



Memòria del Treball Final de Grau

Títol del treball: Biodiversitat de pol·linitzadors en tres finques de producció integrada i una de producció ecològica a les comarques de l'Empordà.

Estudiant: Martí Llorente Carreras

Grau en Ciències Ambientals

Correu electrònic: marti.llorente94@gmail.com

Tutor acadèmic: Laura Llorens

Cotutor: Lucia Adriana Escudero-Colomar

Empresa/institució: IRTA Mas Badia

Vistiplau tutor (i cotutor*):

Nom del tutor: Laura Llorens

Nom del cotutor*: Lucia Adriana Escudero-Colomar

Empresa/institució:

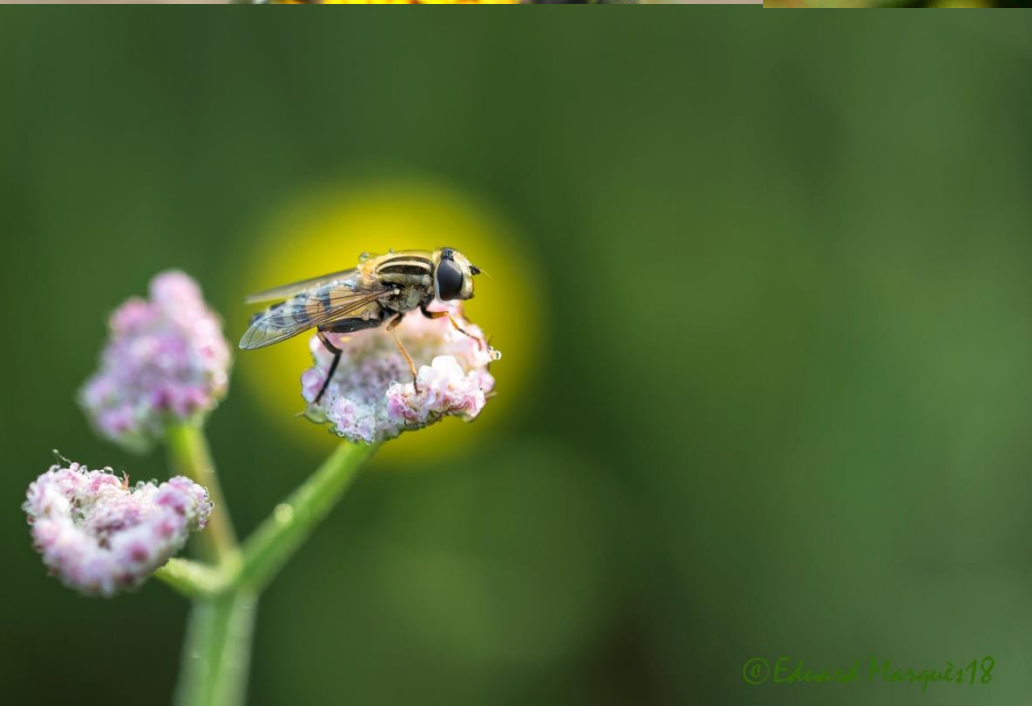
IRTA Mas Badia

Correu(s) electrònic(s):

marti.llorente94@gmail.com

* si hi ha un cotutor assignat

Data de dipòsit de la memòria a secretaria de coordinació:



BIODIVERSITAT DE POL·LINITZADORS EN TRES FINQUES DE PRODUCCIÓ INTEGRADA I UNA DE PRODUCCIÓ ECOLÒGICA

Martí Llorente Carreras

Treball Final de Grau

Juliol 2018

AGRAÏMENTS

Aquest estudi ha estat possible gràcies a la Laura Llorens, tutora per part de la Universitat de Girona. També he d'agrair la col·laboració del centre fructícola IRTA Lleida, sobretot el suport prestat per la Neus Rodriguez que ha facilitat les tasques d'identificació dels pol·linitzadors.

Per altra banda, dono també les gracies al centre IRTA Mas Badia, ja que han estat els promotors d'aquest estudi i m'han cedit les seves instal·lacions i materials perquè es pogués realitzar.

Finalment, un especial i profund agraïment a la Lucia Adriana Escudero-Colomar que gràcies als seus consells i les ajudes rebudes al llarg d'aquest camí ha fet possible que aquest estudi s'hagi dut a terme de forma satisfactòria.

ÍNDEX

1. RESUM	1
2. INTRODUCCIÓ.....	4
1. EL CULTIU - LA POMERA	4
2. ELS POL·LINITZADORS NATURALS.....	5
3. LA IMPORTÀNCIA DELS POL·LINITZADORS EN LA PRODUCCIÓ DE LA POMERA.....	7
4. DIFERÈNCIES DE MANEIG: PRODUCCIÓ INTEGRADA/PRODUCCIÓ ECOLÒGICA.....	7
3. OBJECTIVES	8
4. METODOLOGIA.....	8
1. PARCEL·LES D'ESTUDI.....	8
2. MÈTODES DE MOSTREIG.....	9
3. PROCESAT DE MOSTRES E IDENTIFICACIÓ TAXONÒMICA.....	11
4. ANÀLISIS DE DADES.....	12
5. RESULTATS	14
1. RIQUESA, ABUNDÀNCIA I DIVERSITAT DELS POL·LINITZADORS.....	14
6. DISCUSSIÓ.....	22
7. CRITERIS ÈTICS O DE SOSTENIBILITAT DEL TREBALL.....	24
8. CONCLUSIONS.....	25
9. BIBLIOGRAFIA.....	26

- RESUM

Degut a la preocupació que genera el declivi que s'està produint en els ecosistemes de pol·linitzadors a causa de les pràctiques agrícoles intensives, el context de crisi ambiental existent i les exigències dels consumidors, han sorgit noves tècniques de maneig de plagues i malalties més respectuoses amb el medi ambient. Fins a finals del segle passat, l'agricultura tradicional basada en la utilització exclusiva dels agroquímics, tenia un paper predominant en la gestió agrícola. Posteriorment amb el desenvolupament de nous agroquímics més selectius i mètodes de control de plagues com ara la confusió sexual, es va desenvolupar la producció integrada, que és un sistema de producció agrària que utilitza pràctiques compatibles amb la protecció i millora del medi ambient, els recursos naturals, la diversitat genètica i la conservació del paisatge. La producció ecològica és un sistema de producció basat en la utilització de productes naturals pel control de plagues i malalties. A les comarques fructícoles de Girona els darrers 15 anys es va fer un esforç molt gran per portar la Producció Integrada de poma al nivell més alt possible. La producció Ecològica de poma es de més recent desenvolupament i la superfície plantada va creixent a poc a poc. Aquest estudi avalua la biodiversitat d'insectes que realitzen un paper destacat en la pol·linització en els dos tipus de maneig. Per a l'estudi, es van fer servir dos mètodes de mostreig, les PAN-TRAPS de colors ultraviolats: blanc, blau i groc i les NEST-TRAPS. Els mostresjos amb les PAN-TRAPS han estat realitzats el 2017 a l'època de floració de la pomera, al mes d'abril, i un mes després (maig) per comprovar si la composició dels pol·linitzadors era la mateixa en les parcel·les de Producció Integrada I, II i III i la parcel·la de Producció Ecològica IV. Les quatre parcel·les presenten una composició de la vegetació similar, un recurs hídric proper i estan ubicades a les comarques fructícoles de l'Alt i Baix Empordà. Els resultats presenten un inventari de pol·linitzadors capturats a les PAN-TRAPS a on els principals exponents pertanyen a les famílies: *Lepidoptera*, *Coleoptera*, *Himenoptera* i *Diptera*. La parcel·la que ha presentat major riquesa i abundància ha estat la de producció ecològica (parcel·la IV). No obstant, la composició de gèneres al mes d'abril ha estat semblant entre les parcel·les I,II i IV mentre que la parcel·la III ha presentat diferències en els gèneres presents. Pel que fa al mes de maig, la parcel·la III va mostrar diferències en la composició de pol·linitzadors respecte les altres. Els tres colors ultraviolats utilitzats a les PAN-TRAPS no van mostrar diferències significatives respecte de les famílies d'insectes ni dels gèneres de pol·linitzadors. Dels individus capturats en les NEST-TRAPS, només van poder completar el seu desenvolupament els de les trampes provinents de dues de les quatre parcel·les mostrejades. Pertanyen a dos gèneres d'himenòpters: *Osmia* i *Anthidium*. Els resultats obtinguts s'analitzen en funció del maneig de cada plantació.

Paraules clau: *Lepidoptera*, *Himenoptera*, *Diptera*, *Coleoptera*, producció integrada, producció ecològica, PAN-TRAPS, TRAMPES-NIU, pol·linitzadors, biodiversitat.

- RESUMEN

A causa de la preocupació que genera el declive que se está produciendo en los ecosistemas de polinizadores debido, entre otros factores a las prácticas agrícolas intensivas, al contexto de crisis ambiental existente y a las exigencias de los consumidores, han surgido nuevas técnicas de manejo más respetuosas con el medio ambiente. Hasta finales del siglo pasado, la agricultura tradicional basada en la utilización exclusiva de agroquímicos, tenía un papel predominante en la gestión agrícola. Posteriormente, con el desarrollo de nuevos productos más selectivos i métodos de control de plagas como la confusión sexual, se desarrolló la Producción Integrada, que es un sistema de producción agraria que utiliza prácticas compatibles con la protección y mejora del medio ambiente, los recursos naturales, la diversidad genética y la conservación del suelo i paisaje. La producción ecológica, es un sistema de producción basado en la utilización de productos naturales para el control de plagas y enfermedades. En las comarcas frutícolas de la provincia de Gerona los últimos 15 años se ha realizado un gran esfuerzo para llevar la Producción Integrada al más alto nivel posible. La Producción Ecológica de manzana es de reciente desarrollo i la superficie plantada va creciendo poco a poco. Este estudio presenta la biodiversidad de insectos que realizan un papel destacado en la polinización según los dos tipos de manejo. Para realizar este estudio se utilizaron dos metodologías de muestreo, las PAN-TRAPS de colores ultravioletas: blanco, azul y amarillo y las NEST-TRAPS. Los muestreos con las PAN-TRAPS se realizaron en 2017 en la época de floración del manzano, al mes de abril, y un mes más tarde (mayo) para comprobar si la composición de los polinizadores era la misma en las parcelas de Producción Integrada I, II i III i la parcela de Producción Ecológica IV. Las cuatro parcelas presentan una composición de la vegetación similar, un recurso hídrico cercano y están ubicadas en las comarcas frutícolas del Alt y Baix Empordà. Los resultados presentan un inventario de polinizadores capturados a través de las PAN-TRAPS donde los principales exponentes forman parte a las familias: Lepidoptera, Coleoptera, Himenoptera i Diptera. La parcela que presenta una mayor riqueza y abundancia ha sido la de Producción Ecológica (parcela IV). No obstante, la composición de géneros capturados en el mes de abril ha resultado parecida en las parcelas I, II i IV, en cambio, la parcela III ha presentado diferencias en los géneros presentes. En el mes de mayo, la parcela III ha sido la que ha presentado diferencias en la composición de polinizadores respecto de las otras. Los tres colores ultravioletas utilizados en las PAN-TRAPS no mostraron diferencias significativas respecto de las familias de insectos ni los géneros de polinizadores capturados. De los individuos capturados en las NEST-TRAPS, solo pudieron completar su desarrollo los de las trampas provenientes de dos de las cuatro parcelas muestreadas. Pertenecen a dos géneros de himenópteros: *Osmia* y *Anthidium*. Los resultados obtenidos se analizan en función del manejo de cada plantación.

Palabras clave: Lepidoptera, Himenoptera, Diptera, Coleoptera, producción integrada, producción ecológica, PAN-TRAPS, TRAMPAS-NIDO, polinizadores, biodiversidad.

