Universitat Autònoma de Barcelona

Análisis esporo-polínico de la miel y el propóleo, y su relación con el entorno

Pau Cardellach Lliso

ADVERTIMENT. L'accés als continguts d'aquesta tesi queda condicionat a l'acceptació de les condicions d'ús establertes per la següent llicència Creative Commons: http://cat.creativecommons.org/?page_id=184

ADVERTENCIA. El acceso a los contenidos de esta tesis queda condicionado a la aceptación de las condiciones de uso establecidas por la siguiente licencia Creative Commons: http://es.creativecommons.org/blog/licencias/

WARNING. The access to the contents of this doctoral thesis it is limited to the acceptance of the use conditions set by the following Creative Commons license: https://creativecommons.org/licenses/?lang=en

ICTA Institut de Ciència i Tecnologia Ambientals - UAB

UAB Universitat Autònoma de Barcelona

ANÁLISIS ESPORO-POLÍNICO DE LA MIEL Y EL PROPÓLEO, Y SU RELACIÓN CON EL ENTORNO

Pau Cardellach Lliso

Autor

Tesis Doctoral

Doctorado en Ciencia y Tecnología Ambientales

2019

Jordina Belmonte Soler

Concepción De Linares Fernández

Directoras

Análisis esporo-polínico de la miel y el propóleo, y su relación con el entorno

Tesis Doctoral

Pau Cardellach Lliso

Institut de Ciència i Tecnologia Ambientals – ICTA

Universitat Autònoma de Barcelona – UAB

España 2019

Análisis esporo-polínico de la miel y el propóleo, y su relación con el entorno

Tesis Doctoral

Doctorado en Ciencia i Tecnología Ambientales

Memoria presentada por

Pau Cardellach Lliso

Para obtar al grado de Doctor

Con el visto bueno de las directoras de tesis

Prof. Dr. Jordina Belmonte

ICTA-UAB & BABVE

Directora y Tutora

Dr. Concepción De Linares

BABVE & ICTA-UAB

Directora

Institut de Ciència i Tecnologia Ambientals – ICTA

Universitat Autònoma de Barcelona – UAB

España 2019

L’hivern més llarg me l’he passat al ras

libant el nèctar de cada flor,

amb una escorça com a manta sota coberta de glaç,

he brunzit la por de tots.

He viatjat pels límits,

he conegut el fosc,

he abraçat a l’aigua,

i m’he convertit en tot.

Ara sóc bella,

ara sóc jo.

Agradecimientos

A todos aquellos que se han cruzado en mi camino durante este período de mi vida, a los que ni se han parado, a los que lo han hecho unos segundos o unos días, y a los que en algunas etapas me han acompañado.

A mi familia, a las hierbas que forman los prados, a los arbustos que preceden al bosque, y a los árboles de los árboles que empujan a los anteriores.

A los amigos que en días de lluvia te abren un claro.

A los compañeros de trabajo que siempre están allí, como el polen.

A mis directoras, Jordina y Conchi por brindarme esta oportunidad.

Resumen

La gran mayoría de plantas con fruto (angiospermas) necesitan de polinizadores para completar su ciclo reproductivo, al mismo tiempo que los polinizadores, como la abeja de la miel (*Apis mellifera*), necesitan de las plantas para obtener recursos (néctar, exudados azucarados, polen) como alimento, y (resinas) para la construcción de la colmena.

La melisopalinología hace posible la determinación geográfica y botánica de los productos de la abeja, basándose en la diversidad y proporción de tipos polínicos nectaríferos y/o poliníferos, y aporta información del entorno de la colmena, mediante tipos polínicos anemófilos y esporas.

Estudiar los productos de *A. mellifera* derivados de los recursos botánicos (miel, mielato, polen corbicular y propóleo), es útil para caracterizar y poner en valor los productos de la abeja de un territorio y para comprender mejor las interacciones planta-polinizador.

El primer objetivo de la presente tesis ha sido determinar qué plantas son útiles para *A. mellifera* en Catalunya, España, a través de una exhaustiva revisión bibliográfica y de observaciones *in situ* de la vegetación del entorno donde se encontraban los colmenares de las muestras analizadas. Con los datos obtenidos se ha elaborado una relación de 424 taxones útiles, pertenecientes a 114 familias (siendo Asteraceae, Fabaceae, Lamiaceae y Rosaceae las más representadas), junto con el período de floración, el estrato (arbóreo, arbustivo/matorral, herbáceo o lianoide), el origen (autóctono o silvestre, cultivado, cultivado/silvestre, exótico) y el tipo de recurso recolectado por la abeja (néctar, polen, exudado azucarado, resina). Además, en el caso del néctar y el polen, se ha establecido un grado de interés de la abeja hacia ese taxón. El resultado pone en evidencia la gran biodiversidad de plantas apícolas que posee Catalunya, siendo esta lista una herramienta útil tanto para científicos, como para apicultores, y para interesados en potenciar las visitas de polinizadores en espacios no urbanos y urbanos.

Para el estudio melisopalinológico de las 51 mieles y 26 propóleos analizados en esta tesis doctoral se elaboró una palinoteca de referencia en base al listado de los tipos polínicos (TP) de los taxones de interés apícola de Catalunya.

Como resultado del análisis melisopalinológico, se ha determinado el origen geográfico y botánico de mieles y propóleos, y se han identificado 156 tipos polínicos de 74 familias.

Debido a la variabilidad de paisajes y vegetación de Catalunya, y a través del análisis del espectro polínico de las mieles, se han tipificado distintos tipos de mieles, tanto multiflorales como monoflorales, de diferentes zonas geográficas y, en algunos casos, de distintos años de un mismo colmenar. Además, el análisis estadístico ha mostrado la existencia de diferencias significativas entre las mieles urbanas y el resto de mieles.

En las mieles no urbanas (42), se han identificado 131 TP de 62 familias diferentes. Aunque los más frecuentes son autóctonos (como *Anthyllis* T., *Brassicaceae* T., *Cistus albidus*, *Coronilla* T., *Crataegus* sp., *Hedera helix*, *Quercus* perennifolio, *Rhamnus* T., *Rubus* T., *Salix* sp. y *Ulex* T.), la aparición de especies invasoras (como *Ailanthus altissima*) muestra la utilidad de estas plantas como recurso apícola, e indica que hay que tener en cuenta a este tipo de especies a la hora de establecer el origen geográfico y botánico de las mieles de un territorio. Por otro lado, destacar la elevada presencia y porcentajes de tipos polínicos como *Cistus monspeliensis*, *Hedera helix*, *Rhamnus* sp. y *Salix* sp., que podrían servir como indicadores para la tipificación geográfica de mieles de Catalunya.

En las mieles no urbanas, los taxones nectaríferos arbustivos y herbáceos son los que tienen mayor presencia, lo que refleja la importancia de los ecosistemas de tipo matorral y herbáceo como suministradores de recursos para *A. mellifera*. Asimismo, se ha evidenciado que las abejas de colmenas situadas en la periferia de núcleos urbanos se adentran en la ciudad para alimentarse con las plantas de sus calles y jardines, y que las abejas de colmenas urbanas pueden alejarse de la ciudad para visitar plantas no ornamentales.

En las 9 mieles urbanas, procedentes de Barcelona y Viladecans, se han identificado 89 tipos polínicos, tanto ornamentales como silvestres, de 47 familias. Los más frecuentes han sido *Anthyllis* T., *Cercis* T., *Echium* sp., *Lotus* sp., *Papaver* T., *Phoenix* T., *Quercus* perennifolio, *Rubus* T., *Salix* sp. y *Schinus* T., que, junto a la presencia de *Agave* T., *Ailanthus altissima*, *Eucalyptus* sp., *Sophora* sp. y *Tropaeolum* sp., hacen patente la marcada influencia de taxones exóticos. Por otro lado, la aparición de un alto porcentaje de TP de taxones arvenses indica que *A. mellifera* los visita, y refleja la importancia de minimizar el uso de pesticidas y herbicidas y la de adecuar o implementar suelos con este tipo de vegetación en ciudades (alcorques, terrazas y techos) para el beneficio de las abejas y polinizadores en general.

Referente a los propóleos, el espectro polínico refleja la variabilidad de paisajes y vegetación de Catalunya. Se analizaron 26 muestras que permitieron la determinación de 135 TP, de los cuales los más frecuentes fueron *Asparagus* sp., Brassicaceae T., *Hedera helix*, *Olea europaea*, *Plantago* sp., *Pinus* sp., *Quercus* perennifolio y *Rosmarinus officinalis.* Además, las diferencias observadas en los propóleos de Catalunya en función de su color y textura, podrían estar relacionadas con el origen botánico de las resinas procedentes de *Pinus* sp., *Quercus* sp, *Castanea sativa* y *Populus* sp.

Comparando las muestras de propóleo y miel de un mismo lugar, se observa que la riqueza y la diversidad polínica es mayor en propóleos que en mieles y, aunque existe relación entre sus espectros polínicos, los tipos polínicos difieren en un 64.4%. Por ello, el estudio del espectro polínico de ambos productos aporta una información más precisa sobre la vegetación circundante de los colmenares, complementando y mejorando la determinación del origen geográfico de mieles, sobre todo, aquellas con una diversidad polínica muy baja.

Resum

La gran majoria de plantes amb fruit (angiospermes) necessiten de pol·linitzadors per completar el seu cicle reproductiu, al mateix temps que els pol·linitzadors, com l'abella de la mel (*Apis mellifera*), necessiten de les plantes per a obtenir recursos (nèctar, exsudats ensucrats i pol·len) com a base alimentària, i (resines) per a la construcció del rusc.

La melissopalinologia fa possible la determinació geogràfica i botànica dels productes de l'abella, en base a la diversitat i proporció de tipus pol·línics nectarífers i/o pol·linífers, i aporta informació de l'entorn del rusc, a través dels tipus pol·línics anemòfils i les espores.

Estudiar els productes d'*A. mellifera* derivats dels recursos botànics (mel, melat, pol·len corbicular i pròpolis), és útil per a caracteritzar i posar en valor els productes de l'abella d'un territori i per a comprendre millor les interaccions planta-pol·linitzador.

El primer objectiu de la present tesi ha estat determinar quines plantes són útils per a *A. mellifera* a Catalunya, Espanya, a través d'una exhaustiva revisió bibliogràfica i d'observacions *in situ* de la vegetació de l'entorn on es trobaven els ruscs de les mostres analitzades. Amb les dades obtingudes s'ha elaborat una llista de 424 tàxons útils, de 114 famílies (sent Asteraceae, Fabaceae, Lamiaceae i Rosaceae les més representades), juntament amb el període de floració, l'estrat (arbori, arbustiu/mata, herbaci o lianoide), l'origen (autòcton o silvestre, cultivat, cultivat/silvestre, exòtic) i el tipus de recurs recol·lectat per l'abella (nèctar, pol·len, exsudat ensucrat, resina). A més, en el cas del nèctar i el pol·len, s'ha establert un grau d'interès de l'abella cap a aquest tàxon. El resultat posa en evidència la gran biodiversitat de plantes apícoles que posseeix Catalunya, sent aquesta llista una eina útil tant per a científics, com per a apicultors, i per interessats a potenciar les visites de pol·linitzadors en espais no urbans i urbans.

Per a l'estudi melissopalinològic de les 51 mels i els 26 pròpolis analitzats en aquesta tesi doctoral es va elaborar una palinoteca de referència en base al llistat dels tipus pol·línics (TP) dels tàxons d'interès apícola de Catalunya.

Com a resultat de l'anàlisi melissopalinològica, s'ha determinat l'origen geogràfic i botànic de les mels i els pròpolis, i s'han identificat 156 TP de 74 famílies.

Degut a la variabilitat de paisatges i vegetació de Catalunya, i a través de l'anàlisi de l'espectre pol·línic de les mels, s'han tipificat diferents tipus de mels, tant multiflorals com monoflorals, de diferents zones geogràfiques, i en alguns casos, de diferents anys d'un mateix abellar. A més, l'anàlisi estadística ha mostrat l'existència de diferències significatives entre les mels urbanes i la resta de mels.

A les mels no urbanes (42), s'han identificat 131 TP de 62 famílies diferents. Tot i que els més freqüents són autòctons (com *Anthyllis* T., Brassicaceae T., *Cistus albidus*, *Coronilla* T., *Crataegus* sp., *Hedera helix*, *Quercus* perennifoli, *Rhamnus* T., Rubus T., *Salix* sp. i *Ulex* T.), l'aparició d'espècies invasores

(com *Ailanthus altissima*) mostra la utilitat d'aquestes plantes com a recurs apícola, i indica que cal tenir en compte a aquest tipus d'espècies a l'hora d'establir l'origen geogràfic i botànic de les mels d'un territori. D'altra banda, destacar l'elevada presència i percentatges de tipus pol·línics com *Cistus monspeliensis*, *Hedera helix*, *Rhamnus* sp. i *Salix* sp., que podrien servir com a indicadors per a la tipificació geogràfica de mels de Catalunya.

A les mels no urbanes els tàxons nectarífers arbustius i herbacis són els que tenen més presència, fet que reflecteix la importància dels ecosistemes de tipus matollar i tipus herbaci com a subministradors de recursos per a *A. mellifera*. Així mateix, s'ha pogut evidenciar que les abelles de ruscs situats a la perifèria de nuclis urbans s'endinsen a les ciutats per alimentar-se amb les plantes dels seus carrers i/o jardins, i que les abelles de ruscs urbans poden allunyar-se de la ciutat per visitar plantes no ornamentals.

En les 9 mels urbanes, procedents de Barcelona i Viladecans, s'han identificat 89 TP, tant ornamentals com silvestres, de 47 famílies. Els més freqüents han estat *Anthyllis* T., *Cercis* T., *Echium* sp., *Lotus* sp., *Papaver* T., *Phoenix* T., *Quercus* perennifoli, *Rubus* T., *Salix* sp. i *Schinus* T., que, juntament amb la presència *d'Agave* T., *Ailanthus altissima*, *Eucalyptus* sp., *Sophora* sp. i *Tropaeolum* sp., fan palesa la marcada influència de tàxons exòtics. D'altra banda, l'aparició d'un alt percentatge de tàxons arvenses indica que *A. mellifera* els visita, i reflecteix la importància de minimitzar l'ús d'herbicides i pesticides i la d'adequar o implementar sòls amb aquest tipus de vegetació en ciutats (escocells, terrasses i sostres) per al benefici de les abelles i pol·linitzadors en general.

Referent als pròpolis, l'espectre pol·línic reflecteix la variabilitat de paisatges i vegetació de Catalunya. Es van analitzar 26 mostres que van permetre la determinació de 135 TP, dels quals els més freqüents van ser *Asparagus* sp., Brassicaceae T., *Hedera helix*, *Olea europaea*, *Plantago* sp., *Pinus* sp., *Quercus* perennifoli y *Rosmarinus officinalis.* A més, les diferències observades en els pròpolis de Catalunya en funció del seu color i textura, podrien estar relacionades amb l'origen botànic de les resines procedents de *Pinus* sp., *Quercus* sp, *Castanea sativa* i *Populus* sp.

Comparant les mostres de pròpolis i mel d'un mateix lloc, s'observa que la riquesa i la diversitat pol·línica és major en pròpolis que en mels i, encara que hi ha relació entre els seus espectres pol·línics, els tipus pol·línics difereixen en un 64,4%. Per això, l'estudi de l'espectre pol·línic de tots dos productes aporta una informació més precisa sobre la vegetació circumdant dels abellars, complementant i millorant la determinació de l'origen geogràfic de mels, sobretot, d'aquelles amb una diversitat pol·línica molt baixa.

Abstract

Most flowering plants (angiosperms) need pollinators to complete their reproductive cycle, as well as pollinators, such as honeybees (*Apis mellifera*), need plants to obtain resources (such as nectar, sugary exudates and pollen) as a food base, and (resins) for the construction of the hive.

Melissopalynology makes possible the determination of the geographical and botanical origin of bee products, on the base of the presence of nectariferous and/or polliniferous pollen types, and provides information about the hive surroundings, through anemophilous pollen types and spores.

The study of *A. mellifera* products derived from botanical resources (honey, honeydew honey, corbicular pollen, and propolis) is useful to assess the quality of bee products in a territory and to better understand plant-pollinator interactions.

The first objective of this thesis was to determine which plants are useful to *A. mellifera* in Catalonia, Spain, through an exhaustive literature review as well as on-site observations of the surrounding vegetation where the hives of the analyzed samples were located. With the data obtained, a list of 424 useful taxa from 114 families was elaborated (Asteraceae, Fabaceae, Lamiaceae, and Rosaceae being the most represented), together with the flowering period, stratum (tree, shrub, herbaceous or lianoid), origin (autochthonous or wild, cultivated, cultivated/wild, exotic), and type of resource collected by the bee (nectar, pollen, sugary exudate, resin). In addition, in the case of nectar and pollen, a degree of interest of bees towards that taxon has been stablished. As a result, the list highlights the great biodiversity of beekeeping plants in Catalonia, becoming a very useful tool for scientists, beekeepers, and those interested in attracting pollinators to urban and nonurban spaces.

For the melissopalynological study of the 51 honeys and 26 propolis analyzed in this doctoral thesis, a reference palinotheque was elaborated based on the list of the pollen types (PT) from the taxa with beekeeping interest in Catalonia.

As a result of the melissopalynological analysis, the geographical and botanical origin of the honeys and propolis have been determined, and 156 pollen types of 74 families identified.

Due to the variability of landscapes and vegetation of Catalonia, and through the analysis of the pollen spectrum of honeys, different types of honey have been typified, both multifloral and monofloral, from different geographical areas, and in some cases, from different years of a same apiary. In addition, the statistical analysis has demonstrated the existence of significant differences between urban honey and other honey.

In non-urban honeys (42), 131 PT from 62 different families were identified. Although the most frequent are native (such as *Anthyllis* T., Brassicaceae T., *Cistus albidus*, *Coronilla* T., *Crataegus* sp., *Hedera*

helix, *Quercus* deciduous, *Rhamnus* T., *Rubus* T., *Salix* sp., and *Ulex* T.), the appearance of invasive species (such as *Ailanthus altissima*) shows the usefulness of these plants as apicultural resource, and indicates that this type of species must be taken into account when establishing the geographical and botanical origin of honeys from a given territory. Additionally, the high presence and percentages of PT such as *Cistus monspeliensis*, *Hedera helix*, *Rhamnus* sp., and *Salix* sp. could serve as indicators for the geographical classification of honey from Catalonia.

In non-urban honeys, shrubs and herbaceous nectariferous taxa are the ones with the greatest presence, reflecting the importance of shrubland and herbaceous type ecosystems as resource providers for *A. mellifera*. In addition, it has been shown that honeybees located on the periphery of urban centers enter the cities to feed on the plants from streets and urban gardens, and that bees from urban beehives can move away to forage on nonornamental plants outside the city.

In the 9 urban honeys from Barcelona and Viladecans, 89 PT were identified, both ornamental and wild, from 47 families. The most frequent were *Anthyllis* T., *Cercis* T., *Echium* sp., *Lotus* sp., *Papaver* T., *Phoenix* T., *Quercus* deciduous, *Rubus* T., *Salix* sp., and *Schinus* T., which, together with the presence of *Agave* T., *Ailanthus altissima*, *Eucalyptus* sp., *Sophora* sp., and *Tropaeolum* sp., reveal the marked influence of exotic taxa. On the other hand, the appearance of a high percentage of PT of weed taxa indicates that *A. mellifera* visits them, and reflects the importance of minimizing the use of pesticides and herbicides and of adapting or implementing soils with this type of vegetation in cities (tree pits, terraces and roofs) for the benefit of bees and pollinators in general.

Regarding propolis, the pollen spectrum reflects the variability of landscapes and vegetation in Catalonia. 26 samples were analyzed, and 135 PT determined, of which the most frequent being *Asparagus* sp., Brassicaceae T., *Hedera helix*, *Olea europaea*, *Plantago* sp., *Pinus* sp., *Quercus* deciduous and *Rosmarinus officinalis*. Furthermore, the differences observed in the propolis of Catalonia, on the basis of their color and texture, could be related to the botanical origin of the resins from *Pinus* sp., *Quercus* sp, *Castanea sativa*, and *Populus* sp.

Comparing the samples of propolis and honey from the same place, it was observed that the richness and diversity of pollen is greater in propolis than in honey and, although there is a relationship between their pollen spectra, the pollen types differ by 64.4%. Therefore, the study of the pollen spectrum of both products provides more precise information about the surrounding vegetation of the beehives, complementing and improving the determination of the geographical origin of honey, especially those with a very low pollen diversity.

Índice

1. Introducción 19
1.1. Productos de origen vegetal de la abeja 20
1.1.1. La miel 20
1.1.1.1. El néctar 20
1.1.1.2. El potencial melífero 23
1.1.1.3. Componentes y características de la miel 25
1.1.1.4. Métodos alternativos de clasificación de mieles 29
1.1.2. El mielato 30
1.1.3. Polen corbicular 30
1.1.3.2. Componentes y características del polen corbicular 31
1.1.3.1. Potencial polinífero 32
1.1.4. Propóleo 33
1.1.4.1. Componentes y características del propóleo 34
1.2. Melisopalinología 36
1.2.1. Melisopalinología de las mieles 36
1.2.2. Melisopalinología de los mielatos 38
1.2.3. Melisopalinología del polen corbicular 39
1.2.4. Melisopalinología de los propóleos 40
1.3. Apicultura en España y Catalunya 41
1.3.1. Apicultura tradicional 41
1.3.2. Apicultura urbana 44
1.3.2.4. Situación actual de la apicultura urbana en España y Catalunya 48

2. Hipótesis y objetivos 51
2.1. Hipótesis 51
2.2. Objetivos 52

3. Material y métodos 55
3.1. Revisión de la flora de interés apícola 55
3.1.3. Flora apícola y biodiversidad urbana 58
3.2. Área de estudio 59
Provincia de Barcelona 60
Provincia de Girona 65
Provincia de Lleida 67
Provincia de Tarragona 68
3.3. Descripción del material analizado 71
3.3.1. Creación de palinoteca 71
3.3.2. Mieles 71

3.3.3. Propóleos 75
3.4. Métodos de tratamiento de muestras 77
3.4.1. Tratamiento de muestras para análisis de mieles 77
3.4.1.1. Protocolo para análisis de mieles sin acetólisis 78
3.4.1.2. Protocolo para análisis de mieles con acetólisis 79
3.4.2. Tratamiento de muestras para análisis de propóleos 81
3.5. Análisis microscópico 85
Nomenclatura de los tipos polínicos 86
Método de contaje 87
Plantilla para la recogida de datos polínicos 88
3.6 Análisis cuantitativo 91
3.7. Análisis cualitativo 92
3.8. Estadística descriptiva 93
Variabilidad interanual de los tipos polínicos en mieles 93
Variabilidad de los tipos polínicos en mieles urbanas 94
Variabilidad de los tipos polínicos entre mieles y propóleos 94
3.9. Análisis estadístico de datos 95
3.9.1. Análisis estadístico 95
Variables analizadas en mieles 95
Variables analizadas en propóleos 96
Variables analizadas en la comparación de mieles y propóleos 97
3.9.2. Agrupaciones con clústeres jerárquicos 98

4. Resultados 101

4.1. Flora de interés apícola 101
4.1.2. Flora de interés para la producción de mieles monoflorales 106
4.1.3. Flora de interés para la producción de propóleo 109
4.2. Flora de interés para atraer biodiversidad (fauna) 111
4.3. Tipos polínicos de las mieles y propóleos de Catalunya 113
4.4. Resultados de melisopalinología en mieles: Origen Geográfico 117
4.4.1. Riqueza y diversidad polínica 121
4.4.2. Mieles no urbanas 124
4.4.2.1. Tipos polínicos de mieles no urbanas 124
4.4.2.2. Familias botánicas de las mieles no urbanas 126
4.4.2.3. Elementos de mielada de mieles no urbanas 128
4.4.2. Mieles urbanas 129
4.4.2.1. Tipos polínicos de mieles urbanas 129
4.4.2.2. Familias botánicas de las mieles urbanas 131
4.4.2.3. Elementos de mielada de mieles urbanas 132

4.5. Resultados de melisopalinología en mieles: Origen Botánico 133
4.5.1. Riqueza y diversidad polínica 136
4.5.2. Mieles no urbanas 138
4.5.2.1. Tipos polínicos nectaríferos de las mieles no urbanas 138
4.5.3. Mieles urbanas 141
4.5.3.1. Tipos polínicos nectaríferos de las mieles urbanas 141
4.5.3.2. Influencia de la flora ornamental en las mieles urbanas 142
4.5.4. Tipos polínicos nectaríferos *vs* poliníferos 145
4.5.5. Agrupaciones por clusters jerárquicos 146
4.6. Resultados de melisopalinología en propóleos. 148
4.6.1. Riqueza y diversidad polínica en propóleos 152
4.6.2. Tipos polínicos de los propóleos 152
4.6.3. Familias de los propóleos 156
4.6.4. Elementos no polínicos de los propóleos 158
4.6.5. Agrupaciones por clusters jerárquicos 158
4.7. Análisis comparativo entre mieles y propóleos 160

5. Discusión 171
5.1. Flora de interés apícola 171
5.1.1. Flora de interés apícola para la recolección de néctar y polen 171
5.1.3. Flora de interés para la atracción de biodiversidad en ciudades 189
5.2. Melisopalinología en mieles 190
5.2.1. Origen Geográfico de mieles no urbanas 191
5.2.2. Origen Geográfico de mieles urbanas 197
5.2.3. Análisis interanual de las mieles 198
5.3. Melisopalinología en mieles: Origen Botánico 198
5.3.1. Origen Botánico de mieles no urbanas 198
5.3.1.1. Tipificación de las mieles no urbanas 201
5.3.2. Origen Botánico de mieles urbanas 203
5.3.2.1 Tipificación de las mieles urbanas 206
5.4. Melisopalinología en propóleos: 208
5.4.1. Origen Geográfico de los propóleos 208
5.4.2. Origen botánico de los propóleos 211
5.5. Comparación entre mieles y propóleos 212

6. Propuesta de estudio melisopalinológico previo a la elaboración de un sello de calidad y origen de las mieles de Catalunya 217
6.1 Diseño experimental 218

7. Conclusiones 225

8. Referencias bibliográficas 231

Anexo 1. Lista de plantas útiles para Apis mellifera

Anexo 2. Catálogo de fotos de plantas con interés apícola

Anexo 3. Catálogo de fotos de los tipos polínicos de mieles y propóleos

Anexo 4. Clases de Louveaux de las mieles teniendo en cuenta todo el espectro polínico

Anexo 5. Clases de Louveaux de las mieles teniendo en cuenta los tipos polínicos nectaríferos

Anexo 6. Clases de Louveaux de los propóleos teniendo en cuenta todo el espectro polínico

Introducción

1. Introducción

El 90% de las plantas con frutos (angiospermas) necesitan de los animales para transportar sus granos de polen desde las estructuras masculinas o estambres, hasta las femeninas o gineceo (Linder 1998). Los polinizadores, y en concreto las abejas, mantienen una relación mutualista con las plantas entomófilas. Estos insectos necesitan las plantas sobre todo para la obtención de alimento, mientras que las plantas necesitan estos insectos para la polinización y la posterior formación de semillas (Kearns et al., 1998). La relación entre las abejas y las angiospermas se inicia entre 113-132 millones de años (Ma), período que coincide con la expansión de las eudicotiledóneas y el origen del grupo terminal (o corona) de las abejas (Cardinal & Danforth, 2013). El origen de la abeja de la miel (*Apis mellifera*) se sitúa, aproximadamente, entre 6 y 9 Ma (Han et al., 2012) y la relación de esta especie con las plantas siempre ha sido muy próxima, como parte de una coevolución (Hu et al, 2008).

Aunque hay más de 16.000 especies de abejas (Danforth et al., 2006), la abeja de la miel (*Apis mellifera*) es la más conocida, debido a su importancia económica y cultural. A lo largo de la historia, los humanos han aprendido a sacar provecho de la relación entre abejas y plantas a través de la apicultura; aprovechando la actividad de la polinización para incrementar la eficiencia de los cultivos (Klatt et al., 2014) u obteniendo y comercializando productos de la colmena como la miel, los mielatos, el polen corbicular, los propóleos, la jalea real, el veneno o la cera.

La relación entre *A. mellifera* y los humanos se remonta a miles de años atrás. Algunas pinturas rupestres, como las de la Cueva de la Araña en Bicorp (Valencia) datadas en aproximadamente 8.000 años, muestran esta interacción, representándose figuras humanas recolectando productos de una colmena silvestre y abejas a su alrededor (Fritz, 2003). También hay registros de la veneración de las abejas y la utilización de la miel, propóleos y demás productos de la colmena por civilizaciones ancestrales (egipcios, persas y romanos, entre otras), no solo para alimentarse, sino que también los utilizaban como medicamentos, e incluso los antiguos egipcios usaron los propóleos para momificar a los difuntos (Kuropatnicki et al., 2013).

