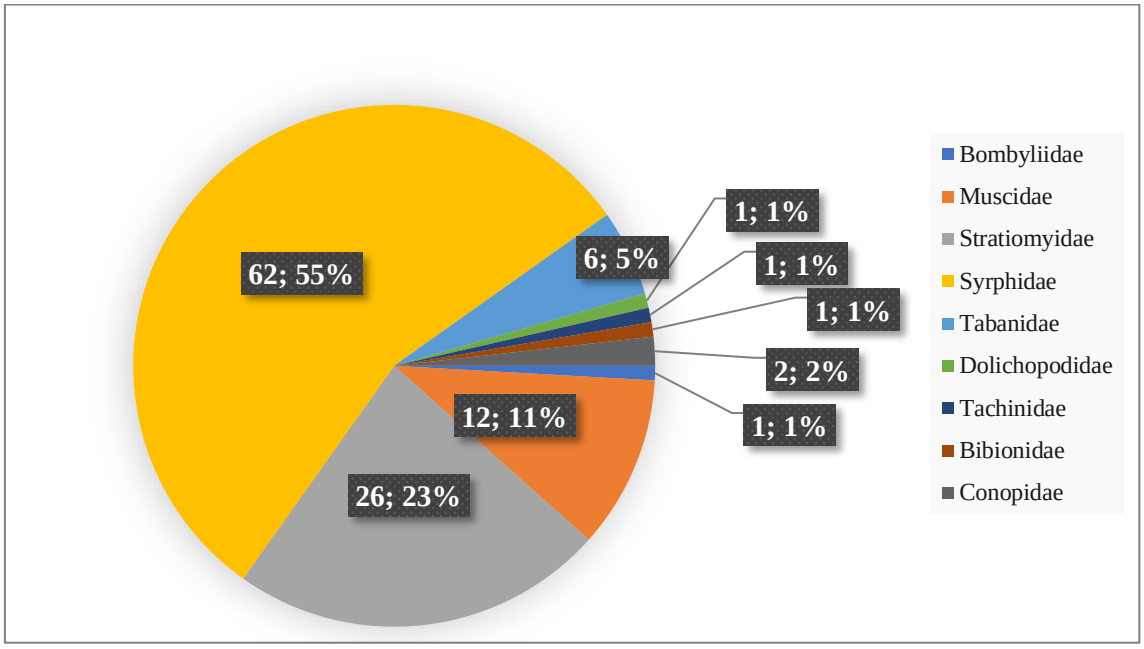



**Figura 22: Nombre i percentatge d'individus de cada família de dípters capturats a les trampes cromàtiques.**

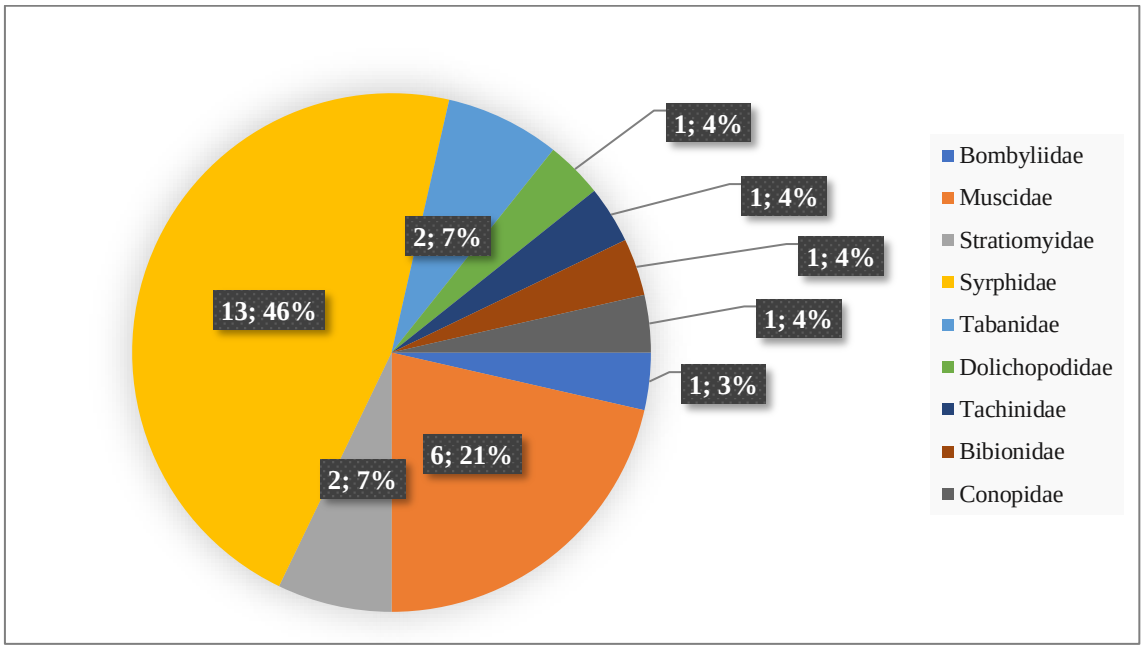



**Figura 23: Nombre i percentatge d'espècies de cada família de dípters capturats a les trampes cromàtiques.**

En el cas dels himenòpters, la família dominant a nivell d'individus és l'H*alictiade*, amb 900 individus capturats, representant el 63% del total d'individus (Figura 24). A nivell d'espècies però, amb 28 espècies diferents representen el 40% del total de les espècies d'aquesta família (Figura 25). El cas contrari el trobem en la família *Apidae*, amb només 60 individus representa menys del 5% dels individus (Figura 24), però per altra banda inclou 12 espècies diferents, les quals representen el 17% de les espècies totals (Figura 25). Aquests comportaments es poden entendre degut a que en la família *Halictidae* hi havien moltes espècies de *Lassioglossum (L. albites, L. calceatum, L. Leucopus)*, que eren espècies dominants en algunes parcel·les concretes. A més a més, aquestes 3 espècies han estat les úniques espècies de pol·linitzadors presents en totes les parcel·les de tots els tractaments. Per altra banda, a la família *Apidae* hi ha pocs individus de cada espècie hi han aparegut només puntualment en algunes parcel·les.

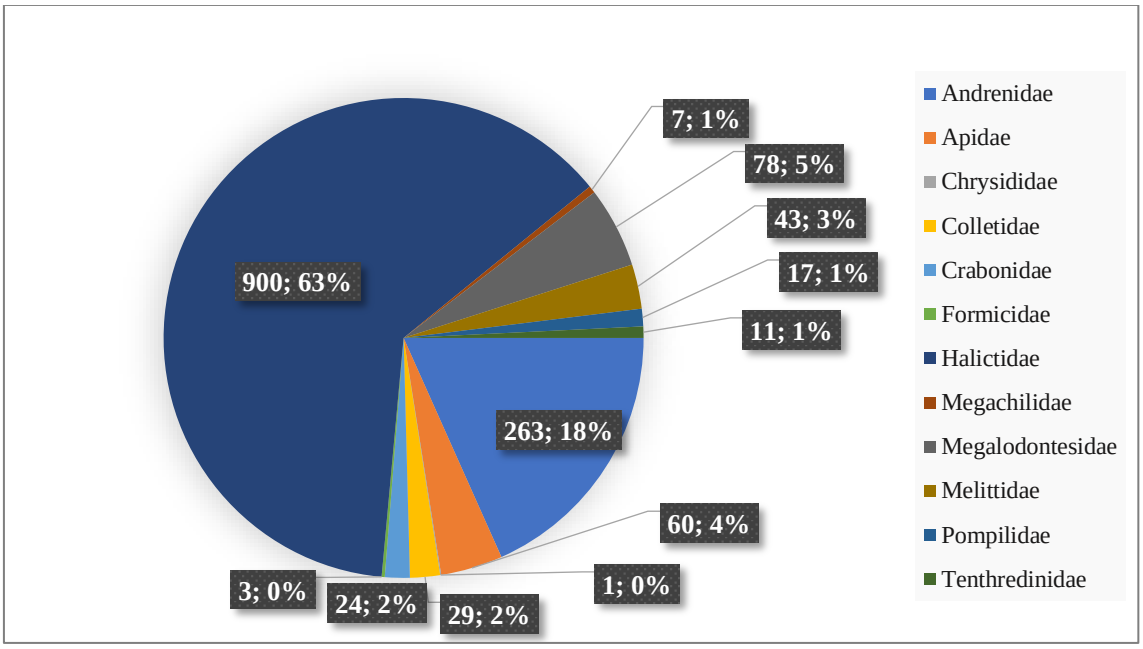



**Figura 24: Nombre i percentatge d'individus de cada família d'himenòpters capturats a les trampes cromàtiques.**

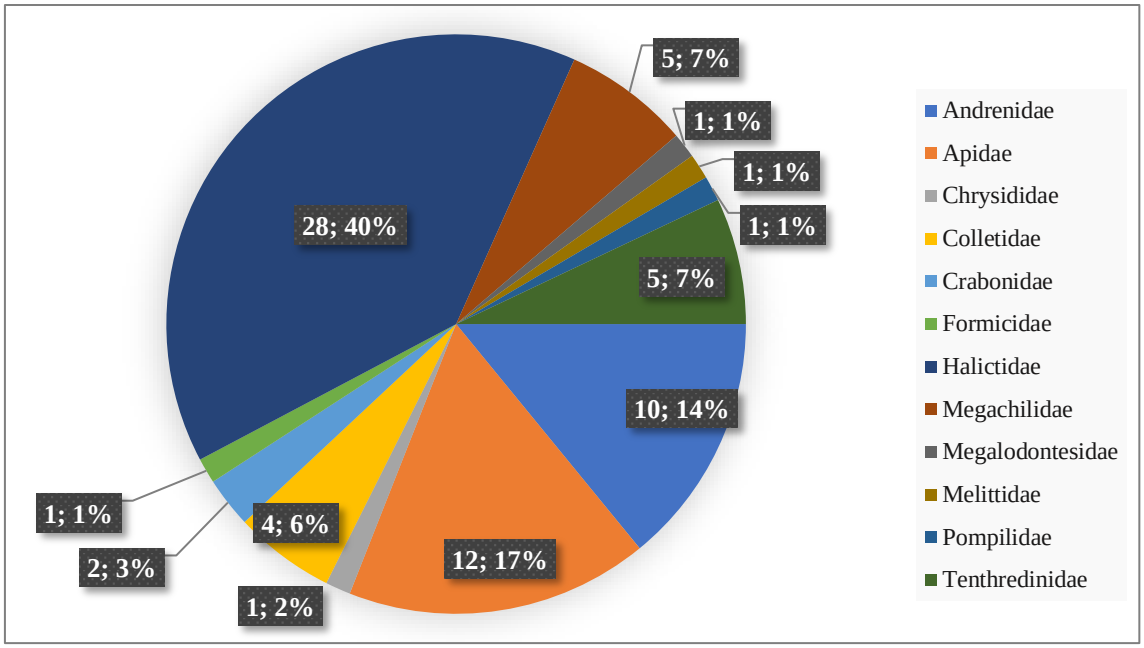



**Figura 25: Nombre i percentatge d'espècies de cada família d'himenòpters capturats a les trampes cromàtiques.**

En el grup dels lepidòpters, la família dominant és la *Nymphalidae*, amb 19 individus, representant el 59% del total (Figura 26); en canvi aquesta família, només representa el 29% de les espècies atrapades amb 4 espècies diferents (Figura 27).

Mentre que a nivell d'individus s'observa una clara dominància de la família *Nymphalidae,* la distribució d'espècies per família és més regular (Figura 27) amb percentatges similars entre un 14 i un 29%.

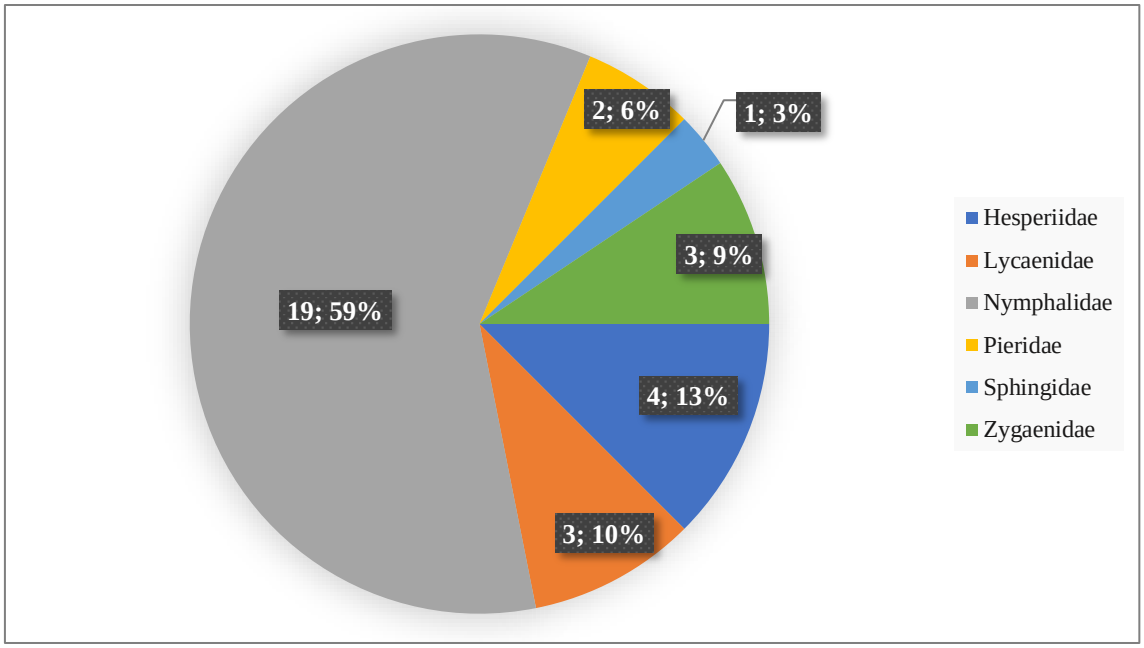



**Figura 26: Nombre i percentatge d'individus de cada família de lepidòpters capturats a les trampes cromàtiques.**

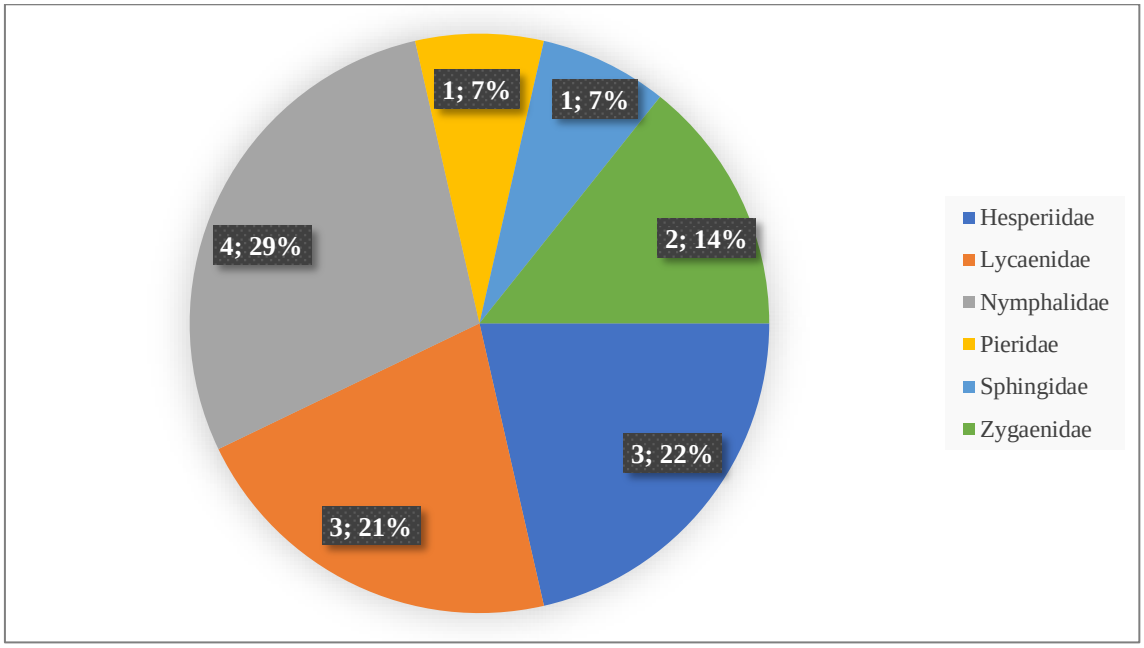



**Figura 27: Nombre i percentatge d'espècies de cada família de lepidòpters capturats a les trampes cromàtiques.**

Respecte als tractaments, en les pastures d'alta intensitat (PAI) el grup més nombrós és el dels himenòpters, mentre que en els altres tractaments, el grup més nombrós són els coleòpters (Figura 28).

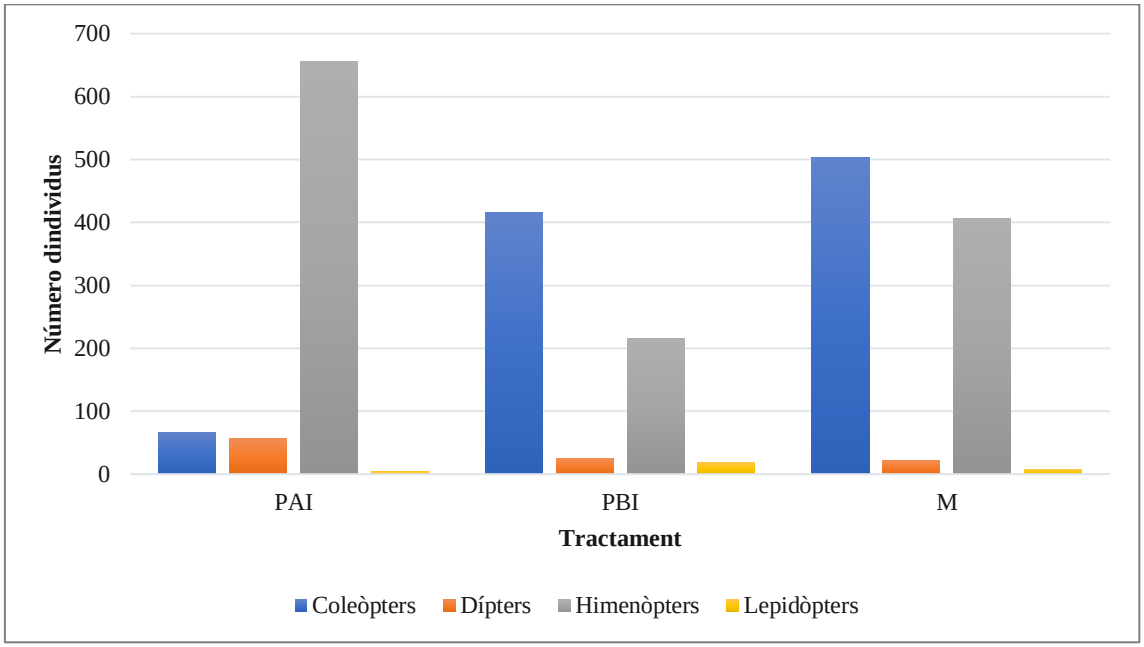



**Figura 28: Nombre d'individus de cada grup d'insectes pol·linitzadors en cadascun dels tractaments. (PAI: pastura d'alta intensitat; PBI: pastura de baixa intensitat; M: matollar).**

Tal i com s'observa en la figura 28, les proporcions segueixen un patró en els tres tractaments, un grup de pol·linitzadors majoritari domina clarament en abundància, un segon grup, presenta una abundància significativa, però molt inferior al grup inicial, i finalment es troben dos grups minoritaris. En els 3 tractaments els grups minoritaris són els dípters i els lepidòpters, mentre que la principal i única diferència la trobem en el grups majoritari i dominant, com s'ha explicat anteriorment coleòpters en PBI i M, mentre que himenòpters en PAI. És necessari ressaltar que en el PAI el nombre de coleòpters era superior, però la majoria dels individus capturats eren coleòpters no pol·linitzadors.

Respecte a les abundàncies de cada parcel·la s'observa que el tractament de baixa intensitat presenta en general, un major nombre d'espècies, mentre que la resta de tractaments presenten valors inferiors. Si es compara els valors obtinguts en abundància en cada una de les parcel·les, ( Veure taula D5 a l'annex D), s'observa que en totes les parcel·les hi ha una espècie clarament dominant, sent el cas més pronunciat el del M01 de Saurí, on l'espècie *Exosoma lusitanicum*, amb 350 exemplars.

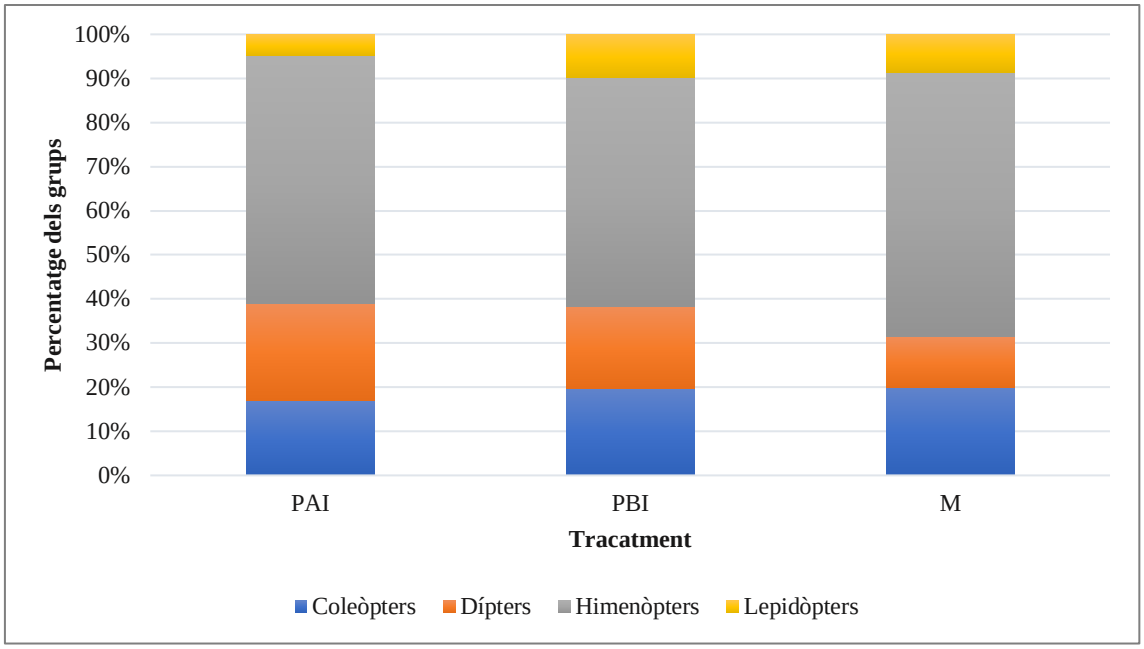



**Figura 29: Composicions de les comunitats d'insectes pol·linitzadors mitjançant el tractament.**

Analitzant les composicions de les comunitats d'insectes pol·linitzadors s'observa que el grup dels himenòpters és el més divers en els 3 tractaments, fins i tot suposa més del 50% de totes les espècies de pol·linitzadors presents en el tractament d'alta intensitat (PAI) i el 40% en les pastures de baixa intensitat (PBI), les quals serien les que menys diversitat d'himenòpters presenten respecte el total del tractament.

El grup dels coleòpters representa entre 35% del total d'espècies en el tractament de baixa intensitat (PBI), i el 20% del total d'espècies en el tractament de alta intensitat (PAI), que serien els tractaments amb més i menys diversitat de coleòpters respectivament. Per altra banda, els lepidòpters presenten una major diversitat en les pastures de tractament de baixa intensitat(PBI), mentre que per el grup dels dípters, la major diversitat es troba en les pastures d'alta intensitat (PAI).

### 5.2.2-Índex de diversitat

A la taula 6 es mostren els resultats de les diferents diversitats obtinguts experimentalment a cada parcel·la.

LA riquesa especifica és més alt en les parcel·les de Pastura de Baixa Intensitat (PBI01; PB02, PB03) però també molt elevada en un matollar (M03) i en dos de les parcel·les de pastures de Alta Intensitat (PAI01; PAI03).

Pel que es refereix als índexs de diversitat: l'índex de Simpson i de Shannon destaca com molt diversa una parcel·la de alta intensitat (PAI01), dos parcel·les de baixa intensitat (PBI01; PBI02) i una parcel·la de matollar (M02) que té els valors més alts en els dos índexs. Doncs mirant aquest índex s'observa que el tractament que té més biodiversitat florística és el que pertany a la Pastura de Baixa Intensitat (PBI). Per altra banda, s'observa que la parcel·la de M01, presenta un índex molt baix, i per tant té molt poca diversitat, i gairebé totes les altres parcel·les mostren valors mitjans.

Finalment, l'índex de Margalef es mostra elevat (més de 5) per totes les parcel·les i es pot considerar que hi ha una biodiversitat en bon estat en les diferents comunitats.

**Taula 6: Valors dels Índex de biodiversitat calculats a cadascuna de les parcel·les estudiades.**

| | RIQUESA D'ESPÈCIES (Nº d'espècies) | ÍNDEX DE SIMPSON (S) | ÍNDEX DE SHANNON (H) | ÍNDEX DE MARGALEF |
|---|---|---|---|---|
| PASTURA A ALTA INTENSITAT | | | | |
| PAI01 | 50 | 0,912 | 2,897 | 8,029 |
| PAI02 | 32 | 0,869 | 2,689 | 6,101 |
| PAI03 | 44 | 0,916 | 3,033 | 8,326 |
| PASTURA A BAIXA INTENSITAT | | | | |
| PBI01 | 41 | 0,908 | 2,950 | 7,780 |
| PBI02 | 41 | 0,941 | 3,248 | 8,142 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| PBI03 | 45 | 0,715 | 2,168 | 7,447 |
| MATOLLAR | | | | |
| M01 | 34 | 0,560 | 1,611 | 5,250 |
| M02 | 37 | 0,942 | 3,190 | 7,456 |
| M03 | 44 | 0,842 | 2,565 | 7,666 |

En la taula 7, el tractament d'alta intensitat (PAI) es el que presenta una riquesa general més alta, 83 espècies diferents en el total del tractament, per altra banda, el tractament d'abandonament (M), és el que presenta un nombre més baix d'espècies en el conjunt del tractament (component γ de la diversitat) , amb 60 especies diferents. Entremig trobem el tractament de baixa intensitat (PBI), amb 69 espècies diferents. Analitzant el nombre d'espècies de forma conjunta veiem que la tendència anterior no es manté, el PAI i el PBI presenten un valor de α (mitjana entre tractaments) igual, de 42 espècies, mentre que el valor de α en el tractament de abandonament (M) és lleugerament inferior, amb 38 espècies de mitjana.

En el moment de relacionar les dues components anteriors veiem però que els tres tractaments presenten comportaments molt diferents. El tractament de les pastures d'alta (PAI) intensitat presenta una β molt més alta que els altres tractaments, amb un valor de 41. Aquest resultat ens indica que el tractament de alta intensitat (PAI) presenta molta més heterogeneïtat entre les seves pastures que la resta de tractaments, i que espècies que podien ser identificades en una pastura ,probablement no serien presents en una altra pastura del mateix tractament, amb un 50% de probabilitats de identificar-les. Per altra banda, les pastures en abandonament són molt més homogènies respecte a les comunitats de insectes pol·linitzadors, doncs només 22 espècies són diferents entre les diferents pastures d'aquest tractament. Això ens indica que els insectes presents a aquestes pastures són molt similars, i que poques espècies varien entre les diferents zones mostrejades. Finalment, el PBI, que tot i presentar una component α igual

que el PAI, presenta una component γ molt més baixa, fet que demostra que la seva heterogeneïtat no és tant alta com en les pastures de alta intensitat, i que per tant els insectes presents en aquestes pastures són més probables de trobar dins del mateix tractament.

D'aquesta forma s'observa que la intensificació ramadera provoca un augment de la diversitat d'espècies de insectes pol·linitzadors; augmentant-ne la riquesa total i mitjana i a més a més augmentant la heterogeneïtat de les comunitats d'insectes pol·linitzadors.