- ABSTRACT

The concern generated by the decline that is occurring in pollinator ecosystems due to intensive agricultural practices, the context of existing environmental crisis and the demands of consumers, promoted that new management techniques more respectful of the environment have emerged. Until the end of the last century, traditional agriculture based on the exclusive use of agrochemicals, had a predominant role in agricultural management. Subsequently, with the development of new more selective agrochemicals and methods of pest control such as mating disruption, the Integrated Production was developed; it is an agricultural production system that uses practices compatible with the improvement and protection of the environment, natural resources, genetic diversity and soil and landscape conservation. Organic Production is a production system based on the use of natural products for the control of pests and diseases. In the fruit growing areas of Girona province, last 15 years a great effort has been made to bring the Integrated Production to the highest possible level. The Ecological Production of apple crop has a recent development and the acreage is increasing bit by bit. This study presents the biodiversity of insects that play a prominent role in pollination in the two types of management. To carry out the study, two sampling methodologies were used, the PAN-TRAPS of ultraviolet colours: white, blue and yellow and the NEST-TRAPS. Samplings with the PAN-TRAPS were carried out in 2017 at the time of boom of the apple trees, in April, and a month later (May) to check if the composition of the pollinators was the same in three Integrated Production plots I, II, III and one Organic Production plot IV. The four plots have a composition of similar vegetation, a nearby water resource and are located in the fruit regions of Alt and Baix Empordà. The results present an inventory of pollinators captured through the PAN-TRAPS where the main exponents are part of the families: Lepidoptera, Coleoptera, Himenoptera and Diptera. The plot that presents a greater richness and abundance has been the one of Organic Production (plot IV). However, the genus composition in April has been similar in plots I, II and IV, but plot III presented differences, in the genus composition. In the sampling carried out in May, plot III has been the one that presented differences in the composition of pollinators with respect to the others. The three ultraviolet colours used in the PAN-TRAPS did not show significant differences regarding insect families or pollinator genus. The individuals captured in the NEST-TRAPS, were only able to complete their development those of the traps coming from two of the four plots sampled. They belong to two genera of Himenoptera: *Osmia* and *Anthidium*. The results obtained were analysed according to the management of each crop.

Key words: Lepidoptera, Himenoptera, Diptera, Coleoptera, integrated production, ecological production, PAN-TRAPS, NEST-TRAPS, pollinators, biodiversity.

2.- INTRODUCCIÓ

Històricament, el control de plagues i malalties en els cultius de fruita ha estat basat en l'aplicació de plaguicides, els quals han estat associats a una diversitat de problemes, principalment de caire ambiental, potenciant la pèrdua de biodiversitat i l'aparició de resistència a pesticides (Damos *et al.*, 2015). Als cultius de poma, els artròpodes presents a les parcel·les juguen diversos papers: els que ocasionen danys greus al conreu, com és el cas de les plagues, o els que són beneficiosos per l'agroecosistema com els enemics naturals i els que realitzen la pol·linització (Altieri, 1999). En una parcel·la comercial, per tal que el fruit tingui sortida en el mercat, aquesta ha de presentar condicions òptimes i, a més, ha de complir tota una sèrie de paràmetres estètics (Salamin *et al.*, 2007). El concepte de producció integrada és poder oferir les eines necessàries per entendre les relacions entre el dany i el benefici que ocasionen els insectes als sistemes agrícoles i com l'agricultor pot explotar aquest coneixement per tal de mantenir una posició d'equilibri per aconseguir obtenir produccions de qualitat i no malmetre l'ecosistema present (Altieri & Nicholls, 2005). Recentment, es comença a escoltar el concepte d'agricultura ecològica, la qual introdueix protecció als ecosistemes naturals que trobem dins dels agrosistemes, fins al moment alterats amb l'única intenció d'obtenir la màxima producció de fibres i aliments. Les bases de l'agricultura ecològica són aconseguir el creixement de plantes sanes amb bons mecanismes de defensa, estressar les plagues i facilitar el creixement de poblacions d'organismes beneficiosos (Magdoff, 2007).

La pol·linització és un important servei ecosistèmic de vital importància per a la producció de collites entomòfiles (Klein *et al.*, 2007). Durant aquesta última dècada ha augmentat la preocupació sobre la disminució i pèrdua de la biodiversitat de pol·linitzadors i del deteriorament del servei ecosistèmic que ens brinden (Donnalsen *et al.*, 2002). El col·lapse dels pol·linitzadors mutualistes i com a conseqüència la disminució de la taxa reproductiva de les plantes està sent causat principalment per la fragmentació dels hàbitats (Allen-Wardell *et al.*, 1998). Els hàbitats naturals amb una estructura més complexa i una major riquesa de flors presenten una diversitat més alta de pol·linitzadors (Weislo & Cane, 1996). En canvi, en parcel·les agrícoles, és a dir, hàbitats semi-naturals que sovint són petits i fragmentats produeixen que els pol·linitzadors es vegin obligats a viatjar entre els seus nius i els punts d'alimentació forestals, fet que ocasiona una disminució de la seva biodiversitat (Michener 2000). Tanmateix, la disminució observada en les comunitats de pol·linitzadors també s'atribueix a l'increment en l'ús de plaguicides, els sistemes de producció basats en els monocultius i l'eliminació del fenc i altres zones obertes que proporcionen plantes de flors silvestres i espais de nidificació (Dafni *et al.*, 1990). L'objectiu d'aquest estudi és estudiar quins pol·linitzadors naturals es troben a les parcel·les de Producció Integrada en comparació als que es poden trobar en una parcel·la d'Agricultura Ecològica totalment integrada en el medi natural i sense aplicacions d'agroquímics.

2.1.- EI CULTIU – LA POMERA

La pomera *Malus x domestica* (Rosaceae: Maloideae) és un arbre caducifoli de mida mitjana d'uns 12 metres d'alçada en estat natural, tot i que en conreu és molt més baixa, sovint al voltant de dos metres per facilitar-ne el cultiu i especialment la recol·lecció del fruit. Presenta una alta adaptabilitat pel que fa a les diferents condicions climàtiques, sols i sistemes de cultiu, fet que ha permès cultivar-lo en tots els continents, presentant nombroses varietats (Santos *et al.*, 2015). Les flors hermafrodites tenen una corona de 5 pètals blancs, arrodonits sovint amb betes vermelles o rosades, amb peduncle. El calze té cinc sèpals i nombrosos estams. Les flors

formen agrupacions en corimbos. Floreix a principi de primavera i els fruits, les pomes, maduren des de l'estiu fins a la tardor.

La pomera s'ha de cultivar en climes temperats, ja que necessita acumular hores de fred durant l'hivern per a produir pomes. Pel que fa a la península Ibèrica, les majors zones de producció estan situades a Catalunya, principalment a les comarques del pla de Lleida (Poma de Lleida). A Girona, el cultiu de poma té molta rellevància i existeix una Indicació Geogràfica Protegida anomenada Poma de Girona, la IGP és una denominació de qualitat regulada a escala d'Unió Europea que identifica un producte alimentari que és originari d'un lloc determinat.

La floració és un dels esdeveniments fenològics més importants dins el cicle productiu d'un pomer. Aquesta etapa sol durar al voltant de 15-25 dies, depenent de les condicions climàtiques especialment de la temperatura. La pol·linització és el traspàs de pol·len des de l'antera a l'estigma de la flor, en el cas del pomer, la pol·linització és entomòfila, és a dir, realitzada per insectes (Yuri, 2005).

2.2.- ELS POLINITZADORS NATURALS

La funció pol·linitzadora és exercida per aquells animals que tenen hàbits florícoles i que normalment acudeixen a les flors per buscar aliment. En el 85% de les plantes amb flors, la transferència de pol·len és realitzada per animals, principalment per insectes, sobretot himenòpters, coleòpters, dípters i lepidòpters, tot i que també trobem algun vertebrat com el picaflor (*fam. Trochilidae*) i altres ocells (Gallardo-Cruz, 2012). Tot i això, són els insectes els que anomenem pol·linitzadors per excel·lència, ja que la seva biologia els fa complir aquesta funció amb una eficiència destacada (Calatayud, 2003). És una relació de benefici mutu, on la planta obté la transferència de pol·len que li permet la reproducció sexual i l'animal per altra banda obté una recompensa alimentària. El nèctar aporta hidrats de carboni, mentre que el pol·len: proteïnes, lípids, vitamines i minerals. Encara que el paper protagonista sempre se l'emporta l'abella melera (*Apis mellifera*). S'ha observat que en general, un conjunt format per diversos pol·linitzadors és molt més efectiu que utilitzar només l'abella melera, ja que els nínxols de cada espècie es complementen. Així els diferents pol·linitzadors es troben operatius en diferents franges horàries del dia (Gallardo-Cruz, 2012). La darrera dècada ha augmentat la preocupació sobre la disminució i pèrdua de pol·linitzadors i el deteriorament del servei ecosistèmic que ens brinden (Petanidou *et al.*, 1995). A continuació es detallen algunes característiques dels grups d'insectes més abundants que tenen una implicació directa en la pol·linització dels cultius de poma.

- Coleòpters (*ordre Coleoptera*)

Del grec "*Koleos*" que significa caixa o estoig, comunament coneguts com a escarabats. Són considerats els insectes florícoles més primitius, el seu registre fòssil es remunta a uns 100 milions d'anys abans de l'aparició de les primeres plantes amb flors. Tot i això no han desenvolupat adaptacions especials. Amb més de 360.000 espècies catalogades, aproximadament una quarta part de les espècies d'animals conegudes. La seva alimentació és molt variada, se'n poden trobar de fitòfags, carnívors, frugívors, detritívors, copròfags, etc. Existeix una gran varietat de grups que viuen associats a les flors, alimentant-se de pol·len, nèctar i fins i tot menjant-se'n algunes parts. En general es veuen atrets per les flors blanques i verdes, solitàries o en penjoll, en formes còncaves, anteres i estigmes exposats, ovaris protegits, amb grans quantitats de pol·len i molt oloroses (Gordon *et al.*, 2012). No se'ls pot considerar els pol·linitzadors més eficients a més de que poden destruir les flors i moltes

vegades tenen els costums de romandre molt de temps en la mateixa planta, fet que dificulta la fecundació creuada (Zarazaga, 2015).

- **Himenòpters (ordre Hymenoptera)**

Del grec “*Hymen*” que significa membrana i “*pteros*” que significa ala, és un dels grups més nombrosos d’insectes amb unes 153.000 espècies catalogades (132 famílies, 8423 gèneres), a més de 2.000 espècies extingides (Bernardello *et al.*, 2001). Encara que en l’actualitat no s’hagi realitzat una avaluació quantitativa de la importància relativa dels diferents tàxons pol·linitzadors, la majoria d’ecòlegs especialitzats en pol·linització està d’acord amb que les abelles (*serie Apiformes*) són els pol·linitzadors predominants per la majoria de les plantes i ecosistemes. Aquesta predominança es basa en el fet que aproximadament 20.000 espècies conegudes són florícoles obligades, tant la larva com la forma adulta s’alimenten de productes florals. Són els que millor aprofiten els recursos oferts per les flors: el pol·len com a font bàsica de principis immediats i el nèctar com a combustible metabòlic. A més, tenen dues qualitats bàsiques per abastar una bona acció pol·linitzadora: visiten moltes flors per unitat de temps i mostren una gran fidelitat a l’espècie de planta a la qual es dirigeixen en cada vol (Calatayud, 2003). Se senten atrets principalment per flors de colors grocs, violetes o blaus amb olors suaus, grans quantitats de pol·len/nèctar, nectaris amagats en profunditat i la presència de senyals ultraviolats indicant-les hi la localització del nèctar, aquest apreciat líquid ensucrat (Gordon *et al.*, 2012).