La miel, los mielatos, el polen corbicular y los propóleos provienen directa o indirectamente de plantas, mientras que la jalea real, el veneno y la cera son productos de origen glandular que pueden secretar los individuos femeninos en diferentes circunstancias y períodos de su desarrollo (Winston, 1991).

1.1. Productos de origen vegetal de la abeja

1.1.1. La miel

Según la Real Academia Española de la lengua (R.A.E.) la miel es "*una sustancia viscosa, amarillenta y muy dulce, que producen las abejas transformando en su estómago el néctar de las flores, y devolviéndolo por la boca para llenar con él los panales y que sirva de alimento a las crías*." Es decir, la miel es el resultado de la recolección, transformación y almacenamiento, por *Apis mellifera,* del néctar de diversas especies de plantas.

1.1.1.1. El néctar

El néctar es una substancia azucarada producida en los nectarios de las plantas con flores. Estas glándulas vegetales transforman el líquido floemático, rico en sacarosa, en una sustancia con mayor concentración de glucosa y fructosa (De la Barrera & Nobel, 2004).

La composición del néctar es prácticamente similar en todas las plantas. El 70% es agua y del 10 al 30% son azúcares, variando la composición de glucosa (G), fructosa (F) y sacarosa (S). Según Percival (1961) los néctares se pueden clasificar en tres grandes grupos: néctares con predominancia de sacarosa; néctares con cantidades similares de glucosa, fructosa y sacarosa; néctares con predominancia de glucosa y fructosa. Posteriormente, Baker & Baker (1982) clasificaron los néctares según la ratio S/(G+F). El néctar con valores >1,0 se clasificó como sacarosa dominante; entre 0,5 y 1,0 rico en sacarosa; entre 0,1 y 0,5 rico en hexosa (G+F); <0,1 hexosa (G+F) dominante.

En general, los néctares dominantes y ricos en sacarosa se encuentran en las flores polinizadas por mariposas, polillas, abejas de lengua larga como *Apis mellifera* y colibríes. En cambio, los que son dominantes y ricos en glucosa y fructosa son característicos de especies polinizadas por moscas, abejas de lengua corta, pájaros paseriformes y murciélagos neo-tropicales (Petanidou, 2005; Nicolson & Thornburg 2007).

A parte de estos tres principales azúcares, se pueden encontrar en menor concentración otros monosacáridos como manosa, arabinosa, xilosa, sorbitol, disacáridos (maltosa, lactosa) y oligosacáridos (rafinosa, estaquiosa).

También se encuentran presentes otros elementos, como aminoácidos, proteínas (enzimas), minerales (hierro, magnesio, sodio, potasio, fosforo...), lípidos, ácidos orgánicos (cítrico, acético, fórmico, oxálico, ascórbico…), compuestos fenólicos antioxidantes (quercetina, kaempferol, miricetina…), terpenos

(geraniol, linalol, timol) y alcaloides (Nicolson & Thornburg 2007; Pacini & Nepi, 2007). Aunque las cantidades de estos elementos son inferiores al 1%, confieren diferentes propiedades fisicoquímicas y características organolépticas a la miel (Crane, 1997). Otros elementos que se pueden encontrar en los néctares son microorganismos, levaduras, bacterias (Raguso, 2004; Pozo et al., 2011) y granos de polen (Demianowicz, 1964).

Los nectarios se pueden localizar en las flores (nectarios florales) o en otras partes de la planta (extraflorales). La abeja de la miel normalmente recolecta néctar de nectarios florales, ya que los nectarios extraflorales acostumbran a estar asociados a la atracción de otros insectos, como hormigas, para proteger la planta (Jones et al., 2017).

Por otro lado, no todas las plantas con nectarios florales son útiles para *A. mellifera*, porque, aunque es un polinizador generalista (Amaya-Márquez, 2009), algunas conformaciones del gineceo o de la corola pueden impedir o dificultar su acceso a los nectarios (Westerkamp, 1991).

La producción y secreción de néctar por parte de la planta viene determinada por varios factores:

Factores ambientales

- **Temperatura**: la producción de néctar está relacionada con el flujo hídrico, la tasa fotosintética y la transpiración (De la Barrera & Nobel, 2004), con lo cual, las variaciones de temperatura pueden afectar a la producción. Hay rangos de temperatura óptimos para la producción de néctar (Nuñez, 1977). Aunque se conocen de pocas especies (Pacini & Nepi, 2007), normalmente las temperaturas cálidas y estables son las más óptimas (Clearwater et al., 2018), sobre todo para las plantas de climas cálidos, como el mediterráneo, que están adaptadas a elevadas temperaturas (Petanidou, 2007), como en el caso de *Thymbra capitata* que tiene una temperatura óptima de producción de néctar de 32,5ºC (Pacini & Nepi, 2007). Por otro lado, las temperaturas bajas pueden producir el efecto contrario: el cierre de estomas para evitar la pérdida de temperatura puede detener la producción de néctar (Pacini & Nepi, 2007).

- **Humedad atmosférica y precipitaciones**: La humedad relativa muy baja puede afectar negativamente a la secreción de néctar (Nicolson et al., 2007), pero condiciones de elevada humedad atmosférica o de saturación pueden diluir el nectar, disminuyendo la cantidad de azúcar por flor (Nuñez, 1977). Por otro lado, las precipitaciones son favorables antes de la floración, ya que la disponibilidad de agua en el suelo puede aumentar la producción de néctar (Zimmerman, 1983), pero las lluvias durante la floración pueden ser contraproducentes, al estropear las flores o lavar las gotas de néctar (Kenoyer, 1917). Por último, el estrés hídrico

puede disminuir la producción de néctar (Villarreal & Freeeman 1990; Carroll et al., 2001; Waser & Price 2016), aunque algunas especies adaptadas a climas secos no se ven afectadas por la bajada de la disponibilidad de agua (Clearwater et al., 2018).

- **Horas de luz**: La producción de néctar viene inducida por el ciclo circadiano del fotoperiodo, es decir, periodo continuo durante el cual hay radiación solar en un día. Cuando se alcanza un mínimo de tiempo de luz, la planta comienza a producir néctar, de tal manera que cada especie tendrá una producción dependiendo de su fotoperiodo (Nuñez, 1977).
- **Las características del suelo**: los valores de nitrógeno, fósforo, potasio y otros elementos que contiene el suelo, pueden variar la composición del néctar (Gardener & Gillman 2001; Nicolson & Thornburg 2007) y aumentar o disminuir su producción (Shuel, 1955).
- **El microclima de la planta**: cada planta posee a su alrededor un microclima propio e incluso dentro de una misma planta pueden aparecer diferentes microclimas. Esto, en el caso de las flores, puede afectar e influir en la producción y concentración del néctar. Por ejemplo, las flores con un microclima más cálido producen menos cantidad de néctar, pero con mayor concentración de azúcar, que flores con microclima más temperado (Nicolson & Nepi, 2005).
- **El clima de la zona geográfica** puede hacer variar fácilmente la concentración de azúcares y el volumen de producción (Nicolson & Thornburg 2007).

Factores bióticos

- **Edad de las flores**: durante el transcurso de los días, en una misma flor, se puede producir una disminución del volumen de néctar (Pacini & Nepi, 2007).
- **Inflorescencia**: la posición y el tamaño de una flor dentro de una inflorescencia puede influir en la secreción de néctar (Pacini & Nepi, 2007).
- **Visitas de los polinizadores**: la visita de libadores afecta a la secreción de néctar; de esta forma, las flores que ya han sido visitadas disminuyen su producción y reducen la concentración de azúcares (Gillespie & Henwood, 1994; Nuñez, 1977; Pflumm, 1985). Por otro lado, cuando no se producen visitas durante un tiempo determinado, algunas especies reabsorben el néctar para aprovechar los nutrientes (Pacini & Nepi, 2007).
- **Flores con características diferentes en una misma especie**: En especies monoicas, como *Cucurbita* sp. y *Cucumis* sp., y dioicas, *como Ceratonia siliqua,* la producción de néctar puede variar entre las flores masculinas y femeninas (Ortiz et al., 1996; Farkas & Zajácz, 2007). En especies hermafroditas, la producción puede variar en función de la fase sexual predominante en que se encuentre la flor. Por ejemplo, en *Lavandula stoechas*, durante la fase femenina se produce más néctar que en la masculina (Gonzalez et al., 1995).

1.1.1.2. El potencial melífero

El potencial melífero de una planta se interpreta como el interés que tiene *Apis mellifera* por ella para la producción de miel.

Los factores que determinan el criterio de selección de un néctar u otro por *A. mellifera* son complejos. El objetivo de la abeja es obtener el mayor rendimiento energético teniendo en cuenta el mayor aporte calórico, el menor gasto energético y el menor tiempo invertido (Wells et al., 1992; Sanderson et al., 2006; Cakmak et al., 2009). Sin embargo, otros factores como el riesgo de depredación (Foto 1) o inanición, la competitividad con otras colonias de abejas y otros polinizadores y los requerimientos de nutrientes diferentes al néctar (polen y agua), pueden hacer que el comportamiento de forrajeo observado en un polinizador difiera de las predicciones de maximización de energía (Amaya-Márquez, 2009).

Foto 1. Araña (*Synema globosum*) capturando un ejemplar de abeja *Apis mellifera* en una flor de *Convolvulus arvensis*.

Acorde a Frisch (1984) los principales factores que intervienen a la hora de seleccionar un néctar son:

- **Duración de la producción de néctar**: La secreción de néctar puede durar desde unas pocas horas, como ocurre en *Turnera ulmifolia*, 24 horas, como en *Glycine max*, o sobre 20 días, como en *Helleborus* sp. (Nepi, 2007).
- **Tipología de néctar**: Las propiedades físicas, la concentración de azúcar y la composición del néctar que produce una planta puede influir en las preferencias de *A. mellifera.* Según Nicolson et al. (2013), los factores más relevantes que inicialmente determinarían la preferencia son la temperatura y la viscosidad. Para las abejas, un néctar ha de tener una temperatura cálida (20-35º) y una viscosidad baja. Después entraría en valor la concentración de azúcar, siendo que las soluciones más concentradas les atraen más (Waller, 1972; Bachman & Waller, 1977; Wells et al. 1992; Cakmak et al., 2009). Y finalmente la composición del néctar, respecto a la cual Wykes (1952) estableció que las abejas preferían mezclas de azúcares (sacarosa, glucosa y

fructosa) equitativas. Más tarde, otros autores indicaron que la sacarosa era el azúcar más atractivo y que había una fuerte preferencia por las soluciones con sacarosa (Waller, 1972; Barker & Lehner, 1974). Pero en 1992 se incluyó un nuevo concepto a parte de la composición de azúcares: la recompensa de energía neta (Wells et al.,1992). Estos autores determinaban que el poder calórico de la solución nectarífera era el que marcaba las preferencias para la abeja de la miel y no tanto los tipos y mezclas de azúcares. En concordancia, un estudio reciente de Değirmenci et al. (2018) analizó la expresión de los genes de los receptores de azúcar en *A. mellifera,* y demostró una reacción mayor, es decir una preferencia mayor, a la sacarosa respecto a la fructosa.

- **Producción de néctar**: la producción de néctar, entendida como el volumen de néctar secretado, puede determinar que las abejas visiten con más o menos frecuencia una planta. Los ejemplares con mayor producción son más visitados (Widrlechner & Senechal 1992).
- **Características florales:** el tamaño, forma y color de la corola puede determinar que una abeja visite o no una flor, a veces independientemente de si hay néctar o no (Westerkamp, 1991, Wells et al. 1992; Hill et al., 1997). La longitud de los estambres también puede influir en las decisiones de *A. mellifera* a la hora de seleccionar qué planta visitar. Los estambres más largos suponen un mayor esfuerzo y más tiempo de recolección para la abeja a la hora de obtener el néctar (Cakmak et al., 2009). Por otro lado, algunas conformaciones del gineceo pueden impedir o dificultar el acceso a los nectarios (Westerkamp, 1991).
- El **número de individuos y número de flores**. Teniendo en cuenta las especies con interés nectarífero similar, tendrá más potencial melífero un único ejemplar arbóreo, como un almendro (*Prunus dulcis*), que un único ejemplar arbustivo como un romero (*Rosmarinus officinalis*), a la vez que el ejemplar arbustivo tendrá más potencial que un ejemplar herbáceo de inferior tamaño como una rabaniza (*Diplotaxis erucoides*), por el simple hecho de que unos desarrollan más flores que otros (Widrlechner & Senechal 1992). Por la misma razón, la cantidad de ejemplares de una misma especie en el espacio de actividad de las abejas, 1-2 km de radio, también influye (Steffan-Dewenter & Tscharntke 2000; Amaya-Márquez, 2009). En este caso, un campo entero de una especie herbácea tendrá más potencial que un solo ejemplar arbóreo.

- **Subespecies de *Apis mellifera*:** Las diferentes subespecies de *A. mellifera* pueden tener diferentes preferencias a la hora de escoger un tipo de planta u otra, por ejemplo, en función del color de la flor o de la concentración de azúcar del néctar (Çakmak et al., 1998).

Una vez *A. mellifera* consigue alcanzar el néctar, lo ingiere secretando en el estómago diferentes enzimas, como invertasas, amilasas y glucosidasas, que modifican la composición de los azúcares, (reduciendo principalmente los polisacáridos a monosacáridos como glucosa y fructosa), dejando menos del 5% de sacarosa en la miel (Tabla 1). Del mismo modo, reducen el contenido de agua, transmitiendo la mezcla de néctar y enzimas de unas abejas a otras, y ventilando una vez la depositan en la celda. Este proceso reduce la humedad del 70% en el néctar al 16-20% en la miel (Crane, 1997; White & Doner 1980).

1.1.1.3. Componentes y características de la miel

La composición de la miel dependerá principalmente del origen de los néctares que la componen. Cuando una miel está compuesta por una mezcla heterogénea de néctares que le confieren características mixtas se denomina miel multifloral. En cambio, si la composición de una miel viene determinada principalmente por un solo tipo de néctar, se denomina miel monofloral. Las mieles monoflorales tienen unas características más o menos establecidas y, para poder etiquetarlas como tal, tienen que cumplir unos estándares (Oddo et al., 2004a).

Características de la miel

La miel posee unas características físicas y químicas que ayudan al reconocimiento de su calidad y grado de frescura. Para garantizar a los consumidores la pureza de la miel y su calidad, se han establecido unos rangos para unas determinadas variables como azúcares, contenido de agua, sólidos insolubles en agua, conductividad eléctrica, acidez (pH), humedad, minerales, entre otros (Da Silva et al., 2016). Además, se establecen los valores del índice de diastasa y del hidroxi-metil-furfural (HMF), que son elementos útiles para detectar una mala conservación o un sobrecalentamiento de la miel. Mientras que la diastasa es una enzima termolábil, presente en las mieles, que degrada el almidón en azúcares más simples; el HMF es un compuesto que se forma durante la descomposición térmica de los glúcidos. Por lo tanto, el aumento de la temperatura de una miel disminuye la concentración de diastasa y aumenta la de HMF (Schade et al., 1958).

Las características que determinan la calidad de las mieles están establecidas, en España, por el Real Decreto 1049/2003, de 1 de agosto, B.O.E. núm. 186 5/8/2003, y, en Europa, por la Directiva 2001/110/CE del Consejo de 20/12/2001 (Tabla 1).

En él se establecen los valores legales para la comercialización de la miel. Valores del contenido de los principales monosacáridos (glucosa y fructosa) y del disacárido sacarosa; del contenido de

humedad; de los compuestos sólidos insolubles en agua como granos de polen, enzimas, aminoácidos y flavonoides; de la conductividad eléctrica para determinar el contenido de minerales; y el de la acidez.

Tabla 1. Límites legales de las características fisicoquímicas de las mieles y mielatos según RD 1049/2003 y la Directiva 2001/110/CE.

Parámetro analizado	**Límites legales**
Contenido de fructosa más glucosa • Miel de flores • Mielato	 - no menos de 60g/100g miel - no menos de 45g/100g miel
Contenido de sacarosa • en general • miel de *Robinia pseudoacacia*, *Medicago* sp., *Hedysarum* sp., *Eucalyptus camaldulensis*, *Citrus* spp. • *Lavandula* spp., *Borago officinalis*	 - no más de 5g/100g miel - no más de 10g/100g miel - no más de 15g/100g miel
Contenido de agua • en general (miel y mielato) • miel de *Calluna vulgaris*	 - no más del 20% - no más del 23% (respecto el peso total)
Compuestos sólidos insolubles en agua	- del 01 a 0,5 g/100 g miel
Conductividad eléctrica (milisiemens/cm) • Miel de flores • Mielato	 - no más de 0,8 mS/cm - no menos de 0,8 mS/cm
Acidez (miliequivalentes/kg) • en general • mieles industriales	 - no más de 50 meq/kg miel - no más de 80 meq/kg miel
Índice diastásico (escala de Schade) • en general	 - no menos de 8
HMF (hidroxi-metil-furfural) • en general (miel y mielato) • mieles de origen tropical	 - no más de 40 mg/kg miel - no más de 80 mg/kg miel

Características sensoriales

Las características organolépticas son las percepciones sensoriales que tienen los humanos de la miel. Algunas se pueden medir con instrumentos, como el color, y otras son impresiones personales, como el olor y el gusto, que se han intentado unificar a través de expertos catadores.

La evaluación sensorial es importante y útil, sobre todo en mieles monoflorales, ya que revela aspectos no detectables con las analíticas fisicoquímicas y melisopalinológicas. Y sobre todo porque son los

aspectos que tendrán en cuenta los consumidores (Piana et al., 2004; Galán-Soldevilla et al., 2005 Marcazzan et al., 2018). Dichos aspectos a considerar son:

- Visual

A través de la observación se puede obtener información de la calidad de la miel, si ha estado bien conservada o no, e incluso aproximar el origen botánico. Los aspectos que se pueden determinar a partir de la observación según Marcazzan et al. (2018) son:

- El estado físico de la miel: si está solidificada o más bien fluida.
- La cristalización: si hay o no hay, y si hay, qué grado posee: muy fina, fina, media o gruesa.
- Defectos visuales: sólidos en suspensión, burbujas o turbidez.
- El color: a nivel visual se usan los estándares de color para miel designados por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA). Pero existen técnicas para cuantificarlo. La más utilizada es a través de la escala Pfund, diseñada originalmente para la industria petroquímica. Existen algunos colorímetros que miden el color dando los resultados en milímetros Pfund (Delmoro et al., 2010). También se puede cuantificar a través de un refractómetro midiendo la densidad óptica (absorbancia) a 560nm. Las equivalencias de los tres métodos se muestran en la Tabla 2.
- A nivel visual también se puede determinar si se aprecian otras tonalidades como verdes o rojizas.

Tabla 2. Comparación de los colores de la miel según los estándares USDA, la escala Pfund y la lectura de la densidad óptica.

Estándares de color designados por USDA	Rango de color en escala de milímetros Pfund	Densidad óptica
Claro agua	< 8	0,0945
Extra claro	8 - 17	0,189
Claro	17 - 34	0,378
Ámbar extra claro	34 - 50	0,595
Ámbar claro	50 – 85	1,389
Ámbar	85 – 114	3,008
Ámbar oscuro	> 114	- - - -

- Textura y fluidez

  Se basa en determinar el aspecto y el tacto en el paladar. Por un lado, si es fluida o espesa y por otro, si es suave o si es granulada, de grano grueso o fino.

- Gusto

  Determinar la sensación de los cinco gustos existentes: dulce, salado, amargo, ácido y umami, su intensidad y la perduración en el tiempo. Todas las mieles y mielatos son dulces por su composición principal en azúcares (Doner, 1977), pero la variabilidad de éstos confiere tipos de dulzor diferentes para los humanos. En una concentración igual de peso por volumen (% p/v), la fructosa es más dulce, la sacarosa es menos dulce a pesar de que el dulzor perdura más en el tiempo, y la glucosa es la menos dulce y la que perdura menos (McBride 1986; Portmann et al., 1992).

- Olor y aroma

  Son las impresiones relacionadas con el sentido del olfato. Mientras el olor son las sensaciones nasales por olfacción directa, el aroma son las sensaciones retronasales que se producen por los compuestos volátiles que pasan de la boca al sistema olfatorio. Esta determinación puede ser la más subjetiva, por eso la Comisión Internacional de Miel de Apimondia (IHC) estableció unos criterios para unificar estas sensaciones (Piana et al., 2004). En la Figura 1 se puede ver las determinaciones existentes para describir el olor y el aroma.

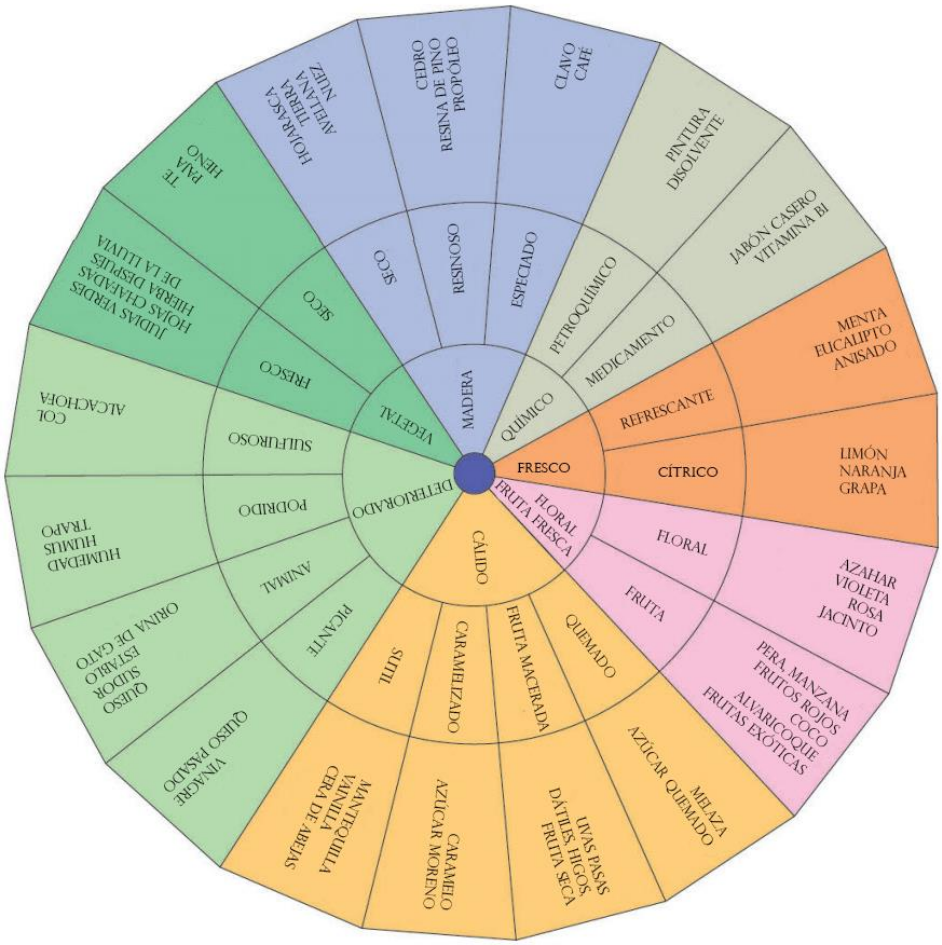


Figura 1. Rueda de olores y aromas para la determinación en mieles i mielatos (Piana et al., 2004).

Características polínicas

Las características polínicas de la miel vienen definidas por la identificación de los granos de polen que contiene. La presencia de polen en la miel se debe a la influencia de las plantas de alrededor de las colmenas, y este contenido polínico guarda relación con el origen botánico y geográfico de la miel (Louveaux et al., 1978), ya que se pueden identificar los taxones vegetales de los cuales provienen. Además, los porcentajes de aparición nos permite determinar, aproximadamente, la influencia de las plantas melíferas. En el apartado 1.2 melisopalinologia se profundiza en este aspecto.

1.1.1.4. Métodos alternativos de clasificación de mieles

Como se ha comentado, los principales componentes de la miel son los azúcares y el agua. Pero también hay otros elementos, que suponen menos del 1% del peso total, y que confieren características determinadas a la miel. El análisis de estos compuestos se puede utilizar como complemento a los análisis melisopalinológicos, sensoriales y fisco-químicos. Estos análisis, acostumbran a ser más costosos, ya que requieren de instrumentación, y no permiten obtener un resultado cualitativo en frecuencias o porcentajes de la composición de la miel, sólo una identificación de la presencia o no del compuesto. Sin embargo, permite corroborar los resultados en caso de duda o encontrar marcadores específicos de un tipo de néctar o miel (Kaškonienė & Venskutonis, 2010). Algunos de los compuestos que se analizan en mieles son:

- Aminoácidos. Se pueden analizar con cromatografía líquida de alta eficacia (HPLC) (Iglesias et al., 2004) o con cromatografía de gases-espectrometría de masas (GC-MS) (Juan-Borrás, 2016).
- Compuestos volátiles, como los terpenos. Detectados con diversos métodos. Con la nariz electrónica (e-nose) diseñada para imitar el sistema olfativo de los humanos y detectar compuestos volátiles (Di Rosa et al., 2018). Con microextracciones en fase sólida (SPME) o con solventes (Kaškonienė & Venskutonis, 2010). Y con cromatografía de gases-espectrometría de masas (GC-MS) (Juan-Borrás, 2016).
- Compuestos fenólicos. Útiles como marcadores del origen botánico (Juan-Borrás, 2016), se pueden analizar con extracciones en fase sólida o con solventes (Kaškonienė & Venskutonis, 2010).
- Alcaloides (Deinzer et al., 1997; Edgar et al., 2002).

1.1.2. El mielato

El mielato, miel de mela, miel de mielada o miel de ligamaza, es un producto similar a la miel, pero el origen de los azúcares no proviene de secreciones nectaríferas, sino que las abejas recolectan exudados floemáticos de ciertos árboles, sobre todo de la familia Fagaceae (Pajuelo & Galindo, 2016), o excreciones azucaradas de insectos fitófagos que se alimentan del floema de los vegetales para obtener los componentes proteicos (Hendrix et al., 1992; Ünal et al., 2017).

En consecuencia, la composición y las características fisicoquímicas y organolépticas difieren de la miel, pero los análisis para determinar su calidad son los mismos.

Generalmente los mielatos, comparados con las mieles, se caracterizan por tener valores más elevados de conductividad eléctrica debido a una mayor concentración de minerales; también tienen valores más elevados de pH, acidez y contenido de cenizas. El color suele ser más oscuro por la mayor cantidad de minerales; el contenido de oligosacáridos (melecitosa y rafinosa) es superior y el de monosacáridos y disacáridos menor (Sanz et al., 2005; Pita-Calvo & Vázquez, 2017).

A nivel melisopalinológico, las mieles de mielada son más pobres en contenido polínico y aparecen en mayor concentración elementos de mielada como esporas e hifas de hongos, algas y restos de insectos (Louveaux et al., 1978).

Las condiciones que se tienen que dar para la producción de mielato son poco conocidas. En regiones Eurosiberianas/Atlánticas, dónde llueve durante todo el año, el mielato principalmente deriva de excreciones de insectos chupadores de plantas (Santas, 1983; Crane & Walker, 1985; Ünal et al., 2017). Sin embargo, en el clima mediterráneo de la Península Ibérica los mielatos que se obtienen son principalmente de secreciones de partes vivas de plantas (Pajuelo & Galindo, 2016), como encinas, robles y castaños (Castro-Vázquez et al., 2006; Flores et al., 2015; Flores, 2015). En condiciones climáticas de elevada humedad atmosférica y temperatura, los conductos floemáticos que conectan los frutos con el tallo se rompen por variaciones de presión y esta ruptura hace que emane el líquido floemático que las abejas liban (Pajuelo & Galindo, 2016).

1.1.3. Polen corbicular

Mientras la miel y el mielato proporcionan los requerimientos de azúcares para las abejas, el polen proporciona los requerimientos de aminoácidos y vitaminas. *A. mellifera* recolecta el polen de las anteras de algunas plantas, que pueden ser las mismas especies que producen néctar o no. Los granos

de polen los mezclan con saliva y néctar para producir una esfera, el polen corbicular (Foto 2a), que luego transportan a la colmena (Forcone et al., 2011). Allí es almacenado en las celdas y cubierto con cera y miel para que fermente por la acción de bacterias y levaduras. Durante este proceso varía la composición denominándose al producto final pan de abeja (Vásquez & Olofsson, 2009) (foto 2c).