**Taula 7: Valors obtinguts de diversitats alfa (α), beta (β) i gamma (γ) per les tres comunitats (=tractaments) analitzades.**

| | Alfa (α) | Gamma (γ) | Beta (β) |
|---|---|---|---|
| PAI | 42 | 83 | 41 |
| PBI | 42 | 69 | 27 |
| M | 38 | 60 | 22 |

En la taula 8, s'aprecien diferències entre comunitats d'insectes pol·linitzadors entre tractaments. S'han obtingut 36 espècies diferents entre les pastures d'alta intensitat (PAI) i les pastures de baixa intensitat (PBI), per tant, tenint en compte que el total de les espècies a les dues parcel·les eren 128, el 24% de les espècies presents no eren comunes en els dos tractaments, i per tant només es trobaven en una de les dues formes de gestió ramadera. Aquestes diferències s'incrementen si es comparen les pastures de alta intensitat (PAI) amb les pastures en abandonament (M), que presentaven 40 espècies diferents, d'un total de 143, i per tant les diferències s'incrementaven fins al 27% . És a dir, un 27% de les espècies que hi havien en aquests dos tractaments ses trobaven només en un dels dos tractaments.

Finalment, entre les pastures de baixa intensitat (PBI) i abandonament (M), hi havien menys espècies diferents entre tractaments, amb un total de 26 espècies presents només a un dels tractaments. Aquest valor representa el 20% de les espècies presents en aquestes dues parcel·les, 132.

Així doncs, s'observen en les 3 comparacions, que les diferències entre tractaments ronden el 25%, el què ens ve a dir que 1 de cada 4 espècies identificades en un tractament no es troben en els altres tractaments de gestió ramadera.

**Taula 8: Valors obtinguts de la diversitat beta (β) comparats amb els tractaments dos a dos, per a les espècies d'insectes pol·linitzadors.**

| BETA (β) | PAI | PBI | M |
|---|---|---|---|
| PAI | 0 | 36 | 40 |
| PBI | 36 | 0 | 26 |
| M | 40 | 26 | 0 |

A continuació es mostra la figura 30 es representen els valors dels diferents índexs de diversitat de insectes pol·linitzadors obtinguts per cada tractament.

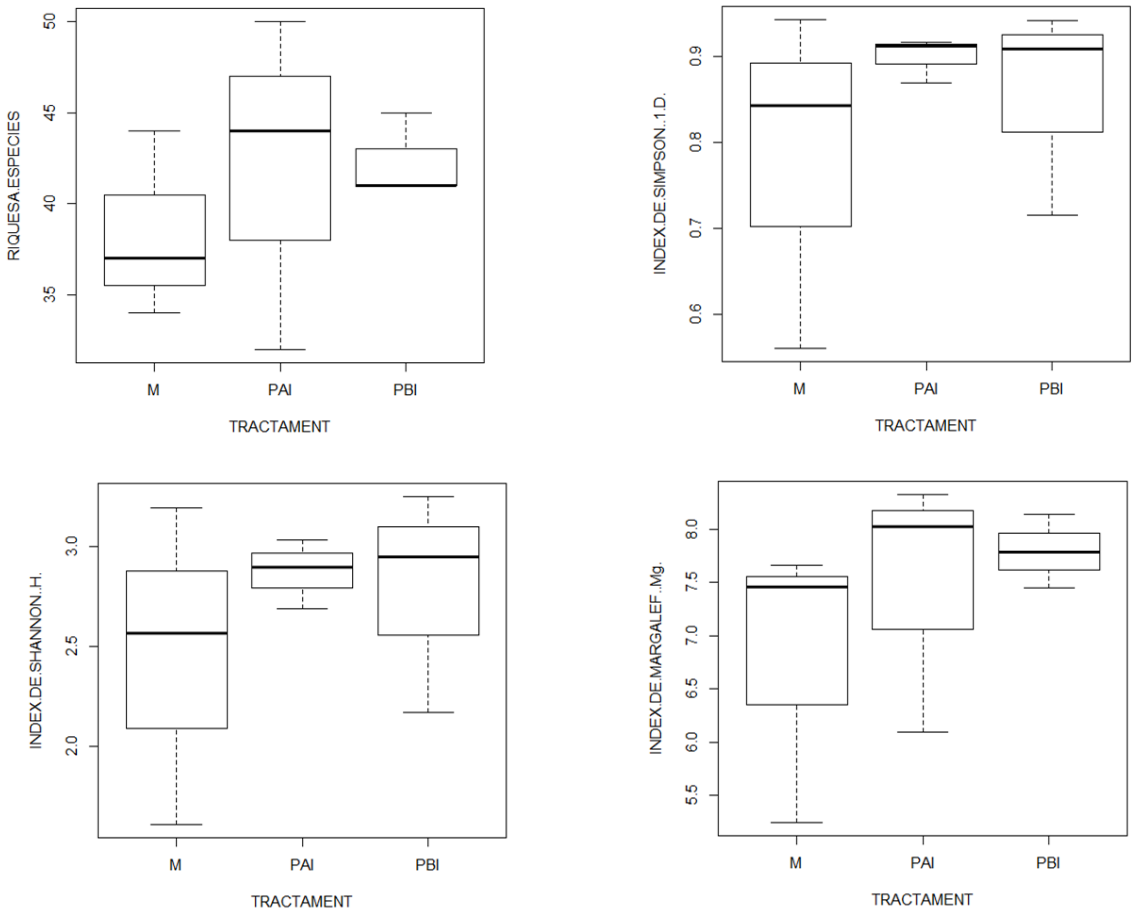



**Figura 30: Valors dels Índexs de biodiversitat d'espècies pol·linitzadores de cadascun dels tractaments. (PAI: Pastura d'Alta Intensitat; PBI: Pastura de Baixa Intensitat; M: Matollar representats en diagrames de caixes de dispersió). Font pròpia.**

Tant la riquesa com els índexs de diversitat calculats d'espècies d'insectes pol·linitzadors varia segons els tractaments (Figura 30). Observant la figura 30 es pot veure que hi ha diferències entre els índexs obtinguts i el tractament ramader utilitzat. Si ens fixem en la riquesa de cada tractament, podem veure que l'alta intensitat presenta una mitjana en la

riquesa superior a l'abandonament i que presenta una major variabilitat que aquest. Per altra banda, veiem clarament que el tractament de pastura a baixa intensitat és el que presenta una biodiversitat més elevada, però també una menor variabilitat.

Les pastures de baixa intensitat (PBI) són les que presenten una major riquesa de pol·linitzadors, i les pastures en abandonament (M) són les que tenen menys riquesa d'espècies pol·linitzadores.

Les pastures de baixa intensitat i alta intensitat presenten en els índexs de diversitat de Shannon, de Simpson, mitjanes pràcticament idèntiques en els dos índexs, mentre que les parcel·les en abandonament sempre presenten mitjanes menors en els diferents índexs.

Només en el cas de l'índex de diversitat de Shannon, els matollars i les pastures d'alta intensitat tenen de mitjana un valor semblant (Figura 30). En tots els índexs de diversitat calculats no hi ha diferències significatives entre els tractaments (Taula 6) a causa de l'elevada variabilitat que hi ha entre les parcel·les de cada tractament (Figura 30).

En l'índex de Shannon, tant el tractament PAI com PBI optimitzen l'índex i presenten poca variabilitat, mentre que l'abandonament presenta una variabilitat més elevada però una mitjana inferior. El PBI i el PAI presenten unes mitjanes pràcticament idèntiques, sent la variabilitat major en baixa intensificació.

En l'índex de Simpson, les variabilitats són diferents en els tres tractaments, sobretot en el cas del tractament d'abandonament, que presenta una variabilitat molt alta, sobretot en la branca negativa. Per altra banda PBI i PAI optimitzen l'índex en ambdós casos i presenten una variabilitat nul·la o molt baixa en valors superiors i més elevada en valors inferiors.

Finalment l'índex Margalef, mostra una variabilitat pràcticament nul·la en el tractament de baixa intensitat, el qual presenta un valor d'índex més elevat. Els altres dos tractaments presenten valors elevats per a aquest índexs, però presenten una mitjana inferior i una major variabilitat, sobretot en la branca negativa de la caixa de dispersió.

Realitzant un anàlisis de la variància depenent del factor "gestió de les pastures" amb les dades dels índexs de diversitat, s'obté un p-valor superior a 0,005 en tots els casos. Això ens indica que no hi ha diferències significatives entre tractaments en la dominància ($p=0.753$), ni en la riquesa ($p=0.697$), així com en tots els índexs estudiats Simpson ($p=0.680$), Shannon ($p=0.657$) i Margalef ($p=0.534$).

### 5.2.3-Relació Planta-Pol·linitzador:

Per poder establir la relació planta-pol·linitzador en primer lloc hem analitzat les dades de plantes florides i hem seleccionat aquelles que es pol·linitzen amb insectes. S'han identificat un total de 55 espècies repartides en 23 famílies (Figura 31).

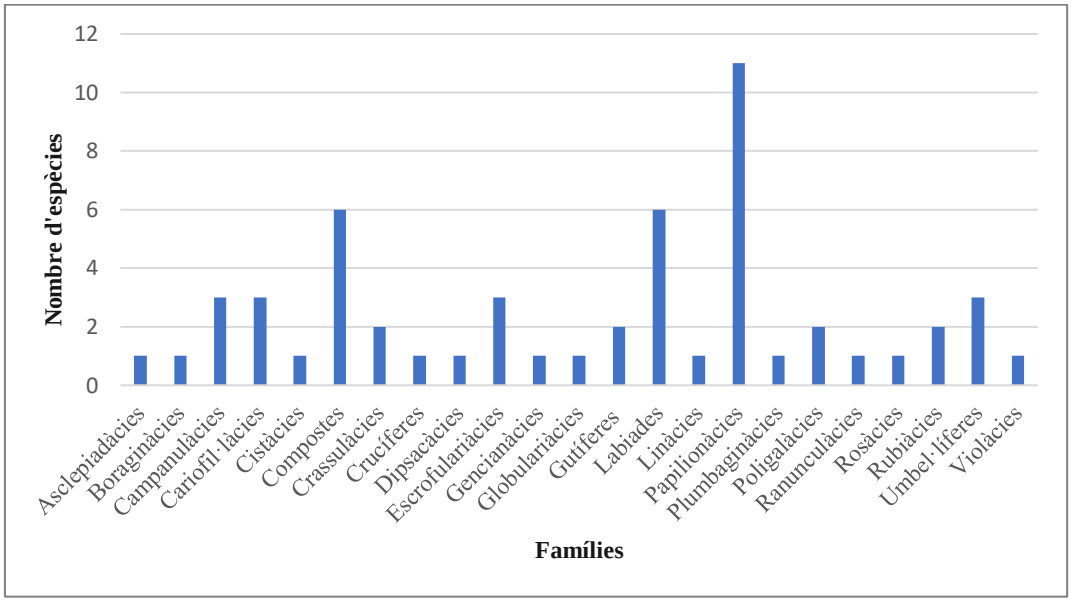



**Figura 31: Distribució segons les famílies de totes les espècies presents en el mostreig dels transsectes.**

Pel que fa a aquestes 23 famílies representades en la figura 31, s'observa que no hi ha una distribució uniforme si no que destaquen la família de les papilionàcies, amb 11 de les espècies identificades, seguida de les compostes i de les labiades ambdues amb 6 espècies, d'altra banda també es podrien esmentar les campanulàcies, les cariofil·làcies, les escrofulariàcies i les umbel·líferes amb 3 espècies.

En la figura 32, s'observen les 55 espècies que estaven florides i com es reparteixen per tractament. S'observa que les espècies més florides eren: el *Galium verum* amb 275 flors de les mitjanes de cada tractament, el *Thymus serpyllum* amb 202 flors provinents de les mitjanes de cada tractament i finalment, la *Sideritis hyssopifolia* amb 195 flors de la mitjana dels tractaments de pastura d'alta intensitat (PAI) i de la pastura de baixa intensitat (PBI). Totes tres tenen una major floració en les pastures d'alta intensitat (PAI), seguides de les pastures de baixa intensitat (PBI).

Pel que fa a les pastures d'alta intensitat (PAI) hi predominen l'*Achillea millefolium*, l'*Armeria maritima*, el *Dianthus deltoides*, *l'Echium vulgare, l'Eryngium bourgatii, la*

*Gentiana lutea, la Phyteuma orbiculare, el Rhinantus minor, la Scabiosa columbaria, el Trifolium pratense i el Trifolium repens.*

A la pastura de baixa intensitat (PBI) hi ha la *Campanula rotundifolia,* el *Galium pumilum* i el *Lotus corniculatus* que es troben en un estat de floració superior als altres tractaments. També cal destacar aquelles espècies que només es troben en flor en aquest tractament que són: el *Chamaespartium saggitale*, el *Linum catharticum*, la *Stachys recta* i la *Trinia glauca*

Als matollars hi ha un predomini de l'*Antennaria dioca*, el *Bupleurum ranunculoides*, el *Dianthus hyssopifolius* i el Teucrium pyrenaicum. D'altra banda, només es troben en aquest tractament, *l'Astragalus mospessulanus, la Biscutella laevigata, la Jasione montana, la Polygala alpina, la Polygala vulgaris, la Rosa canina, el Sedum album i el Vincentoxicum hirundinaria.*

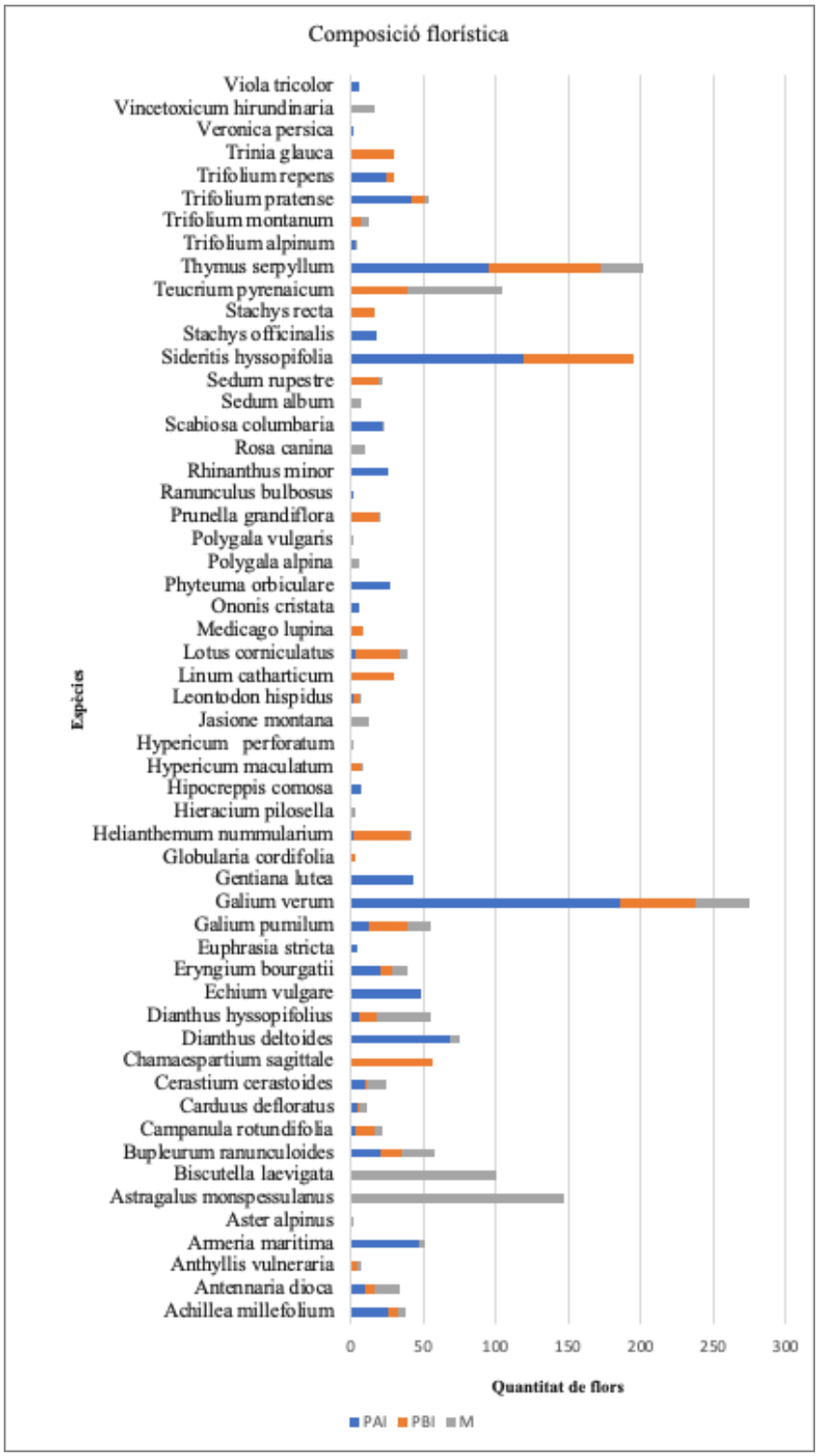



**Figura 32: Número de flors distribuïdes en les comunitats (=tractaments).**

Per tal de representar com cada grup de pol·linitzadors (coleòpters, dípters, himenòpters i lepidòpters) es relacionen amb les plantes en flor trobades en les parcel·les, s'ha fet servir una representació gràfica (Figura 37). Cada gràfic està compost per totes les espècies de

plantes florides recollides en el mostreig dels transsectes, i totes les espècies pol·linitzadores del grup corresponent recollides en les trampes cromàtiques. Les relacions s'han calculat en tots els casos tal i com s'ha explicat a l'etapa 6 de la metodologia. Els nodes del gràfic estan etiquetats amb els codis de cada espècie. Per a cada graf hi ha adjuntada la taula amb el grau de cada node d'insecte pol·linitzador (el nombre d'arestes que presenta un node), el qual indica el nombre de relacions planta-pol·linitzador que s'han establert per a aquella espècie d'insecte pol·linitzador.

Es comenten i classifiquen els principals pol·linitzadors de cada grup (les espècies amb els nodes més elevats), els pol·linitzadors secundaris i les espècies amb menys relacions.

**Lepidòpters**:

A la figura 33 es mostra el gràfic obtingut per a les espècies de plantes florides i els lepidòpters mostrejats.

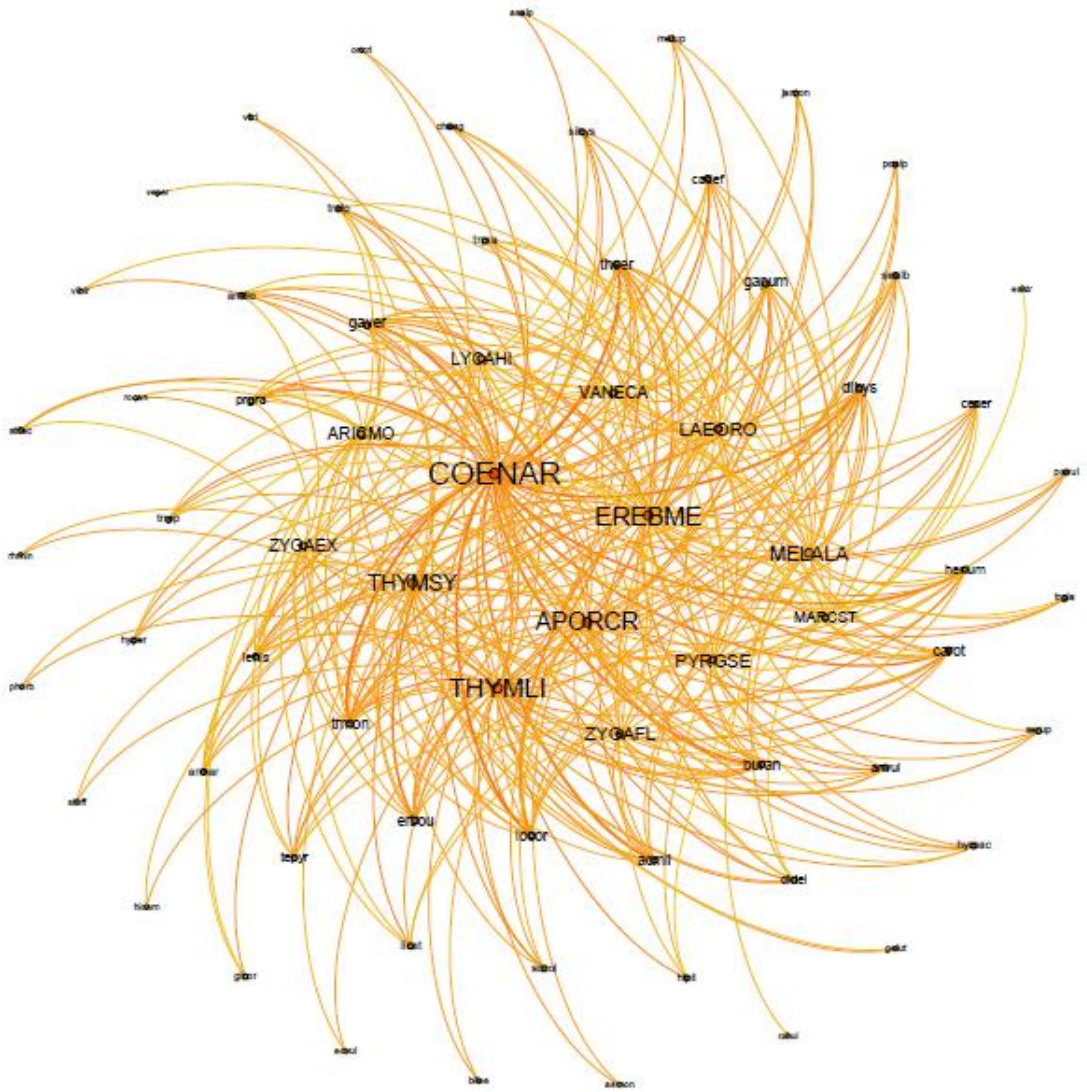



**Figura 33: Gràfic del grup dels lepidòpters. Els codis de la coloració es troben detallats a la taula 2, els codis de les espècies de lepidòpters (6 lletres i en majúscula) en la taula 9 i els codis de les plantes (5 lletres i en minúscula) en la taula 13 (Nota: Els gràfics es presenten de menys densitat a més densitat de nodes per a facilitar la seva interpretació al lector).**

A la taula 9 es mostra la relació d'espècies de lepidòpters i el grau dels nodes corresponents, que consisteix amb el número de plantes amb que hi ha hagut interacció.

**Taula 9: Nombre d'interaccions, grau del node, de cada espècie de de cada lepidòpter representat en el graf de la figura 33.**

| Espècie de lepidòpter | Codi Espècie | Grau del node |
|---|---|---|
| *Aporia crategi* | APORCR | 30 |
| *Aricia montensis* | ARICMO | 18 |
| *Coenonympha arcania* | COENAR | 41 |
| *Erebia meolans* | EREBME | 32 |
| *Laeosopis roboris* | LAEORO | 21 |
| *Lycaena hippothoe* | LYCAHI | 17 |
| *Macrogolossum stellatarum* | MARCST | 14 |
| *Melanargia lachesis* | MELALA | 24 |
| *Pyrgus serrataulae* | PYRGSE | 20 |
| *Thymelicus lineola* | THYMLI | 34 |
| *Thymelicus sylvestris* | THYMSY | 26 |
| *Vanessa cardui* | VANECA | 18 |
| *Zygaena exulans* | ZYGAEX | 18 |
| *Zygaena filipenaulae* | ZYGAFI | 20 |

Tal i com s'observa en la figura 33 i en la taula 9, hi ha diferents graus de dominància en les relacions absència/ presència entre espècie de lepidòpters i les espècies de plantes florides. L'espècie amb el grau més gran (més relacions amb plantes florides és la *Coenonympha arcania* (COENAR)) és l'espècie majoritària i més abundant en les mostres recollides, la qual estava present en 4 parcel·les, amb 8 exemplars. Per a aquesta espècie s'han establert 41 relacions amb plantes florides.

Hi ha 3 espècies de lepidòpters amb més de 30 relacions amb plantes florides. Per una banda, *Thymelicus lineola* (THYMLI), la qual estava present en dues parcel·les que presentaven moltes plantes en flor, una parcel·la de pastura d'alta intensitat PAI01, i una altra d'un matollar, M03. En aquestes s'han pogut determinar 35 relacions amb només 2 exemplars recol·lectats (Taula 9). Una altra espècie pol·linitzadora que ha presentat un gran nombre de relacions ha estat *Erebia meolans,* amb 32 relacions determinades, presentava 6 exemplars i estava present en les parcel·les de baixa intensitat (PBI01, PBI02 i PBI03) i en un matollar (M03), parcel·les que presentaven una gran quantitat d'espècies florides. Finalment *Aporia*

*crategi* amb 30 relacions (Taula 9) i que estava present en 2 parcel·les de matollar (M02 i M03) amb 2 individus.

En un segon grup, trobaríem com a pol·linitzadors secundaris, amb més de 20 i menys de 30 relacions amb plantes florides. En aquest grup s'inclouen *Melanargia lachesis (MELALA), Pyrgus serrataulae (PYRGSE),Thymelicus sylvestris (THYMSY), Zygaena filipenaulae (ZYGAEX) Laeosopis roboris ( LAEORO),* que presenten un similar.(Taula 9)

Finalment, les espècies *Lycaena hippothoe (LYCAHI), Macrogolossum stellatarum (MARCST) Aricia montensis ( ARICMO), Vanessa cardui (VANECA) i Zygaena exulans (ZYGAEX),* són les espècies de lepidòpters amb menys relacions establertes, només presenten entre 10 i 20 relacions. (Taula 9)

El nombre d'espècies de plantes florides en totes les parcel·les estudiades és de 55 (Figura 33), i per tant aquest és el nombre màxim de relacions que es podrien establir amb un lepidòpter. Així doncs es pot apreciar que només hi ha 4 espècies, (*Coenonympha arcania ,Thymelicus lineola, Erebia meolans, Aporia crategi)* que tenen més de 29 relacions (Taula 9) de manera que només en el 28% de les espècies de lepidòpters s'estableixen relacions amb més de la meitat de les espècies de plantes florides.

**Dípters**:

A la figura 34 es mostra el graf obtingut per a les espècies de plantes florides i els dípters mostrejats.

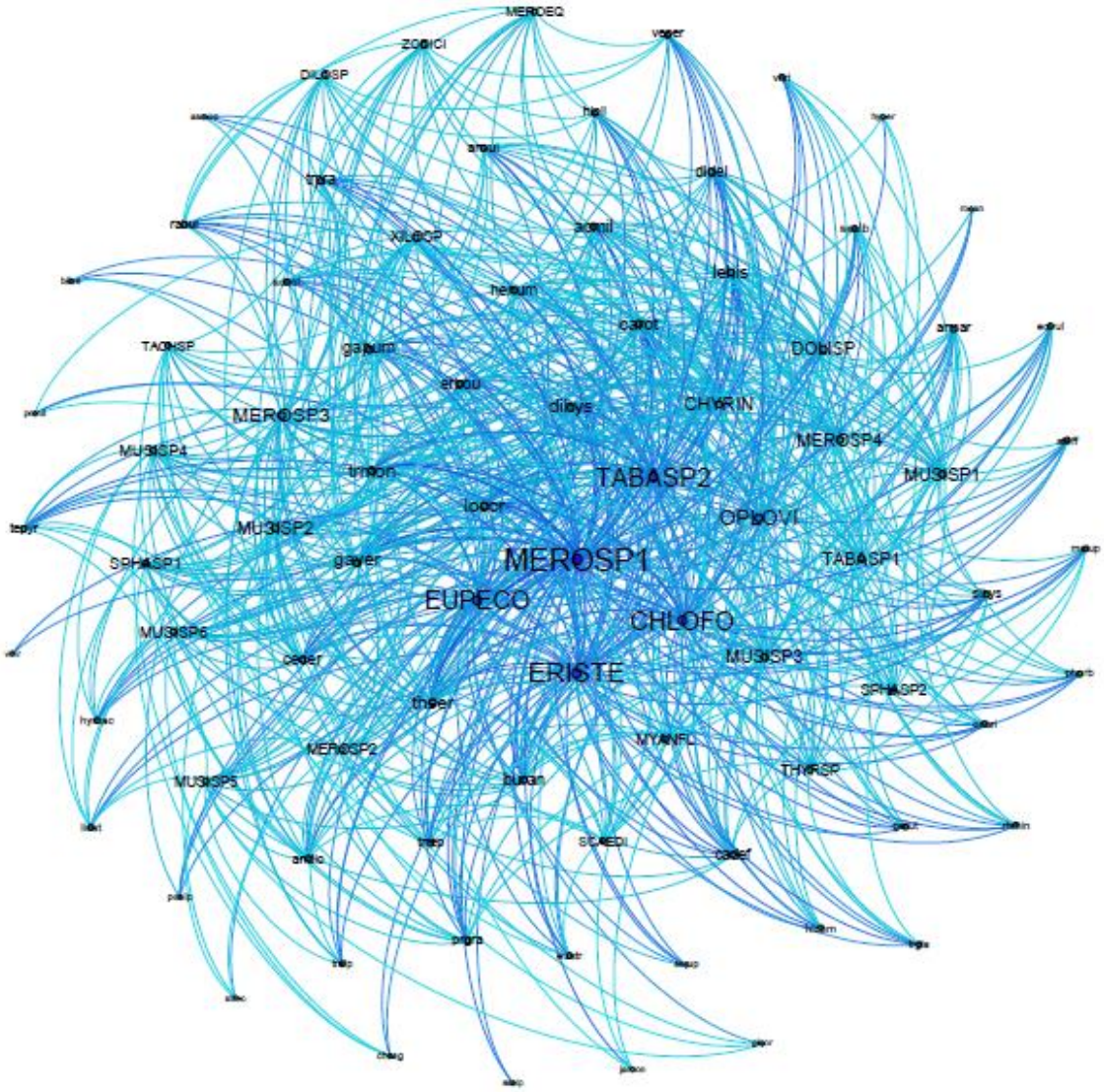



**Figura 34: Gràfic del grup dels dípters. Els codis de la coloració es troben detallats a la taula 2, els codis de les espècies de dípters (6 lletres i en majúscula) en la taula 10 i els codis de les plantes (5 lletres i en minúscula) en la taula 13 (Nota: Els gràfics es presenten de menys densitat a més densitat de nodes per a facilitar la seva interpretació al lector).**

A la taula 10 es presenta la relació d'espècies de dípters i el grau dels nodes corresponents.