- **Dípters (ordre Diptera)**

Es caracteritzen per tenir un parell d’ales, d’aquí l’origen del seu nom “*D*”=dos, “*ptera*”=ala, encara que aquesta característica no és exclusiva d’ells, ja que existeixen altres grups d’insectes, que també presenten ales (algunes Ephemeroptera i unes poques Homoptera). A més també existeixen dípters àpters, és a dir, sense ales (Carles *et al.*, 2015). Són el segons visitants més freqüents i importants de les flors, a vegades superen en número les abelles quan les temperatures són baixes com per exemple en latituds elevades. Constitueixen un grup divers amb unes 150.000 espècies (més de 7.000 les podem trobar a la península Ibèrica), els visitants més freqüents de les flors els trobem principalment en tres famílies: *Syrphidae*, *Bombyliidae* y *Tachinidae*. Dels tres grups, els sírfids són els visitants florals més importants. Se senten atrets sobretot per flors petites, de color púrpura i verdós, amb nèctar lliure, e inodores o amb una olor cadavèric o putrefacte, són flors que han desenvolupat aquestes olors per atreure les mosques de la carronya i fems (Gordon *et al.*, 2012). Són molt mòbils, són capaços de realitzar moviments precisos i normalment necessiten acostar-se molt a la flor per xuclar el nèctar. És fàcil que durant la seva visita entrin en contacte també amb les anteres, òrgans que contenen el pol·len, i l’estigma, entrada de l’ovari, els dos punts de les flors que els insectes necessiten entrar en contacte per complir la seva funció (Calatayud, 2003).

- **Lepidòpters (ordre Lepidoptera)**

Són un grup divers amb 300.000 espècies, de les quals en trobem 4.000 a la península Ibèrica (Gordon *et al.*, 2012). Els Lepidòpters adults s’identifiquen fàcilment per la presència de dues parelles d’ales membranoses cobertes d’escames aplanades, peculiaritat de la qual deriva el nom de l’ordre. Pot existir espiritrompa o no, ja que aquesta falta en els grups basals de l’ordre (Garcia-Barros *et al.*, 2015). La majoria de les diürnes són d’hàbitats florícoles i s’alimenten sols de nèctar, són més actius que els coleòpters però la seva vida efímera i el fet que no entrin amb contacte amb la flor, tampoc els atorga molta eficàcia en la pol·linització (Calatayud, 2003). Moltes espècies són nectarívores, però excepte unes poques excepcions no consumeixen pol·len. Els tàxons nectarívors i per tant, importants des del punt de vista de la

pol·linització es concentren en les famílies de papallones nocturnes: *Sphingidae*, *Noctuidae* i *Geometridae*, i en les famílies de papallones diürnes *Hesperiidae* i *Papilionidae*. Els lepidòpters mostren preferència per les flors gran, amb formes tubulars allargades. Les papallones diürnes es senten atretes per flors erectes, de colors vermells, rosats i malves, que s'obren de dia, els nectaris dels quals presenten marques visuals. En canvi, les nocturnes s'encarreguen de la pol·linització a partir de que se'n va el sol fins a primera hora del matí i prefereixen flors horitzontals, de colors blanquinosos i marques oloroses. La característica més important que presenten pel que fa a la pol·linització és el seu aparell bucal de tipus xuclador: les seves llargues trompes, anomenades espiritrompes, s'enrotllen en forma d'espiral en estat de repòs. Els hi permet accedir al nèctar ubicat en el fons dels allargats tubs, aprofitant d'aquesta forma els recursos que són inaccessible per altres pol·linitzadors (Gordon *et al.*, 2012).

2.3.- LA IMPORTÀNCIA DELS POL·LINITZADORS EN LA PRODUCCIÓ DE LA POMERA

Dins les característiques agronòmiques del cultiu de poma, cal destacar l'autoincompatibilitat genètica, fet que fa necessària la fecundació creuada per obtenir producció de fruits; aquest és el motiu pel qual se solen plantar dues varietats compatibles en un mateix cultiu. A la flor de la pomera trobem 10 òvuls, 2 per cada un dels 5 carpels presents, i es completament necessari que es fecundin tots ells per aconseguir que el fruit tingui l'aspecte arrodonit. Amb una mala pol·linització no es fecunden tots els òvuls i no es formarà la polpa al voltant d'ells, produint un fruit deforme i poc atractiu comercialment. Si la varietat del pomer és autoincompatible, fa necessària la presència d'un agent pol·linitzador que transporti els grans de pol·len d'una varietat a una altra o dins de la mateixa varietat (Santos *et al.*, 2015). Les abelles (*Apis mellifera*) són les principals pol·linitzadores del pomer. Una flor pot ser visitada fins a 12 vegades (mínim requerit de 6) i una abella es capaç de visitar 8-15 flors/min. Una flor es capaç de secretar entre 5-7 mg nèctar/dia. La quallada natural d'un pomer és normalment baixa (1-3%), amb l'ús de ruscs aquest pot arribar fins al 30% (Yuri *et al.*, 2016).

2.4.- PRODUCCIÓ ECOLÒGICA (PE) I PRODUCCIÓ INTEGRADA(PI).

2.4.1.- PRODUCCIÓ ECOLÒGICA

La producció agroalimentària ecològica és un sistema general de gestió agrícola i producció d'aliments que combina les millors pràctiques ambientals, un elevat nivell de biodiversitat, la preservació de recursos naturals i una producció conforme establerta pels organismes reguladors.

És regulat pel Reglament (CE) 834/2007 del Consell, de 28 de juny, sobre producció i etiquetatge dels productes ecològics i pel qual es deroga el Reglament (CEE) 2092/92, i pel Reglament (CE) 889/2008 de la Comissió, de 5 de setembre, pel qual s'estableix les disposicions d'aplicació dels requisits bàsics establerts en el Reglament (CE) 834/2007.

2.4.2.- PRODUCCIÓ INTEGRADA

La producció integrada és un sistema productiu en el qual l'ús de tots els mitjans de defensa contra les plagues, malalties i males herbes, així com altres aspectes com ara la fertilització està regulat basant-se en uns criteris mediambientals, tècnics i econòmics, amb els quals

s'obtenen produccions d'alta qualitat que responen a les actuals demandes dels consumidors pel que fa a conservació dels agrosistemes, reducció de contaminants i seguretat alimentària.

Els inicis de la producció integrada a Europa es remunten a mitjans dels anys setanta del segle passat, quan un grup d'entomòlegs que formaven part de l'Organització Internacional de Lluita Biològica (OILB) van exposar a Ovronnaz (Suïza) la seva experiència de més de 30 anys d'investigació en aquest camp i van crear les bases d'una nova agricultura basada en la integració de tots els mètodes de control disponibles i el maneig racional de tots els components de l'ecosistema agrícola.

En comparació a la producció tradicional, la producció integrada inclou un assessorament dels impactes ambientals de les pràctiques agronòmiques, tenint en compte el context social de l'àrea d'actuació com a conseqüència de la creixent preocupació dels consumidors sobre els impactes ambientals causats per la producció de la fruita (Damos et al., 2015).

3.- OBJECTIVES

The objective of the study is to determine the diversity of pollinators found in three apple orchards managed under the integrated production rules and one organic apple orchard.

- To determine the abundance and wealth of all the points sampled.
- To determine attraction of different families of pollinators according to the tree color used in the study.

4.- METODOLOGIA

4.1.- PARCEL·LES D'ESTUDI

Es van seleccionar 4 finques (Taula 1), 3 d'elles conduïdes sota la normativa de Producció Integrada (PI) i la quarta conduïda sota la normativa d'Agricultura Ecològica (PE). Totes elles, estan ubicades dins les comarques fructícoles de l'Empordà i són finques comercials de pomera, la producció de les quals es destina al consum de fruita fresca. La selecció de les finques ha estat realitzada tenint en compte factors com la presència d'un recurs hídric proper a les parcel·les experimentals i que totes compartissin les característiques biogeogràfiques de la zona (Figura 1) i que es pugui accedir a totes les aplicacions de fitosanitaris realitzades. Aquestes àrees formen part dels boscos esclerofil·les de les contrades marítimes i estan compostos potencialment per alzinar amb marfull (*Viburno-Quercetum ilicis*). Les espècies de plantes més abundants que creixien al voltant de les parcel·les eren, *Erodium moschatum* (Linnaeus), *Medicago lupulina* (Linnaeus), *Taraxacum officinale* (Linnaeus) i *Trifolium repens* (Linnaeus).

Taula 1: Detall de les parcel·les mostrejades.

Nombre	Maneig	Població
I	PI	Ullà
II	PI	Sant Pere Pescador
III	PI	Torroella de Fluvià
IV	PE	Estartit

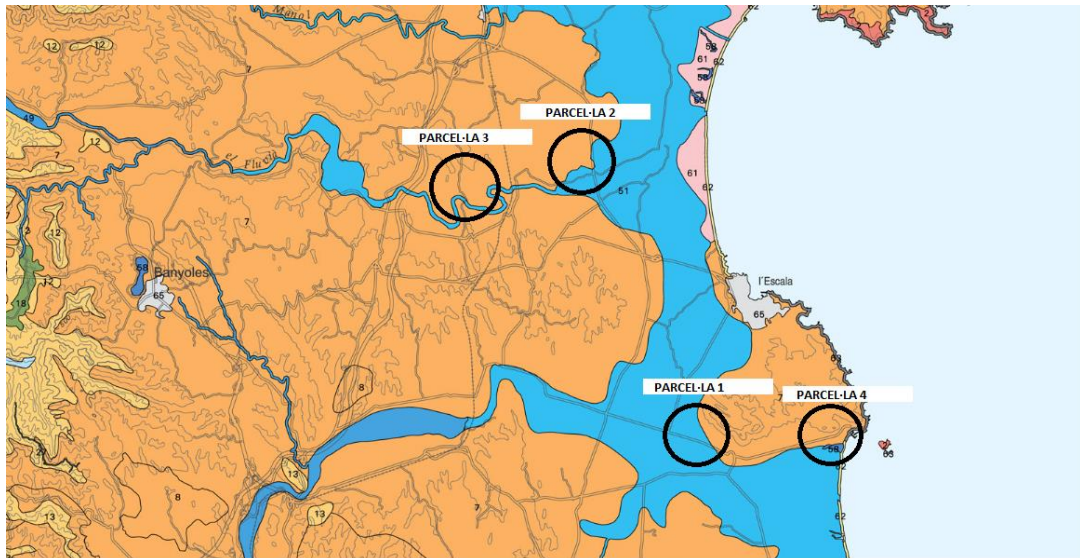


Figura 1: Mapa topogràfic a escala 1:250.000 on s'observa la biogeografia predominant de les àrees d'estudi. Composta principalment per alzinar amb marfull (color taronja) i un recurs hídric proper (color blau). Font: UB.

4.2.- MÈTODES DE MOSTREIG

Per capturar els pol·linitzadors naturals presents a les parcel·les estudiades es van utilitzar dos mètodes:

- **El mètode de les PAN TRAPS o "safates trampa"**

El mètode de les PAN TRAPS (Figura 2;3) consisteix en la col·locació de safates de colors ultraviolats amb un medi líquid, aigua amb unes gotes de detergent, per recollir els insectes. És un mètode de mostreig passiu comú per a pol·linitzadors (Southwood & Henderson, 2000). Aquest és el mètode estàndard més difós per l'avaluació de poblacions de pol·linitzadors apoideus i el que ha demostrat major eficàcia per mesurar la riquesa de les espècies, major cobertura d'espècies i major nombre d'espècies capturades (Westphal *et al.*, 2008). El mètode utilitzat per fer servir safates-trampa s'ha basat en el mètode estàndard "The bee inventory (BI) plot" (LeBuhn *et al.*, 2003).



Figura 2: safates PAN-TRAPS de colors groc, blanc i blau. Font: IRTA Mas Badia.



Figura 3: safata PAN-TRAP de color groc. Font: IRTA Mas Badia

A cada finca es van col·locar 15 trapes, 5 de cada un dels tres colors (blanc, groc i blau), els quals representen els colors florals de prevalents a la nostra zona d'estudi en relació a les preferències dels diferents colors que presenten els pol·linitzadors (Tuell *et al.*, 2009). A més, per obtenir major eficiència de captures de les trapes aquests colors presentaven la característica de la brillantor ultraviolada (Droege, 2006). La disposició de les trapes ha estat al llarg de dos transsectes que formen una X (Figura 4). Els recipients es van mantenir col·locats durant 24 hores, realitzant dos mostrejos, un en plena floració (abril) i l'altra un mes més tard (maig). Els exemplars recollits es van portar al laboratori en solucions d'alcohol al 70% en recipients adequadament etiquetats per identificar la PAN-TRAP de procedència. Allà van ser comptats i preparats adequadament per a la seva identificació.