Los apicultores pueden interceptar el polen antes de que lo almacenen en la colmena, es el denominado polen corbicular (Foto 2b) que se comercializa. Normalmente cada esfera está compuesta por un único tipo polínico (Komosińska-Vassev et al., 2015; Kieliszek et al., 2018) que le confiere un color característico (Reiter, 1947; Fortunato et al., 2006).

Foto 2. a) *Apis mellifera* en una flor de *Borago officinalis* recolectando néctar y polen corbicular (acumulado en la corbícula). **b)** polen de abeja recolectado por un apicultor mediante una trampa caza polen. **c)** Pan de abeja almacenado en las celdas de un panal.

1.1.3.2. Componentes y características del polen corbicular

En general, el polen corbicular contiene más de 200 sustancias, entre las cuales una media del 30,8% de carbohidratos digeribles, el 22,7% de proteínas, el 5,1% de lípidos, el 1,9% de bioelementos (minerales), el 1,6% de compuestos fenólicos y el 0,7% de vitaminas; el resto es agua (Komosińska-Vassev et al., 2015). Esta composición varia con el almacenaje y la fermentación (Kieliszek et al., 2018).

La calidad del polen corbicular viene determinada principalmente por el origen botánico, analizado a través de la melisopalinología, ya que la composición y las propiedades nutricionales varían entre las

especies. Las abejas recolectan el polen de gran parte de plantas con flor, durante escasez de recursos pueden incluso recolectar polen de especies anemófilas sin interés aparente (Barth & Luz 1998) o recolectar esporas de hongos (Shaw, 1999).

1.1.3.1. Potencial polinífero

El potencial polinífero se interpreta como el interés que tiene *A. mellifera* para la recolección de polen y puede depender de varios factores:

- **La composición del polen**

  El porcentaje de proteínas en el grano de polen puede variar completamente de una especie a otra, desde un 2,3% en *Cupressus arizonica*, a un 22% en *Salvia* sp*.,* un 40% en *Schinus molle* o hasta un 60% en *Rhexia mariana*. Según Roulston et al., (2000), esta variabilidad no tiene relación con el tipo de polinización de la especie, si es entomófila o anemófila.

  Aun habiendo esta variabilidad en el contenido proteico, no hay evidencias que la composición sea un factor completamente determinante (Keller et al., 2005). De hecho, Pernal & Currie (2002) y Liolios et al., (2016) detectaron que la elección de un tipo de polen u otro no viene determinada tanto por el contenido proteico de éste, sino por la cantidad de polen disponible según el número de plantas de una misma especie que estén en la zona de pecoreo. Si hay más ejemplares de una misma especie visitaran ésta con preferencia ya que el porcentaje total recolectado les aportará más valor nutritivo. Aun así, existe un mínimo nutricional requerido. Las abejas no recolectan polen que sea pobre en proteínas, aunque haya mucha cantidad, o raramente lo hace, como ocurre por ejemplo con *Pinus* sp. (Shaw, 1999; Roulston et al., 2000; Santos et al., 2009).

- **Condiciones meteorológicas**

  Las condiciones meteorológicas afectan sobre todo a la fisiología floral. Con el aumento de las temperaturas se detecta mayor recolección de polen, hecho directamente relacionado con la apertura de la corola (Synge, 1947).

  La lluvia también puede afectar, aunque negativamente, lavando el polen de las anteras y causando la apertura prematura del grano de polen (Galen, 2005).

- **Horas del día**

  La insolación o número de horas de sol del día también puede afectar a la hora de la recolección, que varía en función de cada especie de planta. Por ejemplo, en *Papaver rhoeas* dicha actividad se realiza temprano y durante la tarde casi no se observa. Mientras que en *Vicia faba* es más tardía, del mediodía hasta la tarde. Incluso la recolección del polen puede varían durante un mismo día

en una misma especie, pudiendo variar el tamaño y peso de la esfera (Synge, 1947; García-García et al., 2004).

- **Tamaño del polen**

  El tamaño del polen también influye en la recolección. Hay granos de polen que pueden medir 120 µm de diámetro, como los de *Malva sylvestris,* y otros que pueden medir 8 µm, como los de *Myosotis* sp. Las partículas que recolecta *A. mellifera* no suelen ser más grandes de 100µm y prefiere las de un tamaño inferior a 45 µm (Roberts & Vallespir, 1978; Pernal & Currie, 2002).

- **Morfología floral**

  La morfología de la corola también puede influir en la recolección de polen por parte de *A. mellifera*. Esto puede determinar la elección de recolección, ya que las estructuras que la ralenticen más serán menos atractivas para las abejas (Pernal & Currie 2002).

En resumen, las preferencias a la hora de recolectar polen no vienen tan determinadas por la calidad de éste, sino por la cantidad de polen recogido, contenido de nutrientes global de toda la recolección, y por el tiempo y esfuerzo que tengan que invertir.

1.1.4. Propóleo

El propóleo es un material resinoso producido por *A. mellifera* y usado como "pegamento" para sellar grietas y revestir partes de la colmena, con el objetivo de ayudar al aislamiento térmico y de la humedad o estabilizar la colmena en casos de vibraciones. También lo usan como substancia antimicrobiana y para reducir la entrada de parásitos y predadores (Greenaway et al., 1990). De aquí el nombre, de origen etimológico griego, "pro" (delante) y "polis" (ciudad), ya que en colmenas silvestres suelen acumular propóleo en la entrada para reducir el tamaño del agujero. Algunas veces también lo usan para cubrir intrusos de gran tamaño, ratones o polillas, que han entrado en la colmena, y han conseguido matar, pero al no poder sacarlos, los momifican y evitan su putrefacción (Simone-Finstrom & Spivak, 2010).

Este material proviene de distintos exudados y secreciones de plantas, como materiales lipófilos, mucílagos, gomas, resinas, látex, etc., que las plantas usan para proteger tejidos dañados, brotes jóvenes o botones florales del ataque de herbívoros y/o patógenos (Langenheim, 2003). Las abejas lo mezclan con cera, enzimas y polen y hacen un granulado que van acumulando en las corbículas de las patas que luego transportan a la colmena (Simone-Finstrom & Spivak, 2010).

Existen pocos estudios sobre la determinación del origen de los propóleos y sobre los factores que influyen en la recolección por *A. mellifera*. Debido a que normalmente la materia prima se obtiene de árboles, las observaciones del comportamiento de recolección son complicadas.

Las horas de recolección-producción de propóleos por *A. mellifera* suelen ser de las 10 a las 15.30 h durante días soleados para aprovechar que las elevadas temperaturas hacen más maleables las resinas. La temporada de mayor actividad es a finales de verano principios de otoño, aunque lo pueden recolectar durante todo el año (Meyer & Ulrich 1956). Es posible que, en caso de no disponer de resinas, *A. mellifera* estimule la secreción de algunas plantas dañándolas (Nyeko et al., 2002), pero, si hay disponibilidad y diversidad de especies que produzcan resinas, *A. mellifera* recolecta de diferentes tipos. El criterio de selección y preferencia de un tipo u otro es desconocido, pero se conjetura que está en función de los compuestos y las propiedades de cada resina (Drescher et al., 2019).

1.1.4.1. Componentes y características del propóleo

Debido al origen del propóleo, su composición química es diferente dependiendo de las zonas geográficas (Bankova et al., 2000). Aun así, por lo general el propóleo presenta un 50% de resinas y bálsamos (60-75% ácidos resínicos, 10-15% terpenos y 5-10% alcoholes, ésteres y ácidos grasos), un 30% de cera, 10% de aceites esenciales y aromáticos (fenoles), 5% granos de polen y 5% de impurezas (Bankova et al., 2000; Vázquez, 2010). Esta variedad de compuestos les confiere actividad antimicrobiana, que aprovechan tanto las abejas, como los humanos desde hace miles de años (Ghisalberti, 1979; Bonvehí & Gutiérrez; 2012; Kuropatnicki et al., 2013). Recientemente se han descubierto otras propiedades, como actividad antioxidante, anestésica, antiinflamatoria, antiproliferativa y radioprotectiva (Ghisalberti 1979; Miguel, 2013; Toreti et al., 2013; Ferreira et al., 2017).

A nivel de composición hay pocos estudios que caractericen los propóleos (Lozina et al., 2010; Álvarez M., 2012). El Instituto Argentino de Normalización y Certificación (IRAM) estableció una regularización físico-química de los parámetros a analizar para los propóleos (Normas IRAM-INTA 15935-1 2008) aunque se reconoce que pueden variar en función del origen botánico (Tabla 3).

Tabla 3. Parámetros físicos y químicos legales del propóleo según las normas del Instituto Argentino de Normalización y Certificación (IRAM-INTA) 15935-1 del 2008.

Parámetro analizado	Límites legales
• **Humedad**	- máximo 10%
• **Cenizas**	- máximo 5%
• **Ceras**	- máximo 35%
• **Impurezas mecánicas** (restos de metales, mallas, hilos, polillas y similares)	- máximo 25%
• **Compuestos fenólicos**	- mínimo 5% (m/m)
• **Resinas solubles en etanol**	- mínimo 35% (m/m)
• **Flavonoides**	- mínimo 1% (m/m)
• **Índice de oxidación**	- máximo 22 segundos

A nivel sensorial hay pocos estudios. Las características organolépticas se han establecido a partir de Lozina et al. (2010) y Álvarez M. (2012).

- Aroma: resinoso (de pino; de cedro) o balsámico (aromático; aceite esencial).
- Color: amarillo, pardo, verdoso, marrón, rojizo y otros similares.
- Sabor: dulce, amargo, picante, insípido, resinoso.
- Consistencia (a temperatura ambiente): maleable o rígida.
- Granulometría: heterogénea u homogénea.
- Aspecto: polvo, granulado, trozos irregulares opacos, trozos irregulares con poco brillo, trozos irregulares con brillo.

Por último, los propóleos contienen restos biológicos como estomas, pelos de insectos, hifas y esporas granos de polen… debido al carácter pegajoso de las resinas que los componen y a que están en superficies vegetales al descubierto. No se han descrito categorías que determinen su presencia.

A partir del contenido polínico no se puede determinar el origen botánico, tal y como se hace con las mieles, pero permite una caracterización de la vegetación de los alrededores de la colmena y a veces una determinación del origen geográfico (D'Albore, 1979; Barth, 1998).

1.2. Melisopalinología

La melisopalinología, una rama de la palinología, es la disciplina científica que estudia los granos de polen y esporas presentes en los productos apícolas de origen vegetal (Waters, 1915).

Los granos de polen o micrósporas de las plantas con flor son las estructuras que contienen los gametos masculinos. Está formado por una o varias células, protegidas por una pared celular muy resistente gracias a su contenido en esporopolenina, un politerpeno que se encuentra mayoritariamente en la capa más superficial de la pared denominada exina (Wiermann & Gubatz, 1992). La exina, aparte de ser resistente, tiene características morfológicas y estructurales variadas que hacen que los granos de polen difieran entre ellos por su simetría, aperturas en la pared, contorno, ornamentaciones, tamaño, etc. Esta variabilidad es de gran valor taxonómico porque permite distinguirlos entre familias, a veces géneros o incluso especies, (Belmonte et al., 1986).

Analizando las características taxonómicas de los granos de polen de los productos apícolas, se puede identificar su origen botánico y/o geográfico (Louveaux et al., 1978).

1.2.1. Melisopalinología de las mieles

Hay diferentes maneras a través de las cuales los granos de polen pueden llegar a las mieles (Demianowicz, 1964):

- Por aportes primarios: el polen de la misma flor, o de otras flores, cae en el interior del néctar, arrastrado por el viento o por el movimiento de animales.
- Por aportes secundarios: provenientes del polen corbicular almacenado en las celdas de la colmena que con el movimiento de las abejas puede llegar a la miel.
- Por aportes terciarios: procedentes del polen corbicular almacenado en las celdas que caen y se mezcla con la miel durante el manejo de la misma por los apicultores, sobre todo durante la extracción.

Aislando estos granos de polen, observándolos al microscopio óptico e identificándolos, obtenemos el espectro polínico de la miel.

Según Louveaux et al. (1978), sólo los tipos polínicos de plantas nectaríferas, que se asumen como los granos de polen de las plantas que han aportado el néctar a la miel, deben ser tenidos en cuenta para calcularla la influencia (o frecuencia) de aporte de cada especie nectarífera en el volumen total de esta miel.

Estas frecuencias pueden ser usadas para clasificar las mieles en monoflorales o multiflorales. Pero hay que tener en cuenta que no todas las plantas nectaríferas aportan la misma cantidad de polen por la misma cantidad de néctar. Los granos de polen de algunas especies llamadas supra-representadas, como *Castanea sativa, Eucalyptus* sp. y *Myosotis* sp., aparecen en gran cantidad en las mieles y en una concentración mayor a otras especies. Por otro lado, los granos de polen de algunas especies llamadas infra-representadas, como *Citrus* sp., *Lavandula* sp., *Rosmarinus* sp., *Salvia* sp., *Robinia* sp., *Tilia* sp. y *Medicago* sp., aparecen en baja concentración comparado con otras especies Louveaux et al. (1978).

Además, existen ciertas anomalías que también pueden afectar a la presencia de granos de polen en la miel.

- En las plantas que producen nectarios extraflorales el néctar no va a contener polen de esta especie, o en muy baja cantidad.
- En especies dioicas dónde ambos géneros producen néctar, el néctar de los individuos femeninos no va a contener polen.
- En especies dónde se produce "robo de néctar" por parte de insectos que perforan la corola antes de su apertura para recolectar el néctar (como pasa en *Arbutus unedo*) y también en flores de tamaño demasiado pequeño como para que se introduzca el insecto (caso de especies de *Vicia*), *A. mellifera* también aprovecha dichas perforaciones para libar néctar sin rozar los estambres y sin transportar polen en su cuerpo (Synge 1947; Observación personal).

Así pues, no todos los granos de polen tienen la misma frecuencia de aparición en las mieles. Por lo tanto, es importante establecer cuáles son los porcentajes, mínimos y máximos, de un tipo polínico para determinar si una miel es monofloral o no.

Este ejercicio se ha realizado en diversos estudios, el más relevante, y el que rige los valores legales en la Unión Europea, es el de Oddo et al. (2004a). En este estudio se usaron 6.719 mieles de 21 países de la U.E y se determinaron 15 tipos de mieles monoflorales, aunque España participó en el estudio aportando únicamente muestras de *Rosmarinus officinalis*.

Si además de los tipos polínicos de especies nectaríferas, para calcular las frecuencias se tienen en cuenta los tipos polínicos de especies poliníferas y anemófilas, se obtiene el espectro polínico total de la miel, que permite identificar el origen geográfico del producto. Algunas especies botánicas o la combinación de ciertas especies puede ser una característica de una región, por lo tanto, la aparición

de sus tipos polínicos en el producto es una marca de identidad de la procedencia de esta región (Louveaux et al. 1978; Battesti & Goeury, 1992; Yang et al., 2014a).

Por otro lado, este hecho también puede servir para identificar adulteraciones o falsificaciones, si se reconocen tipos polínicos que no encajan con el origen asignado al producto puede tratarse de un fraude comercial

1.2.2. Melisopalinología de los mielatos

El objetivo y el procedimiento del análisis polínico en los mielatos es el mismo que en las mieles, aunque los resultados son distintos, ya que como se ha explicado, el origen de los azúcares de este producto no es floral sino floemático.

En los mielatos, el contenido polínico en general es pobre (Louveaux et al.,1978). Por otro lado, aparte de analizar los granos de polen también se analizan los elementos de mielada (HDE), que consisten en esporas e hifas de hongos, algas, elementos cerosos y restos de insectos. La presencia de elementos de mielada se representa como la ratio HDE/P (siendo P la frecuencia total de granos de polen de especias nectaríferas). De esta manera, según Louveaux et al. (1978) la clasificación es la siguiente (Tabla 4):

Tabla 4. Categorización (Louveaux et al., 1978) de la frecuencia de elementos de mielada (HDE) según la relación HDE/P (P=frecuencia total de granos de polen de especias nectaríferas).

Categoría HDE	HDE/P
Prácticamente nulo	0,00-0,09
Poco	0,10-1,49
Cantidad media	1,50-2,99
Numeroso	3,00-4,49
Muy numeroso	>4,50

Según Von der Ohe et al. (2004), se considera un mielato cuando la ratio HDE/P excede del valor 3. Pero según Chomnunti et al. (2014) esto seguramente solo es útil en los mielatos cuyo origen proviene de secreciones de insectos chupadores, ya que en las plantas dónde se encuentran estos fitófagos suelen aparecer hongos saprófitos, como *Cladosporium* sp., que se alimentan de los azúcares desechados por los insectos y su esporulación es muy intensa, contabilizándose un alto número de HDE.

En cambio, en los mielatos procedentes de secreciones de partes vivas de la planta, que son la mayoría de los que se producen en el clima mediterráneo de la Península Ibérica (como por ejemplo los mielatos de *Quercus* sp.), las concentraciones de elementos de mielada son muy bajas (Sanz et al., 2005; Escuredo et al., 2012a). En el caso de ser un mielato de *Quercus* sp., según Sanz et al. (2005) la presencia de la molécula quercitol es un buen marcador para su identificación.

Por eso, para una correcta interpretación del origen botánico de un mielato se recomienda tener en cuenta otras características del mismo, como los datos sensoriales o fisicoquímicos y en algunos casos el número absoluto de elementos vegetales obtenidos del análisis cuantitativo (Von der Ohe et al., 2004).

1.2.3. Melisopalinología del polen corbicular

La recolección de polen corbicular se hace mediante una trampa caza polen que se sitúa en la entrada de la colmena (Foto 3). La duración de la recolección depende del objetivo del estudio (Synge, 1947; García-García et al., 2004; Forcone et al., 2011; Liolios et al., 2016) o de la producción que se quiera obtener.

Debido a que cada esfera de polen corbicular está compuesta mayoritariamente por un mismo tipo polínico (Komosińska-Vassev et al., 2015; Kieliszek et al., 2018) se puede determinar el origen botánico observando estos granos de polen (Dimou et al., 2006).

Foto 3. Trampa caza polen para *A. mellifera* situada en la entrada de una colmena.

Una vez recolectados los granos de polen corbicular se separan por colores. Asumiendo que cada esfera de cada color contiene el mismo tipo de polen (Reiter, 1947), se toman dos o tres esferas de cada tipo para preparar muestras y observarlas al microscopio (Dimou et al., 2006; Fortunato et al., 2006; Barth et al., 2009; Barth et al., 2010; Forcone et al., 2011; Liolios et al., 2016).

Una vez determinados los tipos polínicos, si todas las esferas del mismo color corresponden al mismo tipo polínico se pesan las demás esferas del mismo color para saber el porcentaje de contribución de cada una.

1.2.4. Melisopalinología de los propóleos

La presencia de granos de polen en los propóleos puede suponer un 5% del peso total (Vázquez, 2010). Hay diferentes maneras por las que los granos de polen pueden llegar a este producto (D'Albore, 1979; Barth, 1998):

- A través del contacto de las abejas, que han visitado flores en busca de néctar y polen, en el momento de recolectar las resinas.
- Por el contacto de las resinas con el aire, quedando expuestas a los granos de polen aerovagantes de especies anemófilas.
- Durante la elaboración del propóleo, porque las abejas mezclan las resinas con otras sustancias que regurgitan y éstas pueden contener granos de polen.
- Dentro de la colmena, por influencia del polen corbicular o del pan de abeja almacenado en la colmena y/o por el contacto con el aire que entra en la colmena y que contiene granos de polen aerovagantes.

Aunque la composición es muy diferente a la de las mieles, se pueden aislar los granos de polen obteniendo un sedimento. A partir de los resultados melisopalinológicos se puede determinar el origen geográfico del propóleo, ya que, igual que en las mieles, la aparición de algunos tipos polínicos puede utilizarse como marca de identidad de la región de procedencia. Por otro lado, el contenido polínico no guarda una relación directa con el origen botánico (Barth, 1998), pero en las preparaciones también se pueden encontrar componentes vegetales, tales como tricomas, discos secretores y fragmentos de hojas con estomas, algunos de los cuales sí son indicadores del origen botánico (Warakomska & Maciejewicz 1992; Barth 1998).

Por este motivo, la melisopalinología nos puede orientar sobre el posible origen botánico de la muestra de propóleo, pero no asegura cuales son las proporciones con las que han contribuido las especies, tal y como si ocurre con las mieles. Para unos resultados más acertados se necesitan análisis bioquímicos que permitan detectar ciertos compuestos presentes en las resinas que sean característicos de una especie o género botánico (Toreti et al., 2013; Drescher et al., 2019). Combinando estos análisis con los melisopalinológicos se puede encontrar una relación entre la aparición de un tipo polínico concreto con la presencia de un compuesto químico (Barth et al., 2013).

1.3. Apicultura en España y Catalunya

1.3.1. Apicultura tradicional

La práctica de la apicultura en la Península Ibérica es una tradición milenaria que ha evolucionado al mismo tiempo que los conocimientos sobre el comportamiento de la abeja de la miel (*Apis mellifera*). Antiguamente las colmenas se establecían dentro de troncos o estructuras de barro, pero actualmente son cajas adecuadas para realizar una buena manipulación (Devesa et al., 1987)

Hoy día, y por lo general, las colmenas son movilistas, poseen cuadros (estructuras de madera con alambres para sujetar la cera) con panales móviles (estructura formada por celdillas de cera construida por las abejas) que se pueden separar para la recolección de la miel. Una vez el apicultor recoge los panales, tiene que separar la miel, y lo puede hacer por centrifugación o por prensado. La centrifugación se realiza con un instrumento en el cual se colocan los panales desoperculados (sin el opérculo de cera que cubre las celdas), los cuales se hacen girar a gran velocidad y por fuerza centrífuga se desprende la miel de las celdas que posteriormente se recoge en envases. Por otro lado, la técnica del prensado consiste en colocar los panales en una prensa que los comprime, o bien apretarlos con las manos, hasta derramar la miel de las celdas. A pesar de que ésta se tamiza para evitar el paso de impurezas como cera o restos de abejas, es una técnica que suele dejar más residuo polínico en la miel (Maurizio, 1939).

Al conjunto de colmenas en un mismo asentamiento se le llama colmenar, y puede ser de dos tipos: colmenar estante, cuyas colmenas permanecen durante todo el año en el mismo lugar, o colmenar trashumante, en este caso las colmenas son desplazadas a diferentes lugares en función de las floraciones de interés.

Foto 4. Apicultor de La Garriga (Barcelona, Catalunya), extrayendo un cuadro con panal de una colmena movilista y estante.

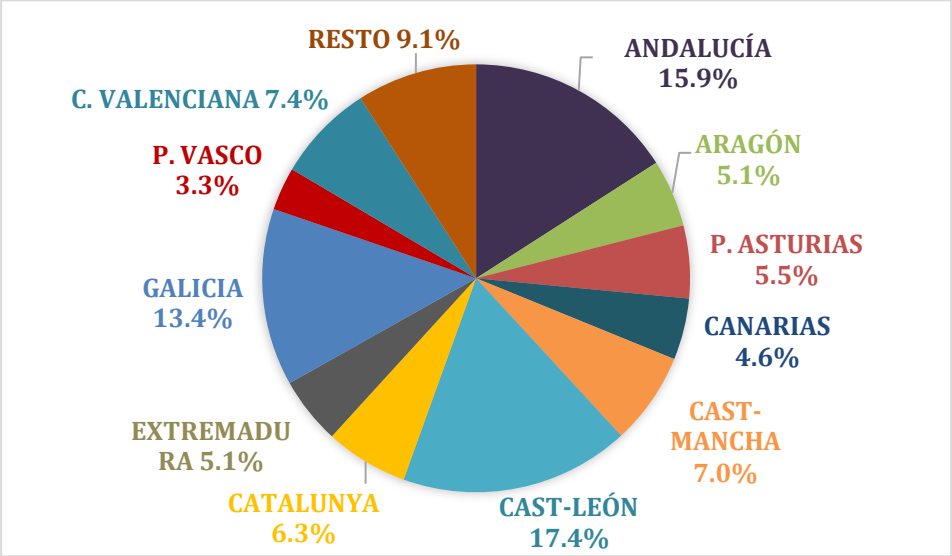
Un apicultor puede tener diversas colmenas y colmenares en diferentes emplazamientos. Cuando un apicultor tiene una explotación apícola de más de 150 colmenas se le denomina profesional, si tiene entre 150 y 15 no profesional, y si tiene menos de 15 colmenas se le llama de autoconsumo (Real Decreto 209/2002).

En España, en 2017, el número de explotaciones apícolas era de 31.527, de las cuales solo el 18,2% eran explotaciones profesionales, y el número de colmenas era de 2.869.444, de las cuales el 80% pertenecían a apicultores no profesionales (REGA 2017).

Las comunidades autónomas que tenían más colmenas (Figura 2) eran Castilla y León (17,4%), Andalucía (15,9%) y Galicia (13,4%). En Catalunya se contabilizaron 1974 colmenas, el 6,3% del total estatal (Figura 2), de la cuales 471 eran trashumantes y 1.503 estantes. Dentro de estas 1974 colmenas, solo el 14% eran profesionales.

En relación a la producción de miel, España es el primer país productor de la Unión Europea y se encuentra en el puesto número 13 a nivel mundial, produciendo 31.018 toneladas, el 1,58% mundial. Por delante están China (29,64%), Turquía (6,15%), Argentina (4,10%), Irán (3,75%), Estados Unidos (3,60%), Ucrania (3,56%), Federación de Rusia (3,53%), India (3,49%), México (2,74%), Etiopía (2,69%), Brasil (2,24%) y República Unida de Tanzania (1,63%) (FAOSTAT, 2017).

Figura 2. Distribución en porcentaje de explotaciones apícolas en España por comunidades autónomas en el 2017, según datos REGA (Registro General de Explotaciones Ganaderas).

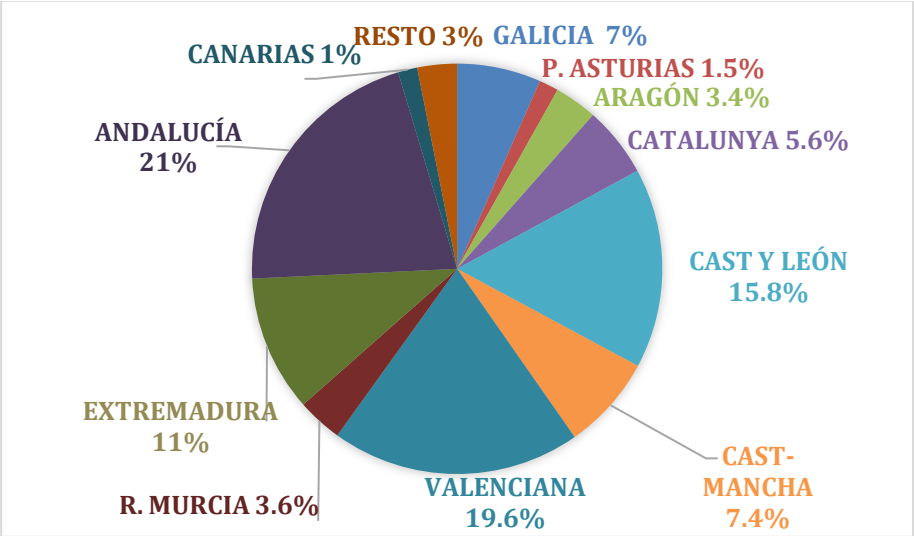


En 2017 España exportó 24.831 t., el 80% de su producción, y se importaron 33.619 t. de otros países. Si el consumo anual de miel en España fue de 39.806 t., el consumo de miel producida en España, fue

solo del 15,5%, el resto de miel que se consumió fue de importación (estadísticas del MAPAMA, DataComex (AEAT) e INE).

A nivel estatal las comunidades autónomas más productoras (Figura 3) son Andalucía (21%), Comunitat Valenciana (19,6%), Castilla y León (15,8%) y Extremadura (11%).