**Taula 10: Nombre d'interaccions, grau del node, de cada espècie de de cada dípter representat en el graf de la figura 34.**

| **Espècies de dípters** | **Codi Espècie** | **Grau del node** | **Espècies de dípters** | **Codi Espècie** | **Grau del node** |
|---|---|---|---|---|---|
| *Chloromyia formosa* | CHLOFO | 42 | Muscidae 4 | MUSISP4 | 20 |
| *Chrysotoxum intermedium* | CHYRIN | 27 | Muscidae 5 | MUSISP5 | 18 |
| Dilophus sp. | DILOSP | 15 | Muscidae 6 | MUSISP6 | 20 |
| Dolichopus sp. | DOLISP | 26 | *Myathropa florea* | MYANFL | 18 |
| *Eristalis tenax* | ERISTE | 45 | *Oplodontha viridula* | OPLODI | 34 |
| *Eupeodes corollae* | EUPOCO | 41 | *Scaeva dignota* | SCAEDI | 14 |
| *Meorodon equestris* | MEROEQ | 15 | *Sphaerophoria* sp.1 | SPHASP1 | 20 |
| *Merodon* sp. 1 | MEROSP1 | 51 | Sphaerophoria sp.2 | SPHASP2 | 17 |
| *Merodon* sp. 2 | MEROSP2 | 18 | *Tabanus* sp.1 | TABASP1 | 26 |
| *Merodon* sp. 3 | MEROSP3 | 31 | *Tabanus* sp.2 | TABASP2 | 43 |
| *Merodon sp. 4* | MEROSP4 | 26 | Tachinidae sp. | TACHSP | 14 |
| Muscidae 1 | MUSISP1 | 26 | *Thyridanthrax* sp. 1 | THYRSP | 17 |
| Muscidae 2 | MUSISP2 | 26 | *Xilota* sp. 1 | XILOSP | 18 |
| Muscidae 3 | MUSISP3 | 26 | Zodion cinereum | ZODICI | 15 |

Tal i com s'observa en la figura 34 i a la taula 10, hi ha diferents graus de dominància en les relacions absència/presència entre les espècies de dípters i les espècies plantes florides.

L'espècie *Merodon* sp. 1, és l'espècie que ha establert més relacions (51, Taula 10). Aquesta espècie tenia presència en les 3 parcel·les d'alta intensitat, les 3 parcel·les en abandonament i PBI03.

Les espècies amb un grau superior a 40 són: *Eristalis tenax,* amb 45 relacions establertes, *Chloromyia formosa i Tabanus sp.2* amb les dues amb un grau de 42 i 43 respectivament, i finalment *Eupeodes corollae* amb 41 relacions establertes. L'espècie amb l'índex més alt, *Eristalis tenax*, estava present en totes les parcel·les d'alta intensitat, així com també en PBI02 i M01, en el cas de *Chloromyia formosa* estava present en les 3 parcel·les d'alta intensitat, i amb les parcel·les PBI02 i PBI03, en ambdós casos estaven en les parcel·les amb més riqueses d'espècies, tant vegetals com animals. Per altra banda *Tabanus* sp.2, estava present en PAI01, PAI03, PABI03 i M02, per tant també estava present en dues de les parcel·les amb més riquesa, tant vegetal com animal. Finalment *Eupeodes corollae* estava present a les parcel·les d'alta intensitat i a PBI01, PBI03 i M02.

Si ens fixem amb les espècies amb més de 30 relacions observem que hi ha2 espècies amb més de 30 relacions. Per una banda *Oplodontha viridula,,* amb 34 relacions establertes, amb 10 individus en les PAI01 i PAI02, per altra banda *Merodon* sp. 3, amb 5 individus en M02, PAI02 i PAI03.

En un segon grup, trobaríem com a pol·linitzadors secundaris, amb més de 20 relacions i menys de 30 relacions. Aquestes espècies serien: *Chrysotoxum intermedium, Dolichopus sp, Merodon sp. 4, Muscidae 1, Muscidae 2, Muscidae 3, Muscidae 4, Muscidae 6, Sphaerophoria sp.1, Tabanus sp.1.*

Finalment les espècies *Dilophus sp, Meorodon equestris, Merodon sp. 2, Muscidae 5 Myathropa florea, Scaeva dignota, Sphaerophoria sp.2, Tachinidae sp., Thyridanthrax sp. 1, Xilota* sp. 1, i *Zodion cinereum* són les espècies de dípters amb menys relacions establertes, només presenten entre 10 i 20 relacions.

El nombre d'espècies florides és de 55, així que el nombre màxim de relacions que es podrien establir amb un dípter és aquest. Així doncs es pot apreciar que només 7 espècies tenen més de 29 relacions, de manera que només el 25% de les espècies de dípters estableixen relacions amb més de la meitat de les espècies florides.

**Coleòpters**:

A continuació es mostra el gràfic (Figura 35) establert per a les espècies florides i els coleòpters mostrejats.

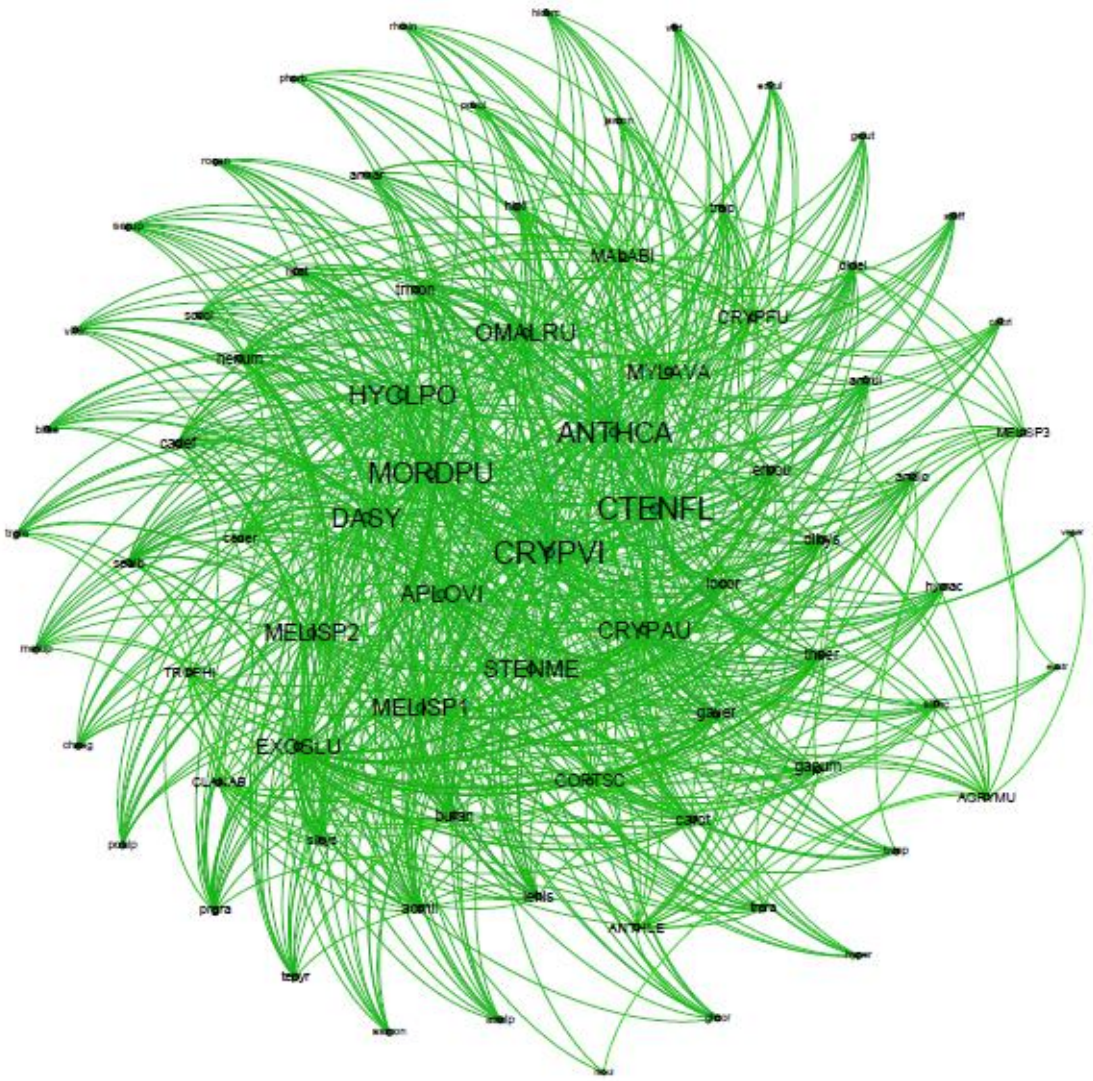



**Figura 35: Gràfic del grup dels coleòpters. Els codis de la coloració es troben detallats a la taula 2, els codis de les espècies de coleòpters (6 lletres i en majúscula) en la taula 11 i els codis de les plantes (5 lletres i en minúscula) en la taula 13 (Nota: Els gràfics es presenten de menys densitat a més densitat de nodes per a facilitar la seva interpretació al lector).**

A la taula 11 es presenta la relació d'espècies de coleòpters i el grau dels nodes corresponents.

**Taula 11: Grau del node de cada coleòpter del graf anterior.**

| Espècies de coleòpters | Codi Espècie | Grau del node | Espècies de coleòpters | Codi Espècie | Grau del node |
|---|---|---|---|---|---|
| *Agrypnus murinus* | AGRYMU | 15 | *Exosoma lusitanicum* | EXOSLU | 35 |
| *Anthaxia carmen* | ANTHCA | 48 | *Hycleus polymorphus* | HYCLPO | 45 |
| *Anthaxia lencinai* | ANTHLE | 18 | *Malachius bipustulatus* | MALABI | 26 |
| *Aplocnemus virens* | APLOVI | 39 | *Meligethes* sp. 1 | MELISP1 | 39 |
| *Clanoptilus abdominalis* | CLANAB | 17 | *Meligethes* sp. 2 | MELISP2 | 38 |
| *Coptocephala scopolina* | COPTSC | 25 | *Meligethes* sp. 3 | MELISP3 | 14 |
| *Cryptocephalus aureolus* | CRYPAU | 37 | *Mordellistena pumila* | MORDPU | 48 |
| *Cryptocephalus fulvus* | CRYPFU | 27 | *Mylabris variabilis* | MYLAVA | 33 |
| *Cryptocephalus violaceus* | CRYPVI | 52 | *Omaloplia ruricola* | OMALRU | 40 |
| *Cteniopus flavus* | CTENFL | 52 | *Stenurella melanura* | STENME | 39 |
| *Dasytes subaeneus* | DASYSU | 44 | *Tropinota hirta* | TROPHI | 17 |

Tal i com s'observa en la figura 35 i en la taula 11, hi ha diferents graus de dominància en les relacions absència/presència entre espècie de coleòpters i les espècies florides.

Es pot observar que hi han 4 espècies amb un grau superior a 50: *Cryptocephalus violaceus i Cteniopus flavus,* amb 52 relacions establertes, *Mordellistena pumila amb 48* relacions establertes i finalment, *Anthaxia carmen* amb 48. L'espècie *Cryptocephalus violaceus* la trobem en totes les parcel·les menys en el matollar de Llessui (M03), mentre que *Cteniopus flavus,* la trobem en totes les parcel·les de baixa intensitat i de abandonament, així com també en el PAI01. Per altra banda *Mordellistena pumila,* la trobem en totes les parcel·les de baixa intensitat, així com també en el PAI01, M01 i M02, i finalment, *Anthaxia carmen,* la trobem en PAI02, PBI01 i en les parcel·les en abandonament.

Les espècies amb un grau superior a 40 són 3: *Hycleus polymorphus, Omaloplia ruricola, Dasytes subaeneus.*

Els pol·linitzadors secundaris, que en aquest grup serien els pol·linitzadors que presenten nodes amb graus entre 20 i 40. D'aquestes cal destacar 3 espècies: *Cryptocephalus aureolus, Exosoma lusitanicum i Meligethes sp. 2.*

Finalment, com a pol·linitzadors marginals amb menys de 20 relacions, només hi ha 4 espècies.

El nombre d'espècies florides és de 55, així que el nombre màxim de relacions que es podrien establir amb un coleòpter és aquest. Així doncs es pot apreciar que 14 espècies tenen més de 29 relacions, de manera que el 63% de les espècies de coleòpters s'estableixen relacions amb més de la meitat de les espècies florides.

**Himenòpters**:

A continuació es mostra el gràfic (Figura 36) establert per a les espècies florides i els himenòpters mostrejats.

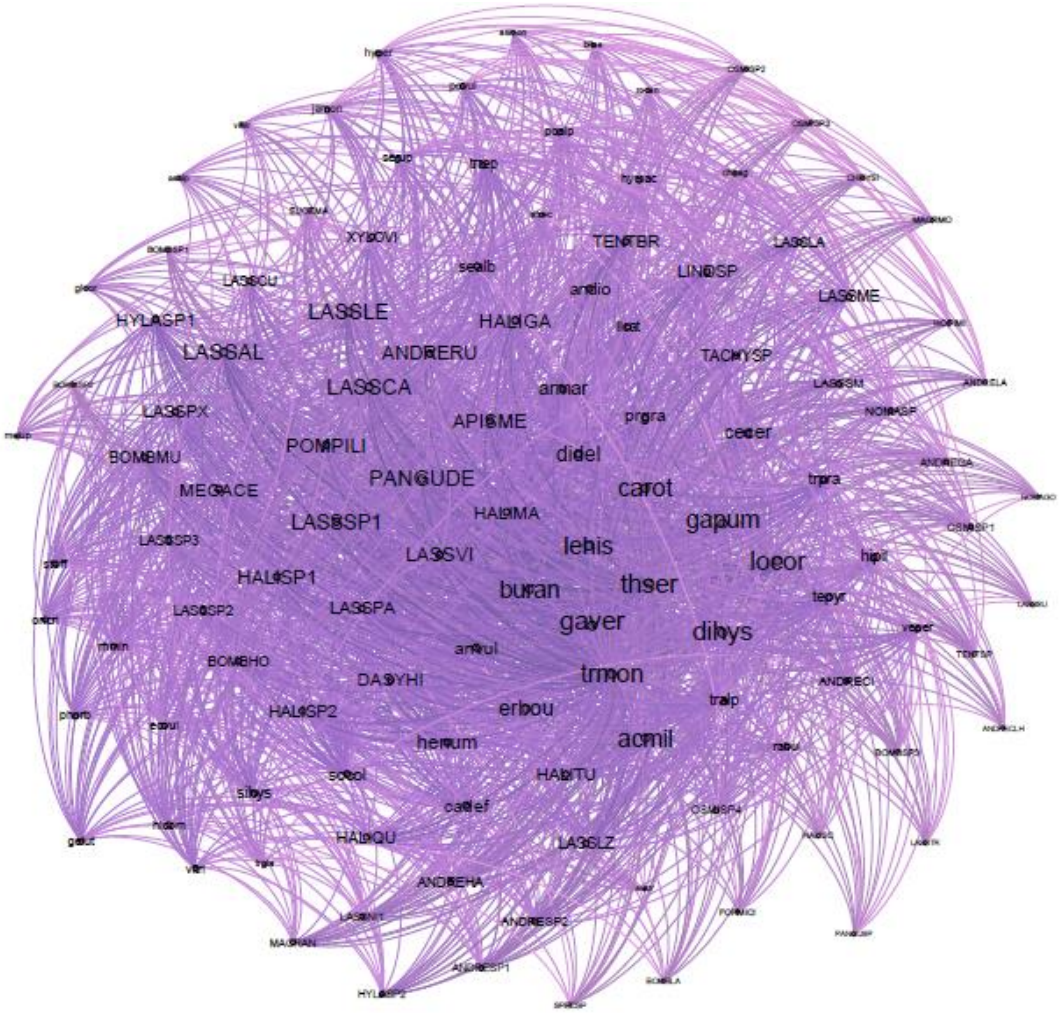



**Figura 36: Gràfic del grup dels himenòpters. Els codis de la coloració es troben detallats a la taula 2, els codis de les espècies dels himenòpters (6 lletres i en majúscula) en la taula 12 i els codis de les plantes (5 lletres i en minúscula) en la taula 13 (Nota: Els gràfics es presenten de menys densitat a més densitat de nodes per a facilitar la seva interpretació al lector).**

A la taula 12 es presenta la relació d'espècies de himenòpters i el grau dels nodes corresponents.

**Taula 12: Grau del node de cada himenòpter del graf anterior.**

| Espècies d'himenòpters | Codi Espècie | Grau del node | Espècies d'himenòpters | Codi Espècie | Grau del node |
|---|---|---|---|---|---|
| *Andrena chloradena sp.* | ANDRECH | 15 | *Lassioglossum laevigatum* | LASSLA | 34 |
| *Andrena cineraria* | ANDRECI | 30 | *Lassioglossum leucopus* | LASSLE | 54 |
| *Andrena gallica* | ANDREGA | 25 | *Lassioglossum no ident.1* | LASSNI1 | 26 |
| *Andrena hatorffiana* | ANDREHA | 33 | *Lassioglossum pauperatum* | LASSPA | 42 |
| *Andrena labialis* | ANDRELA | 21 | *Lassioglossum pauxillum* | LASSPX | 43 |
| *Andrena ruzifona* | ANDRERU | 50 | *Lassioglossum smeathmanellum* | LASSSM | 31 |
| *Andrena sp.1* | ANDRESP1 | 26 | *Lassioglossum leucozonium* | LASSLE | 39 |
| *Andrena sp.2* | ANDRESP2 | 31 | *Lassioglossum mediterraneum* | LASSME | 38 |
| *Apis mellifera* | APISME | 51 | *Lassioglossum sp.1* | LASSSP1 | 52 |
| *Bombus hortorum* | BOMBHO | 36 | *Lassioglossum sp.2* | LASSSP2 | 34 |
| *Bombus lapidarius* | BOMBLA | 17 | *Lassioglossum sp.3* | LASSSP3 | 33 |
| *Bombus mucidus* | BOMBMU | 41 | *Lassioglossum subhitum* | LASSSU | 15 |
| *Bombus sp.1* | BOMBSP1 | 18 | *Lassioglossum transitorium* | LASSTR | 15 |
| *Bombus sp.2* | BOMBSP2 | 17 | *Lassioglossum villosulum* | LASSVI | 50 |
| *Bombus sp.3* | BOMBSP3 | 20 | *Lindenius sp.* | LINDSP | 42 |
| *Chrysididae* | CHYRSI | 18 | *Macrophya annulipes* | MARCAN | 26 |
| *Dasypoda hirtipes* | DASYHI | 45 | *Macrophya montana* | MARCMO | 18 |
| *Eucera malvae* | EUCEMA | 20 | *Megalodontes cephalotes* | MEGACE | 47 |
| *Formicidae* | FORMIC | 19 | *Nomada goodeniana* | NOMAGO | 15 |
| *Halictus gavaricus* | HALIGA | 51 | *Nomada sp.* | NOMASP | 29 |
| *Halictus maculatus* | HALIMA | 46 | *Osmia sp.1* | OSMISP1 | 25 |
| *Halictus quadricinctus* | HALIQU | 41 | *Osmia sp.2* | OSMISP2 | 18 |
| *Halictus scabiosa* | HALISC | 18 | *Osmia sp.3* | OSMISP3 | 18 |
| *Halictus sp.1* | HALISP1 | 50 | *Osmia sp.4* | OSMISP4 | 28 |
| *Halictus sp.2 (Seladonia)* | HALISP2 | 43 | *Panurgus dentipes* | PANGUDE | 55 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| *Halictus tumulareum* | HALITU | 43 | *Panurgus sp.* | PANGUSP | 15 |
| *Hoplitis mitis* | HOPIMI | 21 | *Pompilidae* | POMPIL | 51 |
| *Hylaeus sp.1* | HYALSP1 | 45 | *Spechodes sp1.* | SPECSP | 17 |
| *Hylaeus sp.2* | HYALSP2 | 2 | *Tachysphex sp* | TACHSP | 41 |
| *Lassioglossum albipes* | LASSAL | 55 | *Tenthredo brevicornis* | TENTBR | 43 |
| *Lassioglossum calceatum* | LASSCA | 55 | *Tenthredo sp1.* | TENTSP | 20 |
| *Lassioglossum cupromicaus* | LASSCU | 34 | *Xylocopa violacea* | XYLOVI | 35 |

En el cas dels himenòpters, amb 3 espècies s'han pogut establir relacions amb totes les plantes, és el cas de *Lassioglossum albipes Lassioglossum calceatum* i *Panurgus dentipes*, que presenten un grau de 55, i per tant hi ha relacions absència-presència amb totes les plantes. Aquestes han estat les úniques espècies presents a totes les parcel·les durant el mostreig.

Per altra banda, hi ha *Lassioglossum leucopus,* que presenta 54 relacions, aconseguint relacions amb totes les plantes excepte *Antennaria dioca.* Aquesta espècie estava present a totes les parcel·les excepte a PAI02.

Altres espècies que es considerarien pol·linitzadors principals (50 relacions o més ) d'aquest grup, serien: *Halictus sp1. (51) Andrena rufizona (50), Halictus gavaricus (51) Lassioglossum villosulum (50), Apis mellifera (51) Lassioglossum sp.1 (52) i* els exepmlars de la família *Pompilinidae (51)* que s'han trobat (tots de la mateixa espècie).

Per altra banda, els pol·linitzadors marginals (amb 15 relacions) serien: *Andrena chlorandrena sp.*, *Lassioglossum subhirtum*, *Lassigolossum transitorium*, *Nomada goodeniana* i *Panurgus sp*. Les quals només es trobaven en una parcel·la: PAI03.

El nombre d'espècies florides és de 55, així que el nombre màxim de relacions que es podrien establir amb un himenòpter és aquest. Així doncs es pot apreciar que 37 espècies tenen més de 29 relacions, de manera que només en el 58% de les espècies d'himenòpters s'estableixen relacions amb més de la meitat de les espècies florides.

**Totes les espècies florides**:

A continuació es mostren a taula 13 amb el grau dels nodes de les espècies florides corresponents als gràfics dels insectes de cada grup de insectes pol·linitzadors i els gràfics (Figura 37) establert per a les espècies florides i els tots els insectes pol·linitzadors mostrejats.

**Taula 13: Grau del node de cada espècie florida en els grafs anteriors.**

| Espècies de plantes | Codi Espècie | Grau del node (lepidòpters) | Grau del node (dípters) | Grau del node (coleòpters) | Grau del node (himenòpters) |
|---|---|---|---|---|---|
| Achillea millefolium | acmil | 12 | 24 | 21 | 59 |
| Antennaria dioca | andio | 7 | 15 | 17 | 42 |
| Anthyllis vulneraria | anvul | 8 | 14 | 17 | 47 |
| Armeria maritima | armar | 6 | 14 | 15 | 48 |
| Aster alpinus | asalp | 2 | 2 | 11 | 19 |
| Astragalus monspessulanus | asmon | 2 | 4 | 10 | 21 |
| Biscutella laevigata | bilae | 2 | 4 | 10 | 21 |
| Bupleurum ranunculoides | buran | 13 | 23 | 20 | 59 |
| Campanula rotundifolia | carot | 12 | 26 | 21 | 62 |
| Carduus defloratus | cadef | 9 | 17 | 20 | 47 |
| Cerastium cerastoides | cecer | 8 | 20 | 17 | 49 |
| Chamaespartium sagittale | chsag | 4 | 5 | 10 | 22 |
| Dianthus hyssopifolius | dihys | 14 | 28 | 22 | 64 |
| Dianthus deltoides | didel | 8 | 21 | 16 | 53 |
| Echium vulgare | ecvul | 2 | 9 | 9 | 31 |
| Eryngium bourgatii | erbou | 12 | 21 | 20 | 54 |
| Euphrasia stricta | eustr | 1 | 9 | 4 | 16 |
| Galium pumilum | gapum | 12 | 26 | 20 | 61 |
| Galium verum | gaver | 14 | 28 | 22 | 64 |
| Gentiana lutea | gelut | 2 | 9 | 9 | 31 |
| Globularia cordifolia | glcor | 3 | 4 | 11 | 23 |
| Helianthemum nummularium | henum | 11 | 20 | 20 | 51 |
| Hieracium pilosella | hipil | 4 | 14 | 14 | 39 |
| Hipocreppis comosa | hicom | 2 | 9 | 9 | 31 |
| Hypericum maculatum | hymac | 6 | 9 | 13 | 31 |
| Hypericum perforatum | hyper | 4 | 4 | 8 | 27 |
| Jasione montana | jamon | 4 | 4 | 8 | 27 |
| Leontodon hispidus | lehis | 10 | 24 | 20 | 61 |
| Linum catharticum | licat | 6 | 9 | 13 | 34 |
| Lotus corniculatus | locor | 14 | 28 | 22 | 64 |
| Medicago lupulina | melup | 4 | 8 | 11 | 22 |
| Ononis cristata | oncri | 2 | 9 | 9 | 31 |
| Phyteuma orbiculare | phorb | 2 | 9 | 9 | 31 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Polygala alpina | poalp | 4 | 5 | 12 | 29 |
| Polygala vulgaris | povul | 4 | 4 | 8 | 27 |
| Prunella grandiflora | prgra | 9 | 15 | 17 | 45 |
| Ranunculus bulbosus | rabul | 1 | 12 | 3 | 30 |
| Rhinanthus minor | rhmin | 2 | 9 | 9 | 31 |
| Rosa canina | rocan | 2 | 4 | 10 | 21 |
| Scabiosa columbaria | sccol | 5 | 11 | 15 | 42 |
| Sedum album | sealb | 7 | 11 | 16 | 40 |
| Sedum rupestre | serup | 4 | 5 | 12 | 29 |
| Sideritis hyssopifolia | sihys | 6 | 14 | 16 | 38 |
| Stachys officinalis | stoff | 2 | 9 | 9 | 31 |
| Stachys recta | strec | 3 | 4 | 11 | 23 |
| Teucrium pyrenaicum | tepyr | 8 | 12 | 14 | 39 |
| Thymus serpyllum | thser | 14 | 28 | 22 | 64 |
| Trifolium alpinum | tralp | 6 | 8 | 15 | 38 |
| Trifolium montanum | trmon | 14 | 28 | 22 | 62 |
| Trifolium pratense | trpra | 6 | 17 | 13 | 40 |
| Trifolium repens | trrep | 5 | 12 | 11 | 34 |
| Trinia glauca | trgla | 4 | 8 | 11 | 22 |
| Veronica persica | veper | 1 | 12 | 3 | 30 |
| Vincetoxicum hirundinaria | vihir | 2 | 2 | 11 | 19 |
| Viola tricolor | vitri | 2 | 9 | 9 | 31 |

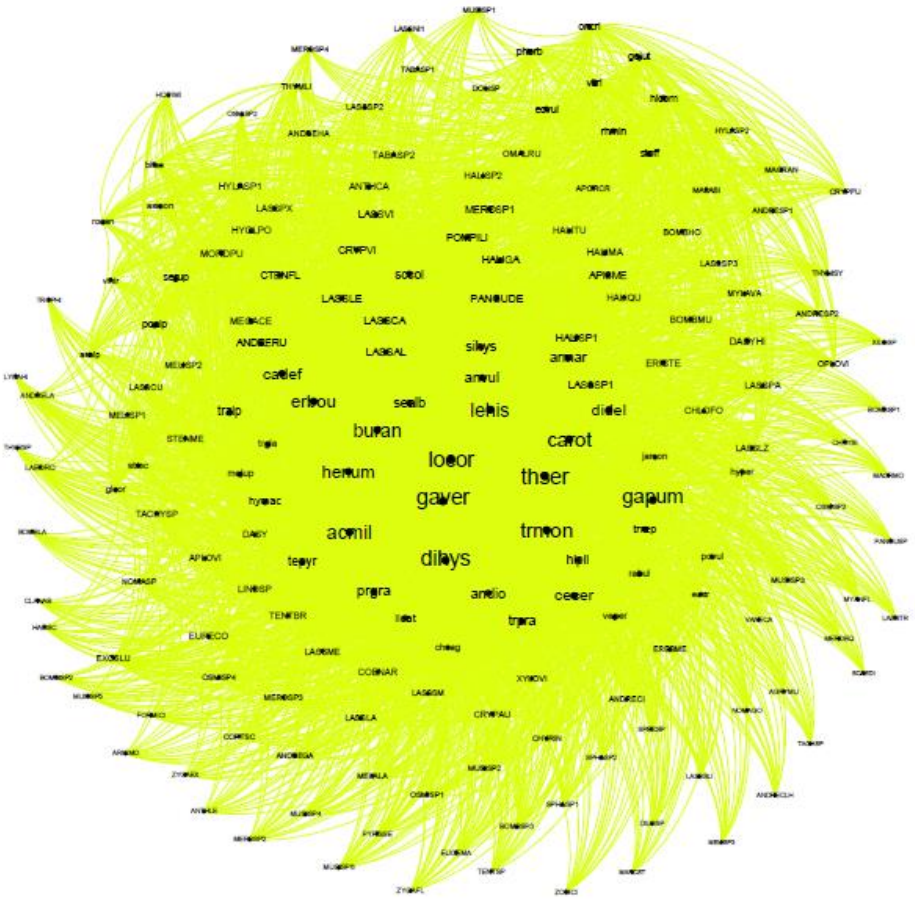


**Figura 37: Gràfic de tots els insectes pol·linitzadors. Els codis de la coloració es troben detallats a la taula 2, els codis de tots els insectes (6 lletres i en majúscula) es troben en les taules 9,10,11i 12. Mentre que, els codis de les plantes (5 lletres i en minúscula) en la taula 13 (Nota: Els gràfics es presenten de menys densitat a més densitat de nodes per a facilitar la seva interpretació al lector).**

De la taula 13 i la figura 37, es dedueix que les espècies de plantes que més relacions presenten, i per tant més interaccions amb els insectes pol·linitzadors tenen, són *Thymus serpyllum, Lotus corniculatus, Galium verum, Dianthus hyssopifolius, t*otes amb 128 relacions establertes amb les diferents especies de insectes *i Trifolium montanum,* amb 126 relacions. Les 3 primeres han establert relacions amb tots els insectes pol·linitzadors mostrejats, mentre que el *Trifolium montanum*, només n'hi han faltat 2.