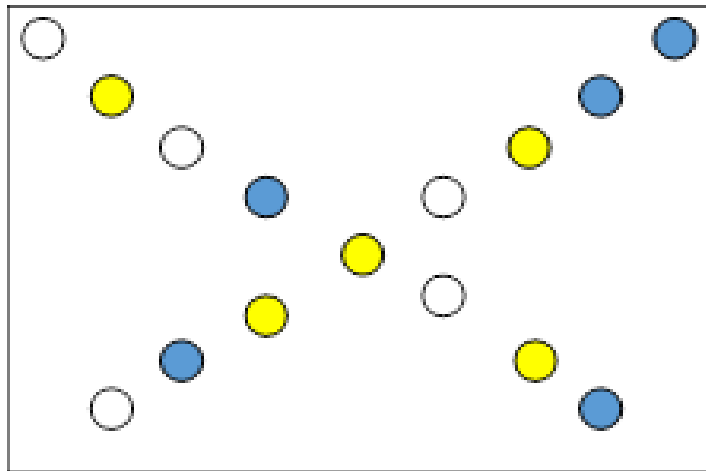


Figura 4: Disposició de les PAN-TRAPS segons els colors a les parcel·les.

- El mètode de les TRAMPES NIU

El mètode de les trapes niu és un bon indicador per mostrar-nos la diversitat de pol·linitzadors presents (Ingolf., Tschardtke, 1999). Consisteix en col·locar unes estructures cilíndriques compostes per un tub de PVC de $\varnothing=20$ cm i $L=25$ cm (Figura 5), emplenades mitjançant una composició de 100-120 seccions de canyes de 25 cm de llarg i entre 6 i 12 mm de diàmetre (Figura 5). Per mantenir unit el sistema i evitar l'entrada d'ocells i altres animals, es van recobrir els extrems amb una malla metàl·lica hexagonal que estava subjectada amb brides. Les trapes niu es van penjar d'alguna de les branques principals de l'arbre per mitja de cordes com s'observa a la figura 5a. En totes les parcel·les es van col·locar 3 trapes a l'interior de les mateixes i dos a la zona exterior, properes als camins i/o construccions realitzades per l'home.



Figura 5: Trampes Niu. a) Vista general, b) detall de les canyes dins del tubu, c) trampa niu penjada d'un arbre. Font: pròpia.

Es van col·locar a inicis del mes d'abril del 2017 i es van recollir durant el mes de novembre del mateix any. Totes les canyes que presentaven individus hivernants, van ser separades i mantingudes en càmeres de cria en insectaris diferents per a cada parcel·la a temperatura ambient fins que es van avaluar durant l'any 2018. A mesura que els adults van anar naixent (maig 2018) van ser recol·lectats e identificats

4.3.- PROCESSAT DE MOSTRES E IDENTIFICACIÓ

Cada mostra corresponent a una PAN-TRAP es va col·locar en un pot degudament etiquetat. Tot seguit es va buidar el contingut del pot en una placa petri gran, vigilat en tot moment que no quedi cap insecte dins el pot. Posteriorment es van seleccionar i separar els insectes de les quatre famílies: Himenoptera, Coleoptera, Lepidoptera i Diptera (Sirphidae) de la resta d'artròpodes.

Una vegada separats es van eixugar i es van muntar directament amb una agulla entomològica els espècimens més grans o bé, indirectament, enganxats a una etiqueta petita els més petits.



Figura 6: Inventari de pol·linitzadors identificats. Quatre individus d'*Osmia caerulea* (Linnaeus, 1758) a l'esquerra, juntament amb *Vespula vulgaris* (Linnaeus, 1758) i *Vespula germanica* (Fabricius, 1793). A la dreta *Osmia* sp1. Font: Martí Llorente.

Una vegada tots els insectes es van haver preparat i etiquetat, es va procedir a la seva identificació. Per això, es va comptar amb la col·laboració de la doctoranda de l'IRTA, Neus Rodríguez, que està realitzant un estudi semblant a Lleida. A més, s'han utilitzat les claus taxonòmiques obtingudes dels llibres: *Guia de los Coleopteros de España y Europa* (identificació coleòpters), *Britain's hoverflies. An introduction to the hoverflies in Britain*

(identificació sírfids; Figura 7), *Field guide to the Bees of GB and Ireland* (identificació himenòpters) i *Mariposas de España y Europa* (identificació lepidòpters).

Finalment, es va recollir la informació de les aplicacions realitzades en cada parcel·la procedents dels quaderns de camp obligatoris establerts per la normativa PI de Catalunya que els tècnics assessors de les parcel·les ens van cedir generosament.

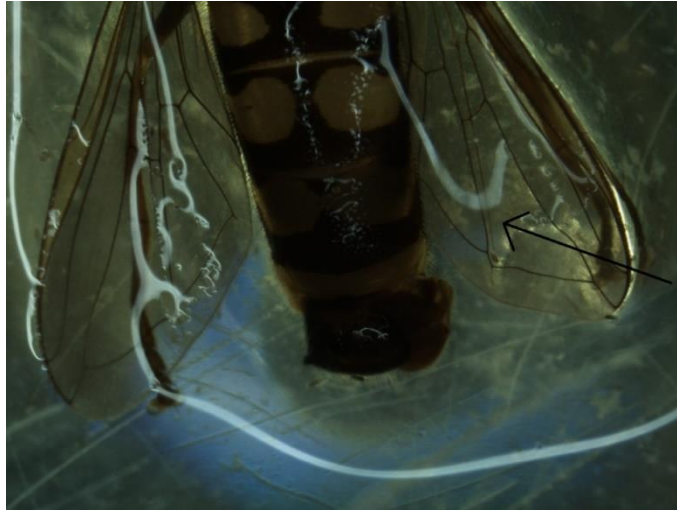


Figura 7: Sírfid en el qual s'aprecia la vena supria que en permet la seva identificació. Font: Martí Llorente

4.4- ANÀLISI DE DADES

El concepte de diversitat engloba tres conceptes fonamentals, la riquesa d'espècies, l'equitativitat o uniformitat i la heterogeneïtat. La riquesa d'espècies és el nombre total d'espècies que té una comunitat; així la comunitat que tingui el nombre major d'espècies serà la més rica. No obstant, també és molt important la forma en què estan distribuïdes aquestes espècies i l'abundància relativa de cada una d'elles. Així, entre dos localitats que tinguin el mateix nombre d'espècies, l'equitativitat serà major en aquella en què totes les espècies tinguin una abundància relativa semblant i, per tant, també serà més diversa. Per últim, el concepte d'heterogeneïtat és una combinació dels dos anteriors i per molts autors és sinònim de diversitat (Moreno, 2001). Diversos autors han demostrat la importància dels estudis de diversitat per determinar l'estructura dels ecosistemes (Corral *et al.*, 2007). Segons, Lammerts Van Bueren, Struik, & Jacobsen (2002), el grau de biodiversitat dels sistemes agrícoles depèn de varis factors, entre els quals trobem:

- 1) La diversitat de la vegetació dins i al voltant dels ecosistemes.
- 2) La permanència de varis cultius dins del sistema agrícola.
- 3) La intensitat del maneig.
- 4) El grau d'aïllament de l'agroecosistema de la vegetació natural.

A partir dels gèneres de pol·linitzadors identificats a les parcel·les, s'han calculat diferents índexs de diversitat corresponents a cada parcel·la i data de mostreig. Els índexs calculats s'han agrupat en 3 tipus:

- Els índexs basats en el nombre d'espècies: riquesa específica (S) i índex de Margalef (D_{Mg}).
- Els índexs basats en l'abundància relativa d'espècies: Índex de Simpson(D), Índex de Shannon-Wiener (H'), Equitativitat (E) i Índex de Berger-Parker (d).
- Els índexs de similitud, els quals permeten mesurar la semblança entre les diferents parcel·les estudiades. Índex de Jaccard (J) i Índex de Sorensen (S_o).

Per comprovar si hi ha una relació existent entre la tipologia de parcel·la i la diversitat i riquesa d'espècies s'ha realitzat una anàlisi multivariant, és a dir, una anàlisi factorial de correspondències que permet extreure els principals factors d'un gran conjunt de dades de difícil percepció immediata, evitant d'aquesta forma, la formulació de qualsevol model casual que condicioni la interpretació dels resultats. Amb l'anàlisi factorial de correspondències es resumeix la informació en una taula de contingència referida a dos conjunts de grans dimensions, tenint en compte el caràcter probabilístic de les dades per corregir la seva heterogeneïtat (Navarro, 1983). Per estudiar si havia diferències en el tipus d'insectes capturats per cada color de la trampa es va realitzar una ANOVA. També s'ha realitzat una ANOVA per tal d'analitzar si hi havien diferències significatives entre les parcel·les de PI en relació als tractaments d'insecticides i fungicides aplicats. Per als anàlisis de la variància (ANOVA) es va utilitzar el paquet estadístic SAS Enterprise Guide 7.1 i per l'anàlisi factorial de correspondències el paquet estadístic XLSTAT 2018.5. Pel càlcul dels índexs de diversitat: índex de Margalef (D_{Mg}); índex de Simpson (D); índex de Shannon-Wiener (H'); equitativitat (E) i índex de Berger-Parker (d) (Southwood & Henderson, 2000) es van utilitzar les formules:

$$D_{Mg} = \frac{(S-1)}{\ln N}$$

On,

S: riquesa específica.

N: nombre total d'individus pel conjunt de les S espècies.

$$D = \sum_1^S p_i^2$$

On,

Pi: abundància relativa de l'espècie.

$$H' = -\sum_1^S p_i \log_2 p_i$$

On,

Pi: abundància relativa de l'espècie.

$$d = \frac{N_{\max}}{N}$$

On,

H': índex de Shannon-Wiener.

S: riquesa específica.

$$E = \frac{H'}{\log_2 S}$$

On,

Nmax: abundància Ni més gran.

Els índexs de similitud: índex de Jaccard(J) i índex de Sorensen(S_o) (Southwood & Henderson, 2000) es van calcular a través de les formules:

Índex de Jaccard (J).

$$J = \frac{a}{A + B - a}$$

Índex de Sorensen (S_o).

$$S_o = \frac{2a}{2a + b + c} = \frac{2a}{A + B}$$

		INVENTARI <A>		
		Nombre d'espècies presents	Nombre d'espècies absents	
INVENTARI B	Nombre d'espècies presents	a	b	a+b = B
	Nombre d'espècies absents	c	d	
		a+c = A		

5.-RESULTATS

5.1.- RIQUESA, ABUNDÀNCIA I DIVERSITAT DE POL·LINITZADORS

- POL·LINITZADORS IDENTIFICATS A LES PAN-TRAPS O "SAFATES TRAMPA"

En les quatre parcel·les i els dos mostrejos es van identificar un total de 774 insectes pol·linitzadors pertanyents a les 4 famílies: Himenoptera: 202 individus; Coleoptera: 65 individus; Diptera: 434 individus; Lepidoptera: 38 individus. A la Taula 2 es pot apreciar el llistat d'espècies trobades en cada parcel·la en els dos mostrejos.

Taula 2: Relació d'espècies i número d'individus trobats a cada parcel·la i data de mostreig.