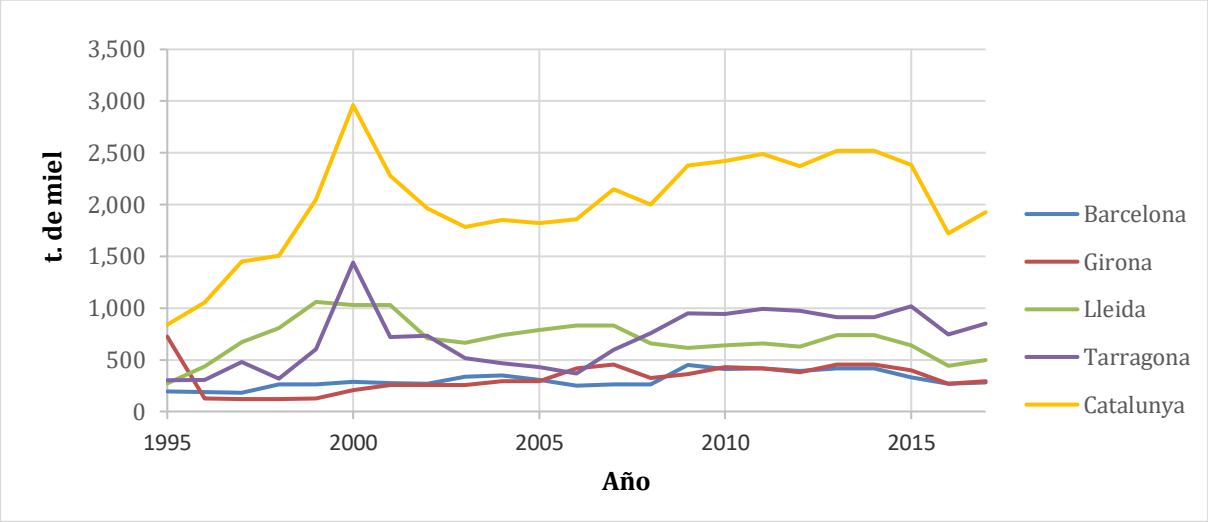
Figura 3. Distribución en porcentaje de la producción de miel en España por comunidades autónomas en el año 2016, según datos de la Subdirección General de Productos Ganaderas del MAPAMA (Ministerio de Agricultura, Pesca, Alimentación y Medio Ambiente).



En Catalunya, a nivel de provincias, Tarragona es la más productora, alcanzando las 850,4 t. (96% de colmenares móviles). Le sigue Lleida con 500,8 t (92% de colmenares móviles), Girona con una producción de 290,5 t. (88% de colmenares móviles) y Barcelona con 283,7 t. (87% de colmenares móviles) (Figura 4).

Catalunya, a pesar de ser la sexta comunidad española con más producción de miel (Figura 3), si se compara con otros países, produce más cantidad que Perú, Sudáfrica o Dinamarca. Además, es una comunidad con gran variedad paisajística, con vegetación de clima mediterráneo litoral, continental, e incluso eurosiberiano, y con vegetación de baja, media y alta montaña, que permite obtener diferentes variedades de miel. De aquí la importancia de dar valor este producto en Catalunya.

Figura 4. Producción de miel (toneladas; t.) en Catalunya y por provincias de 1995 a 2017 (IDESCAT).



Referente al propóleo, hay dos maneras de extraerlo: raspando con una herramienta para soltarlo, o con una rejilla para propóleo, o bien colocando una rejilla de plástico en la parte superior de la colmena, entre los cuadros y la tapa, para que las abejas la propolicen. De esta manera la recolección consiste en retirar la rejilla y separar el propóleo de ella. Este método es más limpio y se suele usar cuando hay intención de comercializar el propóleo. En general los apicultores de Catalunya no lo comercializan. El propóleo que se consume en España proviene de otros países, y se comercializa a través de extractos o comprimidos. Por lo tanto, los apicultores no acostumbran a extraer este producto de sus colmenas, y los pocos que lo hacen es para hacer extractos que venden en ferias o para autoconsumo (información de apicultores).

1.3.2. Apicultura urbana

La apicultura urbana es la apicultura practicada en ciudades (Foto 5). Esta actividad pretende ir más allá de ser una explotación apícola, actuando también como mecanismo para la divulgación científica y cultural y para fomentar la biodiversidad en las ciudades.

Más del 50% de la población mundial vive en zonas urbanas, y esta proporción está incrementando en todas las regiones del mundo (United Nations, 2016). Uno de los objetivos generales de las políticas de las ciudades es mejorar la calidad de vida de sus residentes (European Union, 2010). De acuerdo con varios estudios, (Kevan, 1999; Alkorta et al., 2003; Duffy, 2009; Lefcheck et al., 2015), uno de los mejores indicadores de calidad y sostenibilidad en los ecosistemas es la biodiversidad. Aunque es un término con diferentes definiciones, la biodiversidad se acostumbra a relacionar con la variabilidad o riqueza de genes, especies o interacciones (DeLong, 1996).

Foto 5. Colmenar urbano de Viladecans (Barcelona, Catalunya, 2017) en el edificio del Atrium gestionado por el Ayuntamiento de Viladecans.

A pesar de que las ciudades son ecosistemas ricos, la biodiversidad urbana es diferente a la de los ecosistemas naturales, existiendo otras motivaciones para fomentarla. Para Boada et al. (2016), la naturalización de las ciudades, además de contribuir a preservar especies proporcionando "biodiversidad urbana habitadora" (urban-dewlling biodiversity), puede contribuir a hacer a las propias ciudades más resilientes frente al cambio global (p.ej., por la presencia de especies con menores requerimientos hídricos y más resistentes a enfermedades y plagas), y ofrece mejores servicios ecosistémicos a los humanos y a otras especies. Por ejemplo, la biodiversidad urbana puede contribuir a regular los ciclos del agua y gases y suministrar productos y servicios como comida, salud y cultura.

Como los ecosistemas urbanos no tienen únicamente una composición natural, aumentar su biodiversidad no significa simplemente dejar que la naturaleza siga su curso. Al contrario, el aumento de biodiversidad tiene que estar planeado para conectar a conciencia la nueva biodiversidad urbana con la vida humana, y si es posible, obtener el mejor provecho de ello. El modo común de complementar la biodiversidad urbana natural, desde los inicios de las ciudades, ha sido introducir plantas ornamentales (Laurian, 2019) con el objetivo de decorar y de proveer servicios sociales como parques entre otros. Otro modo de conseguirlo es a través de la agricultura urbana (Deelstra et al., 2000), una actividad con beneficios y ventajas diferentes, ya que permite reutilizar subproductos como desechos orgánicos sólidos y aguas residuales reconvirtiéndolos en productos útiles, así como utilizar terrenos abandonados o en desuso; y además permite ahorrar en el gasto de energía al reducir el transporte de

productos a la ciudad (Smit & Nasr, 1992). Pero, hay que tener en cuenta, que esta actividad no depende exclusivamente de las plantas cultivadas. Los sistemas agrícolas se componen de interacciones entre seres vivos, entre ellos polinizadores, que mejoran la viabilidad de las plantas (Klatt et al., 2014).

Los ecosistemas urbanos pueden tener más diversidad y abundancia de polinizadores que los ecosistemas naturales (Sirohi et al., 2015), pero los polinizadores también pueden tener dificultades, por ejemplo para anidar (Threlfall et al., 2015; MacIvor, 2016) provocando una falta de polinizadores (Matteson et al., 2008; Baldock et al., 2015) o de interacciones con las plantas (Geslin et al., 2013).

Durante las últimas décadas, una solución para asegurar la polinización ha sido la introducción de polinizadores y/o cajas nido, ya sea en agricultura intensiva (Velthius & Van Doom, 2006; Aizen & Harden, 2009), o en parques y jardines urbanos (Shwartz et al., 2014).

En el caso de la abeja de la miel, además de fomentar la biodiversidad, otro de los beneficios que aporta la apicultura urbana es la obtención de productos apícolas. Sin embargo, dependiendo del producto, éste puede ser de igual o peor calidad que en los obtenidos mediante la apicultura tradicional. Algunos estudios han valorado la calidad de los productos apícolas según los estándares de alimentación para metales pesados e hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAH). Entre mieles de zonas urbanas y rurales no se detectaron diferencias al respecto, pero en muestras de polen corbicular sí; las muestras urbanas contenían concentraciones de contaminantes superiores a las de zonas rurales (Krunic' et al., 1989; Perugini et al., 2009; Morgano et al., 2010).

Aun así, el beneficio más importante es su ya mencionada actividad polinizadora, contribuyendo al aumento de vigor de las plantas urbanas y de la producción y calidad de sus frutos (Gonzalez et al., 1998; Garratt et al., 2014; Klatt et al., 2014; Morandin & Winston, 2005; Jacobs et al., 2009). Además, muchas de estas plantas que crecen en ciudades suministran alimentos a pájaros e insectos a través de sus flores, semillas, frutos y partes verdes, (McPherson & Nilon, 1987; Yang et al., 2015; Marlès Magre, 2017). Por último, un beneficio añadido del incremento de la polinización en ciudades es el aumento de la tasa metabólica de las plantas urbanas, la cual promueve la absorción de CO_2 (Xiloyannis et al., 2007).

Dejando de lado el beneficio para los humanos y para el ecosistema en general, y teniendo en cuenta el bienestar de las abejas, en las ciudades existen diversos factores que les benefician.

El microclima que acontece en zonas urbanas se traduce en condiciones meteorológicas más constantes y agradables durante la mayor parte del año. Las temperaturas son más estables y elevadas que en zonas rurales debido al fenómeno llamado "isla de calor" (Oke, 1972), hecho que por otro lado,

promueve las floraciones (Omoto & Aono, 1990). Gracias a esto, y a la mayor disponibilidad de agua (debido a los riegos automáticos), los períodos de floración de las plantas son más amplios en las ciudades. Esto significa que dichas ciudades pueden ser un reservorio de alimento durante las duras estaciones de invierno (por el frío) y de verano (por la sequía).

Otro aspecto favorable en las ciudades es la concentración de pesticidas, dañinos para las abejas (Anderson & Wotjas, 1986; Ndakidemi et al., 2016; Woodcock et al., 2017), que es menor comparada con las de zonas rurales con elevada actividad agrícola (Lawrence et al. 2016; Liaud et al. 2017). En paisajes dominados por cultivos o granjas, los pesticidas afectan negativamente a las abejas incluso si el cultivo no es atractivo para ellas, como pueden ser los campos de cereales o remolacha, ya que las plantas silvestres, que sí visitan, también están contaminadas (Simon-Delso et al., 2017).

Sin embargo, también existen controversias y posibles problemáticas sobre la apicultura urbana. A nivel ecológico, un excedente de colmenas puede provocar un efecto negativo, ya que podría afectar a la población de abejas silvestres y a otros polinizadores a través de la competencia por los recursos florales (Torné-Noguera et al., 2016; Stange et al., 2017; Geldmann & González-Varo, 2018). Por otro lado, un equilibrio en la diversidad de abejas polinizadoras (y otros insectos) incrementa el éxito de polinización, (Klein et al., 2003; Brittain et al., 2013).

A nivel de peligrosidad, existe bastante desconocimiento de los ciudadanos sobre el comportamiento de las abejas, hecho que les ha dado una mala reputación y que puede causar una preocupación. Por un lado, la peligrosidad de estos animales a través de sus picaduras solo se da al acercarse al nido o en caso de mala praxis del apicultor. Por otro lado, la confusión entre ataques de abejas y avispas también contribuye a la alarma de la población.

Para evitar estos problemas, la administración y los apicultores deben tener en cuenta los siguientes aspectos de planificación y regulación.

- Combinar la apicultura con abeja de la miel (*Apis mellifera*), con el suministro de nidos para otros polinizadores que también puedan controlarse, como abejorros (*Bombus* sp. o *Osmia* sp.).
- Hacer un estudio de capacidad de carga de la flora de la zona, es decir, calcular cuantas colmenas acepta la zona sin crear una sobrepoblación.
- Mantener espacios inalterados para la anidación de otros polinizadores silvestres.
- Concienciar a la población a través de programas educativos, de las redes sociales y eventos como BCN Honey Fest (www.bcnhoneyfest.com).

- Revisar los conocimientos de los apicultores que vayan a tener colmenas en la ciudad, promoviendo su participación en cursos de aprendizaje o controlando su pertenencia a una asociación de apicultores para evitar problemas.

1.3.2.4. Situación actual de la apicultura urbana en España y Catalunya

La apicultura urbana como actividad regulada es un fenómeno reciente, pero las abejas siempre han estado presentes en espacios urbanos. En ciudades como Berlín, París, Ciudad del Cabo, Nueva York u Oslo está permitida dicha actividad (Laurian, 2012; Lorenz & Stark, 2015; Stange et al., 2017; Cadwallader et al., 2011; Moore & Kosut, 2013), pero, en el caso de España, la legislación no está clara, y actualmente la concesión de permisos para practicarla está delegada a los ayuntamientos.

Originariamente, el Real decreto RD 209/2002 de regulación estatal determinaba que las colmenas tenían que estar mínimo a 400 m de núcleos de población. En 2005 se realizó una modificación donde se cedía las competencias a las comunidades autónomas. En Catalunya, en 2014, se dictó el decreto 40/2014 de ordenación de las explotaciones ganaderas. Este decreto tiene la particularidad que reduce las distancias mínimas establecidas en el apartado 2 del artículo 8 del R.D. 209/2002, previa autorización del Ayuntamiento y con la aprobación de la Comisión de Registro del DARP. Este cambio permite la Apicultura Urbana, siempre y cuando el ayuntamiento en cuestión lo autorice. Algunas ciudades de Catalunya actualmente practican esta actividad de forma legal, como Viladecans que además lo vincula a proyectos científicos, pero en la ciudad de Barcelona no está permitido. Según el artículo 8.b de la ordenanza municipal OMAIIAA del 30/3/2001 del Ayuntamiento de Barcelona no se pueden practicar actividades ganaderas dentro de la ciudad, y esto incluye la apicultura. Aun así, Barcelona alberga uno de los colmenares más antiguos de Europa, situado en "*el Castell dels tres Dragons*" del Parque de la Ciutadella, lo que antiguamente era el Museo de Ciencias Naturales. Esto es una excepción, ya que este colmenar se instaló en 1946 antes de la regulación que lo prohíbe, y por eso actualmente sigue en funcionamiento.

Hipótesis y Objetivos

2. Hipótesis y objetivos

2.1. Hipótesis

En Catalunya la miel se recolecta y se consume como producto tradicional. Es clasificada en diferentes tipos en función de la diversidad de especies melíferas y de la vegetación del territorio, y se consideran todas las mieles de gran calidad. Sin embargo, es un producto bastante desconocido y poco valorado tanto por el consumidor como por las instituciones, ya que no tiene una denominación de calidad como la que poseen otros productos de consumo como el vino, los espumosos o el aceite.

Por otro lado, el propóleo es un producto aún más desconocido, pese a haberse utilizado desde hace miles de años (Kuropatnicki et al., 2013) y de tener diversas propiedades beneficiosas (Toreti et al., 2013). Para los apicultores de Catalunya es un producto sin valor, apenas explotado y comercializado.

Desde otra perspectiva, enfocada a las abejas y no a sus productos, actualmente existe, por una parte, una gran preocupación frente a la disminución de la biodiversidad en general (Admiraal et al., 2016), y por otra, concretamente, frente al declive de los polinizadores, debido a su importancia dentro de los ecosistemas (Gordón et al., 2002). La focalización mediática ha centrado su atención sobre todo en la abeja de la miel (*Apis mellifera*) (Smith & Saunders, 2016) como lo demuestran las campañas de ©Greenpeace (Tirado et al., 2013) y otras organizaciones, seguramente por una cuestión de visibilidad, ya que es la especie de polinizador más conocida para los ciudadanos, y porque es un ejemplo muy estudiado debido a su importancia comercial.

Así pues, conocer mejor las plantas que la abeja de la miel (*Apis mellifera*) utiliza para la elaboración de la miel y el propóleo en Catalunya puede ayudar a entender y a poner en valor estos productos, así como a profundizar más sobre el conocimiento de *A. mellifera*.

Las hipótesis planteadas en esta tesis son:

- La palinología de la miel y del propóleo de Catalunya permite reconocer su origen vegetal y paisajístico.
- Las muestras de miel y propóleos de colmenas urbanas reflejan la flora ornamental de la ciudad.
- La palinología de muestras de propóleo guarda relación con el polen aerovagante.

El contenido polínico de las mieles varía de un año a otro aun siendo recolectadas durante el mismo período y en el mismo entorn

2.2. Objetivos

Los objetivos de esta Tesis Doctoral son:

- Revisar exhaustivamente la bibliografía sobre *Apis mellifera* y los productos derivados de su actividad, así como de las plantas utilizadas.
- Hacer observaciones *in situ* sobre las plantas visitadas por *Apis mellifera* y recoger muestras de flores para confeccionar una palinoteca.
- Elaborar un catálogo fotográfico de la flora de interés apícola y su palinología.
- Analizar la diversidad y cuantificar los granos de polen y esporas en mieles y propóleos de Catalunya obtenidos de apicultores de zonas rurales y urbanas.
- Determinar los tipos polínicos característicos de las mieles y los propóleos de Catalunya.
- Caracterizar las mieles y los propóleos estudiados de Catalunya.
- Valorar el potencial melífero (o interés apícola) de plantas y paisajes de Catalunya.
- Analizar comparativamente los espectros esporopolínicos de la miel y el propóleo a partir de las muestras estudiadas.
- Proponer un plan de elaboración de un sello de calidad y de denominación de origen de las mieles y propóleos de Catalunya.

Material y Métodos

3. Material y métodos

3.1. Revisión de la flora de interés apícola

La flora apícola se define como el conjunto de taxones vegetales de interés para la apicultura. El uso que hace una colmena de las plantas se puede clasificar en función de si las plantas son consideradas nectaríferas (producen néctar aprovechable para *Apis mellifera*), poliníferas (el polen es atractivo para *A. mellifera*) o sin interés (no produce néctar, o no es accesible, y el polen no es atractivo para *A. mellifera*). Dentro de la categoría de plantas sin interés nectarífero ni polinífero estarían, entre otras, las plantas anemófilas, que dispersan el polen sirviéndose del viento. De esta manera, teniendo en cuenta qué plantas nectaríferas han visitado las abejas de una colmena, se puede obtener el origen botánico de la miel. Por el contrario, si se tienen en cuenta todos los taxones que visita, se puede determinar el origen geográfico de la miel. Así pues, conocer si una planta es nectarífera, polinífera o sin interés es indispensable para analizar bien las mieles. Por ello, un primer paso en el estudio de las mieles y propóleos en Catalunya ha sido realizar un listado de los taxones de interés para *A. mellifera* por medio de una exhaustiva revisión bibliográfica.

La selección de los taxones de interés apícola se ha realizado a partir de bibliografía donde se mencionan especies botánicas de interés para la producción de miel, mielato y propóleo y para la recolección de polen corbicular (Pons, 1904; Herce, 1941; Robles, 1977; Ricciardelli D'Albore & Oddo, 1978; Sintes Pros, 1987); así como a partir de información obtenida personalmente de apicultores y de observaciones en el entorno.

Los taxones que se han seleccionado se pueden encontrar en Catalunya (N.E. de España), tanto a nivel autóctono o asilvestrado, como invasor u ornamental (Casasayas i Fornell, 1989; Bolós et al., 1993; Argimon, 2009; Andreu et al., 2012; Aymerich, & Sáez, 2019) o cultivado (Orden ARP/7/2019).

Los taxones se presentan en el Anexo 1, y para cada uno de ellos se informa de los siguientes aspectos:

- el nombre del taxón (que, en orden alfabético, da entrada a la tabla)
- la familia.
- el estrato: referido al porte de la planta y diferenciado en las categorías arbóreo, arbustivo/mata, herbáceo o lianoide.

- el origen: autóctono o silvestre, cultivado (incluye taxones usados sólo en cultivo), cultivado/silvestre (incluye taxones que se pueden encontrar indistintamente de forma autóctona o silvestre o en forma de cultivo) y exótico (incluye plantas alóctonas ornamentales e invasoras).
- la época de floración.
- el material recolectado: néctar, polen, exudados azucarados y/o resinas (para propóleo). Esta información se extrae de referencias bibliográficas, que se citan al final del Anexo 1, y observaciones personales.
- si se ha observado la visita de *A. mellifera* al taxón, aunque no se especifica qué recurso recolecta. Esta información se extrae de referencias bibliográficas, citadas al final del Anexo 1.
- el interés de *A. mellifera* sobre el néctar, el polen, los exudados azucarados o las resinas del taxón. Para profundizar en el interés respecto al néctar y el polen se han establecido unos grados de interés, del 0 al 3, y se ha asignado el valor 0 a los taxones raramente visitados por *A. mellifera,* 1 a los taxones poco visitados, 2 a los taxones visitados frecuentemente y 3 para taxones visitados muy frecuentemente. En párrafos finales de este apartado se detalla cómo se ha evaluado el interés.
- la aparición del tipo polínico en estudios melisopalinológicos, incluida la presente tesis. Esta información se extrae de referencias bibliográficas, que se citan al final del Anexo 1.

Los criterios usados para confeccionar la lista de taxones incluidos en el Anexo 1 son:

- Cuando en las referencias bibliográficas aparecían diferentes especies con las mismas características dentro de un mismo género, se agrupan todas en una entrada con el nombre del género y entre paréntesis las especies que se incluyen.

- Cuando aparecen diferentes especies dentro de un mismo género, pero cada especie mencionada tiene características diferentes, se describe cada especie en una entrada por separado.

- Cuando en las referencias no se mencionan especies concretas, en la lista solo aparece el nombre del género.

- Cuando hay referencias que solo mencionan el género, p. ej. *Trifolium* sp., se lista una entrada para el género, pero si otras referencias mencionan especies concretas de este género, p. ej. *Trifolium pratense* y *Trifolium repens*, y cada una tiene características diferentes, se menciona una entrada para cada especie y otra para el género en general.

Para valorar una planta como interesante según el néctar y en qué grado, se han considerado diferentes estudios, citados en el Anexo 1, y observaciones personales.

- Estudios enfocados a la observación del comportamiento, que detectan y cuentan las visitas de las abejas a las flores, o a los nectarios extraflorales, para la recolección de néctar. En estos estudios se comenta la frecuencia de visitas, las dificultades que puede tener el insecto a la hora de acceder al producto, o las preferencias respecto a otras especies de plantas.
- Estudios de fisiología vegetal y botánica que analizan los nectarios, para confirmar su existencia y tipología.
- Estudios que analizan la presencia de néctar en nectarios florales o extraflorales, su composición y volumen.
- En las observaciones personales se han aceptado como interés positivo los casos en que se ha detectado *A. mellifera* posando en una flor o en un nectario extrafloral extrayendo la lengua (Foto 6) en repetidas ocasiones (3 o más) y visitando reiteradas veces (10 o más) las flores de esta misma especie botánica.

Para valorar una planta como interesante según el polen y en qué grado, se han tenido en cuenta diferentes estudios, citados en el Anexo 1, y observaciones personales.

- Estudios enfocados a la observación del comportamiento, que detectan y cuentan las visitas de las abejas a las flores, para la recolección de polen. En estos estudios se comenta la frecuencia de visitas, las dificultades que puede tener el insecto a la hora de acceder al producto, o las preferencias respecto a otras especies de plantas.
- Estudios que determinan el origen botánico del polen corbicular a través de la melisopalinología.
- Las observaciones personales: considerando como interés positivo los casos en que se ha detectado *A. mellifera* posando en la flor de una especie, llevando polen corbicular en las patas, y visitando repetidas veces las flores de la misma especie botánica.

Foto 6. Ejemplar de *Apis mellifera* extrayendo la lengua para libar el néctar de los nectarios de las flores de *Ruta graveolans*.

Para la producción de mielato no se han establecido grados de interés, sólo se ha mencionado si el taxón es atractivo para este propósito. Para ello se han utilizado estudios, citados en el Anexo 1, que combinan la melisopalinología con análisis fisicoquímicos y bioquímicos. En este caso, no se ha podido detectar el interés a través de observaciones personales.

Para la producción de propóleo tampoco se han establecido grados de interés, sólo se ha mencionado si el taxón es atractivo para este propósito. Para ello, en general, se han utilizado estudios, citados en el Anexo 1, que analizan la composición química del producto combinados con análisis melisopalinológicos. La observación directa en el campo es complicada ya que la mayoría de veces se obtienen las resinas de árboles de gran porte y de difícil visibilidad.

3.1.3. Flora apícola y biodiversidad urbana

Estudiar las interacciones de *Apis mellifera* con las plantas y el origen botánico de sus productos puede ser una herramienta útil para los apicultores. Si además se incluyen especies urbanas y ornamentales, esta información se puede tener en cuenta a la hora diseñar y manejar la flora urbana para mejorar la biodiversidad urbana y atraer polinizadores.

Marlès Magre (2017) propuso una lista con 222 especies arbóreas y arbustivas que producen recursos tróficos (trofotopo) aprovechables para la fauna, teniendo en cuenta los frutos. Combinando esta información con los datos obtenidos en el estudio de la flora apícola de esta tesis, se ha elaborado una lista de especies arbóreas y arbustivas entomófilas que atraen biodiversidad animal por sus frutos a la vez que por el néctar, polen, exudados azucarados y resinas (ver Tabla 10 en el apartado 4.2 de Resultados).

En dicha lista se detallan el nombre del taxón, la familia, el tipo de planta (árbol, arbusto o liana, sin incluir el estrato herbáceo), el recurso que se aprovecha de este taxón a parte de los frutos, néctar (N), polen (P), exudado azucarado(M) y/o resinas (Pp), junto con el período de floración y fructificación por meses.

Cabe mencionar que existen especies de porte herbáceo que también podrían tener interés para la atracción de biodiversidad por sus frutos y recursos florales, pero no se han incluido por que no están mencionadas en Marlès Magre (2017). Si se quiere conocer el interés por los recursos florales, néctar y polen, de taxones herbáceos se puede consultar la tabla de la flora apícola (Tabla 1, Anexo1).

3.2. Área de estudio

Catalunya es un territorio de la Península Ibérica de 32.107 km^2. Tiene una orografía muy variada, con cordilleras, depresiones, ríos y costa. Por el norte está delimitada por los Pirineos, haciendo frontera con Francia; por el sureste y el este está delimitada por el mar Mediterráneo, y por el oeste por otras comunidades autónomas, al suroeste por la Comunitat Valenciana y al noroeste por la Comunidad de Aragón.

El principal criterio para seleccionar las áreas de muestreo de la presente tesis doctoral fue la selección de colmenares estáticos, con los que no se practicara la trashumancia, para cerciorarse de que los granos de polen que aparecieran en la miel y propóleo fueran de ese mismo lugar y no pudieran provenir de otras zonas. Para obtener dichas muestras, se contactó con los apicultores de las asociaciones de apicultores de Catalunya ofreciendo la posibilidad de participar en este estudio siempre y cuando cumpliera con esta condición.

En respuesta a esta llamada se recolectaron mieles y propóleos de 29 colmenares de Catalunya, pertenecientes a 17 comarcas y 23 municipios (Tabla 5, Foto 7).

Las zonas de muestreo se han clasificado según los usos del suelo y la cubierta vegetal presente en unos 3km^2 alrededor del colmenar puesto que la distancia media de recolección de *A. mellifera* en condiciones favorables de recursos está entre 500 y 800m entorno a la colmena, aunque durante condiciones adversas puede llegar a recorrer una distancia de 2-3km (Ribbands, 1951; Levin & Glowska-Konopacka 1963; Steffan-Dewenter & Tscharntke 2000; Amaya-Márquez, 2009).

Los tipos de cubierta vegetal y uso del suelo se han clasificado en agrícola, matorral, forestal perennifolio (la mayoría de las especies que componen el área son perennifolias), forestal caducifolio (la mayoría de las especies son caducifolias), forestal mixto (se encuentran especies perennifolias y

caducifolias mezcladas) y urbano. También se ha hecho una segunda clasificación en función del entorno rural, periurbano (periferia de un núcleo urbano) o urbano.

Los tres tipos de vegetación más frecuentes entre los colmenares del estudio son:

La vegetación ruderal y arvense, localizada principalmente en espacios antropizados y cerca de cultivos. Algunas de las plantas características son *Amaranthus* sp., *Artemisia* sp., *Borago officinilais*, *Brassica* sp., *Calendula* sp., *Chenopodium* sp., *Cichorium intybus*, *Diplotaxis erucoides*, *Echium vulgare*, *Foeniculum vulgare*, *Galactites tomentosa*, *Malva sylvestris*, *Matricaria recutita*, *Medicago* sp., *Onobrychis viciifolia*, *Papaver rhoeas*, *Plantago* sp., Poaceae, *Reseda* sp., *Sonchus oleraceus*, *Silybum marianum*, *Taraxacum* sp., *Trifolium* sp. y *Urtica* sp.

El bosque de encina (*Quercus ilex*) con durillo (*Viburnum tinus*) *Viburno-Quercetum ilicis* (Bolòs et al., 2004). Algunas de las especies características junto a *Quercus ilex,* citadas por orden alfabético, son *Asparagus acutifolius, Asplenium adiantum-nigrum, Arbutus unedo, Erica* sp., *Hedera helix, Lonicera implexa, Phillyrea latifolia, Rhamnus alaternus, Rubia peregrina, Ruscus aculeatus, Smilax aspera*, *Viburnum tinus* y *Viola alba*.