Finalment, les espècies de plantes marginals, és a dir, aquelles que han establert menys de 40 relacions amb els 128 pol·linitzadors són: *Euphrasia stricta (30), Aster alpinus (34), Vincetozicum hirundinaria (34), Astragalus monspessulanus (37), Biscutella laevigata (37) i Rosa canina (37).* Espècies les quals només es trobaven en una parcel·la en cada cas.

## 6. Discussió

L'estudi realitzat a les pastures d'alta muntanya, en els territoris comunals de Sort (Llessui, Llarvén, Saurí) pretenia comprovar com la gestió basada en la ramaderia extensiva millora la diversitat i la riquesa d'espècies vegetals i d'insectes pol·linitzadors, i de com un progressiu abandonament de les pastures pot influenciar-hi negativament. Aquesta hipòtesis es basa en els resultats d'un metanàlisis, realitzat el 2014, sobre els efectes de l'abandonament en la biodiversitat de diferents ecosistemes a Europa (Plieninger et al. 2014). Aquest metanàlisis havia conclòs que la riquesa i abundància de diferents grups taxonòmics (artròpodes, ocells, líquens i plantes vasculars) disminuïa en les pastures degut a l'abandonament, i mostrava quins grups estan més afectats pels canvis d'us del sol.

Aquesta hipòtesis no s'ha pogut comprovar ni amb els inventaris florístics ni amb l'estudi de les comunitats d'insectes pol·linitzadors ja que no hi havia diferències suficientment significatives entre tractaments, degut a la variabilitat interna d'aquests. Per altra banda, però si que s'observen les tendències que marca la hipòtesis quan s'analitzen les composicions entre els diferents tractaments.

En els resultats obtinguts a partir dels inventaris florístics a través del mostreig de quadrants no hi ha diferències significatives entre els diversos tractaments en cap dels índexs de diversitat calculats (Shannon, Simpsom i Margalef), contràriament el que s'esperava. Això pot ser degut a causa de les variabilitats internes de les pròpies pastures o bé a causa de la forta sequera durant l'any del mostreig.

Respecte a la riquesa d'espècies vegetals estudiades en aquest treball es pot observar que es compleix la teoria de la pertorbació intermèdia (Connell ,1978) . Aquesta explica que quan s'aplica una pertorbació en un ecosistema, en el nostre cas el brostejat de la vegetació per part dels herbívors, aquesta influeix en les comunitats i poblacions de l'ecosistema en qüestió. La pertorbació, però només influeix negativament en els casos extrems, per una banda l'alta intestificació de bestiar, i per l'altra l'abandonament de les pastures; mentre que l'ecosistema assoleix una diversitat màxima d'espècies quan la pertorbació no l'afecta suficientment, en el nostre cas les pastures de baixa intensitat.

Aquesta diversitat màxima serà deguda a que els caps de bestiar hauran fet disminuir les poblacions de les espècies més competitives i per tant, augmentaran les menys competitives. Si el grau intermedi de la pertorbació se sobrepassa, aquesta serà massa forta i no serà

tolerada per les espècies més competitives ni per les menys competitives, i en conseqüència disminuirà la biodiversitat (Connell,1978).

Per aquest motiu s'intueix què la diversitat és un factor molt important en l'anàlisi de les comunitats dels prats alpins i subalpins, i un reflex de les pertorbacions que són capaces de suportar (Ferrer et al., 2001). Per tant, seria necessari allargar la continuïtat, repetint el mostreig durant els pròxims anys per així tenir una evolució temporal, i augmentar el nombre de rèpliques, per així tenir una millor distribució i representativitat de la zona.

La problemàtica en l'abandonament de les pastures, succeeix quan els prats deixen de ser pasturats pel bestiar, i s'hi comencen a desenvolupar plantes llenyoses i arbustives com és el ginebró (Juniperus communis). En els comunals estudiats , el ginebró té un recobriment de més del 90% en aquelles pastures que fa més de 20 anys que no hi pasturen els ramats, ni d'ovelles ni de vaques.

En les pastures d'alta intensitat, s'observa que la composició està determinada per espècies anemòfiles, és a dir espècies que la seva pol·linització ve donada pel vent, com serien les espècies: Festuca nigrescens, Carex caryophyllea i Agrostis capillaris. Finalment, pel que fa les pastures de baixa intensitat s'hi observa un predomini de Festuca ovina, Euphorbia cyparissias, espècies de famílies diferents ( gramínies i euforbiàcies) , i amb pol·linitzacions diferents, anemòfila i entomòfila , respectivament. Així doncs, les pastures de baixa intensitat presentaven composicions molt diferents a les de alta intensitat, si bé aquestes diferències no s'apreciaven en els índexs de diversitat, ja que el nombre total d'espècies no variava significativament.

Aquests resultats són similars als d'altres estudis, com el de Peco et al, 2006, on s'observa aquest mateix comportament en les pastures, no hi han canvis significatius en la riquesa i la diversitat, però si en la composició d'aquestes pastures.

Respecte a les pastures d'alta intensitat, la variabilitat climàtica i en particular les condicions de forta sequera de l'any de mostreig , poden afectar les pastures d'alta muntanya si no s'actua amb mesures adaptatives. Diferents estudis en ambients d'alta muntanya han demostrat que la gestió del bestiar en les pastures subalpines i alpines s'hauria d'adaptar a aquestes condicions d'intenses sequeres que s'esperen de cara al futur, amb una disminució de la pressió dels animals ( el nombre de caps de bestiar i temps de romanament en les pastures), i l'increment de les àrees de pastura i amb la introducció de noves àrees o un millor ús dels recursos existents (Nettier et al. 2011).

Finalment hem observat que les diferències observades en els índexs de diversitat entre els tractaments, no es veuen reflectides en la heterogeneïtat de la composició entre comunitats. Efectivament, els valors de la beta diversitat són molt similars en tots els tractaments i per tant cada tractament presenta el mateix grau d'homogeneïtat. Comparant i analitzant les diferències entre tractaments si que s'aprecien variacions en les espècies dominants en cada tractament, essent majoritàries les gramínies en les pastures d'alta intensitat i baixa intensitat i el ginebró de la família de les cupressàcies i d'altres espècies de diferents famílies en les parcel·les sense gestió , en abandonament, com serien els matollars.

Analitzant paral·lelament l'estat de floració de les pastures s'observa que en les d'alta intensitat hi ha una floració major que en els altres dos tractaments sobretot per la presència dominant d'espècies entomòfiles (espècies pol·linitzades per insectes) com són Galium verum, de la família rubiàcies, o Sideritis hyssopifolia i Thymus serpyllum, de la família labiades.

Pel que fa als insectes pol·linitzadors s'observa un predomini dels himenòpters en les pastures d'alta intensitat, mentre que els coleòpters dominen a les pastures de baixa intensitat i els matollars. D'aquestes dades es pot deduir que les poblacions de coleòpters pol·linitzadors són desplaçades d'aquestes pastures per coleòpters copròfags, relacionats amb la intensificació ramadera.

Per altra banda, el nombre d'individus i d'espècies d'himenòpters atrapats en aquest mostreig és molt superior al de la resta de grups de pol·linitzadors. Això demostra que el tipus de mostreig que s'ha fet, amb les trampes cromàtiques, és més idoni per aquest grup de pol·linitzadors (Vega et al., 1990, Tuell et al., 2009, Nuttman et al., 2011).

La majoria dels gèneres d'himenòpters atrapats pertanyen a gèneres d'espècies d'abelles solitàries (Lassioglossum, Osmia, Andrena, Halictus o Xylocopa), tot i que també hi ha presència d'abelles socials (Bombus o Apis). Cal remarcar que hi havia caixes nius en comunals limítrofs als comunals de la zones de mostreig, fet que podría explicar la presència d'espècies d'abelles socials (Apis mellifera). La majoria d'abelles solitàries han estat trobades en pastures d'alta intensificació, augmentant la riquesa d'aquestes.

A diferència del cas de les comunitats vegetals si que s'observa una disminució de la riquesa i de la diversitat d'espècies d'insectes pol·linitzadors quan es produeix un augment de l'abandonament de les pastures, fent ressaltar la importància de la gestió ramadera a través del maneig tradicional.

Analitzant les diferents components de la diversitat en les comunitats d'insectes pol·linitzadors dins de les pastures d'un mateix tractament s'observa que les pastures en abandonament presenten una major homogeneïtat, i les d'alta intensitat un major heterogeneïtat. Aquests resultats mostren que quan hi ha més diversitat de bestiar que hi pastura i amb un maneig controlat dels ramats augmenten la diversitat dels insectes pol·linitzadors de les pastures. Si bé no passa el mateix en les comunitats vegetals si que es poden observar aquests resultats en les espècies de les comunitats d'insectes pol·linitzadors (Santamaría, 2016).

Finalment, amb els gràfics de relació plantes-insectes s'observa que hi ha molt poques espècies en els quatre grups d'insectes pol·linitzadors que hagin aconseguit establir relacions amb més del 50% de les plantes florides, fet que demostra que són insectes amb molta especificitat en la pol·linització (Santamaría, 2016).

# 7. Conclusions

Aquest estudi realitzat en els comunals del terme municipal de Sort, permet concloure que s'ha d'aprofundir en l'estudi, per tal de poder demostrar que l'abandonament en la gestió de les pastures d'alta muntanya per maneig tradicional, afecta negativament en les comunitats d'insectes pol·linitzadors i en les comunitats de plantes de prats de pastura.

Per una banda, la composició de prats de pastura no es veu afectada pel maneig de les pastures, però si que es pot intuir una tendència pel que fa a la intensificació ramadera que provoca una disminució de riquesa i biodiversitat. Així mateix, sembla que els matollars (= zones amb abandonament de més de 20 anys) mostrin valors de diversitat més baixos que zones amb baixa intensitat de pastura i també en algunes parcel·les de pastures d'alta intensitat. No obstant, la variabilitat de les dades no permet una conclusió clara.

Per altra banda, les comunitats d'insectes pol·linitzadors varien amb la intensificació, ja que a més intensificació hi ha un predomini més gran del grup dels himenòpters respecte els altres. Mentre que, quan hi ha una abandonament de la pastura s'observa que el grup predominant és el dels coleòpters. Un altre efecte que s'evidencia amb les dades és la disminució de la riquesa d'espècies en funció del grau d'abandonament, per tant es demostra la necessitat del maneig tradicional de les muntanyes. No obstant, tampoc en el cas dels insectes pol·linitzadors es pot arribar a una conclusió definitiva, degut a la extrema variabilitat de dades entre parcel·les.

Respecte les interaccions planta-pol·linitzador, s'ha observat que tot hi haver-hi un major nombre d'individus del grup dels himenòpters que de coleòpters, aquests presenten menys espècies capaces de establir relacions amb més de la meitat de les espècies florides. És a dir, s'aprecia que els insectes pol·linitzadors del grup dels himenòpters són més específics alhora d'interaccionar amb espècies florides, mentre que els coleòpters són espècies més generalistes, capaces d'establir més interaccions amb més plantes florides. Per altra banda, degut a la poca presència de dípters i lepidòpters atrapats, s'han pogut establir poques relacions amb aquests grups, però s'ha demostrat que només una quarta part de les espècies d'aquests grups són capaces de interaccionar amb més de la meitat de les espècies florides, mostrant un altre cop l'especificitat d'aquests grups de pol·linitzadors. Així doncs, es pot concloure, que les relacions planta-pol·linitzador en ecosistemes d'alta muntanya són molt específiques, degut a les condicions ambientals d'aquests ecosistemes, que ha provocat que les relacions s'hagin anat estrenyent i fent més específiques al llarg de les seves evolucions.

L’estudi suggereix algunes línies de investigació futures. Per una banda, les condicions climàtiques de l’any de mostreig poden haver alterat els resultats. Efectivament en condicions d’extrema sequera, les pastures d’alta intensitat poden haver-se trobat en un estat de superior d’estrès. Això suggereix que les dades recollides podrien haver estat afectades per la intensa sequera experimentada i que s’haurien de repetir els experiments en condicions climàtiques diferents o durant diversos anys seguits per poder monitoritzar com influencia també la variabilitat climàtica. D’altra banda, després d’haver identificat les principals espècies florístiques i d’insectes pol·linitzadors, ubicades en comunitats de pastures d’alta muntanya en una zona amb diferent grau d’intensificació en la gestió, es suggereix ampliar i repetir el mostreig en altres zones de comunals d’alta muntanya per poder enriquir les bases de dades descriptives d’aquests ecosistemes i dels canvis que estan experimentant.

A més a més, a l’haver estudiat com es relacionen els insectes pol·linitzadors i flors, pot servir de cara a futures investigacions, suggerint poder reconstruir amb un protocol més precís aquesta relació planta-pol·linitzador i veure si aquestes relacions poden estar afectades per canvis ambientals (és a dir canvis en l’ús del sòl i en el clima) i de quina manera.

## 8. Bibliografia


Barrachina, M., Coll, F., Cunill, R., Molina, D., & Soriano, J. M. (2008). Dels raiers al ràfting i dels pastors als senderistes: anàlisi de la percepció visual i les cobertes del sòl al parc natural de l'alt pirineu. *Treballs de la Societat Catalana de Geografia*. Recuperat de http://mediambient.gencat.cat/cat/el_departament/cartografia

Beltran, O., & Vaccaro, I. (2014). 25_Parcs als comunals. La patrimonialització de la muntanya al Pallars Sobirà. In *researchgate.net*. https://www.researchgate.net/publication/283258301

Bartomeus, I., & Bosch, J. (2018). Pérdida de polinizadores: evidencias, causas y consecuencias. *Revistaecosistemas.Net*. https://doi.org/10.7818/ECOS.1542

*Base municipal. Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya*. (n.d.). Recuperat de https://www.icgc.cat/Administracio-i-empresa/Descarregues/Capes-de-geoinformacio/Base-municipal

*BiolFlor Recherchesystem*. (n.d.). Recuperat de: https://www.ufz.de/biolflor/overview/gattung.jsp

Bolòs, O. De. (1990). *Flora manual dels països Catalans*.

Bujalance, E., Bujalance, J., Costa, A., & Martínez, E. (1997). *Problemas de matemática discreta*. Recuperat de: http://quegrande.org/apuntes/ETIS/1/MD1/teoria/07-08/libro_de_problemas_bujalance_y_sanz-torres.pdf

*El proceso de desertización demográfica de la montaña pirenaica en el largo plazo: Aragón - Dialnet*. (n.d.). Recuperat de https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=636205

*Exploring the interactions between resource availability... - Google Acadèmic*. (n.d.). Recuperat de https://scholar.google.com/scholar?hl=ca&as_sdt=0%2C5&q=Exploring+the+interactions+between+resource+availability+and+the+utilisation+of+seminatural+habitats+by+insect+pollinators+in+an+intensive+agricultural+landscape.&btnG=

*Fauna. Parcs naturals. Generalitat de Catalunya*. (n.d.). Recuperat de: http://parcsnaturals.gencat.cat/ca/alt-pirineu/coneixeu-nos/patrimoni-natural-cultural/fauna/index.html

Fillat, F. (2003). *Gestión semiextensiva de prados y pastos europeos ricos en especies. Caso particular de los Pirineos españoles.* https://digital.csic.es/bitstream/10261/59381/1/Fillat_Pastos_2003.pdf

*Flora i vegetació. Parcs naturals. Generalitat de Catalunya*. (n.d.). Recuperat de : http://parcsnaturals.gencat.cat/ca/alt-pirineu/coneixeu-nos/patrimoni-natural-cultural/flora-vegetacio/

Fox, J., version, M. B.-V.-R. package, & 2017, undefined. (n.d.). *Rcmdr: R commander*.

Fruchterman, T. M. J., & Reingold, E. M. (1991). Graph drawing by force-directed placement. *Software: Practice and Experience*, *21*(11), 1129–1164. https://doi.org/10.1002/spe.4380211102

*Grup de recerca geobotànica i cartografia de la vegetació*. (n.d.). Recuperat de: http://www.ub.edu/geoveg/cat/cartovegetacio.php

Hammer, D. A. T., Ryan, P. D., Hammer, Ø., & Harper, D. A. T. (2001). Past: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. In *Palaeontologia Electronica* (Vol. 4, Issue 1). Recuperat de: http://palaeo-electronica.orghttp//palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm.

Hass, A. L., Kormann, U. G., Tscharntke, T., Clough, Y., Baillod, A. B., Sirami, C., Fahrig, L., Martin, J.-L., Baudry, J., Bertrand, C., Bosch, J., Brotons, L., Burel, F., Georges, R., Giralt, D., Marcos-García, M. Á., Ricarte, A., Siriwardena, G., & Batáry, P. (2018). Landscape configurational heterogeneity by small-scale agriculture, not crop diversity, maintains pollinators and plant reproduction in western Europe. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, *285*(1872), 20172242. https://doi.org/10.1098/rspb.2017.2242

Herrando, S., Anton, M., Brotons, L., & Guinart, D. (2016). La pérdida de biodiversidad por abandono rural en el LTER Montseny cuantificada a partir del monitoreo de aves. *Revistaecosistemas.Net*. https://doi.org/10.7818/ECOS.2016.25-1.07

*Idescat. Anuari estadístic de Catalunya. Caps de bestiar. Per espècies. Comarques i Aran, àmbits i províncies. 2009*. (n.d.). Recuperat de: https://www.idescat.cat/pub/?id=aec&n=449&t=2009

*Idescat. Anuari estadístic de Catalunya. Explotacions ramaderes. Per espècies. Comarques i Aran, àmbits i províncies. 2019*. (n.d.). Recuperat de: https://www.idescat.cat/pub/?id=aec&n=454&t=2019

*Idescat. Anuari estadístic de Catalunya. Població ocupada. Sector agrari. Comarques i Aran, àmbits i províncies*. (n.d.). Recuperat de: https://www.idescat.cat/pub/?id=aec&n=433

*Idescat. Indicadors anuals. Població ocupada. Per sectors d'activitat i sexe.* (n.d.). Recuperat de: https://www.idescat.cat/indicadors/?id=anuals&n=10387

*Instituto Nacional de Estadística*. (n.d.). Recuperat de: https://www.ine.es/buscar/searchResults.do?searchString=SORT&Menu_botonBuscador=&searchType=DEF_SEARCH&startat=0&L=0

*Invertebrats . Parcs naturals. Generalitat de Catalunya*. (n.d.). Recuperat de: http://parcsnaturals.gencat.cat/ca/alt-pirineu/coneixeu-nos/patrimoni-natural-cultural/fauna/principals_grups_faunistics/invertebrats/

Javier Ortiz Sánchez, F., Óscar Aguado Martín, L., & Ornosa Gallego, C. (2018). Diversidad de abejas en España, tendencia de las poblaciones y medidas para su conservación (Hymenoptera, Apoidea, Anthophila). *Revistaecosistemas.Net*. https://doi.org/10.7818/ECOS.1315

Klein, A. M., Vaissière, B. E., Cane, J. H., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S. A., Kremen, C., & Tscharntke, T. (2007). Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. In *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* (Vol. 274, Issue 1608, pp. 303–313). Royal Society. https://doi.org/10.1098/rspb.2006.3721

Knowledge, C. L.-N. E., & 2012, undefined. (n.d.). *Mighty Mutualisms: The nature of plant-pollinator interactions*.

*L'alta muntanya catalana : flora i vegetació - J. Vigo - Google Llibres*. (n.d.). Recuperat de: https://books.google.es/books?hl=ca&lr=&id=0_iTL_N72KoC&oi=fnd&pg=PA7&dq=vigo+2008&ots=wzYraBnctW&sig=7dHfKa9pZgoZQd9I3X04ezwbW-Q&redir_esc=y#v=onepage&q=vigo 2008&f=false

Landry, C., Rathcke, B., Kass, L., Elliott, N., … R. B. the N. H. of the, & 2005, undefined. (n.d.). *Flower visitors to white mangrove: a comparison between three Bahamian islands and Florida*.

*Mamífers. Parcs naturals. Generalitat de Catalunya*. (n.d.). Recuperat de: http://parcsnaturals.gencat.cat/ca/alt-pirineu/coneixeu-nos/patrimoni-natural-cultural/fauna/principals_grups_faunistics/mamifers/

*Mapa geològic comarcal 1:50.000. Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya*. (n.d.). Recuperat de: https://www.icgc.cat/Administracio-i-empresa/Descarregues/Cartografia-geologica-i-geotematica/Cartografia-geologica/Mapa-geologic-comarcal-1-50.000

Martín, L. A., & Sandoval, E. V. (2015). *Guía de campo de los polinizadores de España*. https://books.google.com/books?hl=ca&lr=&id=6UexCQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR15&dq=guia+de+los+polinizadores+de+españa&ots=tqh_rqcYTH&sig=nTsCHG_YxBOStiuGNt2QH5ry5vk

Meyer, S. T., Leidinger, J. L. G., Gossner, M. M., & Weisser, W. W. (n.d.). *Handbook of field protocols for using REFA methods to approximate ecosystem functions*. https://doi.org/10.14459/2017md1400892

Mitchell, R., Irwin, R., botany, R. F.-A. of, & 2009, undefined. (n.d.). Ecology and evolution of plant–pollinator interactions. *Academic.Oup.Com*. Recuperat de: https://academic.oup.com/aob/article-abstract/103/9/1355/147233

*Nettier et al. Managing the summer alpine pastures in a context of recurrent droughts*. (n.d.). Recuperat de: https://www.researchgate.net/publication/280753692_Managing_the_summer_alpine_pastures_in_a_context_of_recurrent_droughts

Nuttman, C. V., Otieno, M., Kwapong, P. K., Combey, R., Willmer, P., & Potts, S. G. (2011). The Utility of Aerial Pan-Trapping for Assessing Insect Pollinators Across Vertical Strata. *Journal of the Kansas Entomological Society*, *84*(4), 260–270. https://doi.org/10.2317/JKES110319.1

Observatori del Treball i Model Productiu. (n.d.). *Comarques catalanes: indicadors bàsics de producció, ocupació i atur Sectors VAB pb % VAB pb*.

*Ocells. Parcs naturals. Generalitat de Catalunya*. (n.d.). Recuperat de : http://parcsnaturals.gencat.cat/ca/alt-pirineu/coneixeu-nos/patrimoni-natural-cultural/fauna/principals_grups_faunistics/ocells/

Peco, B., Sánchez, A. M., & Azcárate, F. M. (2006). Abandonment in grazing systems: Consequences for vegetation and soil. *Elsevier*. https://doi.org/10.1016/j.agee.2005.09.017

*Peixos, amfibis i rèptils . Parcs naturals. Generalitat de Catalunya*. (n.d.). Recuperat de: http://parcsnaturals.gencat.cat/ca/alt-pirineu/coneixeu-nos/patrimoni-natural-cultural/fauna/principals_grups_faunistics/peixos_amfibis_reptils/

Plieninger, T., Hui, C., Gaertner, M., & Huntsinger, L. (2014). The impact of land abandonment on species richness and abundance in the Mediterranean Basin: A meta-analysis. *PLoS ONE*, *9*(5). https://doi.org/10.1371/journal.pone.0098355

*Què són els serveis ecosistèmics? | CREAF*. (n.d.). Recuperat de : http://blog.creaf.cat/coneixement/que-son-els-serveis-ecosistemics/

Ramón Obeso, J., & Manuel Herrera, J. (2018). A E E T ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE ECOLOGÍA TERRESTRE. *Revistaecosistemas.Net*. https://doi.org/10.7818/ECOS.1371

*Recerca en acció*. (n.d.). Recuperat de: http://www.recercaenaccio.cat/basic/missatge-8-lextraordinaria-flora-del-pirineu/

Reguant, F. (n.d.). *Evolució de la població rural catalana i opcions de futur.* Recuperat de: http://congres-masia-territori.espais.iec.cat/files/2015/08/3.1.4-Evolució-de-la-població-rural.pdf

Sabarís, L. S. (2004). *El Pirineu. El medi i l'home*.

Santamaría, S. (2016). *Interacciones planta-polinizador en alta montaña*. https://dialnet.unirioja.es/servlet/dctes?codigo=113731

*Sèries climàtiques històriques - Servei Meteorològic de Catalunya | Meteocat*. (n.d.). Recuperat de: https://www.meteo.cat/wpweb/climatologia/serveis-i-dades-climatiques/series-climatiques-historiques/

Smith, R., Smith, T., & Román, E. (2007). *Ecología*. http://biblioteca.uazuay.edu.ec/opac_css/index.php?lvl=notice_display&id=60651

*Treball i Model Productiu Comarques catalanes: indicadors bàsics de producció, ocupació i atur Edició 2020*. (n.d.).

Tuell, J. K., & Isaacs, R. (2009). *Elevated pan traps to monitor bees in flowering crop canopies*. https://doi.org/10.1111/j.1570-7458.2009.00826.x

Vázquez, D., Blüthgen, N., … L. C.-A. of, & 2009, undefined. (n.d.). Uniting pattern and process in plant–animal mutualistic networks: a review. *Academic.Oup.Com*. Recuperat de: https://academic.oup.com/aob/article-abstract/103/9/1445/146155

Vega, F. E., Barbosa, P., Panduro, A. P., & Panduro, A. P. (1990). An Adjustable Water-Pan Trap for Simultaneous Sampling of Insects at Different Heights. *The Florida Entomologist*, *73*(4), 656. https://doi.org/10.2307/3495280

Zhang, Q., Hou, X., Li, F. Y., Niu, J., Zhou, Y., Ding, Y., Zhao, L., Li, X., Wenjing, M., & Kang, S. (2014). Alpha, beta and gamma diversity differ in response to precipitation in the Inner Mongolia Grassland. *PLoS ONE*, *9*(3). https://doi.org/10.1371/journal.pone.0093518

# Annex A: Protocol i resultats de les entrevistes

Es varen realitzar entrevistes a la població local durant els dies 15, 16 i 17 d'abril de 2019 per tenir un coneixement més exhaustiu de la zona i del maneig del ramats i de les pastures dels comunals, i poder fer una selecció acurada de les parcel·les. A partir de la informació recollida en les entrevistes es varen el·laborar els mapes de la zona.