	26 abril				26 maig			
	Parcel·la I	Parcel·la II	Parcel·la III	Parcel·la IV	Parcel·la I	Parcel·la II	Parcel·la III	Parcel·la IV
HIMENOPTERA								
<i>Formicidae</i>	6	1		4			2	
<i>Antidium Stricticum</i> (fam. Megachilidae)				3				2
<i>Coelioxys</i> (fam. Megachilidae)					1			
<i>Megachile</i> (fam. Megachilidae)							1	
<i>Osmia sp1</i> (fam. Megachilidae)	1							
<i>Osmia sp2</i> (fam. Megachilidae)								1
<i>Osmia sp3</i> (fam. Megachilidae)				1				1
<i>Osmia sp4</i> (fam. Megachilidae)								1
<i>Panurgus</i> (fam. Andrenidae)	2							
<i>Ceratina</i> (fam. Apidae)	1							
<i>Eucera sp1</i> (fam. Apidae)								1
<i>Eucera sp2</i> (fam. Apidae)				1				
<i>Eucera sp3</i> (fam. Apidae)				2			1	1
<i>Eucera sp4</i> (fam. Apidae)			1					1
<i>Apis mellifera</i> (fam. Apidae)	1			1			1	
<i>Nomada sp1</i> (fam. Apidae)				1				1
<i>Nomada sp2</i> (fam. Apidae)				2				
<i>Andrenas sp1</i> (fam. Andrenidae)				2				3
<i>Andrenas sp2</i> (fam. Andrenidae)	1							
<i>Andrenas sp3</i> (fam. Andrenidae)					1			2
<i>Andrenas sp4</i> (fam. Andrenidae)				1		1		
<i>Andrenas sp5</i> (fam. Andrenidae)	1							
<i>Andrenas sp6</i> (fam. Andrenidae)	1							
<i>Andrenas sp7</i> (fam. Andrenidae)					1			
<i>Andrenas sp8</i> (fam. Andrenidae)				2				
<i>Andrenas sp9</i> (fam. Andrenidae)			1					1
<i>Halictus sp1</i> (fam. Halictidae)							1	
<i>Halictus sp2</i> (fam. Halictidae)								1
<i>Halictus sp3</i> (fam. Halictidae)	1							
<i>Lasioglossum sp1</i> (fam. Halictidae)				2				2
<i>Lasioglossum sp2</i> (fam. Halictidae)				1				
<i>Lasioglossum sp3</i> (fam. Halictidae)				3				
<i>Lasioglossum sp4</i> (fam. Halictidae)				3				
<i>Lasioglossum sp5</i> (fam. Halictidae)				1		2	1	
<i>Lasioglossum sp6</i> (fam. Halictidae)	1							
<i>Lasioglossum sp7</i> (fam. Halictidae)				1				
<i>Lasioglossum sp8</i> (fam. Halictidae)	1							
<i>Lasioglossum sp9</i> (fam. Halictidae)	102			2	10	6	18	1

<i>Lasioglossum</i> sp10(fam. Halictidae)	62			6			16	
<i>Lasioglossum</i> mascle 1 (fam. Halictidae)				1				
<i>Lasioglossum</i> mascle 2 (fam. Halictidae)					1			
<i>Lasioglossum</i> mascle 3 (fam. Halictidae)	1							
<i>Systropha</i> (fam. Halictidae)	1							
<i>Sphecodes</i> (fam. Halictidae)					1			1
DIPTERA								
<i>Episyrphus balteatus</i>		2		17			4	
<i>Sphaerphoria</i> sp	2	1	1	3	1			1
<i>Eupeodes</i> sp	3		7	2	6		1	1
<i>Melanostoma</i> sp								1
<i>Syrphus</i> sp				2				
<i>Chelisia</i> sp				4				
<i>Epistrophe</i> sp				1				
<i>Eristalis</i> sp				4				
COLEOPTERA								
<i>Chrysonelidae</i>				21				24
<i>Buprestidae</i> sp1				35				
<i>Buprestidae</i> sp2				4				
<i>Buprestidae</i> sp3				31				3
<i>Carabidae</i>				2				
<i>Staphilinidae</i>				4				
<i>Scarabeidae</i>				2				
<i>Oedemeridae</i> sp1				2				1
<i>Oedemeridae</i> sp2				105				22
<i>Cerambycidae</i>				32				
<i>Melyridae</i>				109				2
<i>Oxythyrea funesta</i> (fam. Cetoniidae)				1		1		6
<i>Mordellidae</i>				26				
LEPIDOPTERA								
<i>Nymphalidae</i> sp				26				
<i>Pieridae</i>	1			3				
<i>Sphingidae</i> sp	1							
<i>Lepidoptera</i> sp4				6				
<i>Lepidoptera</i> sp5				1				
<i>Lepidoptera</i> sp6				2				

A les Taules 3 i 4 es presenten els índexs de diversitat i l'anàlisi factorial de correspondències (Taula 5). Calculats respectivament amb les dades d'abundància dels gèneres de pol·linitzadors trobats a les parcel·les I, II, III i IV en el mostreig realitzat a l'abril en plena floració de les pomeres. Tots mostren que la parcel·la IV és la que té major riquesa en espècies, diversitat i uniformitat, seguida de la parcel·la I. A més distància trobem la II i la III que presenten valors menors de diversitat i uniformitat amb algunes espècies abundants.

L'índex de Margalef, és un dels índexs més importants basat en la riquesa específica, tot i que integra molt poc en el seu càlcul la uniformitat i no es considera l'abundància relativa, la parcel·la que presenta el valor més elevat és la IV: $D_{Mg}=7,11$. En canvi la parcel·la que mostra menys riquesa específica és la III: $D_{Mg} = 1,30$. Per altra banda, l'índex de Simpson es basa en el conjunt de les abundàncies relatives i molt poc en la riquesa específica. Aquest índex reflecteix la probabilitat de que dos individus agafats a l'atzar siguin de la mateixa espècie, per tant, si hi ha molta dominància, l'índex serà proper a 1, mentre que si la comunitat és molt diversa, prendrà valors baixos. La parcel·la que mostra una major diversitat és la IV: $D=0,12$, mentre que la que presenta major dominància és la III: $D=0,52$. L'índex de Shannon-Wiener és un índex de diversitat equilibrada, en el seu càlcul tant hi pesa la riquesa (S) com la uniformitat de la comunitat, la parcel·la que presenta el valor més elevat és la IV: $H'=1,16$, i la que menys la III:

$H'=0,40$. L'equitativitat és la relació entre la diversitat real H' i la diversitat teòrica. En aquest cas la parcel·la que presenta una major equitativitat és la II: $E=0,9463$. Per últim, l'índex de Berger-Parker, basat únicament en la dominància de l'espècie més abundant, i que per tant no integra en el càlcul la riquesa específica, la parcel·la que mostra l'índex més elevat és la III ($d=0,7$).

La parcel·la IV és la que té menys disrupció per agroquímics, seguida de la parcel·la I de producció integrada que presenta índexs de diversitat α més elevats respecte la II i III, també de producció integrada.

Taula 3: Índexs de diversitat obtinguts al mes d'abril a les diferents parcel·les.

26/4/2017		PARCEL·LA I	PARCEL·LA II	PARCEL·LA III	PARCEL·LA IV
Riquesa d'espècies	S =	19	3	4	45
Nombre total d'individus	N =	190	4	10	487
Índex de Margalef	D_{Mg} =	3,43	1,44	1,30	7,11
Índex de Simpson	D =	0,40	0,37	0,52	0,12
Índex de Simpson modificat	1/D =	2,52	2,67	1,92	8,31
Índex de Shannon-Wiener	H' =	0,58	0,45	0,41	1,16
Equitativitat	E =	0,45	0,95	0,68	0,70
Nombre individus sp més abundant	N_{max} =	102	2	7	109
Índex de Berger-Parker	d =	0,54	0,5	0,7	0,22
Índex de Berger-Parker modificat	1-d =	0,46	0,5	0,3	0,78

Pel que fa als índexs de similitud, Jaccard i Sorensen, representen el grau d'associació en la composició d'espècies entre diferents comunitats. Com més pròxim a 1 sigui el valor més similitud d'espècies hi haurà entre les dues comunitats que s'estan comparant. Per altra banda, l'índex de diferència Cody representa les diferències entre les dues comunitats que s'estan estudiant. Com més gran sigui el valor, més diferència entre les comunitats hi haurà. Les parcel·les que mostren més semblança entre elles són la I-II, I-III i IV (Taula 4).

Taula 4: Índexs de diferència i similitud obtinguts al mes d'abril a les diferents parcel·les.

Variable	Diferència	Similitud	
	Cody	Jaccard	Sorensen
I-II	9,5	0,10	0,18
I-III	9,5	0,18	0,18
I-IV	24	0,16	0,19
II-III	3,5	0	0
II-IV	21	1	1
III-IV	22,5	0,04	0,08

Taula 5: Anàlisi factorial de correspondència per a l'abundància de pol·linitzadors en les quatre parcel·les mostrejades. Autovalors = autovalors corresponents als tres primers eixos. % = el percentatge que cada eix explica de la variabilitat del núvol de punts. Acumulat = percentatge d'explicació acumulat.

		$X^2 = 205,779$	$gl=174$
Eixos	Autovalors	%	% acumulat
1	0,897	56,584	56,584
2	0,617	38,894	95,478
3	0,072	4,522	100,000

Segons les dades, el primer eix (vertical "x") explica el 56,58% de la variància total. El segon eix (horitzontal "y") explica el 38,89% de la variància total. Tan sols amb aquests dos eixos s'explica el 95,48% de la variància, indicant un alt grau d'ajustament de les dades. Les anàlisis separen la parcel·la III de la resta (Figura 9), es pot observar que es a causa del fet que en aquesta parcel·la es van trobar dues espècies de pol·linitzadors *Andrenas spp9* i *Eucera spp4* que no es van trobar a les altres (Figura 8).

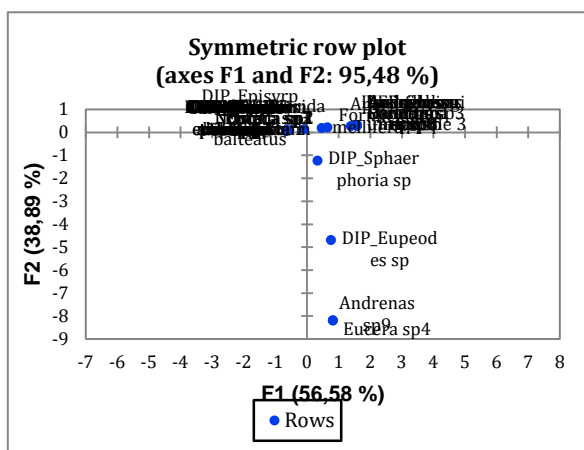


Figura 8: ordenació de la composició d'espècies segons les parcel·les al mes d'abril.

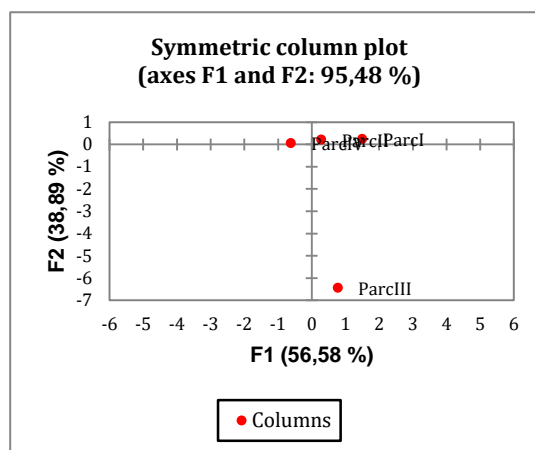


Figura 9: ordenació de les parcel·les segons la seva composició i abundància de generes en el anàlisi de correspondències al mes d'abril.

La parcel·la que presenta una major riquesa i nombre total d'individus més elevat és la IV: $S=24$; $N=83$; tot i això els índexs de Margalef obtinguts en totes les parcel·les són iguals, per tant totes les parcel·les presenten una riquesa específica semblant. Pel que fa a l'índex de Simpson, la parcel·la que presenta el valor més alt i per tant major dominància és la II ($D=0,355$), mentre que la que presenta el valor més baix i per tant més diversitat és la IV ($D=0,166$). El índex de Shannon-Wiener més elevat s'ha obtingut a la parcel·la IV: $H'=1,588$, per tant, és la que presenta una major diversitat equilibrada, en canvi la parcel·la III: $H'=0,582$, és la que presenta el valor més baix. Finalment, en relació a l'índex de Berger-Parker, la parcel·la que presenta el valor més elevat és la II: $d=0,54$, i per tant, una dominància més gran de l'espècie més abundant (Taula 6).

Taula 6: Estimacions de la diversitat de les parcel·les amb el càlcul dels diferents índexs de diversitat per a les dades del maig.