Vegetación de ribera y de zonas colindantes, que se encuentra asociada a cursos de agua dulce, con especies arbóreas características como (citadas por orden alfabético) *Alnus glutinosa*, *Betula pendula*, *Corylus avellana*, *Crataegus monogyna*, *Fraxinus* sp., *Populus* sp., *Ulmus* sp., *Sambucus nigra* y *Salix* sp. entre otras.

Provincia de Barcelona

Bages: Marganell

El colmenar está situado en el municipio de Marganell (2 en el mapa). La vegetación es típica de encinar (*Quercus ilex*) y durillo (*Viburnum tinus*) *Viburno-Quercetum ilicis* (Bolòs et al., 2004). En los claros donde no hay bosque se encuentra matorral con *Rosmarinus officinalis*, *Thymus vulgaris*, *Erica* sp., y *Spartium junceum* entre otras especies. (Foto 8a).

Baix Llobregat: Martorell

El colmenar está situado en una antigua zona agrícola de campos de frutales, cerca de la zona industrial del municipio de Martorell (9 en el mapa). En la zona aún se encuentran ejemplares de *Prunus avium* y *P. persica*, especies hortícolas y especies ruderales. Cerca del colmenar se encuentra el río Llobregat con vegetación de ribera *Vinco-Populetum albae* (Bolòs et al., 2004) y bosque de encina (*Quercus ilex*) *Viburno-Quercetum ilicis* (Bolòs et al., 2004).

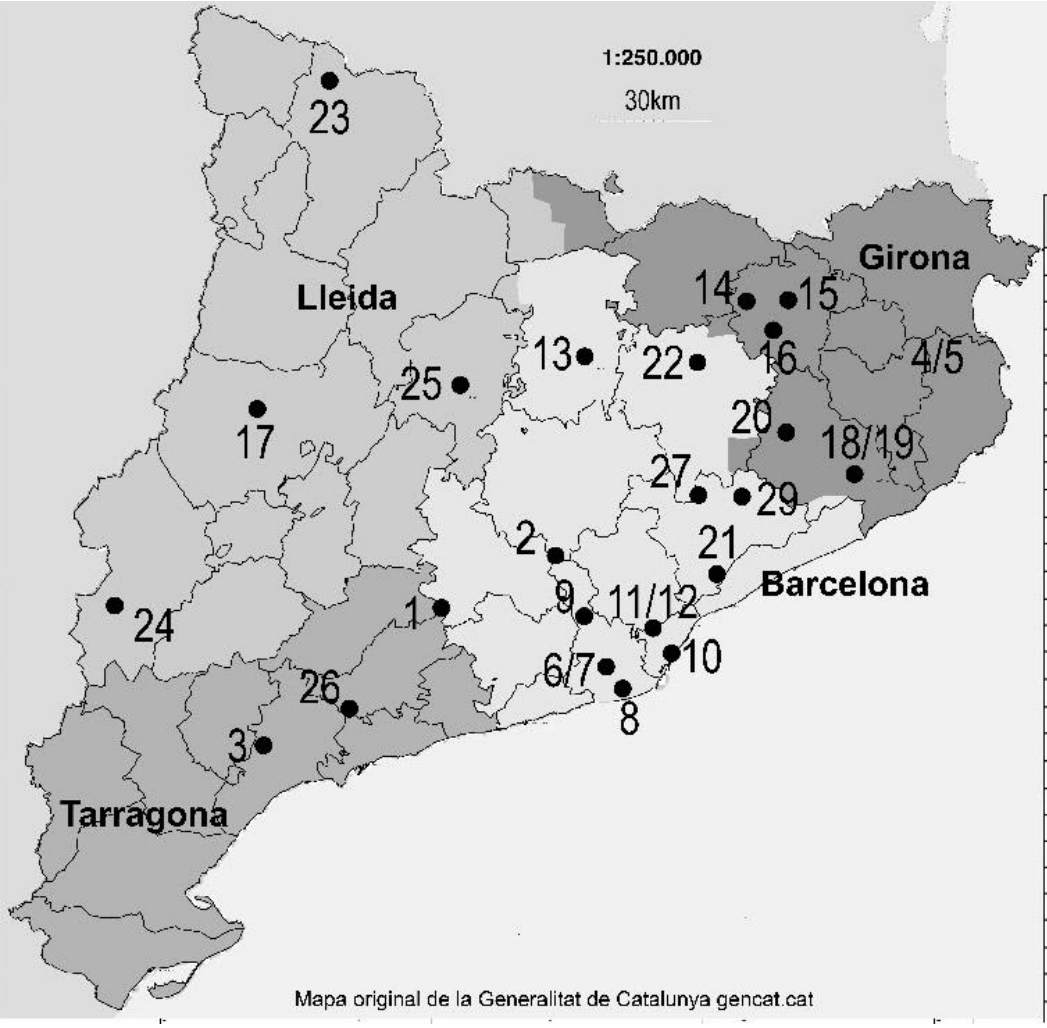
Baix Llobregat: Viladecans (Atrium)

El colmenar está situado en el tejado del edificio Atrium, dentro del núcleo urbano de Viladecans, comarca del Baix Llobregat (6 en el mapa). Está rodeado de pequeños parques urbanos, y a una distancia de 1km de un bosque y a 2km de la zona hortícola (Foto 8b).

Tabla 5. Clasificación de los puntos de muestreo según el apicultor que manejaba el colmenar en función de la provincia, comarca y localidad; el tipo de usos y cubierta del suelo (agrícola, matorral, forestal perennifolio, forestal caducifolio, forestal mixto, urbano), el entorno (rural, urbano, periurbano) y código establecido para identificar la procedencia de las muestras.

Provincia	Comarca	Municipio	Cubierta vegetal	Entorno	Código muestra
Barcelona	Bages	Marganell	Forestal perennifolio	Rural	Marg
	Baix Llobregat	Martorell	Agrícola	Periurbano	Mart
		Viladecans (Atrium)	Urbano	Urbano	Vat
		Viladecans (Mas Ratés)	Forestal perennifolio	Periurbano	VMR
		Viladecans (Filipines)	Agrícola	Rural	VFil
	Barcelonès	Barcelona (Parc Ciutadella)	Urbano	Urbano	BCiu
		Barcelona (Can Masdeu)	Forestal perennifolio	Periurbano	BCMd
		Barcelona (Valldaura)	Forestal perennifolio	Rural	BVlld
	Berguedà	Sagàs	Agrícola	Rural	Sag
	Maresme	Orrius	Forestal perennifolio	Periurbano	Orri
	Vallès Oriental	Campins	Forestal mixto	Periurbano	CPins
		Granollers	Agrícola	Periurbano	Gra
		La Garriga	Agrícola	Periurbano	LGar
	Osona	Torelló	Agrícola	Periurbano	Tore
Girona	Baix Empordà	Torroella de Montgrí (Plana)	Agrícola	Periurbano	TMP
		Torroella de Montgrí (Serra)	Matorral	Rural	TMS
	Garrotxa	Olot (Batet)	Forestal caducifolio	Rural	GBat
		Santa Pau (Fageda d'en Jordà)	Forestal caducifolio	Rural	GCJo
		Riudaura	Forestal caducifolio	Rural	GRiu
	Selva	St Hilari Sacalm	Forestal caducifolio	Rural	StH
		Vidreres (Can Dalmau)	Forestal perennifolio	Rural	VidD
		Vidreres (Mirador)	Agrícola	Rural	VidM
Lleida	Noguera	Camarasa (La Maçana)	Matorral	Rural	Cam
	Pallars Subirà	Alòs d'Isil	Forestal caducifolio	Rural	AlI
	Segrià	Serós	Agrícola	Rural	Ser
	Solsonès	Solsona	Forestal perennifolio	Rural	Sol
Tarragona	Alt Camp	Querol	Agrícola	Rural	AQuer
	Baix Camp	Duesaigües	Matorral	Rural	Daig
	Tarragonès	Vilallonga del Camp	Agrícola	Periurbano	VilC

Foto 7. Mapa de Catalunya dividido por provincias (Barcelona, Girona, Lleida y Tarragona) con las localizaciones de los apiarios numeradas del 1 al 29 y marcadas con un punto. Cuando dos localizaciones están muy próximas se representan en un mismo punto y los números se separan con "/".



Nº en el mapa	Código localidad
1	AQuer
2	Marg
3	Daig
4	TMP
5	TMS
6	Vat
7	VMR
8	VFil
9	Mart
10	BCiu
11	BVlld
12	BCMd
13	Sag
14	GRiu
15	GBat
16	GCJo
17	Cam
18	VidD
19	VidM
20	StH
21	Orri
22	Tore
23	All
24	Ser
25	Sol
26	VilC
27	LGar
28	Gra
29	CPins

Baix Llobregat: Viladecans (Mas Ratés)

El colmenar está situado en la zona periurbana de la ciudad de Viladecans (7 en el mapa), en un bosque *Viburno-Quercetum ilicis* (Bolòs et al., 2004). La vegetación de la zona también posee claros con matorral de *Rosmarinus officinalis* y *Cistus* sp. que se mezclan con especies agrícolas de antiguos cultivos como *Ceratonia siliqua* y *Olea europaea*. Al estar cerca de la zona urbana, también se encuentran algunas especies ornamentales como palmeras (*Phoenix* sp.), *Brugmansia* sp., *Cercis siliquastrum*, *Eucalyptus* sp. y *Schinus* sp. (Foto 8c).

Baix Llobregat: Viladecans (Filipines)

El colmenar está situado en la zona agrícola del término municipal de Viladecans, comarca del Baix Llobregat (8 en el mapa). Está rodeado de cultivos hortícolas de todo tipo y la vegetación ruderal

asociada. Está a 1,5km del Delta de Llobregat, con vegetación de ribera *Vinco-Populetum albae*, vegetación acuática y de humedales no salobres *Phragmito-Magnocaricetea*, y vegetación de hábitats salinos *Puccinellio-Salicornietea* (Bolòs et al., 2004). Está situado a 2km está del Aeropuerto de Barcelona.

Barcelonés: Barcelona (Can Masdeu)

Can Masdeu es una masía autogestionada y donde se practican actividades agrícolas y sociales. Está situada en la periferia del núcleo de la ciudad de Barcelona, dentro del Parque Natural de Collserola (12 en el mapa). En los alrededores del edificio hay zonas de cultivo rodeadas por bosque Mediterráneo. La vegetación de la zona es una mezcla de *Quercus* perennifolios (*Q. ilex*, *Q. coccifera*, *Q. suber*), *Quercus* caducifolios (*Q. humilis*, *Q. x cerrioides*), *Pinus* sp. (*P. halepensis, P. pinea, P. pinaster*), *Ceratonia siliqua*, *Olea europaea*, *Hedera helix*, *Viburnum tinus*, *Rhamnus alaternus*, *Pistacia lentiscus*, *Rosmarinus officinalis, Asparagus* sp., *Cistus* sp., o *Erica* sp. Así como algunas especies ornamentales como palmeras (*Phoenix* sp.) o *Cercis siliquastrum*. Según Bolòs et al., (2004), la zona pertenece a un ecosistema *Viburno-Quercetum ilicis*.

Barcelonés: Barcelona (Parc Ciutadella)

El parque de la Ciutadella, es un parque público que se encuentra en el distrito de Ciutat Vella de la ciudad de Barcelona (10 en el mapa) y ocupa unas 17 hectáreas. Dentro de este recinto se encuentra el "*Castell dels tres Dragons*", el antiguo Museo de Ciencias Naturales de Barcelona, que alberga uno de los colmenares más antiguos de Europa, instalado en 1946. En el parque se encuentran 224 taxones de plantas, de los cuales el 80% son exóticos, como *Aesculus hippocastanum*, *Euonymus japonicus*, *Magnolia grandiflora*, *Robinia pseudoacacia* y *Schinus molle*. Algunas de los taxones ornamentales, pero autóctonos, son *Buxus sempervirens*, *Myrtus communis*, *Olea europaea*, *Pinus halepensis*, *Populus nigra* y *Quercus ilex* (Argimon, 2009) (Foto 8d).

Barcelonés: Barcelona (Valldaura)

Can Valldaura es una antigua masía que se encuentra dentro del Parque Natural de Collserola, en término municipal de Barcelona (11 en el mapa). En las inmediaciones del recinto hay terreno cultivado con hortalizas y algunas especies exóticas como *Cercis siliquastrum*, *Eucalyptus* sp. y *Schinus* sp. El terreno está rodeado por bosque Mediterráneo, y como ya se ha comentado, la vegetación del parque Natural de Collserola pertenece a un ecosistema *Viburno-Quercetum ilicis* (Bolòs et al., 2004). (Foto 8e).

Berguedà: Sagàs

El colmenar se encuentra en la masía "Els Casals" en el municipio de Sagàs (13 en el mapa). La zona es agrícola con campos de cultivo de cereales y colza (*Brassica napus*) entre otros, y especies ruderales asociadas. Sin embrago aún existen pequeñas zonas de bosque de encina carrasca (*Quercus ilex* subsp. *ballota*) acompañada de *Pinus halepensis,* (Bolòs et al., 2004), y de matorral con *Juniperus communis*, *Rosmarinus officinalis*, *Santolina chamaecyparissus*, *Satureja montana*, *Sideritis hirsuta* o *Thymus vulgaris* (Foto 8f).

Maresme: Orrius

El colmenar está situado en un claro de bosque de encina (*Quercus ilex*) *Viburno-Quercetum ilicis* (Bolòs et al., 2004), perteneciente al municipio de Orrius, de la comarca del Maresme (21 en el mapa). En las inmediaciones de algunas de las casas de la zona se pueden encontrar especies exóticas como *Acacia dealbata* y *Eucalyptus* sp. (Foto 8g).

Vallès Oriental: Campins

Campins es un municipio situado en la vertiente sur del macizo del Montseny (29 en el mapa). El colmenar está situado en el jardín de una casa rodeada de bosques de encinas (*Quercus ilex*) y alcornoques (*Quercus suber*), acompañados de pinos (*Pinus* sp.) *Viburno-Quercetum ilicis* y *Asplenio-Quercetum ilicis* subass. *sarothamnetosum scoparii* y subass. *luzuletosum forsteri* (Bolòs et al., 2004). En las inmediaciones se encuentran también algunas manchas de bosque de hayas (*Fagus sylvatica*) y abetos (*Abies alba*) *Luzulo niveae-Fagetum*, *Scilloliliohyacinthi-Fagetum* subass. *prenanthetosum*, y de avellanos (*Corylus avellana*) y tejos (*Taxus baccata*) *Polystichio-Coryletum, Saniculo-Taxetum* (Bolòs et al., 2004).

Vallès Oriental: Granollers

El colmenar está situado en el término municipal de Granollers, la capital de la comarca del Vallès Oriental (28 en el mapa). La zona es agrícola, rodeada de campos hortícolas y cultivos principalmente de cereales donde se encuentran asociadas especies ruderales. Debido a la proximidad con el núcleo urbano, también existen especies exóticas, como *Eucalyptus* sp., *Aesculus* sp., *Robinia pseudoacacia* y *Cercis siliquastrum*. Por otro lado, cerca aparecen zonas de encinar *Viburno-Quercetum ilicis* (Bolòs et al., 2004).

Vallès Oriental: La Garriga

La Garriga es un pueblo situado en el Parque Natural del Montseny (27 en el mapa). El colmenar está situado al lado de campos de *Allium cepa*, *Phaseolus* sp., otras hortalizas y especies ruderales; y del río Congost, con vegetación de ribera *Lamio flexuosi-Alnetum* (Bolòs et al., 2004). Al alejarse del río, la

vegetación de ribera va cambiando por encinar (*Quercus ilex*) *Viburno-Quercetum ilicis* (Bolòs et al., 2004). Se encuentran también ejemplares de *Pinus* sp., *Quercus coccifera*, *Rosmarinus officinalis*, *Thymus vulgaris*, *Rhamnus alaternus*, *Pistacia lentiscus*, *Rubus* sp., *Coriaria myrtifolia*, *Olea europaea*, *Lavandula stoechas*, *Erica arborea* o *Dorycnium* sp. (Foto 8h).

Osona: Torelló

El colmenar está situado cerca de una casa apartada del núcleo urbano de Torelló (22 en el mapa). El terreno está rodeado de campos sobre todo de cereales, con vegetación ruderal asociada, un río cerca con vegetación de ribera *Equiseto hyemalis-Alnetu*m, y manchas de robledal de *Quercus humilis*, *Buxo-Quercetum pubescentis* (Bolòs et al., 2004). También se encuentran claros con especies arbustivas como *Buxus sempervirens*, *Crataegus monogyna*, *Prunus spinosa*, *Rhamnus alaternus*, *Rubus* sp., *Satureja* sp. o *Thymus vulgaris*. (Foto 8i).

Provincia de Girona

Baix Empordà: Torroella de Montgrí (Plana)

El colmenar se encuentra en un terreno que pertenece al municipio de Torroella de Montgrí (4 en el mapa). Está cerca de cultivos de frutales, sobre todo de *Malus* sp., con vegetación ruderal asociada, y del río Ter, con vegetación de ribera asociada *Irido-Populetum albae* (Bolòs et al., 2004).

Baix Empordà: Torroella de Montgrí (La Serra)

El colmenar está situado en el macizo de Montgrí, comarca del Baix Empordà (5 en el mapa). El paisaje está compuesto por campos de olivo (*Olea europaea*) y matorral de *Calicotome spinosa*, *Chamaerops humilis, Cistus albidus* y *Thymus vulgaris*. También se encuentran especies exóticas como *Agave americana* y *Carpobrotus edulis*. A unos 2 km, en la cara norte del macizo, aparece el bosque de encina (*Quercus ilex*) acompañado de durillo (*Viburnum tinus*) *Viburno-Quercetum ilicis* (Bolòs et al., 2004). (Foto 8j).

Garrotxa: Batet de la Serra (Olot)

Batet de la Serra es un pueblo que pertenece al municipio de Olot (15 en el mapa). El colmenar se encuentra en un encinar montañoso calcícola, con subasociaciones de *Viburno-Quercetum ilicis* y de *Asplenio-Quercetum ilicis* (Bolòs et al., 2004). Cerca también se encuentran robledales *Buxo-Quercetum pubescentis,* de *Quercus humilis* (= *Q. pubescens*), y *Isopyro-Quercetum roboris*, de *Quercus robur* (Bolòs et al., 2004), con especies asociadas como *Acer* sp., *Hedera helix*, *Tilia* sp., *Malus* sp., *Prunus* sp., *Fraxinus* sp. y *Crataegus monogyna*. Cerca se encuentran campos de cultivo con especies ruderales asociadas. También alguna especie exótica, plantada como ornamental en las casas de los alrededores, como *Cupressus sempervirens*, *Robinia pseudoacacia*, *Syringa* sp. y *Yucca* sp. (Foto 8k).

Garrotxa: Fageda d'en Jordà

Can Jordà es un centro de recuperación de plantas cultivadas, ubicado dentro de la reserva natural de la "*Fageda de'n Jordà*", un bosque de hayas (*Fagus sylvatica*) *Helleboro occidentalis-Fagetum* (Guillèn et al., 1986; Bolòs et al., 2004;) (16 en el mapa). A parte de *F. sylvatica*, se encuentran ejemplares de *Acer* sp., *Buxus sempervirens, Castanea sativa*, *Corylus avellana, Crataegus monogyna*, *Fraxinus* sp., *Hedera helix*, *Prunus* sp., *Quercus ilex*, diversos *Quercus* caducifolios, aunque es de destacar *Q. robur*, por ser uno de los pocos enclaves en Catalunya donde se da, y *Rubus* sp. En Can Jordà además se cultivan variedades de manzano (*Malus* sp.) y otros frutales como *Prunus persica*, *P. domestica* y *Pyrus* sp., y en los alrededores crecen especies ruderales.

Garrotxa: Riudaura

El colmenar se encuentra en el municipio de Riudaura (14 en el mapa). Está situado cerca de un río, con vegetación de ribera, y alrededor de diferentes tipos de bosque: robledal de *Quercus humilis Buxo-Quercetum pubescentis*; encinar (*Quercus ilex*) *Asplenio-Quercetum ilicis* subass. *sarothamnetosum scoparii* y subass. *luzuletosum forsteri*; robledal de *Quercus robur Isopyro-Quercetum roboris*; hayedo (*Fagus sylvatica*)*, Helleboro occidentalis-Fagetum* (Guillèn et al., 1986; Bolòs et al., 2004). En la zona también existe vegetación de ribera y diversidad de especies asociadas a la diversidad de bosques del entorno, como *Corylus avellana*, *Acer* sp., *Hedera helix*, *Spartium junceum*, *Rubus* sp., *Juniperus* sp., *Buxus sempervirens*, *Ulex* sp., *Tilia* sp., *Crataegus monogyna*, *Centaurea* sp., *Castanea sativa*, *Prunus spinosa*, *Laurus nobilis*, *Taxus baccata*, *Origanum* sp., *Rosa canina*, *Calamintha nepeta*, *Teucrium polium*, *Coriaria* sp., *Campanula* sp., *Helianthus tuberosus*, *Abies alba* y *Prunella vulgaris*. Por último, se pueden encontrar especies ruderales, campos de cultivo de maíz (*Zea mays*) y alfalfa (*Medicago sativa*) y árboles frutales como *Prunus* sp. y *Malus* sp.

Selva: Sant Hilari de Sacalm

El colmenar (20 en el mapa) está situado entre un bosque de *Quercus humilis* (*Pteridio-Quercetum pubescentis*) y hayedos (*Fagus sylvatica*) acidófilos con avetos (*Abies alba*) y castaños (*Castanea sativa*) *Luzulo niveae-Fagetum*, *Scillo liliohyacinthi-Fagetum* subass. *prenanthetosum* (Bolòs et al., 2004).

Selva: Vidreres (Can Dalmau)

Este colmenar está situado cerca del municipio de Vidreres (18 en el mapa), en un bosque de alcornoques (*Quercus suber*), *Viburno-Quercetum ilicis* subass. *quercetosum suberis* (Bolòs et al., 2004). Hay presencia de *Calluna vulgaris*, *Erica arborea, Hedera helix, Ligustrum vulgare*, *Pinus* sp., *Quercus ilex*, *Rhamnus alaternus*, *Rubus* sp. y *Viburnum tinus* entre otras especies. Además, aparecen campos de cultivo con vegetación ruderal asociada. (Foto 8l).

Selva: Vidreres (Mirador)

Este colmenar está situado dentro del término municipal de Vidreres (19 en el mapa), con vegetación similar al anterior colmenar: bosque de alcornoques (*Quercus suber*), *Viburno-Quercetum ilicis* subass. *quercetosum suberis* (Bolòs et al., 2004). Cerca hay presencia de campos de cultivo con vegetación ruderal asociada.

Provincia de Lleida

Noguera: Camarasa

El colmenar está situado en La Maçana, un terreno cerca del embalse de Camarasa (17 en el mapa). Está rodeado por matorrales con *Asparagus* sp, *Buxus sempervirens*, *Crataegus monogyna, Dorycnium pentaphyllum*, *Lavandula* sp., *Lonicera* sp., *Pistacia lentiscus*, *Quercus coccifera, Rhamnus* sp., *Rosmarinus officinalis*, *Sideritis hirsuta*, *Thymus vulgaris* y *Viburnum* sp. Y por bosques de *Quercus ilex* subsp. *ballota, Quercetum rotundifoliae* subass*. buxetosum*, y de *Quercus faginea, Violo willkommii-Quercetum fagineae* (Bolòs et al., 2004). El paisaje se mezcla con campos de cultivo de *Olea europaea* y cereales. (Foto 8m).

Pallars Subirà: Alòs d'Isil

Alòs d'Isil es un pueblo situado a 1268 m de altitud en el Pirineo catalán (23 en el mapa). El colmenar está situado apartado del pueblo, en un claro cerca del río Noguera Pallaresa. En las cercanías, la vegetación es típica de bosque de ribera, pero en el área de pecoreo también se pueden encontrar especies arbóreas como *Fagus sylvatica*, *Pinus sylvestris*, *Quercus* caducifolios (robles), *Quercus ilex*, *Sorbus* sp. y *Tilia* sp.; especies arbustivas como *Corylus avellana*, *Crataegus monogyna*, *Juniperus communis Prunus spinosa*, *Rubus* sp., *Rosa* sp., *Thymus serpyllum*; y especies herbáceas como *Achillea millefolium, Artemisia* sp., *Eryngium bourgatii*, *Taraxacum officinale,* gramíneas (Poaceae), *Plantago* sp. y *Urtica* sp. entre muchas otras. Alejándose del colmenar y subiendo en altitud el paisaje se vuelve más abierto, intercalando prados de gramíneas, y cubiertas de *Genista* sp., *Juniperus communis Rhododendron ferrugineum, Pinus uncinata* y *Vaccinium myrtillus*. (Foto 8n).

Segrià: Serós

El colmenar se encuentra entre campos de cultivo de frutales del municipio de Serós (24 en el mapa). Los cultivos son de *Prunus avium*, *Prunus persica* y *Prunus armeniaca* entre otros, acompañados de especies ruderales y arvenses asociadas. Cerca se encuentra el río Cinca, con vegetación de ribera asociada y algunas zonas de matorral con *Rosmarinus officinalis* y *Thymus vulgaris*.

Solsonès: Solsona

El colmenar está situado cerca del municipio de Solsona, dentro de un bosque de encina carrasca (*Quercus ilex* subsp. *ballota*) acompañada de *Pinus halepensis*, *Quercetum rotundifoliae* (Bolòs et al., 2004), con algunos claros donde crece *Rosmarinus officinalis*, *Thymus vulgaris* y *Odontites luteus* entre otras especies. Por los alrededores hay campos de cultivo y vegetación ruderal y arvense asociada (25 en el mapa).

Provincia de Tarragona

Alt Camp: Querol

El colmenar se encuentra en una casa entre campos de cultivo de vid (*Vitis vinifera*), bosque de ribera y carrascal, *Quercus ilex* subsp. *ballota* con *Pinus halepensis*, *Quercetum rotundifoliae* (Bolòs et al., 2004), cerca del municipio de Querol (1 en el mapa). También se encuentran especies ruderales, y taludes con especies arbustivas como *Rosmarinus officinalis*, *Thymus vulgaris*, *Prunus spinosa*, *Dorycnium hirsutum* y *Genista scorpius*, así como alguna especie exótica plantada como ornamental, como *Prunus avium* y *Parthenocissus tricuspidata*.

Baix Camp: Duesaigües

El colmenar está situado en el parque eólico *Collet dels Feixos*, que pertenece al municipio de Duesaigües (3 en el mapa). El colmenar está rodeado por especies arbustivas como *Asparagus* sp., *Cistus* sp., *Pistacia lentiscus*, *Rhamnus alaternus*, *Rosmarinus officinalis*, *Rubus* sp., *Thymus vulgaris* y zonas boscosas de encina (*Quercus ilex* subsp. *ilex*) y carrasca (*Quercus ilex* subsp. *ballota*) *Viburno-Quercetum ilicis* subass. *quercetosum ballotae* (Bolòs et al., 2004).

Tarragonés: Vilallonga del Camp

El colmenar está situado en zona agrícola con campos de avellano (*Corylus avellana*), almendros (*Prunus dulcis*), cáñamo (*Cannabis sativa*), olivos (*Olea europaea*), nogales (*Juglans regia*) y vegetación ruderal asociada (26 en el mapa). También hay algunos ejemplares de *Pinus* sp. y *Quercus ilex*. (Foto 8o).

Fotos 8. Colmenares de: **a.** (Marganell); **b.** (Viladecans, Atrium); **c.** (Mas Ratés); **d.** (Barcelona, Parc de la Ciutadella); **e.** (Barcelona, Valldaura); **f.** (Sagàs); **g.** (Orrius); **h.** (La Garriga).

Fotos 8. Colmenares de: **i.** (Torelló); **j.** (Torroella de Montgrí, Serra); **k.** (Olot, Batet); **l.** (Vidreres, Can Dalmau); **m.** (Camarasa, La Maçana); **n.** (Alòs d'Isil); **o.** (Vilallonga del Camp).

3.3. Descripción del material analizado

3.3.1. Creación de palinoteca

El Laboratori d'Anàlisis Palinològiques (LAP) de la Universitat Autònoma de Barcelona lleva en funcionamiento desde 1983. Desde entonces, y pese haberse realizado algunos estudios melisopalinológicos, nunca se había realizado una tesis doctoral sobre los productos de las abejas en Catalunya. Es por ello que, como primer paso para conseguirlo, se hizo el estudio de la vegetación colindante de los colmenares, recolectando flores de las plantas y preparando una palinoteca de referencia y un listado de taxones polínicos de referencia.