## A.1 Patró de les entrevistes

**Preguntes per les entrevistes preliminars (15-16-17 d'abril de 2019)**

*Presentació investigadors*

*Presentació objectiu*

- Nom /casa
- Poble
- Origen
- Nombre d'animals i raça de l'explotació

| Animal/tipus | Nº | Raça | Moviment a primavera/tardor | Moviment a primavera/tardor |
|---|---|---|---|---|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

- Teniu terres comunals? a quines altituds es troben?
- Si en teniu a diferents altituds com les anomeneu o classifiqueu?
- Com es gestionen?
    - Gestió compartida (es mouen entre tots, es gestionen amb un únic ramat, es fan rotacions d'animals….). Explicar temps i espai de gestió comuna
    - Nomes cadascú té una zona i no es barregen. Explicar temps i espai de gestió individual/comuna
    - Altres casos (Explicar temps i espai de gestió)

- Com es el calendari de moviments dels animals (els seus i els de tothom en el comunal)?
    - PRIMAVERA I TARDOR (PASTURES NATURALS a prop de les bordes): nom dels llocs i visualitzar en el mapa.
    - ESTIU (pastures naturals de muntanya): com es mouen els animals?
    - HIVERN

Especificar si es mouen diferentment els animals:

- Passen en les diferents zones, diferents animals en diferents moments? Si és que sí, omplir la taula d'aquestes zones i em pots comentar les característiques? Altitud, exposició, tipus de sol

| Zona | Nº animals | Quan | Característiques de la zona |
|---|---|---|---|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

- Com definiria les pastures de la seva muntanya?
    - Bones
    - Regulars
    - Dolentes

I per què? (grau embrutiment; pèrdua de pastures/especies, canvis de vegetació, …) Quins criteris faries servir per dir que una muntanya està en bon o mal estat?

- Podríem dir que una pastura en bon estat es una pastura amb una certa continuïtat?
- Quines especies trobem en una muntanya embrutada?

- Ens fixem en altres característiques per dir si una pastura o una zona és bona? (sols, pol·linitzadors….)?

Podríem dir que les pastures d'una mateixa muntanya podrien estar en diferents condicions? En el cas d'aquesta muntanya, on estan força bé, regulars o en mal estat? Perquè?

- En aquesta muntanya, podríem trobar espais
    - on està molt emboscat (més d'un 75%)?
    - on està entre un 25 i 50% emboscat?
    - On hi ha una pastura més homogènia i menys emmatada (menys d'un 10% de recobriment arbustiu)
- Quines parts d'aquesta muntanya son les millors en terme de pastures (quantitat i qualitat) i perquè (exemple les zones rocoses en qualitat? zones planes en quantitat?)

El clima influencia les pastures en quantitat i qualitat? Com influeix?

- En la seva opinió, el clima Ha afavorit la pujada dels arbres i queda menys espai per pastures?

Quins son els factors que han influenciat mes la pèrdua de pastures bones de les muntanyes?

- No anar a determinades zones amb els animals (per orografia, llunyania, falta de mà d'obra….)
- Tenir menys ramat
- Anar a determinades zones nomes amb un tipus de ramat (canvis en animals)
- Ús del foc per controlar els arbustos
- Disponibilitat d'aigua
- Qualitat de les pastures
- Clima
- Polítiques de conservació (com es l'efecte?)
- Major càrrega animal amb animals salvatges (quines?)
- Abandonament per polítiques europees d'àrees amb certes característiques (roques….)
- Abandonament de zones per reagrupament de ramat
- Altres factors...

- Podríem posar un ordre d'importància d'aquests factors? (de 1 a 10 on 1 es poc important, 10 molt important)
- En el procés d'abandonament, quines parts de la muntanya s'han abandonat primer? Per què?
- Quins efectes tindria el reagrupament del ramat? Podria ser positiu perquè millora la muntanya? Podria ser negatiu per altres muntanyes?
- Com veus el futur d'aquestes pastures d'alta muntanya?
- Com veus el futur del maneig comunal?
- Ens estem oblidant algun tema important que ens vols comentar?

## A.2 Resultats de les entrevistes

## Comunal de Llessui

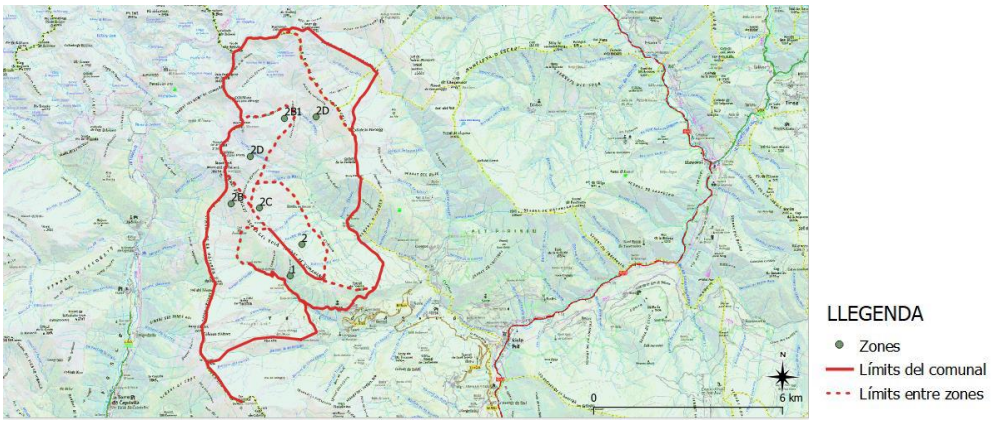



**Figura A 1: Mapa topogràfic del comunal de Llessui**

| Zona | Nº animals | Període d'estada dels animals ? | Característiques de la zona |
|---|---|---|---|
| 1 | 1900 OVELLES XISQUETES I UNES POQUES CABRES | 1 JUNY /1 DESEMBRE (NO HI SON; ES GUARDEN PELS ANIMALS DEL POBLE PER L'HIVERN) | SOLANA |
| 2 | | PRIMAVERA /TARDOR | COMENCEN DESDE LA CABANA MADIRI 1 JULIOL EN EL PLETIU |
| 2B | 1700 VAQUES | 1 JULIOL-1 AGOST | DES DE L'ESTACIÓ D'ESQUÍ AL MONTSENT |
| 2B1 | | DESPRÉS DE 1 AGOST- 4 OCTUBRE | BANY DE LA FONT GROSSA |
| 2C | 2000 OVELLES | 1 JULIOL-1 AGOST | BAIXANT A DORMIR A LA CABANA DE MADIRI |
| 2 D | 4500 OVELLES | 1 AGOST-FINS FINAL SETEMBRE | |
| 2E | EQÜES 400-500 | 1 AGOST-FINS FINAL SETEMBRE | ESTANY MAINERA |

## Comunal de Llarvén

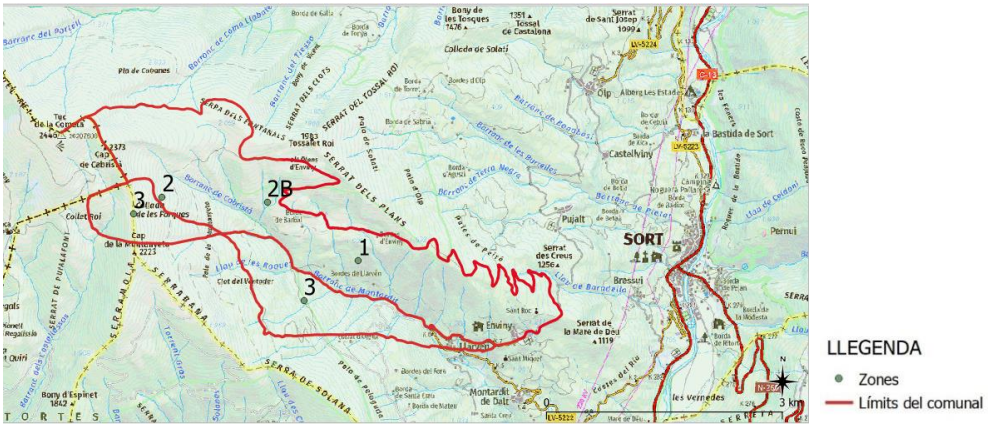



**Figura A 2: Mapa topogràfic del comunal de Llarvén (1:40.000)**

| Zona | Nº animals | Període d'estada dels animals ? | Característiques de la zona |
|---|---|---|---|
| 1 | 1000 OVELLES | PRIMAVERA /HIVERN<br><br>1-15 JULIOL PLETIU DE ABAIX<br><br>15 JULIOL A LA CABANA PLETIU DE DALT | 1500 N SNM<br><br>ABAIX ES FA GEL, MOLT |
| 1 | 50 VAQUES<br><br>+100 VAQUES | 1 JUNY A 20 JULIOL<br><br>DE SETEMBRE A 4 OCTUBRE | |
| 2 | VAQUES | 20 JULIOL/SETEMBRE | SOLANA CASI 2000 METRES<br><br>A DALT CREIX GINEBRÓ QUAN NO HI HA MOLTS ANIMALS |
| 2B | | | PLANELL QUE NO ES POT NI ENTRAR |
| 3 LLARVEN | | | |

## Comunal de Montaldo/Selves

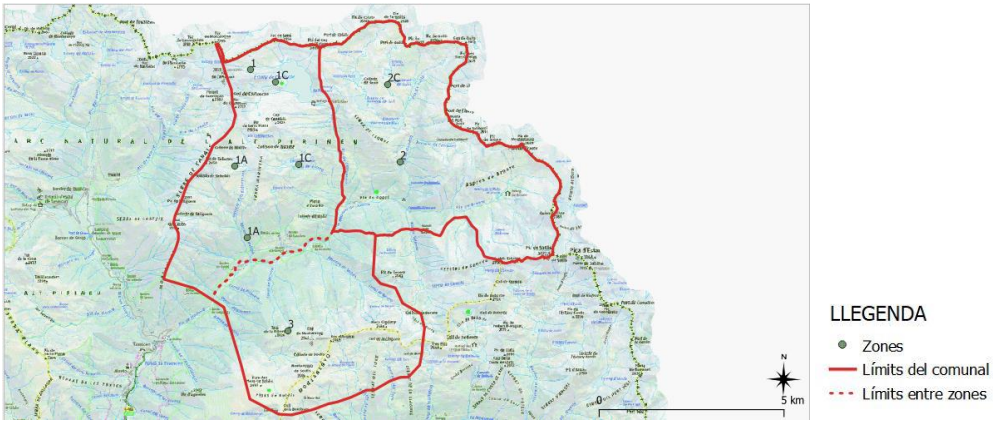



**Figura A 3: Mapa topogràfic del comunal de Montaldo/Selves ( 1:85.000)**

| Zona | Nº animals | Període d'estada dels animals ? | Característiques de la zona |
|---|---|---|---|
| 1 ISON | 1 C VAQUES 60 ANIMALS | 1A PRIMAVERA<br><br>A SAN JOAN NAORTE 1B<br><br>JULIO-AGOST CERTASCAN 1 C<br><br>1 D<br><br>ZONA 1 ENTRE LES DOS CARRETERES | 1 C: 2200 M SNM<br><br>1 D: FINS A 2600 M SNM |
| 2 BOAVI | | 6 JUNY PUJAVEN LES OVELLES I ANAVEN SOLES ALS ESTANYS<br><br>2 C FINS REAGRUPACIÓ RIBERA (MES DE 5 ANYS ABAIX DE NAORTE)<br><br>2 C VAQUES (20) I 7 CAVALLS | |
| 3 SELVES | | | |

## Comunal d'Isil

Figura A 4: Mapa topogràfic del comunal d'Isil (1:40.000)

| Zona | Nº animals | Període d'estada dels animals ? | Característiques de la zona |
|---|---|---|---|
| 1 | 1200 OVELLES | PRIMAVERA/TARDOR<br>1 JUNY / 1 NOVEMEBRE | BORDES DE MOREDO MES BONES, MES ALTES |
| 2 | 1200 OVELLES | ESTIU 1 JULIOL/15 SETEMBRE | |
| 1 | 24 EGUES | PRIMAVERA/HIVERN | |
| 2 | 30 EGUES | ESTIU EN DIFERENTS MOMENTS | |
| 2+3 | 1500 VAQUES | PRIMERS DE JUNY /ESTIU | |
| 2B | | | ON PLEGUEN LES OVELLES |
| 2C | | | ZONA DE MOLT BONA QUALITAT<br>HI HA ZONES AMPLES I CONTINUES DE MOLT BONA QUALITAT EN AQUESTA MUNTANYA |
| 3C | | | BORDES ABANDONADES; ABANS ES FEIA DALL |

# Annex B: Protocols de mostreig i de processat de les mostres

## Protocol 1: Mostreig de la composició florística

- En cada localitat de mostreig es mostrejarà la composició florística de 3 quadrats de 1 x 1m.
- Els quadrats se situaran a la part central dels transsectes de 25 m on hi ha col·locades les trampes cromàtiques·
- El quadrat està subdividit en 16 subquadrants de 0,25x0,25 m (Figura 1).
- S'identificaran i s'anotaran les espècies que hi hagi presents a cadascun dels subquadrants.
- Les espècies que no es reconeguin al camp, cal agafar-ne una mostra, el més completa possible (tija, fulles, inflorescència), marcar-la amb un número (amb etiqueta: ex. Q1sp1 vol dir que ens trobem en el primer quadrant i que és l'espècie 1 no identificada) i guardar-la en una bossa de plàstic per a la posterior identificació, etiquetada amb el codi de la parcel·la: (nom dellloc_númeroparcel·la_tractament (m=matollar, pbi=pastura baixa intensitat, pai= pastura alta intensitat)_númeroquadrant (Q1, Q2, Q3); per exemple: LLARVERN_01_PBI_Q1.
- Les mostres recollides pendents d'identificar cal premsar-les en la premsa portàtil. Cal premsar-les el mateix dia que s'han recollit.En cas de no poder-ho fer cal guardar les mostres a la nevera fins el moment d'identificar-les o bé premsar-les.

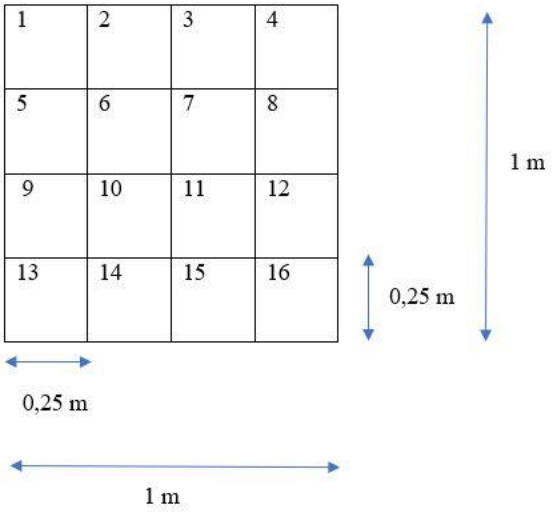



**Figura B 1: Esquema de la distribució i numeració dels subquadrants de 0.25x0.25 cm en un quadrant de 1x1m.**

## Protocol 2: Mostreig de flors i captura de pol·linitzadors amb trampes cromàtiques

### 1. Ubicació de les trampes cromàtiques

En cada localitat de mostreig es posaran 6 trampes cromàtiques en dues línies de 3, separades per 25 metres tal com s'indica a la figura 1.

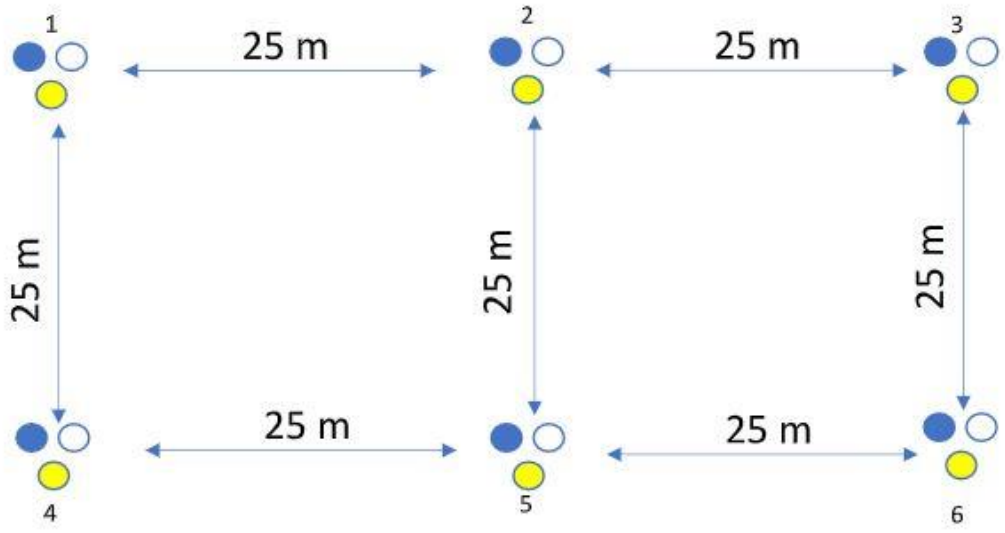



**Figura B 2: Distribució de les trampes cromàtiques en una parcel·la de mostreig. Ordre de les barres amb els plats de color i distància entre elles.**

Es procurarà posar la graella de les 6 trampes en una zona representativa del tipus de vegetació que es vol mostrejar. En parcel·les ubicades en zones obertes i de molta superfície, com els prats per exemple, només cal evitar posar-lo molt a prop els marges del prat. En cas de zones amb arbustos i mates que solen ser de superfície més limitada, caldria posar-les el més centrades possibles per evitar al màxim l'efecte d'altre usos del sòl del voltant.

Es farà un croquis de cada graella de trampes de cada parcel·la numerant les trampes de la 1 a la 6 per poder identificar sempre la posició de cada trampa respecte a les altres.

### 2. Instal·lació de les trampes cromàtiques per pol·linitzadors

Cada trampa consisteix en una barra de rea metàl·lica clavada al terra on s'ubiquen 3 argolles metàl·liques unides perpendicularment a la barra amb dues palometes i que permeten ubicar un plat en cada argolla. En les tres argolles es col·loquen un plant blanc, un plat groc i un plat blau respectivament i es situen de manera que quedin equidistants entre ells al voltant de la barra. S'han de col·locar a una alçada una mica inferior a l'alçada de la majoria de les flors del voltant. Per tant aquesta alçada dependrà de l'alçada de la pastura, en alguns casos serà a pocs centímetres del terra. En zones amb matolls caldrà posar-los una mica més alts. Els plats han de quedar el màxim de plans possibles.

A la punta de la barra de rea es pot posar un "bolet" de color vermell per protegir a possible ramat o fauna salvatge que es pogués xocar amb la trampa. En principi però el dia del

mostregi convindria vigilar que no s'apropi cap animal per què no malmeti la trampa. L'ideal es instal·lar les trampes, excepte els plats, amb anterioritat al dia del mostreig.

### 3. Activació i recollida de les trampes

Per activar les trampes cal escollir un dia que preveiem assolellat i si potser amb poc vent i activar tots els plats del mostreig el mateix dia, abans que comenci l'activitat del pol·linitzadors, Potser en ple juliol com a màxim hauria de ser a les 9h o fins i tot abans si pogués ser. Per activar-los s'omple amb aigua sabonosa els plats, fins un dit de la vora aproximadament. Es deixen actuar durant tot el dia. A la tarda quan veiem que l'activitat dels pol·linitzadors ja es molt baixa, suposem que cap a les 19h, ja es poden recollir. Per fer-ho ràpid i de forma segura el millor és bolcar tot el contingut dels tres plats de cada trampa en un pot tipus duquesses grans. Si es vol es pot decantar una mica l'aigua, estant alerta però que no caigui cap insecte. S'etiqueta el contingut de cada trampa de manera individualitzada, indicant la trampa concreta (de la 1 a la 6) i la zona mostrejada així com la data. Si algun dels tres plats d'una trampa s'ha caigut es recull igual la resta i s'apunta la incidència

La mateixa nit o com a màxim l'endemà, es traspassa tot el contingut del pot sense aigua a un pot més petit i se li afegeix alcohol de 70 graus (comprar de 96 graus i diluir-lo). Per traspassar els insectes fàcilment es pot fer utilitzar un colador espès, o un paper de filtre en un embut per assegurar-nos que tot el contingut passa al pot petit.

Com nombrar les duquesses (els pots grans), posar aquesta etiqueta a cada duquessa que recollirà els pol·linitzadors de cada barra mostrejada

nomdellloc_númeroparcel·la_tractament (m=matollar, pbi=pastura baixa intensitat, pai= pastura alta intensitat)_númerobarra(B1, B2, B3, B4, B5, B6), ex: LLARVEN_PBI01_B1)

### 4. Transsectes de flors i de cobertura d'arbustos

Al voltant de 3 trampes de cada parcel·la, alternades 1,3,5 o 2,4,6 ( preferiblement la primera combinació) durant el dia del mostreig de plats, o màxim un dia abans o un després, es mostrejaren les flors presents a la zona. Per fer-ho, com les trampes estan relativament juntes i per no solapar els transsectes els farem de 10m de llarg i un d'ample. De manera que al voltant de cada trampa marcarem 4 línies de 10m seguint els 4 punts cardinals (Figura B3). En cada línia es varen comptar totes les flors obertes que hi ha a 1 metres a cada banda de la línia. De manera que per cada trampa tindrem 80 $m^2$ mostrejats,(4 transsectes de 10 m x 2 m). I en cada parcel·la seran 240 $m^2$ mostrejats (6 trampes de 40 $m^2$).

El mostreig de les flors va consistir en comptar totes les flors obertes de cada espècie que hi havia a mig metre a la dreta i a l'esquerra del transsecte. Per les espècies no identificades *in situ* en el moment del mostreig s'agafa una mostra que s'etiqueta amb un codi, per identificar-la posteriorment al laboratori.

En el cas de plantes que les flors reunides en inflorescències es varen comptar el nombre d'inflorescències. Per obtenir el nombre de flors es varen recollir 10 inflorescències representatives de la planta i es varen comptar les flors de cada inflorescència, obtenint la

mitjana de flors per inflorescència. En el cas de les inflorescències en capítol, com per exemple es varen les asteràcies, es varen comptar els capítols, considerant-los com una unitat floral.

En cas que una planta tingui una part dintre del transsecte i una altra part fora, nomes es varen comptar les flors que quedaven dins del transsecte.

A les zones del transsecte on hi havia presència de plantes llenyoses sense , com ara pins o ginebró, es varen anotar els cm ocupats per aquestes plantes en el transsecte lineal. Senzillament resseguirem la línia del transsecte des del centre i quan una d'aquestes plantes contacti amb el transsecte anotarem la distància al centre del transsecte on comença el contacte i a quina distància deixa de contactar a la línia i l'espècie de planta de la que es tracta. I així amb cada nou contacte fins al final dels 10 metres

Cada transsecte es va identificar amb un codi que inclou la parcel·la, la trampa (1 a 6) i la direcció del transsecte (N, S, E o W) corresponent:

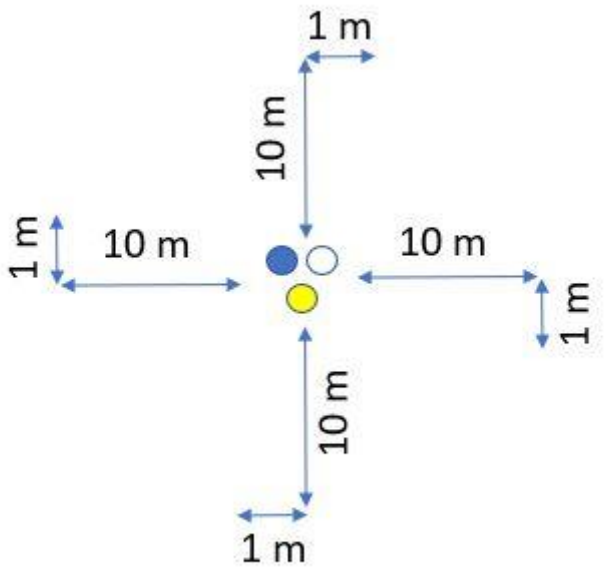



**Figura B 3: Esquema dels transsectes realitzats al voltant d'una trampa cromàtica pel recompte de les flors**

nomdellloc_númeroparcel·la_tractament (m=matollar, pbi=pastura baixa intensitat, pai= pastura alta intensitat)_númerobarra(B1, B2, B3, B4, B5, B6).

Per exemple: LLARVERN_01_PBI_B1)

## 5. Criteris per repartir les zones entre els diferents dies de mostreig

Evidentment l'ideal seria mostrejar totes les parcel·les el mateix dia, com això no serà possible, caldrà mostrejar durant diversos dies. Caldria procurar que els diferents dies siguin sempre amb condicions ideals per una alta activitat dels pol·linitzadors, és a dir dies

assolellats i amb poc vent. Cal procurar que si idealment les parcel·les d'una mateixa zona inclouen tots els tractaments es mostregin totes el mateix dia. Així en les anàlisis estadístiques el factor *random zona* inclourà també el possible efecte del dia de mostreig. El que cal evitar sobretot es que en un mateix dia es mostregin només zones d'un sol tractament.

Els mostreig dels transsectes es fa el mateix dia del mostreig dels pol·linitzadors el dia 12 de juliol de l'any 2019 en 3 de les 9 parcel·les. En la resta es va fer entre el dia anterior i els pròxims dies.

### Protocol 3: Processat de les plantes recollides.

Les espècies no reconegudes en el camp es trobaran premsades i etiquetades segons el mostreig d'on s'han extret i amb la codificació pertinent, en el cas de les provinents dels quadrants estaran marcades amb una etiqueta amb el codi de la parcel·la(nom dellloc_númeroparcel·la_tractament (M=Matollar, PBI=pastura baixa intensitat, pai= pastura alta intensitat)_númeroquadrant (Q1, Q2, Q3), ex: LLARVERN_01_PBI_Q1).

Mentre que, en el cas del protocol del transsecte florístic s'apuntarà en la fulla pertinent. Amb el mètode d'etiquetatge (nomdellloc_númeroparcel·la_tractament (m=matollar, pbi=pastura baixa intensitat, pai= pastura alta intensitat)_númerobarra(B1, B2, B3, B4, B5, B6), ex: LLARVERN_01_PBI_B1).

### Protocol 4: Processat dels insectes agafats

Els insectes pol·linitzadors seran recollits de les trampes cromàtiques després d'haver estat des de la sortida del sol fins el capvespre (entre les 9h i les 19h aproximadament). Per fer-ho ràpid i de forma segura el millor és bolcar tot el contingut dels tres plats de cada trampa en un pot tipus duquesses grans. Si es vol es pot decantar una mica de l'aigua, alerta però que no ens caigui cap insecte, però en principi no caldria. S'etiqueta el contingut de cada trampa de manera individualitzada, indicant la trampa concreta (de la 1 a la 6) i la zona mostrejada així com la data. Si algun dels tres plats d'una trampa s'ha caigut es recull igual la resta i s'apunta la incidència

La mateixa nit o com a màxim l'endemà, es traspassa tot el contingut del pot sense aigua a un pot més petit i se li afegeix alcohol de 70 graus (comprar de 96 graus i diluir-lo). Per traspassar els insectes fàcilment es pot fer utilitzar un colador espès, o un paper de filtre en un embut per assegurar-nos que tot el contingut passa al pot petit.

Com nombrar les duquesses (els pots grans), posar aquesta etiqueta a cada duquessa que recollirà els pol·linitzadors de cada barra mostrejada

nomdellloc_númeroparcel·la_tractament (m=matollar, pbi=pastura baixa intensitat, pai= pastura alta intensitat)_númerobarra(B1, B2, B3, B4, B5, B6), ex: LLARVEN_PBI01_B1)

## Annex C: Teoria de grafs

Observacions generals de grafs:

1- Definició 1.4.1: Un graf G = (V; E) és un conjunt d'elements V = V (G), anomenats vèrtexs, i un conjunt d'arestes E = E (G) que uneixen dos V vèrtexs.

2- Si dos o mes arestes uneixen el mateix parell de V vèrtexs s'anomenen arestes múltiples.

3- Si una aresta uneix un vèrtex amb si mateix s'anomena llaç.