26/5/2017		PARCEL·LA I	PARCEL·LA II	PARCEL·LA III	PARCEL·LA IV
Riquesa d'espècies	S =	8	5	10	24
Nombre total d'individus	N =	22	11	46	83
Índex de Margalef	D_{Mg} =	3,43	3,43	3,43	3,43
Índex de Simpson	D =	0,29	0,35	0,28	0,16
Índex de Simpson modificat	1/D =	3,42	2,81	3,49	6,01
Índex de Shannon-Wiener	H' =	0,83	1,29	0,58	2,19
Equitativitat	E =	0,92	1,85	0,58	1,59
Nombre individus sp més abundant	N_{max} =	10	6	18	24
Índex de Berger-Parker	d =	0,45	0,54	0,39	0,29
Índex de Berger-Parker modificat	1-d =	0,54	0,45	0,60	0,71

Les parcel·les que mostren els índexs de similitud més semblants i per tant un grau d'associació pel que fa a la composició d'espècies més elevat són la III-II, en segon lloc la I-II i la I-III. En canvi les que mostren més diferències entre elles són la III-IV, la II-IV (Taula 7).

Taula 7: Índexs de diferència i similitud obtinguts al mes de maig a les diferents parcel·les.

Variable	Diferència	Similitud	
	Cody	Jaccard	Sorensen
I-II	5,5	0,18	0,31
I-III	6,5	0,18	0,31
I-IV	12	0,14	0,25
II-III	4,5	0,25	0,4
II-IV	13,5	0,12	0,23
III-IV	13	0,07	0,16

A la Taula 8 estan representats els percentatges de variància total que expliquen els tres primers eixos de l'anàlisi factorial de correspondències. El primer eix explica una variància del 56,43% de la variabilitat de les dades. El segon eix, explica el 27,39% de la variància. Per tant, els dos primers eixos expliquen un 83,83% de la variància. La parcel·la I i IV es separa de les altres degut a la composició d'espècies. En el cas de la parcel·la I destaquen *Eupeodes spp*, *Lassioglossum mascle 2*, *Andrenas spp7* i *Coleoxys* mentre que la IV està més caracteritzada per una major presència de diversos gèneres de coleòpters i per la presència del gènere *Osmia* de l'ordre Himenoptera (Figura 10 i 11).

FENOXICARB 25% [WG] P/P	0	1	0
FENBUCONAZOLE 5% [EW] P/V	0	0	1
HIDRÒXID CÚPRIC 50% (EXPR. EN CU) [WP] P/P	1	1	1
IMIDACLOPRID 20% [SL] P/V	1	1	1
KRESOXIM-METIL 50.0 % p/p	1	0	1
LAMBDA CIHALOTRÍN 10% (ESP) [CS] P/V	0	0	1
MANCOZEB 80% (ESP) [WP] P/P	0	1	0
METIL CLORPIRIFÒS 22,4% [EC] P/V	1	1	0
METIL OLEATO/METIL PALMITATO 34,8% [EC] P/V	1	1	0
METIRAM 70% [WG] P/P	0	0	1
METIRAM 80%	3	0	0
OLI DE PARAFINA 83% [EC] P/V	1	1	1
PACLOBUTRAZOL 25% p/v. SC	1	0	0
PENCONAZOL 10% (ESP) [EC] P/V	0	0	1
PIRIMETANIL 25% [SC] P/V	0	0	1
PIRIPROXIFEN 10% p/v (EC)	1	1	1
SOFRE 80% [WG] P/P	6	4	0
TIRAM 50% (TMTD)	5	3	2
VIRUS GRANULOSI CARPOCAPSA 26,5% (1X10 E13 GRÀNULS/L) [SC] P/V	0	0	1

A la taula 10 es mostren les diferències significatives obtingudes amb l'ANOVA realitzada amb els insecticides aplicats a les parcel·les des de l'inici de l'any fins al mostreig realitzat al maig. Es va trobar diferències significatives ($p=0,0331$) i es veu clarament que a la parcel·la I es va aplicar significativament més insecticides que a la parcel·la III. La parcel·la ecològica no es va incloure en l'anàlisi ja que no es va aplicar cap insecticida fins al mes de maig.

Taula 10: Anova realitzada entre les parcel·les de producció integrada I, II i III segons la tipologia i quantitat d'insecticides aplicats.

Source	df	Sum of squares	Mean square	F value	Pr>F
Model	2	2.9047	1.4523	3.72	0.0331
Error	39	15.2142	0.3901		
Corrected Total	41	18.1190			

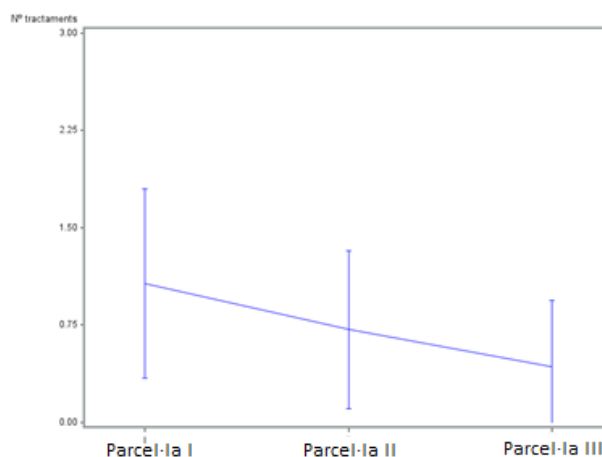


Figura 12: Parcel·les de producció integrada I, II i III amb les significances d'insecticides aplicats.

No es van detectar diferències significatives trobades a l'ANOVA realitzada amb els fungicides aplicats a les parcel·les durant el mes de maig ($p=0,416$). La parcel·la ecològica no es va incloure en l'anàlisi pel fet que no s'hi va aplicar cap fungicida, degut a la baixa incidència històrica de malalties fúngiques. (Taula 11).

Taula 11: Anova realitzada entre les parcel·les de producció integrada I,II i III segons la tipologia i quantitat d'insecticides aplicats al mes de maig.

Source	df	Sum of squares	Mean square	F value	Pr>F
Model	2	3.511	1.755	3.720	0.416
Error	42	82.400	1.961		
Corrected Total	44	85.911			

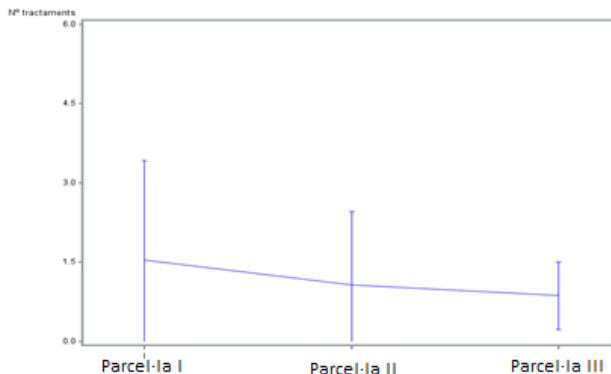


Figura 13: Parcel·les de producció integrada I, II i III amb les significances dels plaguicides aplicats.

-POL-LINITZADORS IDENTIFICATS A LES PAN-TRAPS EN ELS DIFERENTS COLORS.

S'ha estudiat la relació entre el nº d'individus de les famílies d'espècies identificades (Himenoptera, Diptera, Coleoptera, Lepidoptera) amb el color de la trampa on han estat atrapades (blanc, blau i groc) i el mes que es va realitzar el mostreig. L'ANOVA realitzada mostra que no hi van haver diferències significatives entre els tres colors estudiats en relació als grups d'insectes capturats en les dates de mostreig: coleòpters ($p=0,8882$), dípters ($p=0,292$), himenòpters ($p=0,879$) i lepidòpters ($p=0,973$). Si bé, durant el mostreig d'abril, el color blanc va capturar molts més coleòpters, mentre que el color groc va capturar més dípters (Figura 14). Al mes de maig, tant els dípters com els coleòpters han estat més capturats per les trampes grogues.

Per altra banda, s'observa clarament la diferència pel que fa al nombre d'espècies capturades al mes d'abril, molt superior al capturat al mes de maig en totes les parcel·les. Probablement a causa de que en període de floració (mes d'abril) no està permesa l'aplicació d'insecticides en les plantacions i que ja no hi ha la mateixa disponibilitat de flors i nèctars pels pol·linitzadors.

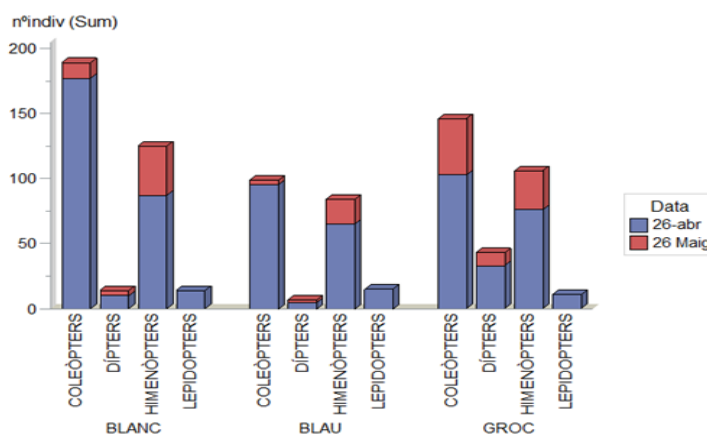


Figura 14: Nombre de captures segons les famílies de pol·linitzadors (Himenoptera, Coleoptera, Diptera i Lepidoptera) segons el color de la trampa on han estat atrapats

La parcel·la de producció ecològica és on s'han pogut identificar més pol·linitzadors, sis individus d'*Osmia spp1*; cinc individus d'*Osmia spp2*; dos individus d'*Osmia spp3*; cinc individus d'*Osmia caerulea* (Linnaeus, 1758). A la parcel·la III s'ha identificat tres individus d'una espècie corresponent al gènere *Anthidium* (Figura 15). A les altres dues parcel·les no va poder comptabilitzar cap pol·linitzador a causa de l'elevada mortalitat registrada.

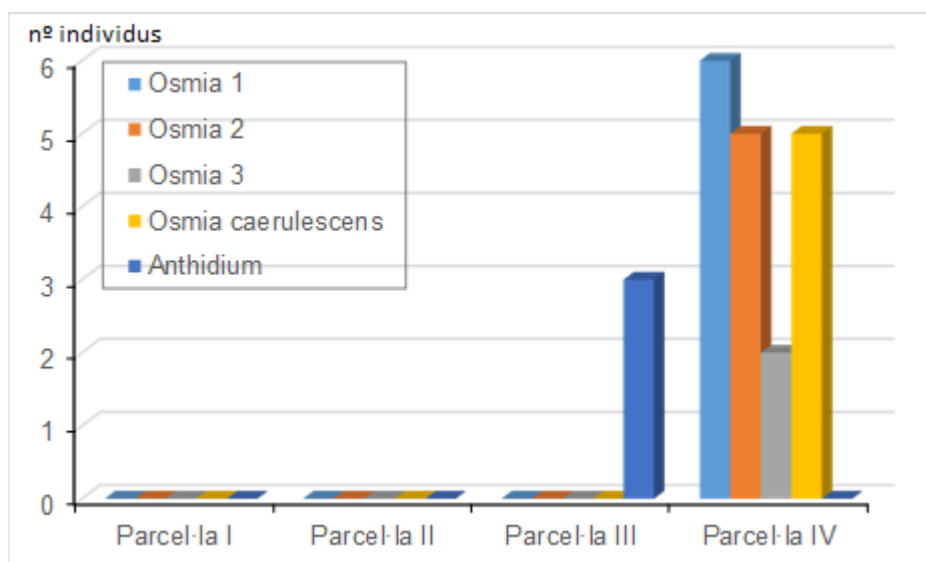


Figura 15: Pol·linitzadors identificats a les trapes niu de cada parcel·la.