Para ello se visitaron todos los colmenares y el área de los alrededores, haciendo un inventario de las principales especies presentes y observando a cuáles de ellas visitaban las abejas. De las especies vegetales desconocidas, se recolectaron ejemplares para hacer un herbario, analizar sus características en el laboratorio y clasificarlas taxonómicamente, hasta género o especie, mediante las claves dicotómicas de la "*Flora manual dels Països Catalans*" (Bolós et al., 1993).

De las especies visitadas por *A. mellifera* se registró si lo hacían para obtener polen y/o néctar, tal i como se explica en el apartado 3.1. Al mismo tiempo se realizó un registro fotográfico de las especies visitadas y se recolectó muestras de flores y polen para realizar una palinoteca de referencia, la cual sirvió para elaborar un catálogo polínico fotográfico.

Para realizar la palinoteca, se separaron los granos de polen de los estambres de manera mecánica por agitación o con una aguja enmangada, después se colocaron sobre los portaobjetos en una placa calefactora a 37ºC y se añadió una gota de dietil éter para eliminar la capa lipídica de la superficie (Gong et al., 2015). Una vez evaporado el éter, se depositaba una gota de glicerogelatina con fucsina básica e, inmediatamente después, se colocaba un cubreobjetos. Una vez solidificada la muestra se sellaban los bordes del cubreobjetos con histolaca (LMR®). Con este método se obtuvieron unas 300 muestras de palinoteca para melisopalinología de plantas de zona urbanas y no urbanas.

3.3.2. Mieles

Durante la recolección de la miel, los apicultores recogen los cuadros llenos de miel de todas las colmenas que tienen en su colmenar, y posteriormente realizan la extracción. La mayoría de los apicultores que han participado en este estudio hicieron la extracción mediante centrifugación, con una centrífuga especializada, pero algunos lo hicieron mediante prensado de los panales (MBVlld17Jl, MCPins17No, MLGar17Oc, MTMP16Se, MTMS16Jl, MvilC17Oc). En todos los casos, posteriormente

mezclan toda la miel extraída de un mismo colmenar para obtener un producto homogeneizado de ese emplazamiento. Para el estudio de la presente tesis se recogió una muestra de cada período de extracción que realizaron los apicultores en cada emplazamiento. En este caso, al ser colmenares estáticos, la mayoría de los participantes solo recolectan miel una vez al año.

En total se obtuvieron 51 muestras de miel de 29 colmenares, de distintos años y durante diferentes períodos de recolección (Tabla 6).

A la hora de analizar los resultados, las mieles se clasificaron en función de diferentes variables:

- Estación del año de recolección: Se han clasificado las mieles por estaciones según los meses de recolección, considerando invierno a los meses de enero, febrero y marzo; primavera a abril, mayo y junio; verano a julio, agosto y septiembre; y otoño a octubre, noviembre y diciembre. En invierno solo se recolectó una muestra de miel (MDaig16En), en primavera 17 muestras, en verano 12 muestras, y en otoño 7 muestras.
- El color y el estado físico de las mieles: para clasificar el color, debido a la ausencia de medidor Pfund, se ha utilizado un criterio visual a partir de la clasificación de los estándares de miel de los Estado Unidos (United States Department of Agriculture, 1985) que se muestra en la tabla 3, y que usa 7 categorías: claro agua, extra claro, claro, ámbar extra claro, ámbar claro, ámbar, ámbar oscuro. En el caso de las mieles de este estudio, el color se ha clasificado en 5 categorías, de más claras a más oscuras: claro agua, claro (engloba extra claro y claro), ámbar (engloba ámbar extra claro), ámbar oscuro (engloba ámbar claro y ámbar) y oscuro (engloba ámbar oscuro) (Fotos 9 y 10). Para determinar el color, la observación se ha realizado en las mismas condiciones para todas las mieles, con la misma luz ambiental, en el mismo tipo de recipiente, y con un fondo blanco.
- Según el estado físico, las mieles se han clasificado en cristalizadas, cuando la miel estaba estática aun moviendo el envase, o fluidas, cuando la miel se movía al girar el envase.

Foto 9. Comparación entre la clasificación de los colores de las mieles establecida en esta tesis con la clasificación de la USDA (United States Department of Agriculture, 1985).

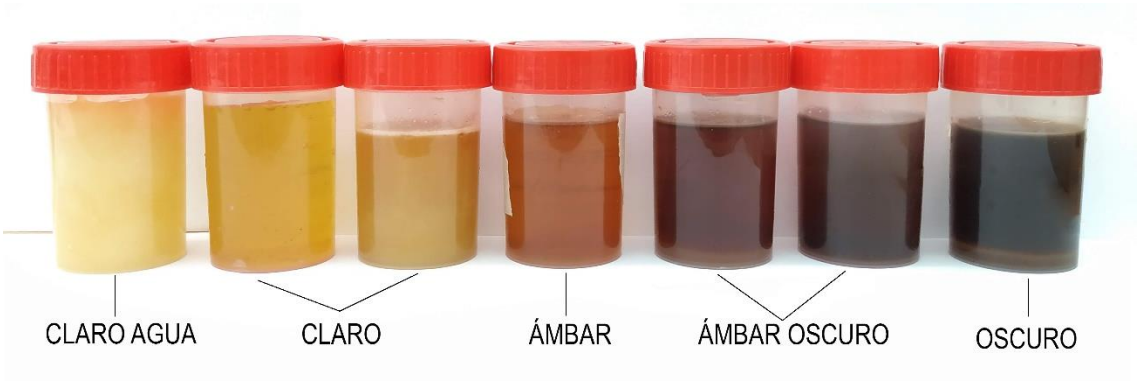


Foto 10. Gradientes y clasificación de colores de las mieles en este estudio.

Tabla 6. Clasificación de las muestras de miel según la provincia (Prov); municipio; localización del colmenar; año; mes; estación de recolección; metodología de extracción: centrífuga o por prensado; color: claro agua (C. agua), claro, Ámbar, Ámbar oscuro (Ámbar O.) y Oscuro; estado físico: Fluido o cristalizado (Crist.); código de identificación de cada muestra.

Prov.	Municipio	Localización	Año	Mes	Estación	Extracción	Color	Estado	Código
Barcelona	Barcelona	Parque de la Ciutadella	2015	Oct.	Otoño	Centrífuga	Ámbar O.	Fluido	MBCiu15Oc
			2016	May.	Prim.	Centrífuga	Ámbar	Crist.	MBCiu16Mg
				Jun.	Prim.	Centrífuga	Ámbar	Crist	MBCiu16Jn
			2017	Abril	Prim.	Centrífuga	Ámbar	Fluido	MBCiu17Ab
				Ago.	Verano	Centrífuga	Ámbar	Fluido	MBCiu17Ag
				Oct.	Otoño	Centrífuga	Oscuro	Fluido	MBCiu17Oc
		Can Masdeu	2017	Oct.	Otoño	Centrífuga	Claro	Crist.	MBCMd17Oc
		Valldaura	2017	Jul.	Verano	Prensado	Ámbar	Fluido	MBVll17Jl
	Campins		2017	Nov.	Otoño	Prensado	Ámbar O.	Crist.	MCpins17No
	Granollers		2016	Jul.	Verano	Centrífuga	Ámbar O.	Crist.	MGra16Jl
	La Garriga		2017	Oct.	Otoño	Prensado	Oscuro	Fluido	MLGar17Oc
	Marganell		2017	Jun.	Prim.	Centrífuga	Claro	Fluido	MMarg17AJn
	Martorell		2016	Jun.	Prim.	Centrífuga	Ámbar O.	Crist	MMart16Jn
			2017	Jun.	Prim.	Centrífuga	Ámbar O.	Crist.	MMart17Jn
	Orrius		2016	Jul.	Verano	Centrífuga	Ámbar O.	Fluido	MOrri16Jl
			2017	Jul.	Verano	Centrífuga	Ámbar O.	Fluido	MOrri17Jl
	Sagàs		2016	May.	Prim.	Centrífuga	Ámbar O.	Crist	MSag16My
	Torelló		2016	May.	Prim.	Centrífuga	Ámbar	Fluido	MTore16My
				Sep.	Verano	Centrífuga	Ámbar O.	Fluido	MTore16Se
			2017	Jun.	Prim.	Centrífuga	Ámbar O.	Fluido	MTore17Jn
				Julio	Verano	Centrífuga	Ámbar	Fluido	MTore17Jl
	Viladecans	Atrium	2016	Jun.	Prim.	Centrífuga	Ámbar O.	Fluido	MVAt16Jn
			2017	Jun.	Prim.	Centrífuga	Ámbar O.	Fluido	MVAt17Jn
			2018	Des.	Otoño.	Centrífuga	Ámbar O.	Fluido	MVAt18ds
		Mas Ratés	2015	Oct.	Otoño	Centrífuga	Oscuro	Fluido	MVMR15Oc
			2016	Jun.	Prim.	Centrífuga	Ámbar	Fluido	MVMR16Jn
			2017	Jul.	Verano	Centrífuga	Ámbar	Crist.	MVMR17Jl
		Filipines	2018	Dic.	Otoño	Centrífuga	Claro	Crist.	MVFil18Dc
Girona	St. Hilari Sacalm		2017	Oct.	Otoño	Centrífuga	Ámbar O.	Fluido	MStH17Oc
	Torroella de Montgrí	Plana	2016	Sep.	Verano	Centrífuga	Ámbar O.	Fluido	MTMP16Se
		Serra	2016	Jul.	Verano	Centrífuga	Ámbar O.	Fluido	MTMS16Jl
			2017	Jul.	Verano	Prensado	Ámbar O.	Crist.	MTMS17Jl
	Olot	Batet	2016	Jun.	Prim.	Centrífuga	Ámbar O.	Fluido	MGBat16Jn
			2017	Ago.	Verano	Centrífuga	Ámbar	Fluido	MGBat17Ag
	Santa Pau	Can Jordà	2016	Oct.	Otoño	Centrífuga	Ámbar O.	Fluido	MGCJo16Oc
			2017	Jul.	Verano	Centrífuga	Ámbar O.	Crist.	MGCJo17Jl
	Riudaura		2016	Oct.	Otoño	Centrífuga	Ámbar O.	Fluido	MGRiu16Oc
			2017	Ago.	Verano	Centrífuga	Ámbar	Fluido	MGRiu17Ag
	Vidreres	Dalmau	2016	Jun.	Prim.	Centrífuga	Oscuro	Fluido	MVidD16Jn
			2017	Jun.	Prim.	Centrífuga	Oscuro	Fluido	MVidD17Jn
		Mirador	2016	Jun.	Prim.	Centrífuga	Oscuro	Fluido	MVidM16Jn
			2017	Jun.	Prim.	Centrífuga	Ámbar O.	Fluido	MVidM17Jn
Lleida	Camarasa	La Maçana	2017	Abr.	Prim.	Centrífuga	C. agua	Crist.	MCam17Ab
	Alòs d'Isil		2016	Jun.	Prim.	Centrífuga	Ámbar O.	Fluido	MAll16Jn
			2017	Jun.	Prim.	Centrífuga	Ámbar	Fluido	MAll17Jn
	Serós		2017	Jun.	Prim.	Centrífuga	Ámbar	Fluido	MSer17Jn
	Solsona		2016	May.	Prim.	Centrífuga	Ámbar	Crist.	MSol16My
			2017	May.	Prim.	Centrífuga	Claro	Fluido	MSol17My
Tarragona	Querol		2017	Junio	Prim.	Centrífuga	Claro	Crist.	MAQuer17Jn
	Duesaigües		2016	Ene.	Invi.	Centrífuga	Ámbar O.	Fluido	MDaig16En
	Vilallonga del Camp		2017	Oct.	Otoño	Prensado	Ámbar O.	Fluido	MVilC17Oc

3.3.3. Propóleos

Como se ha comentado en el apartado 1.3.1, en general los apicultores de Catalunya no comercializan el propóleo de sus colmenares. En el caso de los apicultores que han participado en el estudio tampoco lo recolectaron. Así pues, la extracción de los propóleos de esta tesis se realizó mediante raspado (Foto 11). Algunas veces la realizaron los propios apicultores y otras se realizó personalmente durante la visita de estudio de los colmenares. En todos los casos se obtuvieron muestras de todas las colmenas del colmenar y se mezclaron para homogeneizar la muestra.

Foto 11. Raspado de propóleo de una colmena de *A. mellifera*.

Mediante este método de raspado no se puede saber cuándo fueron elaborados los propóleos, ni cuál es el período de tiempo que han estado en la colmena. Lo único que se puede determinar es que son propóleos de esta zona ya que las colmenas son estáticas y siempre han estado en el mismo lugar.

En total se obtuvieron 26 muestras de propóleo de 26 colmenares (Tabla 7), los mismos colmenares de los que se obtuvo las muestras de miel, excepto en el caso de los colmenares de Granollers, Vidreres (Can Dalmau) y Viladecans (Filipines). Las muestras se recolectaron entre los años 2016 y 2017.

Los propóleos se han clasificado por

- Color y textura. Para determinar estas características, se observaron todas las muestras en las mismas condiciones de luz, con un fondo blanco y con las mismas condiciones ambientales para evitar variaciones en función de la temperatura.
  De esta manera se determinaron 6 colores (Foto 12): rojo, rojo amarillento (combinación de resina roja y amarilla, pero predomina la roja), amarillo rojizo (combinación de resina roja y amarilla, pero predomina la amarilla), amarilla, marrón claro (combinación de resina amarilla y marrón) y marrón oscuro.

Cada tipo de resina tenía una textura característica, la roja confería una textura rígida y cristalina, la amarilla maleable y la marrón rígida granulada (Foto 13). La mayoría de los propóleos tenían combinaciones de resinas que les conferían colores y texturas intermedias.

Tabla 7. Clasificación de las muestras de propóleo según la provincia (Prov.); localización del colmenar; año de recolección; color: rojo, rojo, amarillo rojizo, amarilla, marrón claro o marrón oscuro; textura: maleable, rígida cristalina o rígida granulada; código de identificación de cada muestra.

Prov.	Localización		Año	Color	Textura	Código
Barcelona	Barcelona	Ciutadella	2016	Marrón oscuro	Rígida granulada	PBCiu16
		Can Masdeu	2017	Amarillo	Maleable	PBCMd17
		Valldaura	2017	Marrón oscuro	Rígida granulada	PBVlld17
	Campins		2017	Rojo amarillento	Rígida cristalina	PCpins17
	La Garriga		2017	Amarillo	Maleable	PLGar17
	Marganell		2017	Rojo amarillento	Rígida cristalina	PMarg17
	Martorell		2017	Amarillo	Maleable	PMart17
	Orrius		2017	Rojo amarillento	Rígida cristalina	POrri17
	Sagàs		2016	Marrón claro	Rígida granulada	PSag16
	Torelló		2016	Rojo amarillento	Rígida cristalina	PTore16
	Viladecans	Atrium	2016	Amarillo rojizo	Maleable	PVAt16
		Mas Ratés	2016	Marrón oscuro	Rígida granulada	PVMR16
Girona	Torroella de Montgrí	Plana	2016	Amarillo rojizo	Rígida granulada	PTMP16
		Serra	2017	Amarillo	Maleable	PTMS17
	Olot	Batet	2017	Rojo	Rígida cristalina	PGBat17A
	Riudaura		2017	Rojo amarillento	Rígida cristalina	PGRiu17
	Santa Pau	Can Jordà	2017	Rojo amarillento	Rígida cristalina	PGCJo17
	St. Hilari Sacalm		2017	Rojo amarillento	Rígida cristalina	PStH17
	Vidreres		2016	Amarillo rojizo	Maleable	PVidM16
Lleida	Alòs d'Isil		2017	Rojo amarillento	Rígida cristalina	PAll17
	Camarasa	La Maçana	2017	Marrón claro	Rígido granulado	PCam17
	Serós		2017	Marrón claro	Rígida granulada	PSer17
	Solsona		2017	Amarillo rojizo	Maleable	PSol17
Tarragona	Querol		2017	Rojo amarillento	Maleable	PQuer17
	Duesaigües		2017	Marrón oscuro	Rígida granulada	PDaig17
	Vilallonga del Camp		2017	Marrón oscuro	Rígida granulada	PVilC17

Foto 12. Clasificación de los propóleos según el color.

Foto 13. Clasificación de los propóleos según sus texturas.

3.4. Métodos de tratamiento de muestras

Debido a las diferencias en la composición de las mieles y los propóleos, los protocolos de laboratorio para el análisis melisopalinológico fueron diferentes.

3.4.1. Tratamiento de muestras para análisis de mieles

El tratamiento de las muestras de mieles se realizó utilizando dos protocolos, uno sin acetólisis, para la identificación y cuantificación de los granos de polen en muestras sin o con muy pocos pólenes indeterminados, y otro con acetólisis, para la identificación y cuantificación de granos de polen en muestras con elevado número de indeterminados.

3.4.1.1. Protocolo para análisis de mieles sin acetólisis

El protocolo de análisis de mieles sin acetolizar está basado en Yang et al. (2012) consensuado con la Dra. Marie-José Battesti (Université Pascal Paoli. Corsica. France) y adaptado al funcionamiento y recursos del *Laboratori d'Anàlisis Palinològiques*-UAB.

1. Pesar 10 g de la muestra de miel en un vaso de precipitados de 100 mL., añadir 40 mL de agua acidulada [(1)] (facilita la solubilización de sales insolubles en agua como el oxalato cálcico, así como de sustancias coloidales que pueda haber en la miel).

2. Agitar 20 minutos a 20-25ºC, en agitador mecánico con micro–imán, a 250 rpm, para disolver los azúcares de la miel.

3. Repartir equitativamente la muestra en 4 tubos de centrífuga (base cónica) retirando previamente el imán (sin tocarlo) con otro imán.

4. Centrifugar las muestras a 2500 rpm durante 10 minutos y decantar.

5. Añadir 5mL de agua destilada a cada tubo y re-suspender la muestra utilizando un agitador Vortex hasta que se homogenice.

6. Reunir el contenido de 3 de los tubos en el cuarto, obteniendo así un volumen acumulado entorno a 20mL.

7. Centrifugar a 2500 rpm durante 10 minutos y decantar.

8. Añadir 40 μL de agua destilada y re-suspender el sedimento de la muestra.

Preparación de la lámina para análisis esporo-polínico

9. Recuperar 20 μL y colocar la mitad del contenido sobre un cubreobjetos de 20x20 situado sobre la placa calefactora a 37ºC. Antes de que se evapore todo el líquido de la muestra, añadir la mitad restante. Esperar a que se evapore el líquido.

(Nota: en el momento de colocar la muestra, el cubreobjetos ha de estar a 37ºC).

10. Misma operación para los 20 μL restantes encima de la muestra del mismo cubreobjetos.

(*Nota: en caso de que la muestra sea muy densa esta segunda operación se hará en el mismo portaobjetos, pero en un cubreobjetos diferente*).

11. Una vez se dispone del sedimento seco encima del cubreobjetos, aún sobre la placa calefactora a 37ºC, se añaden 20 μL de Dietil Éter (para eliminar la capa lipídica de la superficie (Gong et al., 2015)) y se deja evaporar.

12. Sobre un portaobjetos se añaden a continuación 20 μL aproximadamente de glicerogelatina con fucsina(2) (previamente calentada para llevarla a estado viscoso) .

13. Se toma el cubreobjetos con la muestra de miel, se le da la vuelta y se coloca sobre el portaobjetos, en contacto con la glicerogelatina, intentando que no se formen burbujas de aire.

14. Cuando la glicerogelatina se solidifica, se sellan los bordes del cubreobjetos con histolaca (LMR®).

---

(1) **Agua acidulada** (ácido sulfúrico al 5%).

- Pesar 5 g de H_2SO_4 al 96%.
- Poner 500 mL de H_2O destilada en un vaso de precipitados; adicionar lentamente el H_2SO_4 removiendo continuamente.
- Dejar enfriar.
- Transvasar a un matraz y añadir H_2O destilada hasta completar un 1L.

(2) **Glicerogelatina con fucsina**

- Pesar 7 gr de Gelatina plata 80-100 bloom y añadir 42 mL de H_2O destilada, homogeneizar y dejar reposar durante 2 horas.
- Añadir 50 mL de glicerina 99% (AGR) y 1 gr. de fenol. Homogeneizar al baño maría (50ºC).
- Añadir 0.05 mg de fucsina básica y homogeneizar.
- Dejar reposar y enfriar.

3.4.1.2. Protocolo para análisis de mieles con acetólisis

La preparación de las muestras de miel incorporando acetólisis en el proceso permite observar mejor las estructuras de la exina de los granos de polen. Además, usando este protocolo, el contenido polínico del sedimento se mantiene en un medio viscoso del que se toma una muestra homogénea y se traslada a un portaobjetos. Antes de añadir el cubreobjetos se le ha hecho una marca previa con histolaca (LMR®) alrededor que va a dejar un cierto grosor de gliceratina con el sedimento polínico entre portaobjetos y cubreobjetos. Ello permite hacer girar a los granos de polen sobre su eje y observarlos desde todos los ángulos posibles. Como contrapartida, la acetólisis elimina muchas esporas de hongos, levaduras y algas que pueda contener la miel, por eso no se recomienda este método para realizar el

contaje, solo para identificar. Este método está basado en el protocolo del Laboratori d'Anàlisis Palinològiques-UAB para muestras de mieles (Torreguitart, 1986).

1-7. Los pasos 1 a 7 coinciden enteramente con los citados anteriormente.

8. Añadir 5 mL de ácido acético glacial (AcOH glacial) y dejarlo actuar durante mínimo 3 horas.

9. Centrifugar a 2500 rpm durante 10 minutos y decantar

10. Añadir la mezcla acetolítica [(2)] y poner al baño maría, a 80ºC, de 3 a 10 minutos.

11. Añadir 5 mL de ácido acético glacial para parar la acetólisis.

12. Centrifugar a 2500 rpm durante 10 minutos y decantar.

13. Añadir 5mL de agua destilada, centrifugar a 2500 rpm durante 10 minutos y decantar.

Preparación de la lámina para análisis esporo-polínico

14. Resuspender el sedimento en agua glicerinada 30%[(3)] y añadir 2 gotas de solución de fucsina [(4)]. Remover y dejar reposar 20 min.

15. Centrifugar, decantar, poner el tubo boca abajo y dejar durante mínimo 2 horas, hasta que se seque el sedimento.

16. Añadir 60 μL de glicerina fenolada al 1%[(5)], resuspender el sedimento y homogeneizar.

17. Recoger 60 μL de la muestra y colocarlos en un portaobjetos, extendiendo con cuidado la muestra evitando que se formen burbujas de aire.

18. Antes de cubrir la muestra con un cubreobjetos de 20x60, en los laterales más largos del cubreobjetos se ha aplicado una línea continua de histolaca (LMR®) y se ha dejado secar. Una vez la histolaca está seca, se aplica una nueva capa sobre las mismas líneas y, sin dejar que se seque, se da la vuelta al cubreobjetos y se coloca sobre el portaobjetos con la muestra extendida, cuidando que no se formen burbujas de aire. Se presionan suavemente los bordes largos del cubreobjetos, haciendo que se extienda la muestra y no haya burbujas de aire. Finalmente, se sellan los laterales estrechos del cubreobjetos con histolaca (LMR®).

(Nota: estas muestras se han de almacenar en horizontal).

(1) Agua acidulada (ácido sulfúrico al 5%).
- Pesar 5 g de H_2SO_4 al 96%.
- Poner 500 mL de H_2O destilada en un vaso de precipitados; adicionar lentamente el H_2SO_4 removiendo continuamente.
- Dejar enfriar.
- Transvasar a un matraz y añadir H_2O destiladahasta completar un 1L.

(2) Mezcla acetolítica

Nota: la mezcla debe prepararse al momento. Es obligatorio utilizar guantes y gafas para preparar esta solución y seguir estrictamente el procedimiento indicado.
- En un vaso de precipitados de 50 mL añadir 9 mL de anhídrido acético ($C_4H_6O_3$) y añadir muy lentamente y removiendo suavemente 1mL de H_2SO_4. Con esta cantidad hay solución suficiente para dos muestras (5 mL por muestra).
- Si la solución presenta una tonalidad amarilla, se tiene que desechar puesto que significaría que las proporciones no se han respetado).

(3) Agua glicerinada 30%
- Poner 200 mL de glicerina pura en un vaso de precipitados de 1000 mL.
- Añadir 100 mL de glicerina fenolada 25%(6).
- Añadir H_2O destilada hasta completar 1L.

Almacenar la solución dentro de una botella y agitar para que se diluya la glicerina.

(4) Solución de fucsina: Poner 5mg de fucsina básica en 100 mL de H_2O destilada.

(5) Glicerina fenolada 1%
- Poner 100 mL de glicerina fenolada al 25% en un vaso de precipitados de 1000 mL.
- Añadir glicerina pura hasta completar 1L.

(6) Glicerina fenolada 25%
- Como el fenol, a temperatura ambiente, es un sólido cristalizado se tiene que poner al baño maría para tenerlo en estado líquido.
  Atención: debido a que el fenol es muy tóxico se tiene que trabajar bajo campana extractora y tener la precaución de aflojar el tapón de la botella de fenol antes de ponerla al baño maría.
- Poner 500 mL de glicerina pura en un vaso de precipitados de 1000 mL y calentar hasta 40-50ºC.
- Adicionar 250 mL de fenol en estado líquido, removiendo continuamente para evitar que recristalice.
- Una vez disuelto, añadir 250 mL de glicerina pura y homogeneizar.

3.4.2. Tratamiento de muestras para análisis de propóleos

El tratamiento de muestras de propóleos para su análisis al microscopio óptico está en basado en Barth (1998). Se presentan dos opciones de tratamiento, con y sin acetólisis. Como ya se ha comentado en el apartado de mieles, usar acetólisis permite estudiar mejor las características de los granos de polen, pero destruye una parte muy importante de esporas. De ahí que un estudio completo incluya los dos tipos de tratamiento. Los pasos 1-10 son comunes entre los dos tratamientos, a partir del paso 11, se utiliza una submuestra (división de la muestra principal que se realiza en el paso 3) para el tratamiento sin acetólisis y otra para el que es con acetólisis.

3.4.2.1. Protocolo para análisis de propóleos (sin acetólisis)

1. Triturar la muestra de propóleo.
2. Tomar 0,5 gr. de propóleo triturado y disolverlo en 15 mL de etanol (96º). Dejar entre 12 y 24h, removiendo de vez en cuando.
3. Repartir la muestra entre dos tubos de centrífuga.
4. Centrifugar a 2500 rpm durante 10 minutos y decantar.
5. Añadir a cada tubo 13 mL de etanol (96º).
6. Centrifugar a 2500 rpm durante 10 minutos y decantar.
7. Añadir 12 mL de KOH 10%(1) y poner al baño maría a 60ºC durante 10 minutos removiendo de vez en cuando con una varilla de vidrio (si se dispone de agitador de ultrasonido, 5 min de agitación serán suficientes).
8. Centrifugar a 2500 rpm durante 10 minutos y decantar.
9. Añadir 13 mL de H_2O destilada, resuspender las muestras, y transferir el sedimento a otro tubo de centrífuga, filtrando a través de una malla de fibra de plástico de 0,3 mm para eliminar las partículas orgánicas más gruesas.
10. Centrifugar a 2500 rpm durante 10 minutos y decantar.

Preparación de la lámina para análisis de esporas y restos biológicos

11. En uno de los duplicados añadir 60 μL de agua destilada y re-suspender el sedimento de la muestra utilizando la misma punta de la pipeta usada para pipetear el agua.
12. Recuperar con la misma punta de pipeta 30 μL y colocar la mitad del contenido sobre un cubreobjetos de 20x20 situado sobre la placa calefactora a 37ºC (*Nota: en el momento de colocar la muestra, el cubreobjetos ha de estar a 37ºC*). Antes de que se evapore todo el líquido de la muestra, añadir la mitad restante. Esperar a que se evapore el líquido.
13. Misma operación para los 30 μL restantes encima de la muestra del mismo cubreobjetos. (*Nota: en caso de que la muestra sea muy densa, esta segunda operación se hará en el mismo portaobjetos pero en un cubreobjetos diferente*).
14. Una vez se dispone del sedimento seco encima del cubreobjetos, aún sobre la placa calefactora a 37ºC, se añaden 20 μL Dietil Éter (para eliminar la capa lipídica de la superficie (Gong et al., 2015)) y se deja evaporar.
15. Sobre un portaobjetos se añaden a continuación 20 μL aproximadamente de glicerogelatina(2) (previamente calentada para llevarla a estado viscoso).