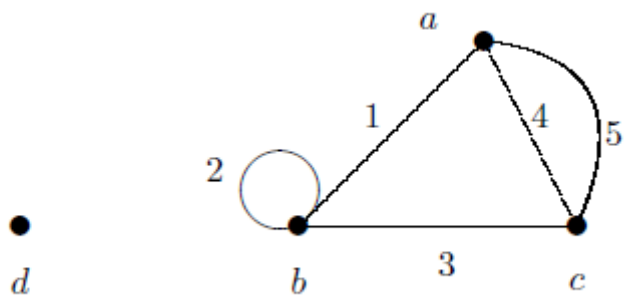
4- Un graf sense arestes múltiples ni llaços s'anomena simple.

5- Un digraf, o graf dirigit, és un graf en el qual les arestes tenen una adre on van d'un punt a un altre.

6- Dos V vèrtexs són adjacents si estan units per una aresta (en aquest cas es diu que els V vèrtexs són incidents amb l'aresta, i recíprocament).

Exemple 1: Graf amb 4 vèrtexs i 5 arestes:

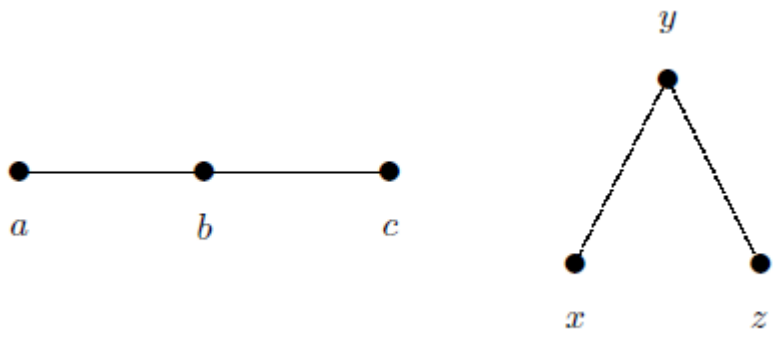
V ={a,b,c,d} i E = {1; 2; 3; 4;5}




7- Dos grafs són iguals si tenen el mateix conjunt de V vèrtexs i E d'arestes, independentment de la seva representació gràfica.

8- Dos grafs G i H són isomorfs si existeix una bisecció entre els seus vèrtexs conservant les arestes.

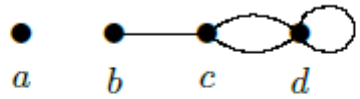
Exemple 2: Els següents grafs són isomorfs i hi ha dos isomorfismes diferents: el que porta A a X , B a Y i C a Z, i el que transforma A en Z, B en Y i C en Z.




9- Definició 1.4.6 Un subgraf d'un graf G és un graf els vèrtexs i arestes pertanyen a G.

10- Definició 1.4.8 El grau d'un vèrtexs d'un graf, que es denota per g (v), és el numero de arestes incidents amb v, on els llaços compten per 2.

Exemple 3:

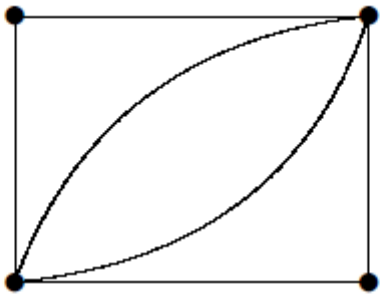



$$g(a) = 0,\ g(b) = 1,\ g(c) = 3,\ g(d) = 4$$

11- Definició 2.1.1 Sigui G un graf. La matriu d'adjacència de G, $A(G)=(a_{i,j})_{i,i=1...y}$, es la matriu quadrada vxv, on $a_{i,j}$ és el nombre d'arestes que uneixen els vèrtexs i,j

12- Si G és un graf sense llaços, la matriu d'incidència de G, $I(G)= (b_{i,j})_{i=1...v,\ j=1.....c}$, és la matriu vxc on $b_{i,j}$ )1, si el vèrtex i és incident amb la aresta j, i y és igual a zero en cas contrari.

Exemple 4: Les matrius d'adjacència i d'incidència del següent graf G:



$$A(G) = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 2 \\ 0 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 2 & 1 & 0 \end{pmatrix} \quad I(G) = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

A continuació es mostra un exemple de construcció de una matriu d'adjacència:

Primer de tot es comptaven el nombre d'individus d'una espècie de pol·linitzadors a cada parcel·la:

**Taula C 1: Nombre d'individus pol·linitzadors en cada parcel·la.**

| | PAI 01 | PAI 02 | PAI 03 | PBI 01 | PBI 02 | PBI 03 | MAT 01 | MAT 02 | MAT 03 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Lassioglossum calceatum* | 3 | 10 | 10 | 1 | 6 | 1 | 3 | 1 | 30 |
| *Cryptocephalus violaceus* | 17 | 17 | 58 | 9 | 9 | 29 | 9 | 6 | 0 |
| *Erebia meolans* | 0 | 0 | 0 | 3 | 2 | 4 | 0 | 0 | 1 |

Amb els individus obtinguts per a les spècies anteriors, es definien unes funcions escalars de variable vectorial:

*Lassioglossum calceatum* = (PAI01)·3 + (PAI02)·10 + (PAI03) ·10 + (PBI01)·1 + (PBI02)·6 + (PBI03)·1 + (MAT01)·3 + (MAT02)·1 + (MAT03)· 30

*Cryptocephalus violaceus* = (PAI01)·17 + (PAI02)·17 + (PAI03) ·58 + (PBI01)·9 + (PBI02)·9 + (PBI03)·29 + (MAT01)·9 + (MAT02)·6 + (MAT03)· 0

*Erebia meolans* = (PAI01)·0 + (PAI02)·0 + (PAI03) ·0 + (PBI01)·3 + (PBI02)·2 + (PBI03)·4 + (MAT01)·0 + (MAT02)·0 + (MAT03)· 1

A continuació s'aplicava la funció de cada espècie a les taules d'absència/presència de la floració de cada espècie vegetal, és a dir, les incògnites PAI01, PAI02, etc, de les funcions escalars quedaven resoltes amb un valor de 1 si la planta estava florida o 0 si la planta no estava present o no estava florida (Taula C 2).

**Taula C 2: Absència/presència de les espècies vegetals en cada parcel·la.**

| | PAI 01 | PAI 02 | PAI 04 | PBI 01 | PBI 02 | PBI 03 | MAT 01 | MAT 02 | MAT 03 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Achillea millefolium* | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| *Campanula rotundifolia* | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| *Prunella grandiflora* | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |

Així doncs, per a cada espècie de planta obtenim un vector per a introduir a cada funció escalar de cada espècie de pol·linitzador. Per a les tres espècies de plantes de la taula 3 tindríem:

a) *Achillea millefolium:*

*Lassioglossum calceatum(Achillea millefolium)* = (1)·3 + (0)·10 + (1) ·10 + (1)·1 + (1)·6 + (1)·1 + (1)·3 + (1)·1 + (0)· 30 ≠0

*Cryptocephalus violaceus (Achillea millefolium)* = (1)·17 + (0)·17 + (1) ·58 + (1)·9 + (1)·9 + (1)·29 + (1)·9 + (1)·6 + (0)· 0 ≠0

*Erebia meolans (Achillea millefolium)* = (1)·0 + (0)·0 + (1) ·0 + (1)·3 + (1)·2 + (1)·4 + (1)·0 + (1)·0 + (0)· 1 ≠0

b) *Campanula rotundifolia*

*Lassioglossum calceatum(Campanula rotundifolia)* = (1)·3 + (1)·10 + (1) ·10 + (0)·1 + (1)·6 + (1)·1 + (1)·3 + (1)·1 + (1)· 30 ≠0

*Cryptocephalus violaceus* (*Campanula rotundifolia)* = (1)·17 + (1)·17 + (1) ·58 + (0)·9 + (1)·9 + (1)·29 + (1)·9 + (1)·6 + (1)· 0 ≠0

*Erebia meolans (Campanula rotundifolia)* = (1)·0 + (1)·0 + (1) ·0 + (0)·3 + (1)·2 + (1)·4 + (1)·0 + (1)·0 + (1)· 1 ≠0

c) *Prunella grandiflora*

*Lassioglossum calceatum* (*Prunella grandiflora)* = (0)·3 + (0)·10 + (0) ·10 + (1)·1 + (1)·6 + (1)·1 + (1)·3 + (0)·1 + (0)· 30 ≠0

*Cryptocephalus violaceus* (*Prunella grandiflora)*= (0)·17 + (0)·17 + (0) ·58 + (1)·9 + (1)·9 + (1)·29 + (1)·9 + (0)·6 + (0)· 0≠0

*Erebia meolans* (*Prunella grandiflora)* = (0)·0 + (0)·0 + (0) ·0 + (1)·3 + (1)·2 + (1)·4 + (1)·0 + (0)·0 + (0)· 1≠ 0

En el cas d'aquest estudi, quan, un cop aplicada a la espècie florida la funció escalar de la espècie pol·linitzadora, el nombre obtingut era diferent de zero, implicava que les dues espècies es trobaven en la mateixa parcel·la, i per tant podria existir una relació de pol·linització entre elles. Per tant quan el resultat era diferent de zero, s'escrivia un 1 a la matriu d'adjacència del graf, en cas contrari, es considerava que no es trobaven en el mateix lloc al mateix moment i s'escrivia un 0.

En el cas anterior tindrem doncs:

**Taula C 3: Relació entre espècies pol·linitzadores i espècies vegetals.**

| | *Achillea millefolium* | *Campanula rotundifolia* | *Prunella grandiflora* |
|---|---|---|---|
| *Lassioglossum calceatum* | 1 | 1 | 1 |
| *Cryptocephalus violaceus* | 1 | 1 | 1 |
| *Erebia meolans* | 1 | 1 | 1 |

# Annex D: Espècies de flora i d'insectes pol·linitzadors identificades a les parcel·les d'estudi

**Taula D 1: Relació de totes les espècies vegetals identificades a les parcel·les estudiades. Mètode: * (Quadrant), ** (Transsecte), *** (Quadrant+Transsecte), **** (Fora de quadrant), Atributs segons BiolFlor: in (insects), se (selfing), wi (wind), ge (geitonogamie), pk (pseudocleistogamy)). L'atribut de pol·linització predominant es marca en negreta.**

| Família | Codi família | Espècie | Codi espècie | Mètode | Atributs |
|---|---|---|---|---|---|
| Asclepiadàcies | ASCL | Vincetoxicum hirundinaria | VIHIR | ** | in |
| Boraginàcies | BORA | Echium vulgare | ECVUL | ** | in |
| | | Pulmonaria affinis | PUAFF | * | in |
| Campanulàcies | CAMP | Campanula glomerata | CAGLO | * | se, **in** |
| | | Campanula rotundifolia | CAROT | *** | in |
| | | Jasione montana | JAMON | ** | in |
| | | Phyteuma orbiculare | PHORB | *** | se, **in** |
| Cariofil·làcies | CARI | Arenaria serpyllifollia | ARSER | * | **se**, in |
| | | Cerastium arvense | CEARV | * | se, **in** |
| | | Cerastium cerastoides | CECER | ** | se, **in** |
| | | Cerastium pumilum | CEPUM | * | **se**, in |
| | | Dianthus deltoides | DIDEL | *** | in |
| | | Dianthus hyssopifolius | DIHYS | *** | in |
| | | Herniaria glabra | HEGLA | * | **se, in** |
| | | Paronychia kapela | PAKAP | * | **se**, in |
| | | Silene acaulis | SIACA | * | se, **in** |
| Ciperàcies | CIPE | Carex caryophyllea | CACAR | * | wi |
| | | Carex humilis | CAHUM | * | wi |
| Cistàcies | CIST | Helianthemum nummularium | HENUM | *** | wi, **in**, se |
| | | Helianthemum oelandicum italicum | HEOEL | * | se, **in** |
| Compostes | COMP | Achillea millefolium | ACMIL | *** | in |
| | | Antennaria dioca | ANDIO | *** | in |
| | | Aster alpinus | ASALP | ** | ge, **in** |
| | | Carduus defloratus | CADEF | *** | se, **in** |
| | | Carlina acaulis | CAACA | * | in |
| | | Cirsium acaule | CIACA | **** | se, **in** |
| | | Cirsium tuberosum | CITUB | * | in |
| | | Hieracium pilosella | HIPIL | *** | se, **in** |
| | | Leontodon hispidus hispidus | LEHIS | *** | in |
| | | Senecio pyrenaicus | SEPYR | **** | in |
| | | Taraxacum officinale | TAOFF | ** | wi |
| Convolvulàcies | CONV | Cuscuta epithymum | CUEPI | * | **se**, in |
| Crassulàcies | CRAS | Sedum album | SEALB | ** | se, **in** |
| | | Sedum rupestre reflexum | SERUP | *** | se, **in** |
| Crucíferes | CRUC | Arabis hirsuta | ARHIR | * | **se, in** |
| | | Biscutella laevigata | BILAE | ** | in |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Iberis sempervirens | IBSEM | * | in, **ge** |
| Cupressàcies | CUPR | Juniperus communis alpina | JUCOM | * | wi |
| Dipsacàcies | DIPS | Scabiosa columbaria | SCCOL | ** | in |
| Ericàcies | ERIC | Vaccinium myrtillus | VAMYR | * | se, **in** |
| Escrofulariàcies | ESCR | Euphrasia stricta pectinata | EUSTR | *** | **se**, in |
| | | Rhinanthus minor | RHMIN | *** | se, **in** |
| | | Veronica chamaedrys | VECHA | * | **in**, pk |
| | | Veronica persica | VEPER | ** | **se**, in |
| Euforbiàcies | EUFO | Euphorbia cyparissias | EUCYP | * | se, **in** |
| Gencianàcies | GENC | Gentiana lutea | GELUT | *** | se, **in** |
| | | Gentiana verna | GEVER | * | In |
| Globulariàcies | GLOB | Globularia cordifolia | GLCOR | ** | se, **in** |
| Gramínies | GRAM | Agrostis capillaris | AGCAP | *** | wi |
| | | Anthoxanthum odoratum | ANODO | * | **wi**, se |
| | | Avenula pratensis iberica | AVPRA | * | wi |
| | | Briza media | BRMED | * | wi |
| | | Cynosurus cristatus | CYCRI | * | **wi, se** |
| | | Dactylis glomerata | DAGLO | * | **wi**, se |
| | | Festuca gautieri | FEGAU | * | wi |
| | | Festuca nigrescens | FENIG | * | wi |
| | | Festuca gr.ovina | FEOVI | * | wi |
| | | Koeleria macrantha | KOMAC | * | **wi**, se |
| | | Koeleria vallesiana | KOVAL | * | wi |
| | | Phleum phleoides | PHPHL | * | wi |
| | | Phleum pratense | PHPRA | * | **wi**, se, in |
| Gutíferes | GUTI | Hypericum maculatum | HYMAC | *** | se, **in** |
| | | Hypericum perforatum | HYPER | ** | se, **in** |
| Juncàcies | JUNC | Luzula campestris | LUCAM | * | **wi**, se, in |
| Labiades | LABI | Prunella grandiflora | PRGRA | *** | se, **in** |
| | | Satureja alpina | SAALP | * | **se, in** |
| | | Sideritis hyssopifolia | SIHYS | *** | in |
| | | Stachys officinalis | STOFF | *** | **se**, in |
| | | Stachys recta | STREC | ** | in |
| | | Teucrium pyrenaicum | TEPYR | *** | in |
| | | Thymus serpyllum | THSER | *** | se, **in** |
| Liliàcies | LILI | Allium sp | ALLSP | * | in |
| | | Ornithogalum umbellatum | ORUMB | * | se, **in** |
| Linàcies | LINA | Linum catharticum | LICAT | *** | **se**, in |
| Orquidàcies | ORQU | Epipactis sp | EPISP | * | in |
| Papilionàcies | PAPI | Anthyllis vulneraria sampaioana | ANVUL | *** | **se, in** |
| | | Astragalus monspessulanus | ASMON | *** | in |
| | | Astragalus sempervirens | ASSEM | * | in |
| | | Chamaespartium sagittale | CHSAG | *** | in |
| | | Erinacea anthyllis | ERANT | **** | **se, in** |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Papilionàcies | PAPI | Genista pilosa | GEPIL | * | in |
| | | Hipocreppis comosa comosa | HICOM | *** | in |
| | | Hippocrepis glauca | HIGLA | * | in |
| | | Lotus corniculatus | LOCOR | *** | in |
| | | Medicago lupulina | MELUP | *** | **se**, in |
| | | Medicago orbicularis | MEORB | * | in |
| | | Medicago sativa | MESAT | * | in |
| | | Melilotus officinalis | MEOFF | * | se, **in** |
| | | Ononis cristata | ONCRI | *** | in |
| | | Trifolium alpinum | TRALP | *** | in |
| | | Trifolium badium | TRBAD | **** | in |
| | | Trifolium campestre | TRCAM | * | se, **in** |
| | | Trifolium incarnatum | TRINC | * | se, **in** |
| | | Trifolium montanum | TRMON | *** | in |
| | | Trifolium ochroleucon | TROCH | * | in |
| | | Trifolium pratense | TRPRA | *** | in |
| | | Trifolium repens | TRREP | *** | in |
| | | Vicia pyrenaica | VIPYR | * | in |
| Plantaginàcies | PLAN | Plantago lanceolata | PLLAN | * | **wi**, in, ge |
| | | Plantago media | PLMED | * | **wi**, in |
| Plumbaginàcies | PLUM | Armeria maritima alpina | ARMAR | *** | se, **in** |
| Poligalàcies | POLI | Polygala alpina | POALP | *** | **se, in** |
| | | Polygala vulgaris | POVUL | ** | se, **in** |
| | | Rumex acetosa | RUACE | * | wi |
| Primulàcies | PRIM | Primula veris columnae | PRVER | * | in |
| Ranunculàcies | RANU | Ranunculus bulbosus | RABUL | *** | in |
| Rosàcies | ROSA | Alchemilla flabellata | ALFLA | * | in |
| | | Alchemilla saxatilis | ALSAX | * | in |
| | | Cotoneaster integerrimus | COINT | **** | **se**, in |
| | | Potentilla crantzii | POCRA | * | se, **in** |
| | | Potentilla neumanniana | PONEU | * | se, **in** |
| | | Rosa canina | ROCAN | ** | se, **in** |
| | | Sanguisorba minor | SAMIN | *** | **wi**, se |
| Rubiàcies | RUBI | Asperula cynanchica pyrenaica | ASCYN | *** | se |
| | | Cruciata glabra | CRGLA | * | se, **in** |
| | | Galium lucidum | GALUC | * | se, **in** |
| | | Galium pumilum | GAPUM | *** | se, **in** |
| | | Galium verum | GAVER | *** | wi, se, ge, **in** |
| Salicàcies | SALI | Salix herbacea | SAHER | **** | **in**, wi |
| Timeleàcies | TIME | Daphne cneorum | DACNE | * | se, **in** |
| Umbel·líferes | UMBE | Bupleurum ranunculoides gramineum | BURAN | *** | in |
| | | Eryngium bourgatii | ERBOU | *** | in |
| | | Meum athamanticum | MEATH | * | in |
| | | Trinia glauca | TRGLA | *** | in |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Violàcies | VIOL | Viola tricolor subalpina | VITRI | *** | se, **in** |

### Taula D 2: Codi de les espècies i freqüència per tractament

| Codi espècie | Tractament | | |
|---|---|---|---|
| | **PAI** | **PBI** | **M** |
| ACMIL | 3,00 | 4,11 | 0,22 |
| AGCAP | 7,88 | 4,39 | 3,44 |
| ALFLA | 0,00 | 0,44 | 0,44 |
| ALLSP | 0,00 | 0,11 | 0,00 |
| ALSAX | 0,00 | 0,55 | 0,00 |
| ANDIO | 0,11 | 0,00 | 0,00 |
| ANODO | 2,00 | 1,44 | 0,00 |
| ANVUL | 0,78 | 2,44 | 0,22 |
| ARHIR | 0,22 | 0,00 | 0,11 |
| ARMAR | 0,00 | 0,00 | 0,11 |
| ARSER | 2,11 | 0,44 | 0,00 |
| ASCYN | 0,00 | 1,55 | 0,00 |
| ASMON | 0,00 | 0,11 | 0,00 |
| ASSEM | 0,00 | 1,89 | 0,00 |
| AVPRA | 2,33 | 7,61 | 5,22 |
| BRMED | 1,67 | 3,16 | 0,89 |
| BURAN | 0,11 | 2,50 | 0,66 |
| CAACA | 0,00 | 0,22 | 1,22 |
| CACAR | 8,00 | 6,05 | 3,55 |
| CAGLO | 0,11 | 0,00 | 0,00 |
| CAHUM | 0,00 | 6,00 | 0,00 |
| CADEF | 0,22 | 0,00 | 0,11 |
| CAROT | 0,55 | 0,44 | 0,66 |
| CEARV | 0,00 | 0,00 | 0,67 |
| CEPUM | 3,77 | 2,78 | 0,11 |
| CHSAG | 0,00 | 2,00 | 0,00 |
| CITUB | 0,89 | 3,28 | 0,33 |
| CRGLA | 0,67 | 2,00 | 4,89 |
| CUEPI | 0,00 | 0,00 | 0,33 |
| CYCRI | 0,22 | 0,00 | 0,00 |
| DACNE | 3,22 | 1,94 | 2,00 |
| DAGLO | 0,00 | 0,66 | 0,00 |
| DIDEL | 0,89 | 0,00 | 0,00 |
| DIHYS | 0,89 | 2,00 | 2,78 |
| EPISP | 0,00 | 0,44 | 0,00 |
| ERBOU | 2,11 | 2,33 | 0,44 |
| EUCYP | 0,00 | 10,00 | 1,55 |
| EUSTR | 0,00 | 0,11 | 0,00 |
| FEGAU | 0,00 | 0,00 | 0,22 |
| FENIG | 14,11 | 1,55 | 6,89 |
| FEOVI | 1,88 | 12,11 | 1,00 |
| GALUC | 0,00 | 0,11 | 0,11 |
| GAPUM | 6,55 | 4,11 | 3,66 |
| GAVER | 6,44 | 7,00 | 1,78 |
| GELUT | 0,44 | 0,17 | 0,00 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| GEPIL | 0,00 | 0,00 | 0,67 |
| GEVER | 0,00 | 0,33 | 0,00 |
| HEGLA | 0,22 | 0,00 | 0,00 |
| HENUM | 3,11 | 2,77 | 1,44 |
| HEOEL | 0,00 | 1,00 | 0,22 |
| HICOM | 0,22 | 4,72 | 0,88 |
| HIGLA | 0,00 | 3,22 | 0,33 |
| HIPIL | 3,44 | 1,22 | 1,55 |
| HYMAC | 0,22 | 0,00 | 0,00 |
| IBSEM | 0,00 | 0,00 | 0,11 |
| JUCOM | 0,00 | 0,67 | 14,44 |
| KOMAC | 0,00 | 0,44 | 0,00 |
| KOVAL | 0,00 | 2,22 | 0,11 |
| LEHIS | 0,22 | 0,22 | 0,00 |
| LICAT | 0,00 | 1,44 | 0,11 |
| LOCOR | 1,44 | 3,22 | 2,55 |
| LUCAM | 3,44 | 2,28 | 0,00 |
| MEATH | 0,78 | 0,00 | 0,00 |
| MELUP | 0,00 | 1,44 | 0,00 |
| MEOFF | 0,00 | 0,00 | 0,11 |
| MEORB | 0,67 | 0,44 | 0,33 |
| MESAT | 0,11 | 0,00 | 0,33 |
| ONCRI | 1,22 | 0,00 | 0,00 |
| ORUMB | 0,22 | 0,33 | 0,00 |
| PAKAP | 0,00 | 0,00 | 0,22 |
| PHORB | 1,67 | 0,00 | 0,00 |
| PHPHL | 0,00 | 1,33 | 0,11 |
| PHPRA | 0,44 | 0,55 | 0,00 |
| PLLAN | 2,55 | 1,11 | 0,00 |
| PLMED | 3,22 | 1,00 | 0,11 |
| POALP | 0,00 | 0,00 | 0,22 |
| POCRA | 0,33 | 0,00 | 0,00 |
| PONEU | 3,55 | 5,28 | 1,55 |
| PRGRA | 0,00 | 6,72 | 0,89 |
| PRVER | 0,00 | 0,00 | 0,11 |
| PUAFF | 0,00 | 0,11 | 0,00 |
| RABUL | 2,11 | 3,66 | 0,11 |
| RHMIN | 2,89 | 0,00 | 0,00 |
| RUACE | 0,00 | 0,00 | 0,22 |
| SAALP | 0,11 | 0,00 | 0,00 |
| SAMIN | 3,89 | 4,00 | 1,33 |
| SERUP | 0,00 | 0,44 | 0,55 |
| SIACA | 0,00 | 0,17 | 0,00 |
| SIHYS | 0,00 | 0,67 | 0,00 |
| STOFF | 0,67 | 0,00 | 0,00 |
| TEPYR | 0,00 | 0,00 | 1,00 |
| THSER | 3,11 | 2,33 | 1,78 |
| TRALP | 3,22 | 0,00 | 0,67 |
| TRCAM | 0,11 | 0,00 | 0,00 |
| TRGLA | 0,00 | 0,22 | 0,00 |
| TRINC | 0,00 | 0,00 | 0,22 |
| TRMON | 0,00 | 0,00 | 0,11 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| TROCH | 0,00 | 0,89 | 0,00 |
| TRPRA | 3,22 | 1,11 | 0,22 |
| TRREP | 1,44 | 1,00 | 0,00 |
| VAMYR | 0,00 | 0,00 | 0,33 |
| VECHA | 0,11 | 0,44 | 0,22 |
| VIPYR | 0,00 | 2,28 | 0,22 |
| VITRI | 0,55 | 0,00 | 0,11 |