7.- DISCUSSIÓ

Aquest estudi ha estat realitzat per determinar l'abundància, riquesa i diversitat de pol·linitzadors presents als mesos d'abril i maig de 2017 a les parcel·les seleccionades. La parcel·la on s'han obtingut els índexs de diversitat més alts ha estat la IV que correspon a la parcel·la de producció ecològica. Aquesta parcel·la és l'única a la qual no se li ha aplicat cap tractament, ni insecticida, ni fungicida, a més d'estar totalment integrada dins d'un parc natural, envoltada de bosc amb vegetació autòctona. És la parcel·la que millor representa la comunitat de pol·linitzadors naturals de la zona d'estudi. Probablement, els valors de riquesa i diversitat obtinguts a les parcel·les de producció integrada mostren la influència de la utilització d'agroquímics, sobretot els insecticides, a més de tenir menys recursos disponibles pels pol·linitzadors comparat amb els hàbitats naturals que envolten la parcel·la IV (Sheffield, 2014). Per mantenir una bona diversitat de comunitats és necessari que el terreny presenti una estructura de diferents hàbitats seminaturals de qualitat al seu entorn, aportant alimentació forestal i recursos per a la nidificació tot l'any (Holzschuh *et al.*, 2016). La interacció entre l'estructura del terreny i la gestió del cultiu sovint condueix a una diversitat i abundància de pol·linitzadors, tot i que l'increment dels cultius de floració en massa està demostrant que redueix la diversitat i abundància d'abellots, abelles solitàries, abelles de la mel i dípters (Holzschuh *et al.*, 2016). La ubicació i els voltants del cultiu i juguen un paper important. Cultius propers a hàbitats naturals són pol·linitzats per comunitats natives d'abelles, encara que els cultius siguin extensius, evitant d'aquesta forma la intervenció del maneig de colònies d'abelles meleres (Winfree *et al.*, 2008). Per altra banda, cultius aïllats d'hàbitats seminaturals o amb ús intensiu de plaguicides influeixen directament en la reducció

de diversitat i abundància de pol·linitzadors naturals (Kremen *et al.*, 2007). Una regeneració natural dels marges dels cultius juntament amb un maneig menys intens del sol i la presència de vegetació de cobertura dins les collites, proporcionaria una riquesa major de plantes en floració que donaria com a resultat una riquesa i abundància major de pol·linitzadors (Korpela, 2014). Un altre factor a tenir en compte és el comportament dels pol·linitzadors. Les espècies d'Òsmies solen recórrer llargues distàncies i modifiquen els recorreguts més freqüentment que les abelles meleres (Bosch & Blas, 1994). Aquesta pot ser l'explicació de perquè s'han trobat Òsmies solament en la parcel·la de PE en les trampes niu. Probablement, les Òsmies visiten els conreus de PI, de fet, es va capturar 1 individu en les PAN-TRAPS de la parcel·la I, però prefereixen nidificar en llocs més propers a boscos de vegetació natural i menys destorbats per plaguicides. Per la seva part, els sírfids, també poden realitzar llargs recorreguts i malgrat no tenir ubicacions fixes, el nombre d'individus és limitat pels recursos (Hogg *et al.*, 2011). Els adults es poden dispersar fins a uns quants quilòmetres de la ubicació on van néixer, tot i que generalment no es dispersen més de cent metres dels seus recursos (Wratten *et al.*, 2003); aquest grup també va ser nombrós quant a espècies i individus a la parcel·la IV.

Respecte a la comparació entre les parcel·les de producció integrada durant el mes d'abril, la parcel·la III presenta una composició de pol·linitzadors diferent de les altres. No es pot saber a que es deu aquesta diferència, ja que aquests sistemes naturals són molt complexes i els equilibris que es produeixen són molt inestables. Les quatre finques van ser escollides tenint en compte principalment els paràmetres de vegetació i recurs hídic pròxim a les parcel·les d'estudi. Tot i això, el fet que la parcel·la III presenti una composició diferent ens indica que s'han d'analitzar altres variables per a poder extreure conclusions més sòlides.

Pel que fa al mes de maig, la parcel·la que mostra diferències respecte les altres és la I, en aquest cas és la parcel·la on s'han aplicat un major nombre de fungicides i insecticides, tot i que no podem afirmar que tingui una relació directa donat que en totes les parcel·les, inclosa la IV, el nombre d'espècies i d'individus recol·lectats al mes de maig va ser sensiblement menor. Per una altra part, es sap que els insecticides i també alguns fungicides que s'apliquen són tòxics per a les abelles ja sigui directament o bé disminuint el seu sistema immunològic (Pettis *et al.*, 2013), però aquests productes són necessaris per aconseguir produir amb els estàndards que requereix el mercat (Thompson, 2001). Al mes de maig després de la floració de la pomera, en totes les parcel·les, les flors disponibles van ser sensiblement menors. La pomera presenta un període de floració molt més curt que el període en el qual els adults d'abelles estan actius i la falta d'aliment un cop acabada la floració pot implicar la reducció de la fecunditat i la viabilitat de les poblacions (Westphal *et al.*, 2008). Com a resultat del procés explicat anteriorment, probablement, tot i els avenços que s'estan produint en la producció integrada, encara són necessaris canvis, que permetin una major viabilitat i sostenibilitat en el temps de les poblacions de pol·linitzadors (Rios-Velasco *et al.*, 2014).

Per altra banda, pel que fa al nombre de pol·linitzadors identificats segons les famílies en relació als colors ultraviolats blanc, blau i groc de les PAN-TRAPS, no es pot afirmar que hi hagi una relació entre color i família de pol·linitzadors. S'ha observat preferència dels coleòpters pel blanc i dels dípters pel groc al mes d'abril; en canvi, al mes de maig dípters i coleòpters han estat més atrets pel color groc. Això vol dir que hi ha altres factors que intervenen en l'atracció dels colors per part dels insectes que no han sigut avaluats en aquest treball. La bibliografia tampoc mostra unanimitat en aquest tema: segons Galetto *et al.*, 1998, els sírfids són altament atrets pel blanc, rosa i groc. Però, en altres estudis s'han capturat un gran nombre de sírfids a través de trampes de color blau (Chen *et al.*, 2018). Per la seva part, Haslett 1989,

afirma que els colors que més els atrauen són el blanc, blau i groc. Pel que fa als Himenòpters, s'han capturat un major nombre d'espècies amb el color blanc; altres estudis indiquen que el groc és el color pel qual mostren més preferència (Nuttman *et al.*, 2011) i d'altres que és el blau (Cane *et al.*, 2000). Molts Himenòpters són capaços de discernir les longituds d'ona petites de la llum visible i una gran varietat d'espècies són sensibles als ultraviolats. El color blau és el que presenta la longitud d'ona més curta i per tant podria explicar la preferència dels himenòpters per aquest color (Campbell & Hanula, 2007). Per altra banda, suggereixen que l'atracció dels himenòpters pel blau o el blanc pot ser causada per la ineficàcia en poder diferenciar els colors o bé pot ser degut a que no mostren preferències cap a un en concret (Peitsch *et al.*, 1992). Pel que fa als Lepidòpters, s'ha identificat un nombre semblant de captures en les trampes amb els tres colors, les papallones visiten una gran varietat de flors amb diferents colors i es considera que tenen l'espectre visual més ampli del món animal (Arikawa, 2004); tot i això si tenen l'oportunitat i el nivell de competència els hi permet, prefereixen el color blau, (Campbell., Hanula, 2007). Altres investigacions han arribat a la conclusió de que prefereixen el color groc (Zaccardi, 2006). Els coleòpters presenten diferent atracció segons el mes de mostreig, són l'ordre d'insectes que presenta més variabilitat (Campbell., Hanula, 2007). Els gèneres Chrysomelidae i Scarabeidae presenten preferència pels colors grocs i ataronjats (Proctor *et al.*, 1996). La combinació dels colors blanc, blau i groc a les trampes són els que ofereixen resultats més efectius pel que fa a l'abundància i riquesa d'espècies visitants (Campbell & Hanula, 2007) i per això es van fer servir en aquest estudi.

6.-CRITERIS ÈTICS O DE SOSTENIBILITAT DEL TREBALL

En aquest estudi s'han identificat i, per tant, capturat un total de 774 insectes pol·linitzadors de les famílies: Himenoptera, Diptera, Coleoptera i Lepidoptera. Tot i això, el nombre d'insectes total capturat a les PAN-TRAPS va ser molt superior, ja que tots els insectes i altres espècies d'artròpodes que no realitzen un paper en la pol·linització dels cultius de pomera han estat descartats directament després de la seva identificació i no han estat comptabilitzats. Per tant, el nombre final d'espècies capturades i sacrificades ha estat molt més alt. En aquest sentit al realitzar aquest estudi s'ha prioritzat el coneixement i el saber a les vides de tots aquests insectes. Tot i això, cal dir que les comunitats d'animals a les quals representen no es veuran afectades i no implicarà un desequilibri de pol·linitzadors i altres espècies a les àrees d'estudi. Abans d'optar per les PAN-TRAPS, van ser estudiades metodologies alternatives per realitzar el mostreig però cap presentava una eficiència de captures tan elevada. Altres mètodes com l'observació, a més de que no ofereixen tanta fiabilitat, requereixen una inversió de temps molt superior de la qual no es disposava. Tanmateix, cal dir que en els mostrejos realitzats no s'ha capturat cap espècie protegida o en risc de desaparició.

8.-CONCLUSIONS

The organic orchard is the one with the highest indexes of diversity and abundance. However, the composition of pollinators found in April in the plots of Integrated Production I, II and Organic Production were quite similar, the single difference was the number of individuals of each species captured. The orchard of PI III presents a different composition of pollinators and more studies are necessary to state the reason why. The mixture of the three ultraviolet colours in the PAN-TRAPS showed to be effective capturing all the important families of natural pollinators. NEST-TRAPS captured a very small number of species and individuals. They were, largely concentrated in the Organic orchard (IV). For using this kind of traps, is necessary a deep knowledge about the species that want to be sampled and the landscape in which they will be installed.

The balance that maintains pollinators and flowers is very complex, with the samplings made in April and May, it can be clearly seen that, while there are plenty of flowers in the field, the pollinators are there. When the amount of available flowers decreases, the pollinators move to other sites that provide them with the necessary food. This is the first study carried out in the fruit growing areas of the Empordà, and it would be desirable to extend the number of plots under study to be able to understand better the relationships of the pollinators in agroecosystems .

9. BIBLIOGRAFIA

- Altieri, M. A., Nicholls, C. I. (2005). *Agroecology and the search for a truly sustainable agriculture. United Nations Environment Programme, Environmental Training Network for Latin America and the Caribbean*. <https://doi.org/10.1007/BF03184878>
- Arikawa, K. (2004). Studies on light sensitivity in butterflies. *Zoological Science*, 21, 1189–1190. <https://doi.org/10.2108/zsj.21.1189>
- Ball, S., Morris, R. (2013). Britain's hoverflies. An introduction to the hoverflies of Britain. Wild Guides.
- Bernardello, G., Anderson, G. J., Stuessy, T. F., Crawford, D. J. (2001). A survey of floral traits, breeding systems, floral visitors, and pollination systems of the angiosperms of the Juan Fernández islands (Chile). *Botanical Review*, 67(3), 255–308. <https://doi.org/10.1007/BF0285809>
- Beverly J. Rathcke and Erik S. Jules. (1993). Habitat fragmentation and plant-pollinator interactions. University of Michigan. *Current Science*. 65(3). 273-277
- Bosch, J., Blas, M. (1994). Effect of over-wintering and incubation temperatures on adult emergence in *Osmia cornuta* Latr. (Hymenoptera, Megachilidae). *Apidologie*, 25(3), 265–277. <https://doi.org/10.1051/apido:19940301>
- Braulio S.F. Dias., Anthony Raw., Vera L. Imperatri-Fontseca. (1999). The São Paulo declaration on pollinators. Brazilia, Brazilian Ministry of the Environment.
- Calatayud (2003). Els insectes pol·linitzadors membres vitals dels ecosistemes. Omnium Cultural.
- Campbell, J. W., Hanula, J. L. (2007). Efficiency of Malaise traps and colored pan traps for collecting flower visiting insects from three forested ecosystems. *Journal of Insect Conservation*, 11(4), 399–408. <https://doi.org/10.1007/s10841-006-9055-4>
- Cane, J. H., Minckley, R. L., Kervin, L. J. (2000). Sampling Bees (Hymenoptera: Apiformes) for Pollinator Community Studies: Pitfalls of Pan-Trapping. *Journal of the Kansas Entomological Society*, 73(4), 225–231. <https://doi.org/10.2307/25085973>
- Carles. M., Hjorth. T., Andersen (2015). Orden Diptera. *Ibero Diversidad Entomológica*. 63.1-22. Recuperat de: http://sea-entomologia.org/IDE@/revista_63.pdf
- Catz, P. (2011). Pink-spotted Hawk Moth. Recuperat de: <http://majikphil.blogspot.com/2011/10/pink-spotted-hawk-moth.html>
- Charles. D. Michener. The bees of the world (2007). University of Kansas.
- Chen, T., Chu, C., Fitzgerald, G., Natwick, E.T., Henneberry, T. J. (2018). Trap Evaluations for Thrips (Thysanoptera : Thripidae) and Hoverflies (Diptera : Syrphidae), *Environmental Entomology*. 33-5, 1416–1420.
- Claire Kremen., Neal M. Williams., Robbin W. Thorp. (2002). Crop pollination from native bees at risk from agricultural intensification. Stanford University. 99,26. 16812-16816.
- Corral, R.J., Aguirre, C.O.A., Jimenez, P.J., Nívar, C.J. (2007). *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*. 8(2), 125-131 <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=62980206>.