16. Se toma el cubreobjetos con la muestra de propóleo, se le da la vuelta y se coloca sobre el portaobjetos, en contacto con la glicerogelatina, intentando que no se formen burbujas de aire.
17. Cuando la glicerogelatina se solidifica, se sellan los bordes del cubreobjetos con histolaca (LMR®).

3.4.2.1. Protocolo para análisis de propóleos (con acetólisis)

Los pasos 1 a 10 coinciden enteramente con los citados anteriormente. De hecho, esta preparación se hace con el duplicado de la muestra obtenido en el apartado 3.4.2.1.

11. Añadir 5 mL de ácido acético glacial (AcOH glacial) y dejarlo actuar durante un mínimo de 3 horas.

12. Centrifugar a 2500 rpm durante 10 minutos y decantar.

13. Añadir la mezcla acetolítica (9 partes de anhídrido acético y 1 parte de ácido sulfúrico concentrado) y poner al baño maría a 80ºC, de 3 a 10 minutos

14. Añadir 5 mL de ácido acético glacial para parar la acetólisis.

15. Centrifugar a 2500 rpm durante 10 minutos y decantar,

16. Añadir 15mL de agua destilada, centrifugar a 2500 rpm durante 10 minutos y decantar.

Preparación de la lámina para análisis polínico

Las láminas para observación al microscopio óptico se han preparado, como en el caso de las mieles, sigueindo dos protocolos diferentes, en función de querer confeccionar una lámina con los elementos estáticos (preparación con glicerogelatina) o con posibilidad de hacer girar el polen sobre su eje (preparación con glicerina).

a) Preparación con glicerogelatina para contaje de polen.

17. Añadir 60 μL de agua destilada y re-suspender la muestra utilizando la propia punta de la pipeta.
18. Recuperar 30 μL y colocar la mitad del contenido sobre un cubreobjetos de 20x20 situado sobre la placa calefactora a 37ºC. Antes de que se evaporetodo el líquido de la muestra añadir la mitad restante. Esperar a que se evapore el líquido.

(*Nota: en el momento de colocar la muestra, el cubreobjetos ha de estar a 37ºC*)

19. Misma operación para los 30 µL restantes encima de la muestra del mismo cubreobjetos.

(*Nota: en caso de que la muestra sea muy densa, esta segunda operación se hará en el mismo portaobjetos, pero en un cubreobjetos diferente*).

20. Una vez se dispone del sedimento seco encima del cubreobjetos, aún sobre la placa calefactora a 37ºC, se añaden 20 µL de Dietil Éter (para eliminar la capa lipídica de la superficie (Gong et al., 2015)) y se deja evaporar.
21. Sobre el portaobjetos de 20x20se añade 20 µL aproximadamente de Glicerogelatina(2) (previamente calentada).
22. Sobre un portaobjetos se añaden a continuación 20 µL aproximadamente de glicerogelatina con fucsina(2) (previamente calentada para llevarla a estado viscoso)
23. Cuando la glicerogelatina se solidifica, se sellan los bordes del cubreobjetos con histolaca (LMR®).

b) Preparación con glicerina. En caso de hacer preparaciones con el contenido móvil para observar mejor algunas características de granos de polen no identificados hay que realizar esta preparación como continuación del punto 16.

17. Resuspender el sedimento en agua glicerinada 30%(3) y añadir 2 gotas de solución de fucsina (4). Remover y dejar reposar 20 min.
18. Centrifugar, decantar, poner el tubo boca abajo y dejar durante mínimo 2 horas, hasta que se seque el sedimento.
19. Añadir 60 µL de glicerina fenolada al 1%(5), resuspender el sedimento y homogeneizar.
20. Recoger 60 µL de la muestra y colocarlos en un portaobjetos, extendiendo con cuidado la muestra evitando que se formen burbujas de aire.
21. Antes de cubrir la muestra con un cubreobjetos de 20x60, en los laterales más largos del cubreobjetos se ha aplicado una línea continua de histolaca (LMR®) y se ha dejado secar. Una vez la histolaca está seca, se aplica una nueva capa sobre las mismas líneas y, sin dejar que se seque, se da la vuelta al cubreobjetos y se coloca sobre el portaobjetos con la muestra extendida, cuidando que no se formen burbujas de aire. Se presionan suavemente los bordes largos del cubreobjetos, haciendo que se extienda la muestra y no haya burbujas de aire. Finalmente, se sellan los laterales estrechos del cubreobjetos con histolaca (LMR®).
    (Nota: estas muestras se han de almacenar en horizontal).

(1) KOH al 10%

-Añadir 10gr de KOH a 100 ml de H_2O destilada.
Atención: *es una reacción exotérmica*.

(2) Glicerogelatina con fucsina

- Pesar 7 gr de Gelatina plata 80-100 bloomy añadir 42 mL de H_2O destilada, homogeneizar y dejar reposar durante 2 horas.
- Añadir 50 mL de glicerina 99% (AGR) y 1 gr. de fenol. Homogeneizar al baño maría.
- Añadir 0.05 mg de fucsina y homogeneizar.
- Dejar reposar y enfriar.

(3) Agua glicerinada 30%

- Poner 200 mL de glicerina pura en un vaso de precipitado de 1000 mL.
- Añadir 100 mL de glicerina fenolada 25%(6).
- Añadir H_2O destilada hasta completar 1000 mL.
  Almacenar la solución dentro de una botella y agitar para que se diluya la glicerina.

(4) Solución de fucsina: Poner 5mg de fucsina en 100 mL de H_2O destilada.

(5) Glicerina fenolada 1%

- Poner 100 mL de glicerina fenolada al 25% en un vaso de precipitado de 1000 mL.
- Añadir glicerina pura hasta completar 1000 mL.

(6) Glicerina fenolada 25%

- Como el fenol es un sólido cristalizado a temperatura ambiente, se tiene que poner al baño maría para tenerlo en estado líquido.
  Atención: debido a que el fenol es muy tóxico se tiene que trabajar bajo una campana extractora y tener la precaución de aflojar la botella de fenol antes del baño maría.
- Tomar 250 mL de fenol en una probeta.
- Añadir 500 mL de glicerina pura en un vaso de precipitado de 1000 mL y calentar hasta 40-50ºC
- Adicionar el fenol a la glicerina agitando continuamente para evitar que recristalice.
- Una vez disuelto, añadir 250 mL de glicerina pura y homogeneizar.

3.5. Análisis microscópico

Una vez preparadas las láminas de miel y de propóleo, se hizo una primera observación al microscopio óptico de los granos de polen, esporas y, en su caso, otros restos vegetales y fúngicos que aparecían. Mediante técnicas palinológicas se procedió a identificar los granos de polen y esporas, ayudándose de bibliografía especializada (Belmonte et al., 1986; Valdés et al., 1987; Smith, 1990; Moore et al., 1991; Reille, 1992; Bucher et al., 2004) y de la palinoteca de referencia del Laboratori d'Anàlisis Palinològiques (Universitat Autònoma de Barcelona) para poder identificarlos. Las láminas de miel y propóleo preparadas con el protocolo que permite hacer girar los granos de polen sobre su eje se usaron para establecer con mayor seguridad los tipos polínicos, dado que la observación se puede hacer desde todas las visiones posibles y que la acetólisis eliminó el contenido celular. Las láminas

estáticas se usaron para hacer los contajes de las partículas, ya que en ellas se han conservado todos los elementos originales de la muestra de miel y propóleo (no así en las sometidas acetólisis).

Tras una primera observación se clasificaron los granos de polen en tipos polínicos según sus características morfológicas. Posteriormente, aquellos que compartían características similares y proximidad taxonómica, y que no se podían diferenciar con precisión por su morfología, se agruparon bajo un mismo tipo polínico. También se identificaron las esporas. Para facilitar el análisis microscópico de las muestras, se elaboró una hoja de contaje (plantilla) que contenía listados los tipos polínicos más frecuentes.

Nomenclatura de los tipos polínicos

La identificación del grano de polen no siempre es fácil ni exacta, por eso, a la hora de clasificar cada polen, en esta tesis se usa la palabra "tipo polínico". Cuando el tipo polínico hace referencia a una sola especie, se le da el nombre de la especie; si hace referencia a un género, se le da el nombre del género; y si hace referencia a diferentes taxones, se le da el nombre del taxón considerado más representativo, al que se añade "T" (de tipo) al final, y entre paréntesis se citan los taxones que engloba.

Una vez establecidos los tipos polínicos, se han clasificado según varias características:

- Según el tipo de recurso (néctar, polen) que la abeja recolecta al visitar las plantas, los tipos polínicos se han clasificado como nectaríferos (incluye taxones de los cuales solo recolectan néctar o taxones de los que recolectan néctar y polen); poliníferos (incluye taxones de los cuales solo recolectan polen y taxones que son aerovagantes o de los que esporádicamente recolectan polen).
- Según el origen de la planta, se han clasificado como autóctonos o silvestres, cultivados (incluye taxones que solo se encuentran como cultivados), cultivados/silvestres (el tipo polínico incluye taxones cultivados y autóctonos o silvestres), exóticos (incluye plantas alóctonas, ya sean usadas como ornamentales o sean plantas invasoras), exóticos/autóctonos (a veces un mismo tipo polínico incluye taxones exóticos y autóctonos).
- Según el porte de la planta o estrato de vegetación al que corresponde se han clasificado como arbóreos, arbustivos/matorral, herbáceos o lianoides.
- Según la estación astronómica de floración de la planta se clasifica a los tipos polínicos como anual, invierno, primavera, verano y otoño.

Anotaciones a tener en cuenta: El tipo polínico *Rubus* incluye taxones autóctonos (*Rubus* sp., *Geum* sp.) y otros exóticos (*Eriobotrya japonica, Mespilus* sp., *Pyracantha* sp.). Debido a su elevada presencia

en las mieles, se ha considerado como autóctono en las muestras no urbanas y como exótico/autóctono en las muestras urbanas.

El taxón clasificado como tipo polínico *Myrtus* incluye especies como *M. communis* que es autóctono y polinífero, mientras que *Callistemon* sp. es considerado nectarífero y exótico. Al no poder diferenciar ambos géneros y como *Callistemon* sp. solo aparece (y muy raramente) en espacios urbanos, a *Myrtus* T. se le ha considerado como polinífero y exótico/autóctono.

En el caso de *Acer* sp., *A. negundo* es considerada como exótica y no nectarífera, mientras que las especies autóctonas (*A. campestre* o *A. monspessulanum*) que también se pueden encontrar en ciudades, son nectaríferas. En este caso se ha optado por considerar el tipo polínico como nectarífero y exótico/autóctono.

Algunas especies de *Ligustrum* son exóticas y nectaríferas, mientras que *L. vulgare* es una especie autóctona y no es nectarífera, y raramente se encuentra en ciudades. Los granos de polen de las diversas especies de *Ligustrum* no se pueden diferenciar entre sí, pero *Ligustrum* sp. se ha considerado como tipo polínico polinífero y autóctono en muestras no urbanas y nectarífero y exótico en muestras urbanas.

Método de contaje

La lectura de las muestras de miel y propóleo se realizó con un microscopio óptico (Olympus Bh-2) con objetivo de 40x y ocular de 15x. De cada muestra se procedió a la lectura de campos separados entre sí por 2 mm, a lo largo de tres líneas distribuidas homogéneamente en el cubreobjetos (la línea central y una separada 5mm a cada lado) (Foto 14). En cada uno de los campos se observó, identificó y contó todo el contenido (granos de polen, esporas de hongos y restos biológicos identificables). Si en el contaje de los campos de las tres líneas no se alcanzaban los 500 granos de polen o aparecían nuevos tipos polínicos en la tercera línea, se repetía la misma operación en tres líneas más (separadas 2 mm de las anteriores) (Von der Ohe et al., 2004). En caso de no alcanzar aún los 500 granos de polen, se leían las mismas líneas, pero dejando sólo 1mm entre campo y campo (duplicando el número de campos).

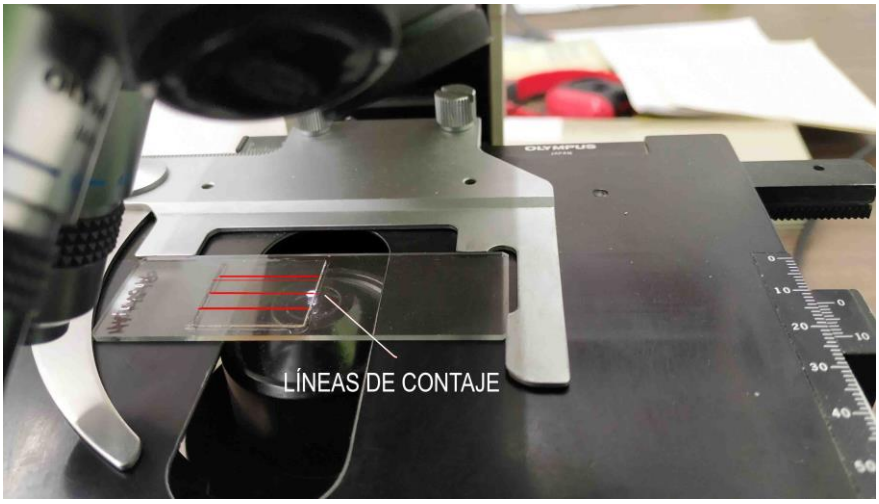


Foto 14. Representación de las 3 líneas de contaje para leer los campos de muestras de miel y propóleo.

Plantilla para la recogida de datos polínicos

Para facilitar la recogida de datos durante los análisis cualitativos y cuantitativos al microscopio óptico de las muestras de mieles y propóleos, se creó una plantilla u hoja de recogida de datos polínicos (Tabla 8). Se trata de una hoja a doble cara donde en la parte superior se anotan los datos identificativos de la muestra que se analiza: código de la muestra, producto analizado (miel o propóleo), procedencia de la muestra, nombre del analista y fecha de contaje; los datos necesarios para el análisis cuantitativo y cualitativo como: aumentos del objetivo utilizado (en nuestro caso 40X), aumentos del ocular (en nuestro caso 15X), diámetro de campo del microscopio en función del objetivo y del ocular utilizados (en nuestro caso 0,35mm), nº de campos leídos, y superficie total del área a analizar. En total se incluyeron 61 tipos polínicos clasificados por familias, y citados por orden alfabético. Los tipos polínicos de plantas nectaríferas se muestran en la cara delantera y los de plantas poliníferas/aerovagantes, los granos de polen indeterminados (desconocidos) y los indeterminables (que no se pueden determinar porque están deteriorados o situados de forma que no permite observarlos bien) en la cara trasera. En una primera columna se citan los tipos polínicos; las tres columnas siguientes son para anotar el número de granos de polen del correspondiente tipo polínico contado en los campos de cada una de las 3 líneas de lectura; la columna final es para indicar la suma del total.

OBJETIVO: X40 OCULAR: X15 MUESTRA: FECHA: / /
Nº DE CAMPOS: ANALISTA LOCALIZACIÓN:
SUPERFICIE DE MUESTRA: PRODUCTO:

			1ª linea	2ª línea	3ª línea	Total
Anacardiaceae		***Schinus* sp.**				
Araliaceae		***Hedera* helix**				
Apiaceae		***Foeniculum* tipo**				
Asteraceae	Fenestradas	**Cichorium sp.**				
		***Taraxacum* tipo**				
	Equinadas	**Silybum tipo**				
		***Helianthus* tipo**				
		***Galactites* tipo**				
	Escábridas	***Centaurea* sp.**				
		***Artemisia* sp.**				
Boraginaceae		***Echium* sp.**				
Brassicaceae		***Brassicaceae* tipo**				
Crassulaceae		***Sedum* tipo**				
Ericaceae		***Erica* sp.**				
Fabaceae	Arbóreas	***Ceratonia* siliqua**				
		Cercis tipo				
	Arbustivas	***Anthyllis* tipo**				
		***Ulex* tipo**				
	Herbáceas	***Lotus* sp.**				
		***Onobrychis* sp.**				
		Trifolium pratense				
		Melilotus tipo				
		***Coronilla* tipo**				
Fagaceae		***Castanea sativa***				
Hippocastanaceae		***Aesculus* sp.**				
Lamiaceae		***Rosmarinus* officinalis**				
		***Thymus* sp.**				
Liliaceae		***Muscari* tipo**				
		***Allium* tipo**				
		Asparagussp.				
Myrtaceae		***Eucalyptus*sp.**				
		Myrtus tipo				
Resedaceae		***Reseda*sp.**				
Rhamnaceae		***Rhamnus* tipo**				
Rosaceae		***Crataegus* sp.**				
		***Prunus* tipo**				
		*Rosa*sp.				
		***Rubus* tipo**				
Rutaceae		***Citrus* sp.**				
Simaroubaceae		***Ailanthus* tipo**				
Tiliaceae		***Tilia* sp.**				
					TOTAL	

		1ª línia	2ª línia	3ª línia	
Palmae	***Phoenix* tipo**				
	***Trachycarpus* tipo**				
Chen./Amaran.	**Amaranthaceae tipo**				
Cistaceae	***Cistus albidus***				
	Cistus monspeliensis				
	Cistus salviifolius				
	***Helianthemum* sp.**				
Cupressaceae	***Cupressaceae* tipo**				
Fagaceae	***Quercus* perennifolio tipo**				
	Quercus caducifolio tipo				
Oleaceae	***Ligustrum* sp.**				
	***Olea* europaea**				
Papaveraceae	**Papaver tipo**				
Pinaceae	***Pinus* sp.**				
Plantaginaceae	***Plantago* sp.**				
Poaceae	**Poaceae tipo**				
Salicaceae	***Populus* sp.**				
	***Salix* sp.**				
Ulmaceae	***Ulmus* sp.**				
Urticaceae	***Urtica* tipo**				
INDETERMINADOS					
INDETERMINABLES					
				TOTAL	
HDE					
ESPORAS					
***Alternaria* sp.**					
***Cladosporium* sp.**					
Pelos insecto					
Epidermis					
				TOTAL	

3.6 Análisis cuantitativo

Los resultados del análisis cuantitativo se han expresado como riqueza polínica o número absoluto de granos de polen en 10g de producto (RiqP o GP/10g)$_{(I)}$ y como el número absoluto de elementos de mielato en 10g (HDE/10g) $_{(II)}$, utilizando las fórmulas basadas en Louveaux et al. (1978) y Von der Ohe et al. (2004):

$$\frac{GP}{10g} = \frac{n_{GP} \times nTC}{nCO} \times 10/Pp \qquad \textbf{(I)}$$

donde:

n_{GP}: es el número total de granos de polen (GP) contabilizados,

n_{TC}: es el número total de campos (TC) de la muestra,

n_{CO}: es el número de campos observados (CO) para obtener n_{GP}

Pp: es el peso del producto analizado (g).

$$\frac{HDE}{10g} = \frac{n_{HDE} \times nTC}{nCO} \times 10/Pp \qquad \textbf{(II)}$$

donde:

n_{HDE}: es el número total de elementos de mielato (HDE) contabilizados,

n_{TC}: es el número total de campos (TC) de la muestra,

n_{CO}: es el número de campos observados (CO) para obtener n_{HDE}, y

Pp: es el peso del producto analizado (g).

En el caso de las mieles el Pp es 10g; en los propóleos es 0,25g, ya que la muestra inicial (0,5 g) se divide en dos submuestras (ver apartado 4.4.2.).

Para la clasificación de las mieles se ha utilizado el número total de elementos (N) en 10 g de miel, que corresponde a la suma de los resultados obtenidos de aplicar las fórmulas (I) y (II), es decir de granos de polen y de elementos de mielato. Estos resultados se han expresado según las Clases de Maurizio (Maurizio, 1939):

- **Clase I**, *N* <20.000, típico de mieles monoflorales con granos de polen infrarepresentados.
- **Clase II**, *N* entre 21.000–100.000, incluye la mayoría de las mieles multiflorales, mielatos y mezclas de miel y mielato.
- **Clase III**, *N* entre 101.000–500.000, incluye mieles monoflorales con granos de polen suprarepresentados y mielatos.
- **Clase IV**, *N* entre 501.000–1.000.000, incluye mieles monoflorales con granos de polen fuertemente suprarepresentados y mieles prensadas.
- **Clase V**, *N*>1.000.000, incluye prácticamente solo mieles prensadas.

Para los propóleos no se han propuesto clases y por ello en este trabajo solo se ha determinado el valor de (I) y (II).

3.7. Análisis cualitativo

Para determinar el origen geográfico de mieles y propóleos se parte del espectro polínico completo de las muestras respectivas, teniendo en cuenta los tipos polínicos de plantas nectaríferas y no nectaríferas (o poliníferas). Se compara el espectro polínico con las plantas que integran los diferentes tipos de vegetación del entorno y se interpreta cual era el entorno del colmenar.

Para establecer el origen botánico de las mieles se utilizan las frecuencias de los tipos polínicos de plantas nectaríferas. En función de las proporciones se asigna un origen multifloral o con predominio de determinada especie. Para clasificar las mieles según su origen botánico se han utilizado las siguientes referencias bibliográficas: Demianowicz; 1964; Morton, 1964; Oddo et al. (2004a; 2004b); Ohe et al. (2004); Sanz et al., 2005; y Bermejo & Pajuelo (2008a; 2008b; 2009a; 2009b; 2009c); Escuredo et al., 2012b; Nicholson 2012; Song et al., 2012; Ferrauto & Pavone, 2013; Arroyo et al., 2017.

También se ha utilizado la clasificación que Louveaux et al. (1978) estableció para describir las frecuencias polínicas. Se trata de 4 categorías: a) Polen predominante (>45%); b) Polen secundario (16–45%); c) Polen minoritario importante (3–15%); d) Polen minoritario (< 3%).

3.8. Estadística descriptiva

Para definir los tipos polínicos (TP) más representativos de mieles y de propóleos, se ha determinado la ratio de presencia (Yang et al., 2012; 2014a) (RP= número de muestras de miel dónde aparece el TP/número de muestras de miel analizadas y número de muestras de propóleo donde aparece el TP/número de muestras de propóleo analizados), las distribuciones de frecuencia relativa (FRmáx., FRmedia, FRmín.), la desviación estándar (DE) y el coeficiente de variación (CV).

Ya que los ecosistemas urbanos no son representativos de los paisajes naturales del territorio, el espectro polínico de las mieles urbanas distorsionaría el resultado de los TP característicos del territorio. Es por ello que, en el caso de las mieles, las RP se han calculado por separado para las mieles no urbanas y urbanas.

Para determinar los TP característicos de las mieles no urbanas se ha utilizado el criterio de Yang et al., (2014a), que incluye todos los TP con RP>10% y/o FRmáx >3%. Los TP que no cumplen estos parámetros se han clasificado como no característicos.

En el caso de las mieles urbanas se ha modificado el criterio de Yang et al., (2014a), debido a que el número de muestras totales es igual a nueve. En este caso, cualquier TP que apareciera en una sola miel ya tendría un RP>10% y estaría incluido en los TP característicos de las mieles urbanas. En consecuencia, se ha optado por usar un RP>40%, que equivaldría a la aparición de un TP en un mínimo de cuatro mieles (número mínimo que usó Yang et al., (2014a) para el mismo propósito). Además de un RP>40%, también se ha usado el criterio FRmáx >3%. Los TP que no cumplen estos parámetros se han clasificado como TP no característicos de mieles urbanas.

En los propóleos, los resultados no se han dividido entre muestras urbanas y no urbanas, ya que el número de muestras urbanas era dos. Para determinar los TP característicos de los propóleos se ha utilizado el criterio de Yang et al., (2012; 2014a), que incluye todos los TP con RP>10% y/o FRmáx >3%. Los TP que no cumplen estos parámetros se han clasificado como resto de TP.

Para la estadística descriptiva se ha utilizado el paquete estadístico de “Microsoft Excel (2016)”.

Variabilidad interanual de los tipos polínicos en mieles

Se analizó la variabilidad interanual que presentaban los tipos polínicos (TP)presentes en las mieles de un mismo colmenar y recolectadas durante la misma estación del año en diferentes años. Esto se realizó por partida doble, teniendo en cuenta todo el espectro polínico (nectaríferos y poliníferos) y con solo los TP nectaríferos.

Los colmenares en los que se realizó dicho estudio fueron: AlI, GBat, Mart, Orri, Sol, TMS, VidD, VidM, VAt, VMR, BCiu primavera (MBCiu16Jn y MBCiu17Ag; MBCiu16My y MBCiu17Ab), BCiu otoño (MBCiu15Oc y MBCiu17Oc), Tore primavera (Mtore16Mg y Mtore17Jn), Tore verano (Mtore16Se y Mtore17Jl).

Hay que aclarar que alguna muestra que se recolectó durante dos años seguidos, pero durante dos meses contiguos que correspondían a estaciones del año diferentes, como primavera (junio) y verano (julio), se ha considerado que estaban recolectadas en la misma estación del año. Éste hecho ha ocurrido con las muestras MVMR16Jn recolectada en junio 2016 y MVMR17Jl de julio 2017, y las muestras MGBat16Jn de junio 2016 y MGBat17Ag de agosto 2017.

En este estudio se calcularon los TP totales; los TP coincidentes entre los diversos años; los TP únicos por muestra de miel; el porcentaje de coincidencia interanual calculado como: número de TP coincidentes/número de TP totales (coincidentes + no coincidentes).

Variabilidad de los tipos polínicos en mieles urbanas

En el caso de las mieles urbanas, se analizaron los datos aportados por los ayuntamientos de Barcelona y Viladecans sobre el censo de plantas existentes en las calles de dichas ciudades. Con ello se calcularon tanto el porcentaje que representaba cada taxón sobre el total de taxones, como el porcentaje de taxones nectaríferos sobre el total de taxones y lo mismo para las plantas exóticas. Los resultados se compararon con los porcentajes de tipos polínicos de taxones exóticos que aparecieron en las mieles urbanas de Barcelona (MBCiu) y Viladecans (MBVAt).

Variabilidad de los tipos polínicos entre mieles y propóleos

Se calculó el nº total de tipos polínicos (TP) en mieles y en propóleos, el número total de TP compartidos entre mieles y propóleos, y el porcentaje de coincidencia total de los TP entre mieles y propóleos [(TPcompartidos /TP no compartidos de las mieles +TP no compartidos de los propóleos) x100].

También se analizó la variabilidad media de los TP (nectaríferos y poliníferos) entre muestras de miel y propóleo de la misma localización. Hay 26 localizaciones de las cuales se tiene muestra de propóleo y miel. Se calcularon los TP totales, los TP coincidentes, el porcentaje de coincidencia entre mieles y propóleos calculado como: número de TP coincidentes/ número de TP totales (coincidentes + no coincidentes).

3.9. Análisis estadístico de datos

3.9.1. Análisis estadístico

Un primer paso para el estudio estadístico entre las muestras analizadas, es conocer si los datos cumplen distribución normal o no. Para ello se realizó una prueba Shapiro-Wilk [(1)] a todas las series de datos para determinar la presencia o ausencia de normalidad. En aquellos datos donde tenían igualdad de varianzas y seguían una distribución normal se procedía a realizar un test de ANOVA [(2)] para buscar diferencias significativas (P<0,05). En caso de no cumplir normalidad se aplicó el test de pruebas no paramétrico Kruskal-Wallis [(3)] donde, en caso de encontrar diferencias significativas (P<0,05) en un grupo, posteriormente se utilizaba la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney [(4)], como prueba *post hoc* para buscar diferencias bilaterales y detectar con qué otros grupos tenía diferencias significativas (P<0,05).

Estas pruebas se realizaron con el programa estadístico IBM® SPSS® Statistics v. 22. mientras que como soporte gráfico se ha utilizado el paquete estadístico de "Microsoft Excel (2016)".

Variables analizadas en mieles

A la hora de proceder al análisis de datos se clasificaron las mieles (n=51) en función de distintas variables. Se tuvieron en cuenta la riqueza polínica (RiqP, GP/10g o nº total de granos de polen en 10g de muestra), y la diversidad polínica (número total de tipos polínicos o DivP), por separado. A su vez, los análisis se realizaron en función del porcentaje de tipos polínicos (TP) clasificados de diversas maneras. Primero teniendo en cuenta todo el espectro polínico y después solo los TP nectaríferos.

Las mieles se estudiaron en función de:

Método de extracción de la miel

El primer análisis realizado fue comprobar si existían diferencias entre las mieles obtenidas según el método de centrifugación y el de prensado.

Número de granos de polen contabilizados

Se analizó la correlación (Spearman [(5)] <P,0,05) nº de granos de polen contabilizados por muestra de miel con la diversidad polínica (nº de TP de la muestra).