**Taula D 3: Freqüència de les espècies florístiques per parcel·la.**

| Codi espècie | PAI01 Llessui | PAI02 Llessui | PAI03 Llessui | PBI01 Llarvén | PBI02 Llarvén | PBI03 Llarvén | M01 Saurí | M02 Saurí | M03 Llessui |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ACMIL | 1 | 0 | 8 | 2 | 3.67 | 6.66 | 0.66 | 0 | 0 |
| AGCAP | 0.66 | 7.66 | 15.33 | 2.5 | 7 | 3.66 | 2.33 | 2 | 6 |
| ALFLA | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.33 | 0 | 0.33 | 0 | 1 |
| ALLSP | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.33 | 0 | 0 | 0 |
| ALSAX | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.66 | 0 | 0 | 0 |
| ANDIO | 0 | 0.33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ANODO | 6 | 0 | 0 | 3 | 0 | 1.33 | 0 | 0 | 0 |
| ANVUL | 2.33 | 0 | 0 | 0 | 2.33 | 5 | 0 | 0 | 0.66 |
| ARHIR | 0.66 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.33 |
| ARMAR | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.33 |
| ARSER | 6.33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.33 | 0 | 0 | 0 |
| ASCYN | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 1.66 | 0 | 0 | 0 |
| ASMON | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.33 | 0 | 0 | 0 |
| ASSEM | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 1.66 | 0 | 0 | 0 |
| AVPRA | 0 | 4.66 | 2.33 | 5.5 | 4 | 13.33 | 7.33 | 8 | 0.33 |
| BRMED | 5 | 0 | 0 | 2.5 | 0.66 | 6.33 | 1.66 | 1 | 0 |
| BURAN | 0.33 | 0 | 0 | 3.5 | 1.33 | 2.66 | 0.66 | 0.66 | 0.66 |
| CAACA | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.66 | 0 | 2.66 | 1 | 0 |
| CACAR | 5.33 | 13 | 5.66 | 7.5 | 10 | 0.66 | 1.33 | 2 | 7.33 |
| CAGLO | 0.33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| CAHUM | 0 | 0 | 0 | 8 | 0.66 | 9.33 | 0 | 0 | 0 |
| CADEF | 0.66 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.33 | 0 |
| CAROT | 0 | 1.66 | 0 | 0 | 0.33 | 1 | 0 | 0.66 | 1.33 |
| CEARV | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CEPUM | 4.66 | 3.66 | 3 | 0 | 7.33 | 1 | 0 | 0.33 | 0 |
| CHSAG | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| CITUB | 2.66 | 0 | 0 | 0.5 | 5.33 | 4 | 1 | 0 | 0 |
| CRGLA | 0 | 2 | 0 | 0 | 2.33 | 3.66 | 6 | 3.66 | 5 |
| CUEPI | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| CYCRI | 0 | 0.66 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| DACNE | 0 | 9.66 | 0 | 2.5 | 2 | 1.33 | 0.33 | 1 | 4.66 |
| DAGLO | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.66 | 1.33 | 0 | 0 | 0 |
| DIDEL | 0 | 0 | 2.66 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| DIHYS | 0.66 | 2 | 0 | 1 | 2.66 | 2.33 | 2.33 | 1 | 5 |
| EPISP | 0 | 0 | 0 | 0 | | 1.33 | 0 | 0 | 0 |
| ERBOU | 6.33 | 0 | 0 | 0 | 4.33 | 2.66 | 1.33 | 0 | 0 |
| EUCYP | 0 | 0 | 0 | 5 | 12 | 13 | 0.33 | 1 | 3.33 |
| EUSTR | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.33 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| FEGAU | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.66 | 0 | 0 |
| FENIG | 10.33 | 16 | 16 | 0 | 0 | 4.66 | 7.66 | 0 | 13 |
| FEOVI | 0 | 1.99 | 3.66 | 16 | 15.66 | 4.66 | 0 | 3 | |
| GALUC | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.33 | 0.33 | 0 | 0 |
| GAPUM | 12.33 | 6.66 | 0.66 | 4 | 4.66 | 3.66 | 5.33 | 2 | 3.66 |
| GAVER | 3.33 | 6.33 | 9.66 | 0 | 14.66 | 6.33 | 3 | 2.33 | 0 |
| GELUT | 1.33 | 0 | 0 | 0.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| GEPIL | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| GEVER | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| HEGLA | 0.66 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| HENUM | 9.33 | 0 | 0 | 1 | 2.66 | 4.66 | 4.33 | 0 | 0 |
| HEOEL | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0.66 | 0 | 0 |
| HICOM | 0.66 | 0 | 0 | 12.5 | 1 | 0.66 | 0.66 | 1.33 | 0.66 |
| HIGLA | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9.66 | 1 | 0 | 0 |
| HIPIL | 7 | 0 | 3.33 | 0 | 3.66 | 0 | 2.33 | 1.33 | 1 |
| HYMAC | 0 | 0 | 0.66 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| IBSEM | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.33 | 0 |
| JUCOM | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 13.66 | 15.66 | 14 |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| KOMAC | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.33 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| KOVAL | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6.66 | 0 | 0.33 | 0 |
| LEHIS | 0.66 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.66 | 0 | 0 | 0 |
| LICAT | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.33 | 3 | 0.33 | 0 | 0 |
| LOCOR | 2.66 | 0.33 | 1.33 | 1 | 4.33 | 4.33 | 1.66 | 4.33 | 1.66 |
| LUCAM | 0.33 | 10 | 0 | 1.5 | 3 | 2.33 | 0 | 0 | 0 |
| MEATH | 0 | 2.33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| MELUP | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.66 | 3.66 | 0 | 0 | 0 |
| MEOFF | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.33 | 0 | 0 |
| MEORB | 2 | 0 | 0 | 0 | 1.33 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| MESAT | 0.33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| ONCRI | 3.66 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ORUMB | 0.66 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| PAKAP | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.33 | 0.33 | 0 |
| PHORB | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| PHPHL | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0.33 | 0 |
| PHPRA | 0 | 0 | 1.33 | 0 | 0.33 | 1.33 | 0 | 0 | 0 |
| PLLAN | 7.66 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3.33 | 0 | 0 | 0 |
| PLMED | 9.66 | 0 | 0 | 0 | 0.33 | 2.66 | 0.33 | 0 | 0 |
| POALP | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.33 | 0 | 0.33 |
| POCRA | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| PONEU | 3.66 | 6 | 1 | 2.5 | 4.33 | 9 | 2 | 0.66 | 2 |
| PRGRA | 0 | 0 | 0 | 5.5 | 5.33 | 9.33 | 2.66 | 0 | 0 |
| PRVER | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.33 | 0 | 0 |
| PUAFF | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.33 | 0 | 0 | 0 |
| RABUL | 6.33 | 0 | 0 | 0 | 6.66 | 4.33 | 0.33 | 0 | 0 |
| RHMIN | 8.66 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| RUACE | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.66 | 0 |
| SAALP | 0.33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SAMIN | 11.66 | 0 | 0 | 0 | 3.66 | 8.33 | 4 | 0 | 0 |
| SERUP | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.33 | 0 | 0 | 1.66 |
| SIACA | 0 | 0 | 0 | 0.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SIHYS | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| STOFF | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| TEPYR | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 |
| THSER | 2 | 5.66 | 1.66 | 0 | 6.33 | 0.66 | 2 | 0.33 | 3 |
| TRALP | 0 | 7.66 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| TRCAM | 0.33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| TRGLA | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.66 | 0 | 0 | 0 |
| TRINC | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.66 | 0 |
| TRMON | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.33 | 0 | 0 |
| TROCH | 0 | 0 | 0 | 0 | 2.33 | 0.33 | 0 | 0 | 0 |
| TRPRA | 4.66 | 4.66 | 0.33 | 0 | 2 | 1.33 | 0 | 0.66 | 0 |
| TRREP | 0 | 2 | 2.33 | 0 | 2.66 | 0.33 | 0 | 0 | 0 |
| VAMYR | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| VECHA | 0.33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.33 | 0.66 | 0 | 0 |
| VIPYR | 0 | 0 | 0 | 0.5 | 6.33 | 0 | 0.66 | 0 | 0 |
| VITRI | 0.66 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.33 |

**Taula D 4: Taula d'atributs dels insectes pol·linitzadors.**

| **COLEÒPTERS** | |
|---|---|
| **Buprestidae** | |
| *Agrilus elegans* | No pol·linitzador |
| *Agrilus integerrimus* | No pol·linitzador |
| *Anthaxia carmen* | Pol·linitzador primari |
| *Anthaxia lencinai* | Pol·linitzador primari |
| *Ovalisia festiva* | No pol·linitzador |
| **Cerambycidae** | |
| *Stenurella melanura* | Pol·linitzador primari |
| **Cetoniidae** | |
| *Tropinota hirta* | Pol·linitzador primari |
| **Chrysomelidae** | |
| *Coptocephala scopolina* | Pol·linitzador primari |
| *Cryptocephalus aureolus* | Pol·linitzador primari |
| *Cryptocephalus fulvus* | Pol·linitzador primari |
| *Cryptocephalus violaceus* | Pol·linitzador primari |
| *Exosoma lusitanicum* | Pol·linitzador primari |
| **Coccinellidae** | |

| | |
|---|---|
| *Coccinella septempunctata* | No pol·linitzador |
| *Hippodamia variegata* | No pol·linitzador |
| *Nephus bipunctatus* | No pol·linitzador |
| *Scymnus sp. negre* | No pol·linitzador |
| *Scymnus pallipediformis* | No pol·linitzador |
| *Scymnus suturalis* | No pol·linitzador |
| **Curculionidae** | |
| *Larinus* gr. *planus* | No pol·linitzador |
| *Magdalis* sp. | No pol·linitzador |
| *Miarus campanulae* | No pol·linitzador |
| **Dasytidae** | |
| *Aplocnemus virens* | Pol·linitzador primari |
| *Dasytes subaeneus* | Pol·linitzador primari |
| **Elateridae** | |
| *Agrypnus murinus* | Pol·linitzador primari |
| *Prosternon tessellatum* | No pol·linitzador |
| **Lampyridae** | |
| *Nyctophila reichii* | No pol·linitzador |
| **Malachiidae** | |
| *Clanoptilus abdominalis* | Pol·linitzador primari |
| **Malachiusidae** | |
| *Malachius bipustulatus* | Pol·linitzador primari |
| **Meloidae** | |
| *Hycleus polymorphus* | Pol·linitzador primari |
| *Mylabris variabilis* | Pol·linitzador primari |
| **Melolonthidae** | |
| *Amiphallon atrum* | No pol·linitzador |
| *Omaloplia ruricola* | Pol·linitzador primari |
| **Mordellidae** | No pol·linitzador |
| *Mordellistena pumila* | Pol·linitzador primari |
| **Nitidulidae** | No pol·linitzador |
| *Meligethes sp. 1* | Pol·linitzador primari |
| *Meligethes sp. 2* | Pol·linitzador primari |
| *Meligethes sp. 3* | Pol·linitzador primari |
| **Scraptiidae** | |
| *Anaspis varians* | No pol·linitzador |
| **Staphylinidae** | |
| *Platydracus flavopunctatus* | No pol·linitzador |
| *Tachyporus hypnorum* | No pol·linitzador |
| **Tenebrionidae** | |
| Isomira sp. | No pol·linitzador |
| *Lagria rugulosa* | No pol·linitzador |
| *Cteniopus falvus* | Pol·linitzador primari |
| **Altres** | |
| *Espècie 1* | No pol·linitzador |

| HIMENÒPTERS | |
|---|---|
| **Andrenidae** | |
| *Andrena cineraria* | Pol·linitzador primari |
| *Andrena gallica* | Pol·linitzador primari |
| *Andrena hatorffiana* | Pol·linitzador primari |
| *Andrena labialis* | Pol·linitzador primari |
| *Andrena ruzifona* | Pol·linitzador primari |
| *Andrena sp.1* | Pol·linitzador primari |
| *Andrena sp.2* | Pol·linitzador primari |
| *Andrena chloradena sp.* | Pol·linitzador primari |
| *Panurgus dentipes* | Pol·linitzador primari |
| *Panurgus sp.* | Pol·linitzador primari |
| **Apidae** | |
| *Apis mellifera* | Pol·linitzador primari |
| *Xylocopa violacea* | Pol·linitzador primari |
| *Bombus sp.3* | Pol·linitzador primari |
| *Bombus sp.2* | Pol·linitzador primari |
| *Bombus sp.1* | Pol·linitzador primari |
| *Bombus hortorum* | Pol·linitzador primari |
| *Bombus lapidarius* | Pol·linitzador primari |
| *Bombus mucidus* | Pol·linitzador primari |
| *Eucera sp.* | Pol·linitzador primari |
| *Nomada sp.* | Pol·linitzador primari |
| *Nomada goodeniana* | Pol·linitzador primari |
| *Bombus terrestris* | Pol·linitzador primari |
| **Chrysididae** | |
| **Colletidae** | |
| *Hylaeus sp.1* | Pol·linitzador primari |
| *Hylaeus sp.2* | Pol·linitzador primari |
| **Crabonidae** | Pol·linitzadors secundaris |
| **Formicidae** | |
| **Halictidae** | |
| *Lassioglossum calceatum* | Pol·linitzador primari |
| *Lassioglossum sp.1* | Pol·linitzador primari |
| *Lassioglossum pauxillum* | Pol·linitzador primari |
| *Lassioglossum no ident. 1* | Pol·linitzador primari |
| *Lassioglossum sp.3* | Pol·linitzador primari |
| *Lassioglossum punctatissimum* | Pol·linitzador primari |
| *Lassioglossum villosulum* | Pol·linitzador primari |
| *Lassioglossum subhitum* | Pol·linitzador primari |
| *Lassioglossum leucozonium* | Pol·linitzador primari |
| *Lassioglossum albipes* | Pol·linitzador primari |
| *Lassioglossum smeathmanellum* | Pol·linitzador primari |
| *Lassioglossum sp.2* | Pol·linitzador primari |

| | |
|---|---|
| *Lassioglossum mediterraneum* | Pol·linitzador primari |
| *Lassioglossum zonulum* | Pol·linitzador primari |
| *Lassioglossum transitorium* | Pol·linitzador primari |
| *Lassioglossum laeuigatum* | Pol·linitzador primari |
| *Lassioglossum no ident. 2* | Pol·linitzador primari |
| *Lassioglossum leucopus* | Pol·linitzador primari |
| *Lassioglossum cupromicaus* | Pol·linitzador primari |
| *Lassioglossum pauperatum* | Pol·linitzador primari |
| *Dufourea sp.* | Pol·linitzador primari |
| *Halictus sp.1* | Pol·linitzador primari |
| *Halictus sp.2 (Seladonia)* | Pol·linitzador primari |
| *Halictus maculatus* | Pol·linitzador primari |
| *Halictus tumulareum* | Pol·linitzador primari |
| *Halictus gavaricus* | Pol·linitzador primari |
| *Halictus scabiosa* | Pol·linitzador primari |
| *Halictus quadricinctus* | Pol·linitzador primari |
| **Megachilidae** | |
| *Hoplitis mitis* | Pol·linitzador primari |
| *Osmia sp.1* | Pol·linitzador primari |
| *Osmia sp.2* | Pol·linitzador primari |
| *Osmia sp.3* | Pol·linitzador primari |
| *Osmia sp.4* | Pol·linitzador primari |
| **Megalodontesidae** | |
| *Megalodontes cephalotes* | Pol·linitzador primari |
| **Melittidae** | |
| **Pompilidae** | Pol·linitzadors secundaris |
| **Tenthredinidae** | |
| *Macrophya annulipes* | Pol·linitzador primari |
| *Macrophya montana* | Pol·linitzador primari |
| *Tenthredo brevicornis* | Pol·linitzador primari |
| *Tenthredo sp1.* | Pol·linitzador primari |
| **DÍPTERS** | |
| **Asilidae** | |
| *Eutolmus rufibarbis* | No pol·linitzador |
| *Machimus setibarbis* | No pol·linitzador |
| **Bombyliidae** | |
| *Thyridanthrax sp. 1* | Pol·linitzador primari |
| **Muscidae** | |
| *Muscidae 1* | Pol·linitzador primari |
| *Muscidae 2* | Pol·linitzador primari |
| *Muscidae 3* | Pol·linitzador primari |
| *Muscidae 4* | Pol·linitzador primari |
| *Muscidae 5* | Pol·linitzador primari |
| *Muscidae 6* | Pol·linitzador primari |
| **Stratiomyidae** | |

| | |
|---|---|
| *Chloromyia formosa* | Pol·linitzador primari |
| *Oplodontha viridula* | Pol·linitzador primari |
| **Syrphidae** | |
| *Chrysotoxum intermedium* | Pol·linitzador primari |
| *Eristalis tenax* | Pol·linitzador primari |
| *Eupeodes corollae* | Pol·linitzador primari |
| *Merodon sp. 1* | Pol·linitzador primari |
| *Merodon sp. 2* | Pol·linitzador primari |
| *Merodon sp. 3* | Pol·linitzador primari |
| *Merodon sp. 4* | Pol·linitzador primari |
| *Meorodon equestris* | Pol·linitzador primari |
| *Myathropa florea* | Pol·linitzador primari |
| *Scaeva dignota* | Pol·linitzador primari |
| *Sphaerophoria sp.1* | Pol·linitzador primari |
| *Sphaerophoria sp.2* | Pol·linitzador primari |
| *Xilota sp. 1* | Pol·linitzador primari |
| **Tabanidae** | |
| *Tabanus sp.1* | Pol·linitzador primari |
| *Tabanus sp.2* | Pol·linitzador primari |
| **Tephritidae** | |
| *Tephritidae 1* | No pol·linitzador |
| **Dolichopodidae** | |
| *Dolichopus sp.* | Pol·linitzador primari |
| **LEPIDÒPTERS** | |
| **Hesperiidae** | |
| *Pyrgus serrataulae* | Pol·linitzador primari |
| *Thymelicus lineola* | Pol·linitzador primari |
| *Thymelicus sylvestris* | Pol·linitzador primari |
| **Lycaenidae** | |
| *Aricia montensis* | Pol·linitzador primari |
| *Laeosopis roboris* | Pol·linitzador primari |
| *Lycaena hippothoe* | Pol·linitzador primari |
| **Nymphalidae** | |
| *Coenonympha arcania* | Pol·linitzador primari |
| *Erebia meolans* | Pol·linitzador primari |
| *Melanargia lachesis* | Pol·linitzador primari |
| *Vanessa cardui* | Pol·linitzador primari |
| **Pieridae** | |
| *Aporia crategi* | Pol·linitzador primari |
| **Sphingidae** | |
| *Macrogolossum stellatarum* | Pol·linitzador primari |
| **Zygaenidae** | |
| *Zygaena exulans* | Pol·linitzador primari |
| *Zygaena filipenaulae* | Pol·linitzador primari |

**Taula D 5: Abundància dels insectes pol·linitzadors per parcel·les.**

| COLEOPTERA | PAI 01 | PAI 02 | PAI 03 | PBI 01 | PBI 02 | PBI 03 | M 01 | M 02 | M 03 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Buprestidae** | | | | | | | | | |
| Agrilus elegans | | | | | | 1 | | | |
| Agrilus integerrimus | | 129 | 2 | 43 | 19 | 3 | 5 | | 1 |
| Anthaxia carmen | | 1 | | 1 | | | 6 | 1 | 9 |
| Anthaxia lencinai | | | | 1 | | | | | |
| Ovalisia festiva | | | | | | | 5 | 1 | |
| **Cerambycidae** | | | | | | | | | |
| Stenurella melanura | | | | 6 | | | 1 | 2 | 4 |
| **Cetoniidae** | | | | | | | | | |
| Tropinota hirta | | | | | | 1 | | | |
| **Chrysomelidae** | | | | | | | | | |
| Coptocephala scopolina | | | | 5 | 5 | | | | |
| Cryptocephalus aureolus | | 1 | | 1 | 1 | 2 | | | 1 |
| Cryptocephalus fulvus | 1 | | | | | | | | |
| Cryptocephalus violaceus | 17 | 17 | 7 | 9 | 9 | 29 | 9 | 6 | |
| Exosoma lusitanicum | | | | 5 | 8 | 190 | 350 | | |
| **Coccinellidae** | | | | | | | | | |
| Coccinella septempunctata | 5 | 2 | 2 | | | | | | |
| Hippodamia variegata | | 1 | 1 | 1 | 2 | | | | |
| Nephus bipunctatus | | | | 2 | | | | | |
| Scymnus sp. negre | | | | 1 | | | | | |
| Scymnus pallipediformis | | | | 2 | | | | | |
| Scymnus suturalis | | | | 1 | 1 | | | | |
| **Curculionidae** | | | | | | | | | |
| Larinus gr. planus | | | | | 1 | | | | |
| Magdalis sp. | | | | | | 1 | | | |
| Miarus campanulae | | | | | | | | | |
| **Dasytidae** | | | | | | | | | |
| Aplocnemus virens | | | | | 1 | | 1 | 1 | 4 |
| Dasytes subaeneus | | | 1 | | 1 | 14 | 10 | 4 | 6 |
| **Elateridae** | | | | | | | | | |
| Agrypnus murinus | | | 1 | | | | | | |
| Prosternon tessellatum | | | 2 | | 2 | | | | |
| **Lampyridae** | | | | | | | | | |
| Nyctophila reichii | 1 | | | | | | | | |
| **Malachiidae** | | | | | | | | | |
| Clanoptilus abdominalis | | | | | | 1 | | | |
| **Malachiusidae** | | | | | | | | | |
| Malachius bipustulatus | 1 | | | | | | | | |
| **Meloidae** | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Hycleus polymorphus | 2 | | | 1 | 2 | 4 | | 4 | |
| Mylabris variabilis | 9 | | | | | | | | 1 |
| **Melolonthidae** | | | | | | | | | |
| Amiphallon atrum | 5 | | | 9 | 4 | 1 | 1 | | 1 |
| Omaloplia ruricola | 1 | | | | | | 1 | | 1 |
| **Mordellidae** | | | | | | | | | |
| Mordellistena pumila | | | | | | | | | |
| Nitidulidae | 2 | | | 2 | 10 | 3 | 35 | 7 | 2 |
| Meligethes sp. 1 | | | | 3 | 1 | 3 | 5 | 6 | |
| Meligethes sp. 2 | | | | | | 2 | 2 | 1 | |
| Meligethes sp. 3 | | 1 | | | | | | | |
| **Scraptiidae** | | | | | | | | | |
| Anaspis varians | | 2 | 1 | | 1 | 3 | 2 | | 4 |
| Staphylinidae | | | | | | | | | |
| Platydracus flavopunctatus | | | | | | | | | 1 |
| Tachyporus hypnorum | | | | | | | | 1 | |
| **Tenebrionidae** | | | | | | | | | |
| Isomira sp. | | | | | | 1 | | | |
| Lagria rugulosa | 1 | | | | | | | | |
| Cteniopus falvus | 2 | | | 31 | 9 | 29 | 2 | 1 | 1 |
| **Altres** | | | | | | | | | |
| Espècie 1 | | | | | | | | 1 | |
| **HIMNEOPTERA** | **PAI 01** | **PAI 02** | **PAI 03** | **PBI 01** | **PBI 02** | **PBI 03** | **M 01** | **M 02** | **M 03** |
| **Andrenidae** | | | | | | | | | |
| Andrena cineraria | | | 4 | | | 1 | | | 2 |
| Andrena gallica | | | | 1 | 1 | | | | |
| Andrena hatorffiana | 1 | | | 1 | | | | | |
| Andrena labialis | | | | | | | | 2 | |
| Andrena ruzifona | 2 | 2 | 2 | | 7 | | 4 | | 1 |
| Andrena sp.1 | 2 | | | | | | | | |
| Andrena sp.2 | 1 | | 1 | | | | | | 1 |
| Andrena chloradena sp. | | 2 | | | | | | | |
| Panurgus dentipes | 15 | 9 | 14 | 13 | 6 | 10 | 34 | 10 | 85 |
| Panurgus sp. | | | 1 | | | | | | |
| **Apidae** | | | | | | | | | |
| Apis mellifera | 9 | 3 | | 2 | 1 | | | 2 | 7 |
| Xylocopa violacea | | | | | 3 | 2 | | | 1 |
| Bombus sp.3 | | | | | | | | | 1 |
| Bombus sp.2 | | | | | | 1 | | | |
| Bombus sp.1 | | | | | 1 | | | | |
| Bombus hortorum | 4 | | | | | 1 | | | 1 |
| Bombus lapidarius | | | | | | 1 | | | |
| Bombus mucidus | 4 | | | 1 | | 1 | | 1 | |
| Eucera sp. | | | | | 2 | | | | |
| Nomada sp. | | 1 | | | | | | 2 | |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nomada goodeniana | | | 1 | | | | | | |
| Bombus terrestris | | | | | | | | | |
| **Chrysididae** | | | | | | | | | 1 |
| **Colletidae** | | | | | | | | | |
| Hylaeus sp.1 | 1 | | | 2 | | 3 | 2 | 4 | |
| Hylaeus sp.2 | 1 | | | | | | | | |
| **Crabonidae** | | | | | | 2 | 4 | 2 | |
| **Formicidae** | | | | 3 | | | | | |
| **Halictidae** | | | | | | | | | |
| Lassioglossum calceatum | 3 | 10 | 26 | 1 | 6 | 1 | 3 | 1 | 30 |
| Lassioglossum sp.1 | 14 | | | | 1 | 3 | 1 | | |
| Lassioglossum pauxillum | 7 | | | 1 | 1 | | 1 | | |
| Lassioglossum no ident. 1 | 1 | | | | | | | | |
| Lassioglossum sp.3 | | | | 1 | | | | | |
| Lassioglossum punctatissimum | | | | | | | | | |
| Lassioglossum villosulum | | | 2 | | 2 | 1 | 4 | 1 | |
| Lassioglossum subhitum | | | 1 | | | | | | |
| Lassioglossum leucozonium | 1 | 3 | 1 | | 1 | | | | |
| Lassioglossum albipes | 49 | 50 | 29 | 16 | 22 | 13 | 19 | 12 | 43 |
| Lassioglossum smeathmanellum | | | 1 | | | | 2 | | 1 |
| Lassioglossum sp.2 | | | | | | | 2 | | |
| Lassioglossum mediterraneum | | | 15 | | 1 | | | 3 | 5 |
| Lassioglossum zonulum | | | | | | | | | |
| Lassioglossum transitorium | | | 2 | | | | | | |
| Lassioglossum laevigatum | | | 2 | | | | 1 | | 8 |
| Lassioglossum no ident. 2 | | | | | | | | | |
| Lassioglossum leucopus | 54 | | | 7 | 4 | 13 | 8 | 12 | 7 |
| Lassioglossum cupromicaus | | | | | | 2 | 1 | | |
| Lassioglossum pauperatum | 10 | | | | | | | | 1 |
| Dufourea sp. | | | | | | | | | |
| Halictus sp.1 | 9 | 9 | 3 | 1 | | 3 | 3 | | 6 |
| Halictus sp.2 (Seladonia) | 3 | | 1 | | | 1 | | 1 | |
| Halictus maculatus | 1 | 1 | 1 | | | | | 2 | 1 |
| Halictus tumulareum | 11 | | | | 1 | | | 1 | |
| Halictus gavaricus | 3 | 2 | | | 2 | | 3 | 2 | 2 |
| Halictus scabiosa | | | | 2 | | | | | |
| Halictus quadricinctus | | | 1 | 1 | | 1 | | | |
| **Megachilidae** | | | | | | | | | |
| Hoplitis mitis | | | | | | | | 1 | |
| Osmia sp.1 | | 1 | | 1 | | | | | |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Osmia sp.2 | | | | | | | | | 1 |
| Osmia sp.3 | | | | | | | | | 1 |
| Osmia sp.4 | | | 1 | | | | 1 | | |
| **Megalodontesidae** | | | | | | | | | |
| Megalodontes cephalotes | 64 | 8 | | 1 | | 1 | | 3 | |
| **Melittidae** | | | | | | | | | |
| Dasypoda hirtipes | 25 | 6 | 2 | | 4 | 1 | | | 2 |
| **Pompilidae** | 1 | | 3 | 1 | | 1 | | 1 | 1 |
| Tenthredinidae | | | | | | | | | |
| Macrophya annulipes | 1 | | | | | | | | |
| Macrophya montana | | | | | | | | | 1 |
| Tenthredo brevicornis | | | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 |
| Tenthredo sp1. | | | | | 1 | | | | |
| Spechodes sp1. | | | | | | 1 | | | |
| **DIPTERA** | **PAI 01** | **PAI 02** | **PAI 03** | **PBI 01** | **PBI 02** | **PBI 03** | **M 01** | **M 02** | **M 03** |
| **Asilidae** | | | | | | | | | |
| Eutolmus rufibarbis | 1 | | | 1 | | | | | |
| Machimus setibarbis | | 7 | 1 | 3 | 3 | 3 | 1 | 7 | 4 |
| **Bombyliidae** | | | | | | | | | |
| Thyridanthrax sp. 1 | | | | | | 1 | | | |
| **Muscidae** | | | | | | | | | |
| Muscidae 1 | 1 | | | | | | | | |
| Muscidae 2 | | | 1 | 1 | | | | | |
| Muscidae 3 | | | | | | 1 | | | 1 |
| Muscidae 4 | | | | | 1 | | | | |
| Muscidae 5 | | | | 1 | | | | | |
| Muscidae 6 | | | | | 3 | | | | |
| **Stratiomyidae** | | | | | | | | | |
| Chloromyia formosa | 2 | 4 | 1 | | 2 | 5 | | | |
| Oplodontha viridula | 4 | 6 | | | | | | | |
| **Syrphidae** | | | | | | | | | |
| Chrysotoxum intermedium | | 1 | 1 | | | 1 | | | |
| Eristalis tenax | 2 | 2 | 2 | | 2 | | 2 | | |
| Eupeodes corollae | | 2 | 3 | 1 | | 1 | | 2 | |
| Merodon sp. 1 | 2 | 4 | 3 | | | 1 | 3 | 5 | 2 |
| Merodon sp. 2 | | | | 1 | | | | | |
| Merodon sp. 3 | | 1 | 1 | | | | | 3 | |
| Merodon sp. 4 | 1 | | | | | | | | |
| Meorodon equestris | | | 4 | | | | | | |
| Myathropa florea | | | | | | | | | 1 |
| Scaeva dignota | | 1 | | | | | | | |
| Sphaerophoria sp.1 | | | | | | | | | |
| Sphaerophoria sp.2 | | | | | | 1 | | | |
| Xilota sp. 1 | | | | | | | | | 1 |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Tabanidae** | | | | | | | | | |
| Tabanus sp.1 | 1 | | | | | | | | |
| Tabanus sp.2 | 1 | | 1 | | | 1 | | 2 | |
| **Tephritidae** | | | | | | | | | |
| Tephritidae 1 | 1 | | 1 | | | | 2 | | |
| **Dolichopodidae** | | | | | | | | | |
| Dolichopus sp. | 1 | | | | | | | | |
| **LEPIDOPTERA** | **PAI 01** | **PAI 02** | **PAI 03** | **PBI 01** | **PBI 02** | **PBI 03** | **M 01** | **M 02** | **M 03** |
| **Hesperiidae** | | | | | | | | | |
| Pyrgus serrataulae | | | | | 1 | | | | |
| Thymelicus lineola | 1 | | | | | | | 1 | |
| Thymelicus sylvestris | 1 | | | | | | | | |
| **Lycaenidae** | | | | | | | | | |
| Aricia montensis | | | | 1 | | | | | |
| Laeosopis roboris | | | | | | | 1 | | |
| Lycaena hippothoe | | | | | | 1 | | | |
| **Nymphalidae** | | | | | | | | | |
| Coenonympha arcania | | | | 1 | 2 | | | 1 | 1 |
| Erebia meolans | | | | 3 | 2 | 4 | | | 1 |
| Melanargia lachesis | | | 1 | | | 2 | | | |
| Vanessa Cardui | | | | | | | | | 1 |
| **Pieridae** | | | | | | | | | |
| Aporia crategi | | | | | | | | | |
| **Sphingidae** | | | | | | | | 1 | 1 |
| Macrogolossum stellatarum | | 1 | | | | | | | |
| **Zygaenidae** | | | | | | | | | |
| Zygaena exulans | | | | 2 | | | | | |
| Zygaena filipenaulae | | | | | 1 | | | | |