- Damos, P., Colomar, L. A. E., Ioriatti, C. (2015). Integrated fruit production and pest management in Europe: The apple case study and how far we are from the original concept? *Insects*, 6(3), 626–657. <https://doi.org/10.3390/insects6030626>
- Dafni, A., Kevan, P.G. (1997). Flower size and shape: Implications in pollination. University of Guelph. *Israel Journal of Plant Science*. 45. 201-211
- Donaldson, J., Nãnni, I., Zachariades, C., Kemper, J. (2002). Effects of Habitat Fragmentation on Pollinator Diversity and Plant Reproductive Success in Renosterveld Shrubland of South Africa. Rondebosch, University of Cape Town. *Conservation Biology*. 16. 1267-1276.
- Droege, S.(2015). Impact of Color and Size of Bowl Trap on Numbers of Bees Captured. United States Geological Survey.
- Dvorák, J. (2011). *Osmia aurulenta*. Recuperat de: <https://www.biolib.cz/en/image/id154124/>
- Falk, S., Lewington, R. (2015). Field guide to the Bees of GB and Ireland. Bloomsbury
- Fernández, S.G., Pujade-Villar, J. (2015). Orden Hymenoptera. *Ibero Diversidad Entomológica*. 59, 1-36. Recuperat de: http://sea-entomologia.org/IDE@/revista_59.pdf
- García-Barros, E., Romo, H., Sarto, V.M., Munguira, M.L., Baixeras, J., Vives, A.M., Yela, J.L.G. (2015). Orden Lepidoptera. *Ibero Diversidad Entomológica*. 65.1-21. Recuperat de: http://sea-entomologia.org/IDE@/revista_65.pdf
- Galetto, L., Bernardello, G., Sosa, C. A. (1998). The relationship between floral nectar composition and visitors in *Lycium* (Solanaceae) from Argentina and Chile: What does it reflect? *Flora*, 193(3), 303–314. [https://doi.org/10.1016/S0367-2530\(17\)30851-4](https://doi.org/10.1016/S0367-2530(17)30851-4)
- Gordón, M.A.R. (2012). Polinizadores y biodiversidad. Madrid. Observatorio de agentes polinizadores.
- Gordon Wardell., Peter Bernhardt., Alberto Burquez., Stephen Buchman. (1998). The potential consequences of pollinators declines on the conservation of biodiversity and stability of food crop yields. *Conservation Biology*. 12,1. 1-12.
- Hogg, B. N., Nelson, E. H., Mills, N. J., Daane, K. M. (2011). Floral resources enhance aphid suppression by a hoverfly. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 141(2), 138–144. <https://doi.org/10.1111/j.1570-7458.2011.01174.x>
- Holzschuh, A., Dainese, M., González-Varo, J. P., Mudri-Stojnić, S., Riedinger, V., Rundlöf, M., ... Steffan-Dewenter, I. (2016). Mass-flowering crops dilute pollinator abundance in agricultural landscapes across Europe. *Ecology Letters*, 19(10), 1228–1236. <https://doi.org/10.1111/ele.12657>
- Ingolf, S.D., Tscharrntke, T. (1999). Effects of habitat isolation on pollinator communities and seed set. *Oecologia*. 121(3). 432-440
- Ingolf, S.D., Ute, M., Christof, B., Carsten, T., Teja, T. (2002). Scale-Dependent effects of landscape context on three pollinator guilds. *Ecology Letters*. 83,5. 1421-1432.
- Yuri, J.A. (2005). Floración del manzano. Pomáceas, Boletín Técnico. 5. 1-4. Recuperat de: http://pomaceas.atalca.cl/wp-content/uploads/2016/06/Boletin_N05_5.pdf

- Julianna K.T., Rufus, I. (2009). Elevated pan traps to monitor bees in flowering crop canopies. Department of Entomology, Michigan State University. *Entomologia Experimentalis et Applicata*. 131. 93-98.
- Klein A.M., Bernard E. 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. *Proceedings of the Royal Society*. 274. 303-313.
- Korpela, E.L (2014). Experimentally Tested Responses of Flower-Visiting Insects To Habitat Establishment on. *Academic Dissertation*, 34.
- Kremen, C. W., Williams, N.M., Aizen, M. A., Gemmill-Herren, B., LeBuhn, G., Minckley, R., ... Ricketts, T. H. (2007). Pollination and other ecosystem services produced by mobile organisms: A conceptual framework for the effects of land-use change. *Ecology Letters*, 10(4), 299–314. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2007.01018.x>
- Lammerts Van Bueren, E. T., Struik, P. C., Jacobsen, E. (2002). Ecological concepts in organic farming and their consequences for an organic crop ideotype. *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences*, 50(1), 1–26. [https://doi.org/10.1016/S1573-5214\(02\)80001-X](https://doi.org/10.1016/S1573-5214(02)80001-X)
- Lebuhn, G., Droege, S., Connor, E.F., Gemmill-Herren, B., Potts, S.G., Minckley, R.L., Griswold, T., ... Parker, F. (2011). Detecting Insect Pollinator Declines on Regional and Global Scales. *Conservation Biology*. 27(1). 113-120.
- Loose, J.L., Drummond, F.A., Stubbs, C., Woods, S., Hoffman, S. (2005). Conservation and Management of Native Bees in Cranberry. *Maine Agricultural & Forest Experiment Station. University of Maine*. 191. 1-27.
- Magdoff, F. (2007). Ecological agriculture: Principles, practices, and constraints. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 22(2), 109–117. <https://doi.org/10.1017/S1742170507001846>
- Marquès. E.M. (2018). *La mosca xoriguer*. Recuperat de: <http://fotografianocturnaemporda.blogspot.com/>
- Masjuan, T.M (2017). Quadern de normes tècniques de la producció agroalimentària ecològica. Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya. Recuperat de: <http://www.ccpae.org/docs/normativa/QNT20170413.pdf>
- Moreno, C. E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. *M&T - Manuales y Tesis SEA*, 1, 84. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0103709>
- Moisset, B. (2002). Beetle Flowers. Recuperat de: <https://www.fs.fed.us/wildflowers/pollinators/animals/beetles.shtml>
- Navarro, M.L.G. (1983). Aspectos teóricos y una aplicación práctica del análisis factorial de correspondencias. *Estadística Española*. 99. 33-59.
- 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>
- Peitsch, D., Fietz, A., Hertel, H., de Souza, J., Ventura, D. F., & Menzel, R. (1992). The spectral input systems of hymenopteran insects and their receptor-based colour vision. *Journal of Comparative Physiology A*, 170(1), 23–40. <https://doi.org/10.1007/BF00190398>

- Petanidou, T.J.C., Den-Nijs, J.C.M., Oostermijer, J.G.B., Ellis-Adam, A.C. (1995) Pollination Ecology and Patch-Dependent Reproductive Success of the Rare Perennial *Gentiana pneumonanthe* L. *The New Phytologist*, 129(1), 155-163
- Pettis, J.S., Lichtenberg, E.M., Andree, M., Stitzinger, J., Rose, R., Van-Engelsdorp, D. (2013) Crop Pollination Exposes Honey Bees to Pesticides Which Alters Their Susceptibility to the Gut Pathogen *Nosema cerenae*. *Plos One*, 8(7), e70182. doi:10.1371/journal.pone.0070182
- Rios-Velasco, C., Berlanga-Reyes, D. I., Ayala-Barajas, R., Salas-Marina, M. Á., Ibarra-Rendón, J. E., Flores, P. B. Z., ... Acosta-Muñiz, C. H. (2014). Identification of Megachilid Species (Hymenoptera: Megachilidae) and Other Pollinators in Apple Orchards in Chihuahua, México. *Florida Entomologist*, 97(4), 1829–1834. <https://doi.org/10.1653/024.097.0460>
- Salamin, C., Charmillot, J. P., & Pasquier, D. (2007). Nouveau cas de résistance aux insecticides de la tordeuse de la pelure capua (*Adoxophyes orana*). *Revue Suisse Viticulture, Arboriculture, Horticulture*, 39(3), 179–183.
- Santos, E., Mendoza, Y., Carrasco-Letelier, L., Díaz, S., Invernizzi, C. (2015). Caracterización de la polinización entomófila del cultivo de manzana de Uruguay. *Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria*, 42, 22-46.
- Sheffield, C. S. (2014). Pollination , Seed Set and Fruit Quality in Apple: Studies With *Osmia lignaria* (Hymenoptera: Megachilidae) in the Annapolis V Alley , Nova Scotia , C Anada. *Journal of Pollination Ecology*, 12(13), 120–128. <https://doi.org/10.3390/molecules14041513>
- Southwood, T.R.E., Henderson, P.A. (2015). *Ecological Methods*. Blackwell Science.
- Sutherland, W.J. (2002). Restoring a sustainable countryside. *Ecology & Evolution*, 17,3, 148-150.
- Thompson, J. D. (2001). How do visitation patterns vary among pollinators in relation to floral display and floral design in a generalist pollination system? *Oecologia*, 126(3), 386–394. <https://doi.org/10.1007/s004420000531>
- Tscharntke, T., Klein, A.M., Kruess, A., Steffan-Dewenter, I., Thies, C. (2005). Landscape perspectives on agricultural intensification and biodiversity - ecosystem service management. *Agroecology, University of Gottingen*, 8, 857-874
- Tom Tolman., Richard Lewington. (2011). *Mariposas de España y Europa*. Lynx.
- Universitat de Barcelona. Grup de Geobotànica i Cartografia de la Vegetació. Mapa de la vegetació potencial de Catalunya 1:250.000. http://atzavara.bio.ub.edu/mapes_descarrega/pot250mil_mapa.jpg
- Westphal, C., Bommarco, R., Carré, G., Lamborn, E., Morison, N., Petanidou, T., ... Steffan-Dewenter, I. (2008). Measuring bee diversity in different European habitats and biogeographical regions. *Ecological Monographs*, 78(4), 653–671. <https://doi.org/10.1890/07-1292.1>
- Winfrey, R., Williams, N. M., Gaines, H., Ascher, J. S., & Kremen, C. (2008). Wild bee pollinators provide the majority of crop visitation across land-use gradients in New Jersey and Pennsylvania, USA. *Journal of Applied Ecology*, 45(3), 793–802. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2007.01418.x>

Wratten, S., Berndt, L., Gurr, G., Tylianakis, J., Fernando, P., & Didham, R. (2003). Adding floral diversity to enhance parasitoid fitness and efficacy. *1st International Symposium on Biological Control of Arthropods, 1998–2001*.

Zaccardi, G. (2006). Color discrimination in the red range with only one long-wavelength sensitive opsin. *Journal of Experimental Biology, 209*(10), 1944–1955.
<https://doi.org/10.1242/jeb.02207>

Zahradnik, J. (1990). *Guía de los coleópteros de España y Europa*. Omega

Zarazaga, M.A.A (2015). Orden Coleoptera. *Ibero Diversidad Entomológica. 55*, 1-18. Recuperat de: http://sea-entomologia.org/IDE@/revista_55.pdf