# Annex E: Col·lecció entomològica

## Coleòpters

**Figura E 1: Caixa 1 de classificació de coleòpters.**

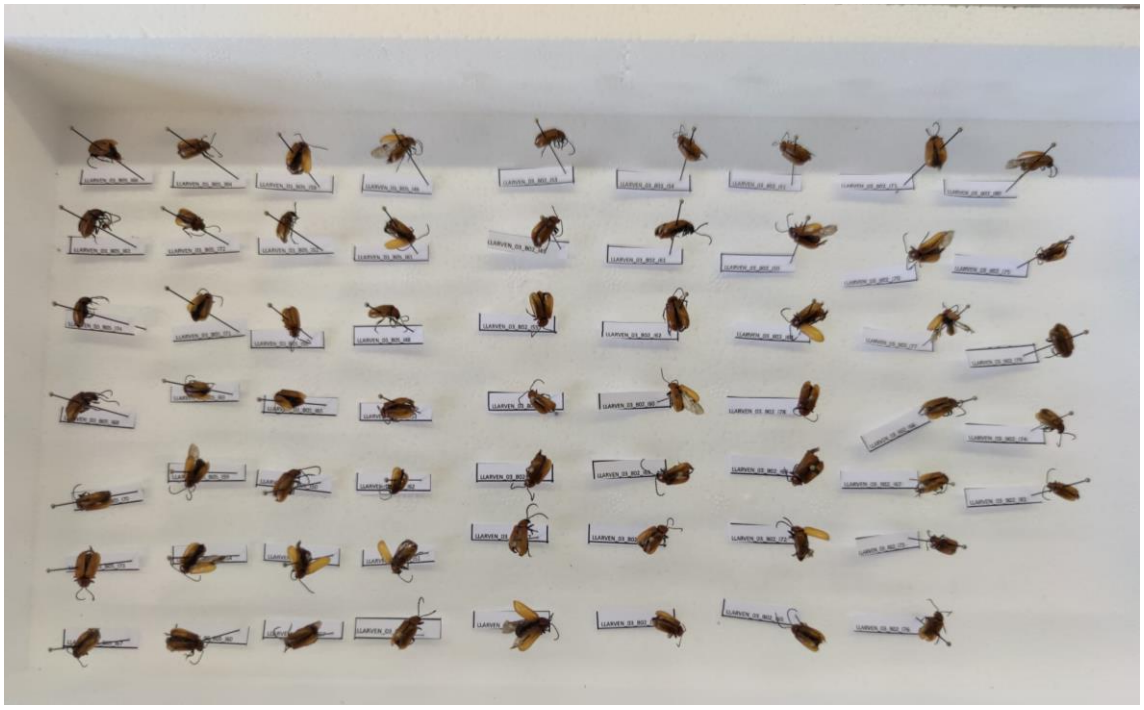


**Figura E 2: Caixa 2 de classificació de coleòpters.**

**Figura E 3: Caixa 3 de classificació de coleòpters.**

**Figura E 4: Caixa 4 de classificació de coleòpters.**

**Figura E 5: Caixa 5 de classificació de coleòpters.**

**Figura E 6: Caixa 6 de classificació de coleòpters.**

**Figura E 7: Caixa 7 de classificació de coleòpters.**

**Figura E 8: Caixa 8 de classificació de coleòpters.**

**Figura E 9: Caixa 9 de classificació de coleòpters.**

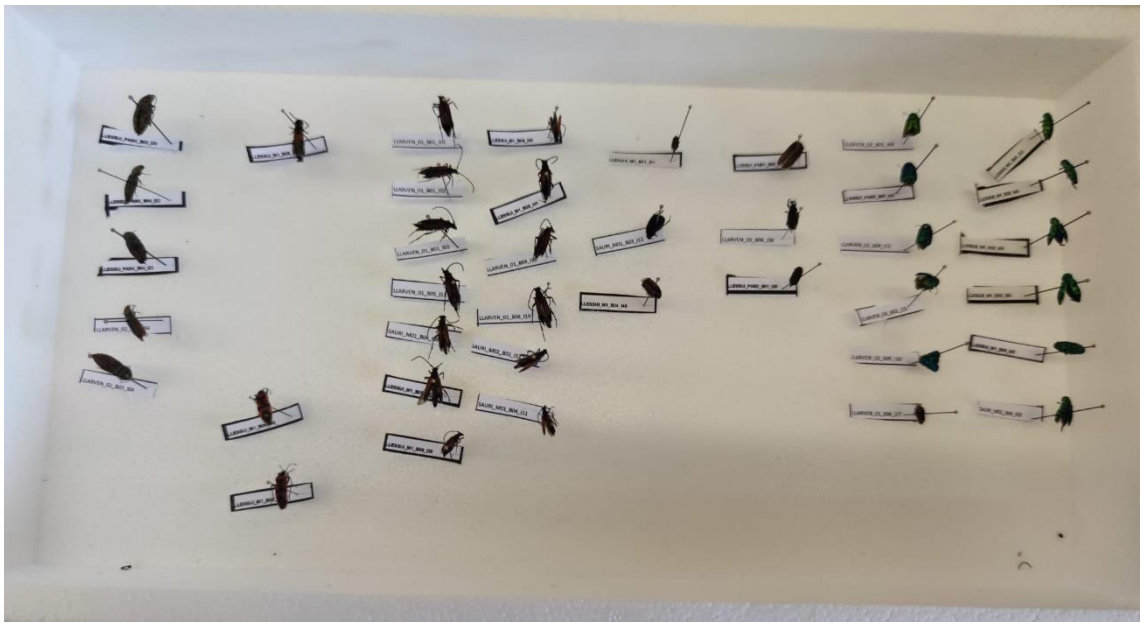


**Figura E 10: Caixa 10 de classificació de coleòpters.**

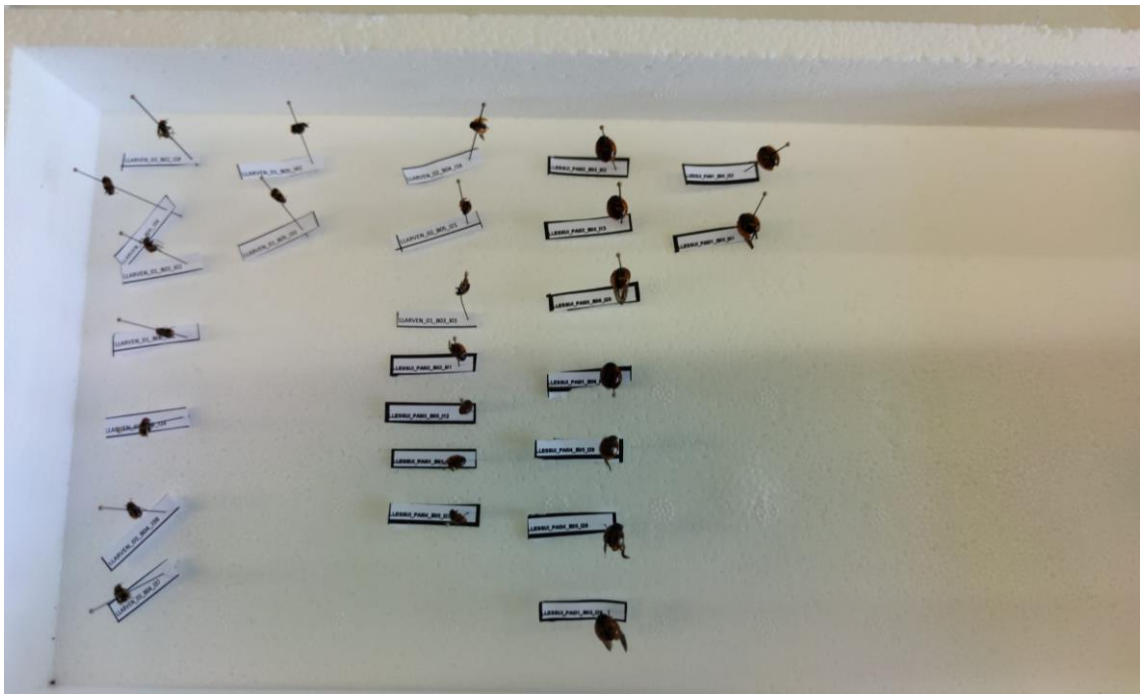


**Figura E 11: Caixa 11 de classificació de coleòpters.**

**Figura E 12: Caixa 12 de classificació de coleòpters.**

**Figura E 13: Caixa 13 de classificació de coleòpters.**

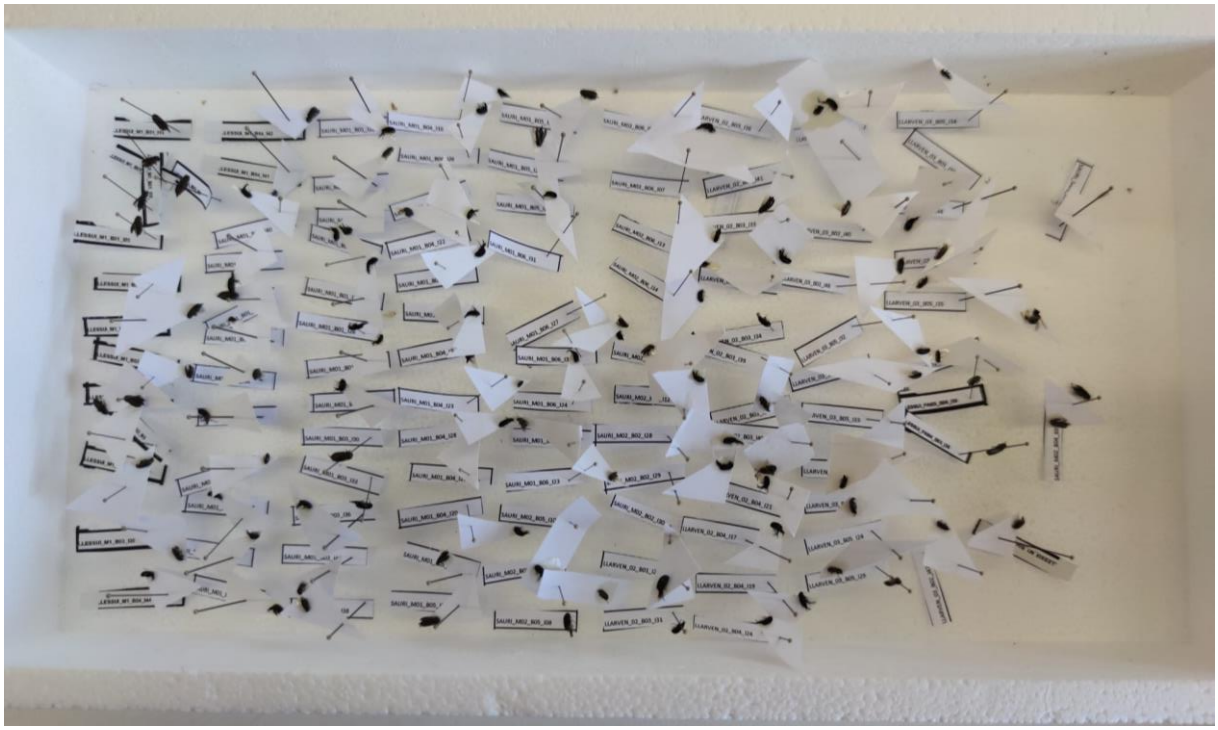


**Figura E 14: Caixa 14 de classificació de coleòpters.**

**Figura E 15: Caixa 15 de classificació de coleòpters.**

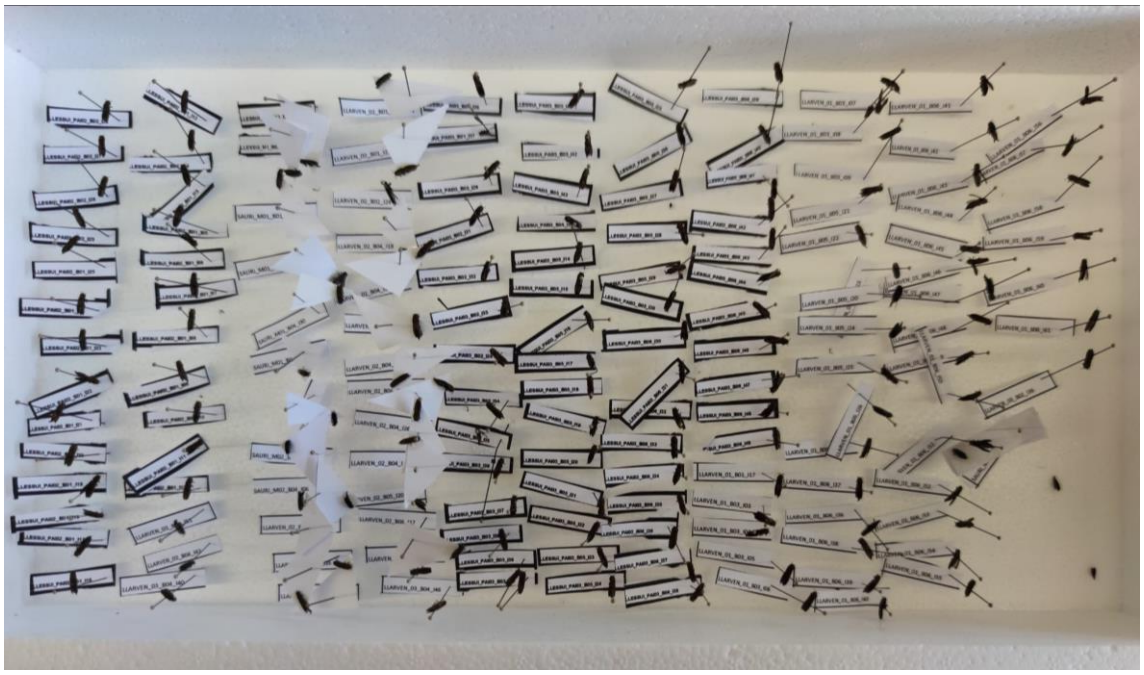


**Figura E 16: Caixa 16 de classificació de coleòpters.**

**Figura E 17: Caixa 17 de classificació de coleòpters.**

## Dípters

**Figura E 18: Caixa 1 de classificació de dípters.**

**Figura E 19: Caixa 2 de classificació de dípters.**

**Figura E 20: Caixa 3 de classificació de dípters.**

## Himenòpters

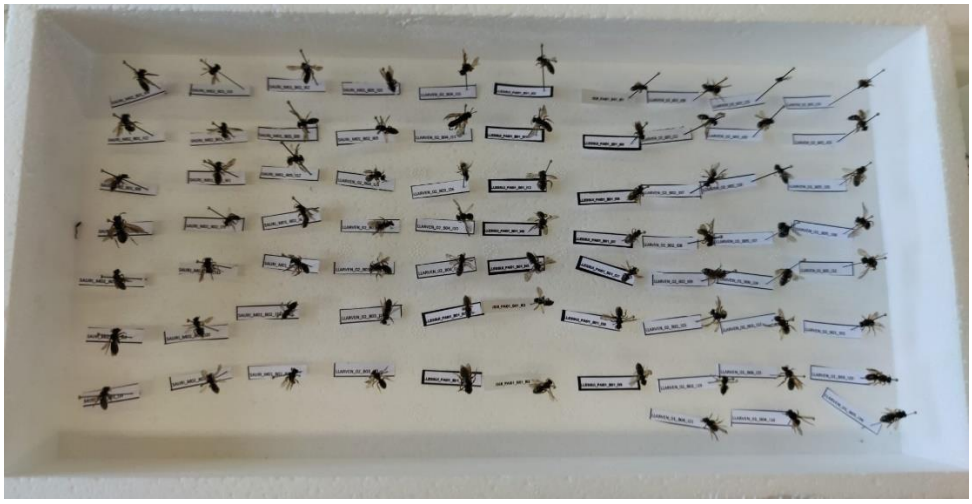


**Figura E 21: Caixa 1 de classificació dels himenòpters.**

**Figura E 22: Caixa 2 de classificació dels himenòpters.**

**Figura E 23: Caixa 3 de classificació dels himenòpters.**

**Figura E 24: Caixa 4 de classificació dels himenòpters.**

**Figura E 25: Caixa 5 de classificació dels himenòpters.**

**Figura E 26: Caixa 6 de classificació dels himenòpters.**

**Figura E 27: Caixa 7 de classificació dels himenòpters.**

**Figura E 28: Caixa 8 de classificació dels himenòpters.**

**Figura E 29: Caixa 9 de classificació dels himenòpters.**

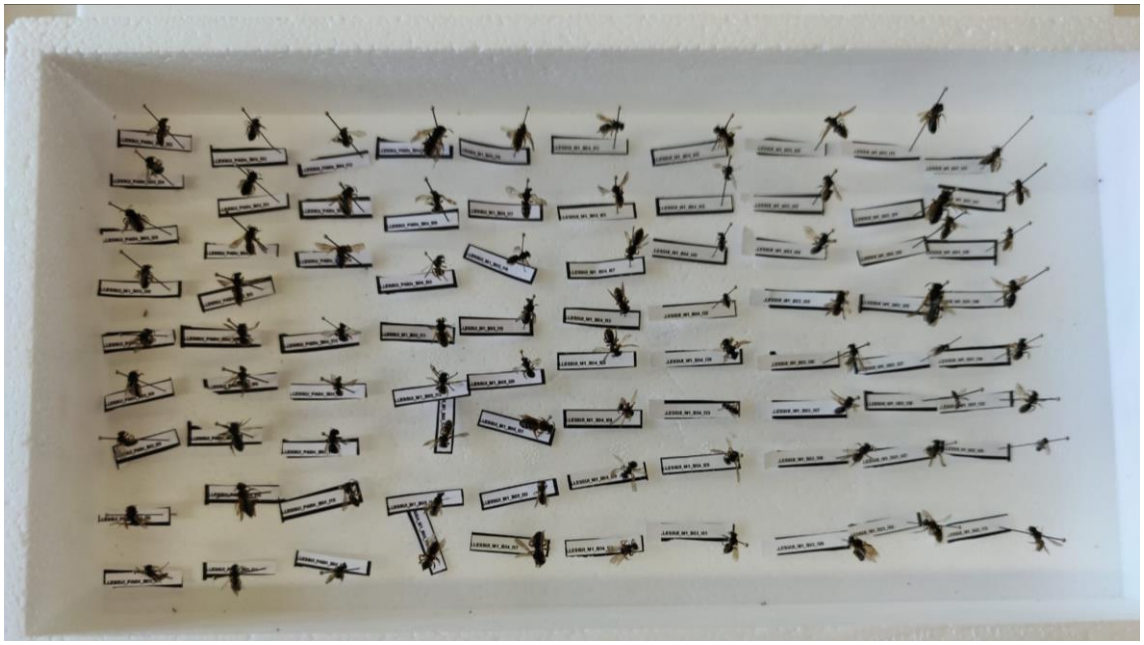


**Figura E 30: Caixa 10 de classificació dels himenòpters.**

**Figura E 31: Caixa 11 de classificació dels himenòpters.**

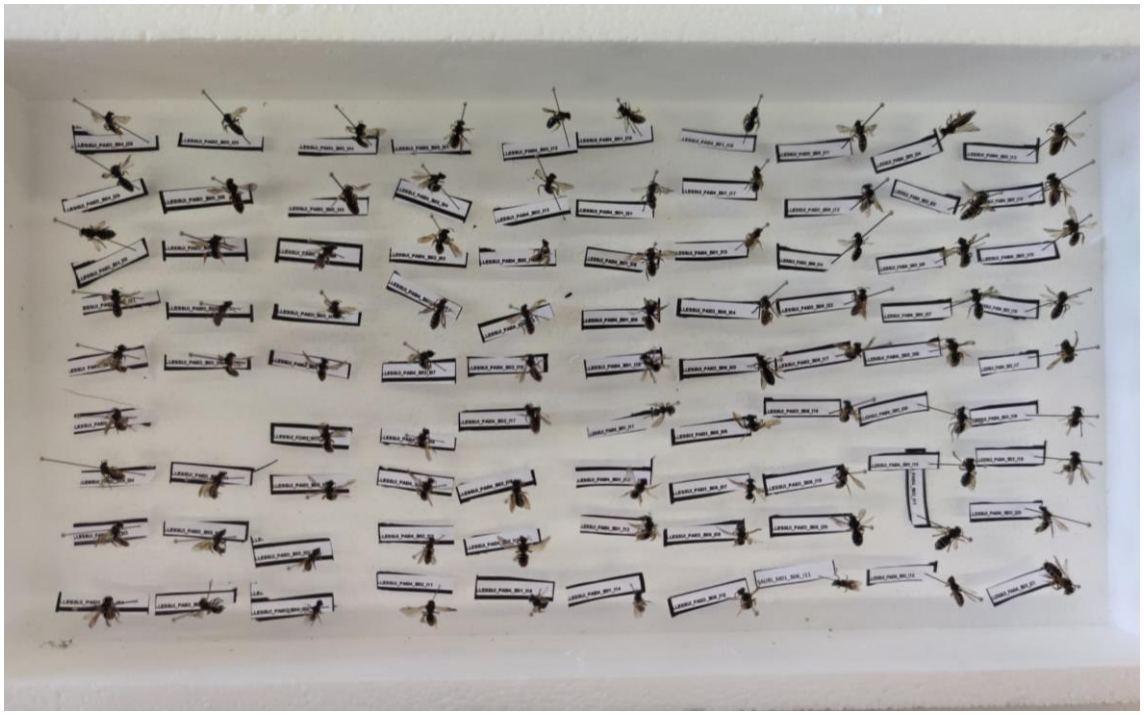


**Figura E 32: Caixa 12 de classificació dels himenòpters.**

**Figura E 33: Caixa 13 de classificació dels himenòpters.**

**Figura E 34: Caixa 14 de classificació dels himenòpters.**

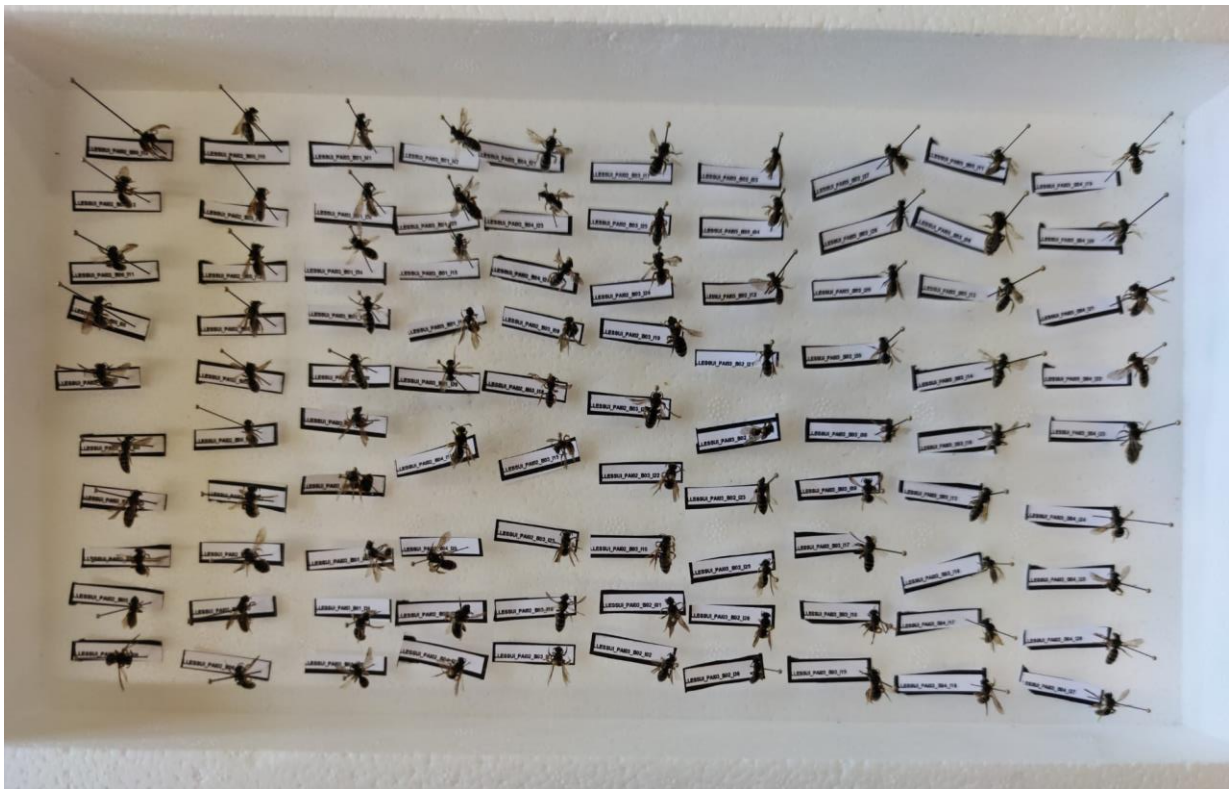


**Figura E 35: Caixa 15 de classificació dels himenòpters.**

**Figura E 36: Caixa 16 de classificació dels himenòpters.**

**Figura E 37: Caixa 17 de classificació dels himenòpters.**

## Lepidòpters

**Figura E 38: Caixa 1 de classificació dels lepidòpters.**

## Altres

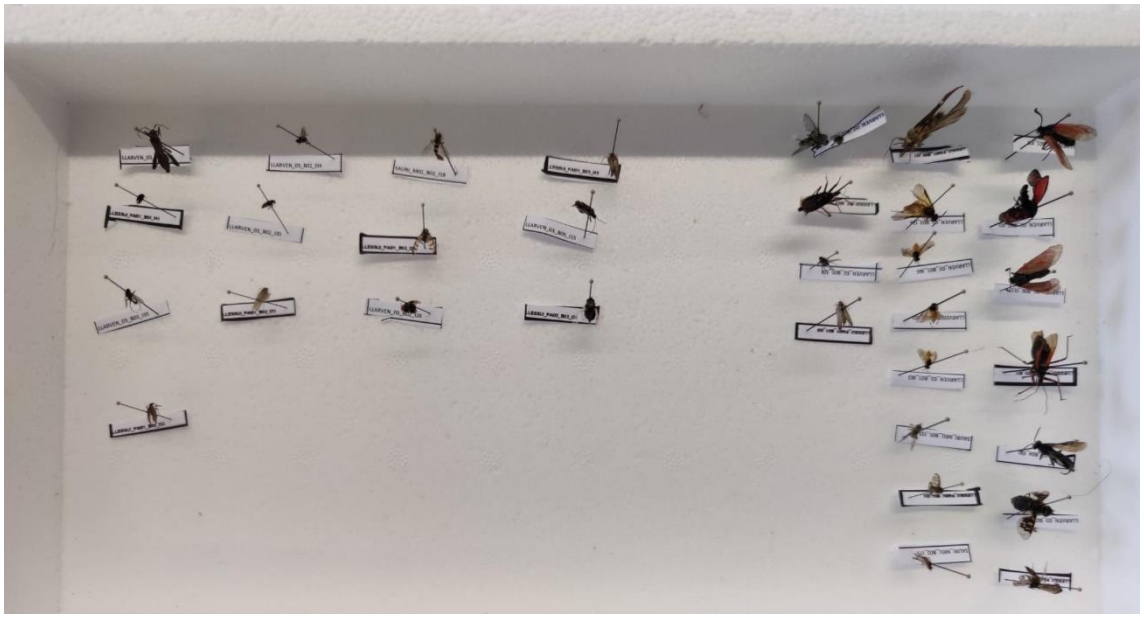


**Figura E 39: Caixa 1 d'espècies sense identificar.**

**Figura E 40: Caixa 2 d'espècies sense identificar.**