Año de recogida de muestras

Se analizó la riqueza y la diversidad polínica interanual, entre las mieles de diversos años de un mismo colmenar y recolectadas durante la misma estación del año. En algunos casos la muestra se

recolectó durante dos años seguidos, pero durante dos meses contiguos, junio (primavera) y julio (verano), y aunque correspondieran a estaciones del año diferentes, se ha considerado que estaban recolectadas en la misma estación del año [MVMR16Jn (junio) con MVMR17Jl (julio), y MGBat16Jn (junio) con MGBat17Ag (agosto)]

Ecosistema donde estaban ubicados los colmenares

En la presente tesis se tuvieron en cuenta tres tipos de clasificación de ecosistemas:

1- Ecosistema según su cubierta: forestal, matorral, agrícola y urbano.
2- Ecosistema según usos del suelo: urbano, periurbano y rural.
3- Ecosistema según uso urbanístico: urbano y no urbano.

En función de ellos se analizaron sus respectivas

1- Riqueza y diversidad polínica.
2- El origen botánico que representa el TP (autóctono, cultivado, cultivado/silvestre, exótico, exótico/autóctono).
3- El estrato de la planta que representa el TP (arbóreo, arbustivo/mata, herbáceo, lianoide).

Estación de recolección de la miel: invierno, primavera, verano, otoño.

En función de la estación se analizaron sus respectivas

1- Riqueza y diversidad polínica.
2- La estación de floración de la planta que representa el TP (invierno, primavera, verano, otoño).

Variables analizadas en propóleos

A la hora de proceder al análisis de datos se clasificaron los propóleos (n=26) en función de distintas variables. Se tuvieron en cuenta la riqueza polínica (número total de granos de polen en 10g de muestra) y la diversidad polínica (número total de TP) por separado. A su vez, los análisis se realizaron en función del porcentaje de TP clasificados de diversas maneras, pero siempre teniendo en cuenta todo el espectro polínico (TP nectaríferos y poliníferos).

Los propóleos se clasificaron en función de:

Ecosistema donde estaban ubicados los colmenares

En la presente tesis se tuvieron en cuenta tres tipos de clasificación de ecosistemas:

1- Ecosistema según su cubierta: forestal, matorral, agrícola y urbano.
2- Ecosistema según usos del suelo: urbano, periurbano y rural.
3- Ecosistema según uso urbanístico: urbano y no urbano.

Color del propóleo

Para este análisis se simplificaron los colores en rojo (incluye rojo y rojo amarillento), amarillo (incluye amarillo y amarillo rojizo) y marrón (incluye marrón claro y marrón oscuro).

Textura del propóleo

Rígida cristalina, rígida granulada y maleable.

En función de estas clasificaciones se analizaron sus diferencias con respecto a:

1- Riqueza y diversidad polínica.
2- El origen botánico que representa el TP (autóctono, cultivado, cultivado/silvestre, exótico, exótico/autóctono).
3- El estrato de la planta que representa el TP (arbóreo, arbustivo/mata, herbáceo, lianoide).

También se analizó la relación entre el color y la textura, buscando si había diferencias significativas entre las muestras

Variables analizadas en la comparación de mieles y propóleos

Se compararon los valores de la riqueza polínica (número total de granos de polen en 10g de muestra) y la diversidad polínica (número total de TP) por separado.

A su vez, se compararon los porcentajes de TP clasificados, pero siempre teniendo en cuenta todo el espectro polínico (TP nectaríferos y poliníferos). Los TP se clasificaron según:

- El origen botánico que representa el TP: autóctono o silvestre, cultivado, cultivado/silvestre, exótico, exótico/autóctono.
- El estrato de la planta que representa el TP: arbóreo, arbustivo/matorral, herbáceo, lianoide.
- La estación de floración de la planta que representa el TP: anual, invierno, primavera, verano, otoño.

También se compararon estadísticamente las frecuencias totales de los TP de las muestras de miel (n=51) con las de los propóleos (n=26) mediante el test de Kruskal-Wallis, pero solo para aquellos TP que aparecían en ambas muestras.

(1) El test de Shapiro Wilk se emplea para conocer si los datos siguen una distribución normal. Las hipótesis a contrastar serán:

H_0: la muestra procede de una distribución normal

H_1: la muestra no procede de una distribución normal.

Para interpretar los resultados se tendrá en cuenta el valor de "p-value". Si éste es menor de 0.05, se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se concluye que las muestras no siguen una distribución normal.

(2) El test ANOVA compara las medias de K muestras independientes con distribución normal y varianzas iguales, y discrimina si éstas proceden de poblaciones idénticas. Las hipótesis que se trata de contrastar son:

H_0: las medias de las poblaciones son iguales

H_1: al menos una de las poblaciones tiene una media distinta.

Al interpretar estos resultados se ha de tener en cuenta el valor de "p-value". Si éste es menor de 0.05, se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se concluye que las muestras son diferentes (o al menos una de ellas); si el valor es mayor, se acepta la hipótesis nula (H_0) considerándose que todas las muestras son iguales.

(3) El test de Kruskal-Wallis compara las medias de K muestras independientes sin distribución normal, y decide si éstas proceden de poblaciones idénticas. Las hipótesis que se trata de contrastar son:

H_0: las medias de las poblaciones son iguales

H_1: al menos una de las poblaciones tiene una media distinta.

Al interpretar estos resultados se ha de tener en cuenta el valor de "p-value". Si éste es menor de 0.05, se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se concluye que las muestras son diferentes (o al menos una de ellas); si el valor es mayor, se acepta la hipótesis nula (H_0) considerándose que todas las muestras son iguales.

(4) El test U de Mann-Whitney compara las medias de 2 muestras independientes sin distribución normal y decide si la distribución es la misma. Las hipótesis que se trata de contrastar son:

H_0: la distribución de partida de ambos grupos es la misma

H_1: los valores de una de las muestras tienden a exceder a los de la otra.

Al interpretar estos resultados se ha de tener en cuenta el valor de "p-value". Si éste es menor de 0.05, se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se concluye que las muestras son diferentes; si el valor es mayor, se acepta la hipótesis nula (H_0) considerándose que las dos muestras son iguales.

(5) El test de correlación de Spearman sirve para medir la correlación (asociación o interdependencia) entre dos variables aleatorias. Las hipótesis que se trata de contrastar son:

H_0: Las variables son independientes por lo que una variable no varía dentro del rango de la otra variable.

H_1: Las variables son dependientes, una variable varía dentro del rango de la otra variable.

Al interpretar estos resultados se ha de tener en cuenta el valor de "p-value". Si éste es menor de 0.05, se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se concluye que las muestras están correlacionadas; si el valor es mayor, se acepta la hipótesis nula (H_0) y se concluye que las muestras son independientes.

3.9.2. Agrupaciones con clústeres jerárquicos

Con la intención de encontrar coincidencias o divergencias entre las mieles por un lado y entre los propóleos por otro lado, se realizó el análisis de Clústeres Jerárquicos (Salgado-Laurenti et al., 2017). Se buscaron agrupaciones según el origen botánico de las mieles, es decir teniendo en cuenta solo los tipos polínicos nectaríferos. En el caso de los propóleos, se realizó teniendo en cuenta todo el espectro polínico. Al igual que en el análisis descriptivo, en este análisis, las mieles urbanas se han separado de las no urbanas.

Dichos clústeres se realizaron con el programa estadístico IBM® SPSS® Statistics versión 22.

Resultados

4. Resultados

4.1. Flora de interés apícola

Tal y como se mencionó en Material y métodos (apartado 3.1.), un primer paso para el estudio de las mieles en Catalunya es conocer la flora de interés apícola existente en el territorio. Tras una revisión bibliográfica exhaustiva, en el Anexo 1 se enumeran 424 taxones útiles para *A. mellifera*, y en el Anexo 2 se muestran algunas fotografías de abejas visitando diferentes taxones, procedentes de las observaciones personales.

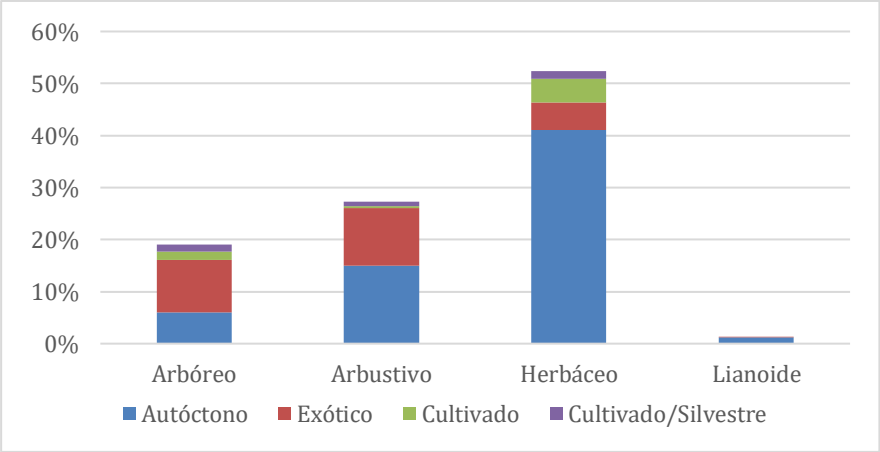
Aunque la tabla del Anexo 1 muestra 424 taxones, en realidad se han analizado 594. La explicación de este incremento numérico es que, en numerosos casos, el nombre del taxón incluye otros taxones que comparten características de las que se citan en la tabla y, para estudiar detenidamente las características de la flora apícola se ha considerado por separado cada género y/o especie incluida entre paréntesis en la columna "Taxón". Por ejemplo, el género "*Acer* sp." tiene una única entrada en la tabla, pero va acompañado de un paréntesis donde se citan las especies "*A. campestre*; *A. monspessulanum*". A la hora de hacer los cálculos de frecuencias, cada especie se ha contado como una entrada independiente de tal manera que, en este caso, habrá 2 entradas. Siguiendo con el ejemplo de *Acer*, podemos ver que en una entrada previa se cita *Acer negundo*. Se hace así porqué, como puede comprobarse en la columna "Interés" del Anexo 1, *Acer negundo* sólo aporta polen como recurso apícola mientras que las especies englobadas en el tàxon *Acer* sp. aportan polen, néctar y exudados azucarados.

El recuento total de familias mostradas en el Anexo 1 asciende a 114. Las familias con mayor número de taxones que proporcionan néctar son: Fabaceae (49), Asteraceae (39), Rosaceae (34), Lamiaceae (28), Brassicaceae (16), Apiaceae (11) y Boraginaceae (10). Las familias con mayor número de taxones que proporcionan solo polen son: Cistaceae (8), Oleaceae (8), Scrophulariaceae (8), Palmae (7) y Papaveraceae (6).

Teniendo en cuenta el estrato de la planta, se han identificado 312 taxones herbáceos (el 52%), la mayoría autóctonos o silvestres (78%), seguidos de exóticos, cultivados y cultivado/silvestre con un 10%, 9% y 3% respectivamente. Dentro de los 162 taxones arbustivos (27%), el 55% son autóctonos o silvestres, el 41% exóticos, un 3% cultivado/silvestre y solo un 1% son cultivados. De taxones arbóreos se han identificado 113 (19%), de los cuales el 53% tienen un origen exótico, el 32 % autóctono, el 8% cultivado y el 7% cultivado/silvestre. Por último, de los 8 taxones lianoides (1%), 7 son autóctonos o silvestres y 1 es exótico (Figura 5).

Sobre el origen de las plantas, de manera general, el 63% de los taxones son autóctonos del NE de España, el 27% exóticos, el 6% cultivados y el 4% cultivado/silvestre.

Figura 5. Relación entre el estrato y el origen de los taxones mostrados en la Tabla 1 del Anexo 1. Datos mostrados en porcentajes.



Teniendo en cuenta los grados de interés de *A. mellifera* por el polen y/o el néctar (categorías del 0, raramente visitado, al 3, visitado muy frecuentemente), el 86% de los taxones del Anexo 1 tienen algún tipo de interés polinífero, el 80% tienen interés nectarífero, y el 71% hacia ambos recursos. Los taxones que solo muestran interés por el polen son el 19%, y los de interés solo por su néctar un 9%. Teniendo en cuenta el grado de interés más relevante (3), los porcentajes de taxones nectaríferos y poliníferos coinciden en un 22%. Por último, 37 taxones (6%) tienen un interés máximo por ambos recursos (N3P3), como *Borago officinalis*, *Brassica napus*, *B. nigra*, *B. oleraceae*, *B. rapa*, *B. juncea*, *Carduus* sp., *Castanea sativa*, *Centaurea* aspera, *C.* cyanus, *C. sempervirens*, *C. montana*, *Ceratonia siliqua*, *Citrus* sp., *Diplotaxis erucoides*, *Echium vulgare*, *E. plantagineum, E. creticum*, *E. candicans*, *Erica arborea*, *Erica* sp., *E. multiflora*, *Eucalyptus amigdalina*, *E. globulus*, *E. camaldulensis*, *Hedera helix*, *Hedysarum coronarium*, *Helianthus* annus, *H. tuberosus*, *Lotus corniculatus*, *L. creticus*, *Onobrychis viciifolia*, *Taraxacum officinale*, *Trifolium* sp., *Vicia* sp., *Vicia faba*, *V. villosa*.

Según el estrato al que pertenecen los taxones, el 88% de las lianas, el 84% de los arbustos, el 81% de las hierbas y el 69% de los árboles muestran algún tipo de interés nectarífero (escala de 0 a 3). Por otro lado, el 100% de los lianoides, el 92% de los herbáceos, el 91% de los arbóreos y el 88% de los arbustivos muestran interés polinífero (Figura 6). El porcentaje de taxones que muestran el máximo interés hacia el néctar y el polen (N3P3) dentro de los lianoides es del 25%; de los herbáceos, del 8%; de los arbóreos, del 5%; y de los arbustivos, del 3%.

Al tener en cuenta el origen del taxón, el interés de *A. mellifera* por el néctar en plantas cultivadas es del 97%, en las exóticas es del 84%, en las autóctonas del 76%, y en las cultivadas/silvestres del 73%. Por otro lado, con respecto al interés hacia el polen, el 100% de los taxones cultivados/silvestres presentan algún interés, el 95% de los cultivados, el 93%de los autóctonos, y el 82% de los exóticos (Figura 7). Con respecto al máximo interés por el néctar y polen (N3P3), el 18% de los cultivados tienen interés, de los cultivados/silvestres el 14%, el 6% de los autóctonos y el 3% de los exóticos.

Figura 6. Relación entre taxones de interés nectarífero y/o polinífero y el tipo de estrato de la planta. Datos mostrados en porcentajes. NPx: el taxón muestra algún grado de interés por el néctar, independientemente de si existe interés por el polen; NxP: el taxón muestra algún grado de interés por el polen, independientemente de si existe interés por el néctar; Solo nectarífero: taxones que tienen interés únicamente por el néctar; Solo polinífero: taxones que tienen interés únicamente por el polen; N3P3: taxones que tienen el máximo interés por su néctar y polen.

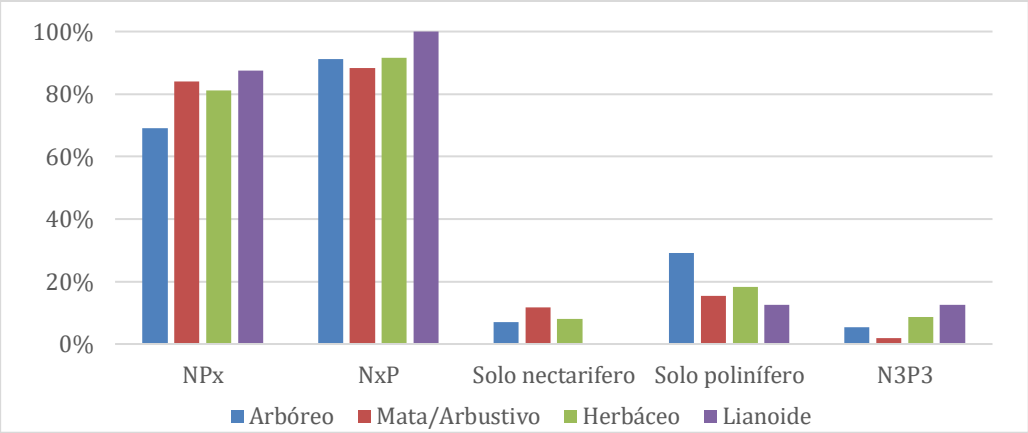
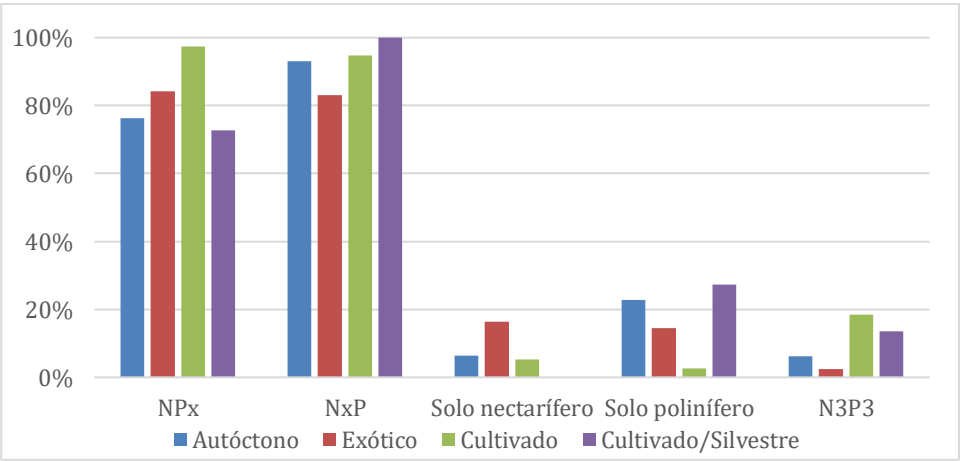
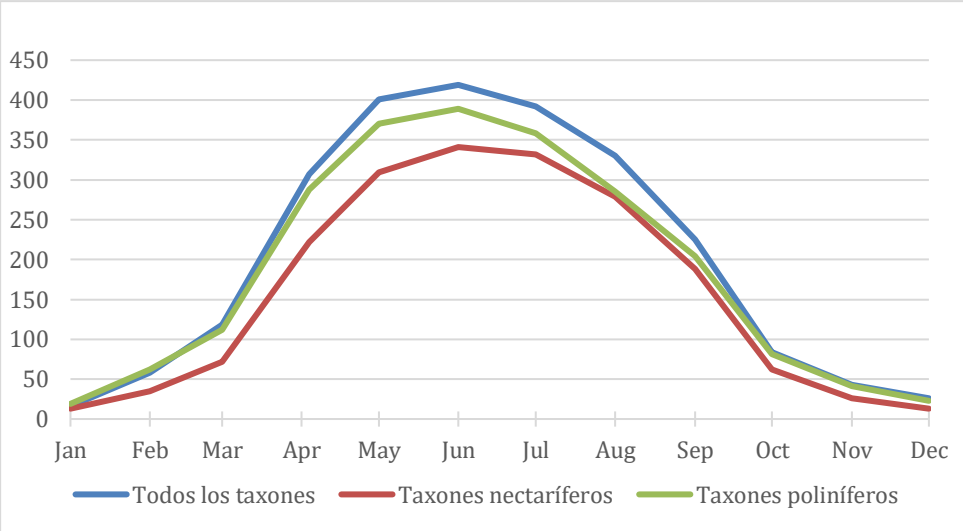


Figura 7. Relación entre taxones de interés nectarífero y/o polinífero y el origen de la planta. Datos mostrados en porcentajes. NPx: el taxón muestra algún grado de interés por el néctar independientemente de si existe interés por el polen; NxP: el taxón muestra algún grado de interés por el polen independientemente de si existe interés por el néctar; Solo nectarífero: taxones que tienen interés únicamente por el néctar; Solo polinífero: taxones que tienen interés únicamente por el polen; N3P3: taxones que tienen el máximo interés por su néctar y polen.



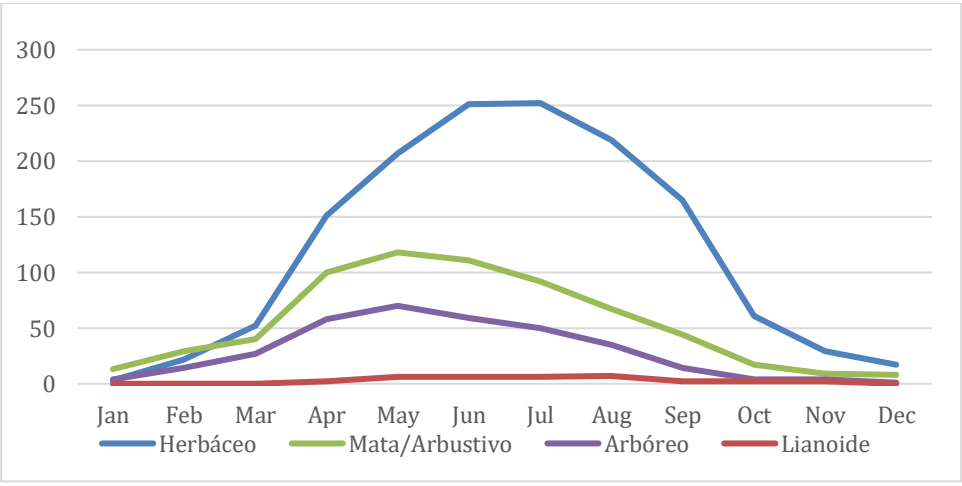
Referente a los períodos de floración (Figura 8), la mayor parte de taxones florecen durante los meses de abril a agosto, siendo junio el mes con más taxones en floración (419). Comparando entre los taxones nectaríferos (con algún grado de interés N) y poliníferos (con algún grado de interés P), no se observan grandes variaciones en los períodos de floración.

Figura 8. Meses del año en los que florecen los taxones mostrados en el Anexo 1, teniendo en cuenta todos los taxones, los que tienen algún grado de interés nectarífero y los que tienen algún grado de interés poliníferos.



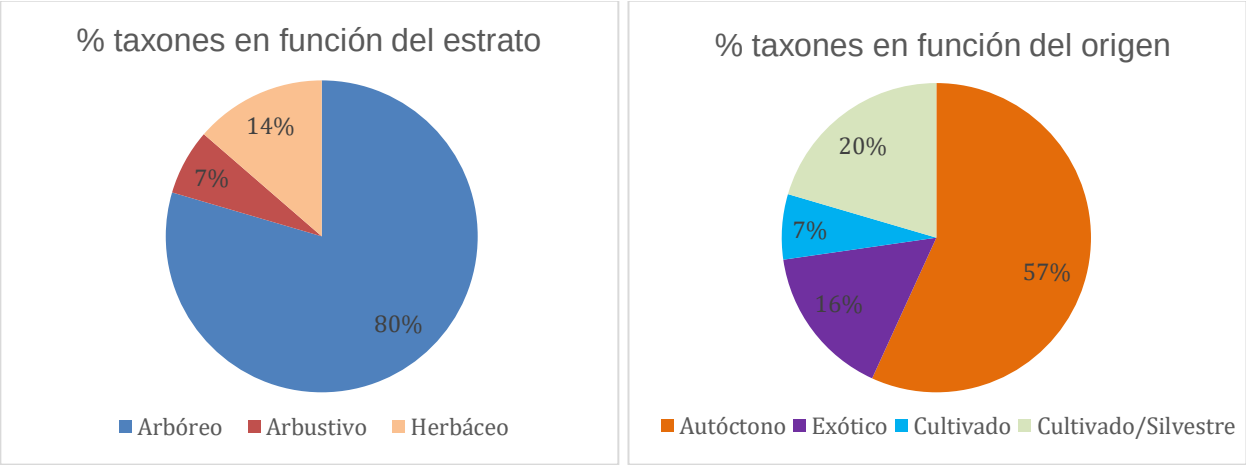
Observando la floración con respecto al tipo de estrato (Figura 9), el mayor número de taxones en floración en el mes de junio corresponden a taxones herbáceos, mientras que el de los arbustivos y arbóreos se reparten entre los meses de abril, mayo, junio y julio. Por otro lado, los taxones herbáceos presentan un periodo de floración de 4-5 meses, mientras que el de los arbustivos y lianoides es de 4 meses y el de los arbóreos de 3.

Figura 9. Meses del año en los que florecen los taxones mostrados en la Tabla 1 (Anexo 1), teniendo en cuenta el tipo de estrato (herbáceo; arbustivo; arbóreo; lianoide).



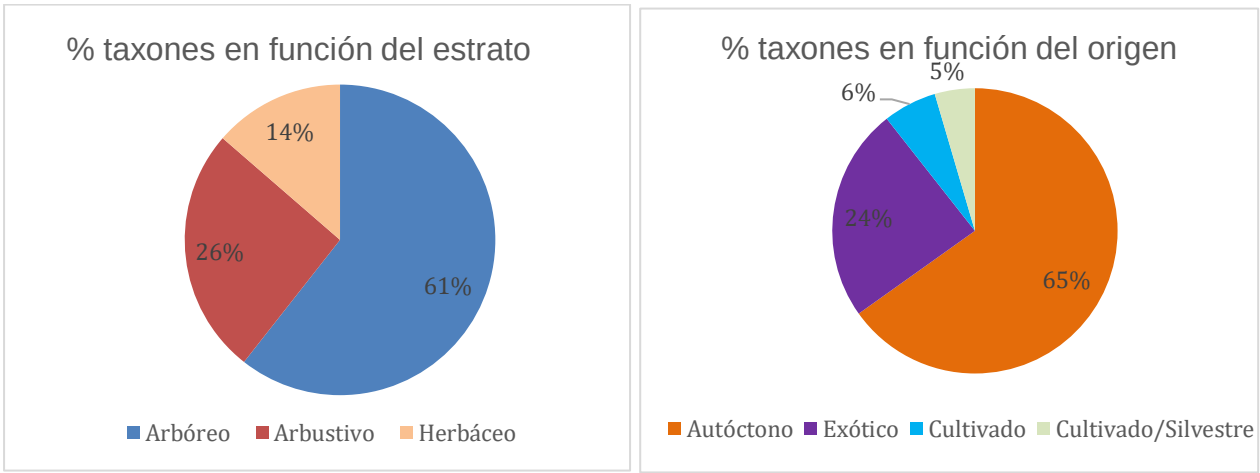
Referente a los taxones de interés por aportar exudados azucarados (para la producción de mielato), se han contabilizado 44 (7% del total de taxones). Teniendo en cuenta el estrato (Figura 10), el 80% de ellos son de porte arbóreo, el 14% herbáceos y el 7% arbustivo (no se han encontrado taxones de estrato lianoide). Teniendo en cuenta el origen (Figura 10), la mayoría de los taxones son autóctonos (57%), el 20% son cultivados/silvestres, el 16% exóticos y el 7% cultivados.

Figura 10. Porcentaje de taxones productores de mielato en función del estrato vegetal (arbóreo; arbustivo herbáceo) y del origen (autóctono; exótico; cultivado; cultivado/silvestre).



En cuanto a los taxones de interés para la producción de propóleo, aparecen listados 66 (11%). Teniendo en cuenta el estrato de la planta, el porcentaje de taxones arbóreos es del 61%, de arbustivos 26% y de herbáceos 14%. Al igual que con los exudados azucarados no hay taxones lianoides de interés para producir propóleo. Teniendo en cuenta el origen, la mayoría de los taxones son autóctonos (65%), el 24% son exóticos, el 6% cultivados y el 5% cultivados/silvestres. (Figura 11).

Figura 11. Porcentaje de taxones productores de propóleo en función del estrato vegetal (arbóreo; arbustivo; herbáceo; lianoide) y del origen (autóctono; exótico; cultivado; cultivado/silvestre).



4.1.2. Flora de interés para la producción de mieles monoflorales

Realizada la revisión de la flora de interés apícola, es importante conocer qué taxones podrían tener interés para la producción de miel monofloral en Catalunya. Para ello, del Anexo 1, se han seleccionado aquellos taxones que se pueden encontrar en Catalunya de forma natural, cultivados, ornamentales o como invasores, y que han sido referenciados en la bibliografía como fuente principal para la producción de mieles monoflorales (Tabla 8). De esta tabla se deduce que la mayoría de taxones de interés para la producción de miel monofloral son herbáceos (51%), como *Borago officinalis*, *Brassica* sp., *Centaurea* sp., *Diplotaxis erucoides*, *Echium* sp., *Helianthus annus*, *Lotus* sp., *Medicago* sp., *Onobrychis viciifolia*, *Taraxacum officinalis*, *Trifolium* sp., o *Vicia* sp. El 27,6% de los taxones son arbustivos, el 20,0% son arbóreos y el 1,4% son lianoides. Sobre el origen de las plantas, el 56,2% de los taxones son autóctonos o silvestres, el 18,1% cultivados, el 16,2% exóticos, el 8,6% cultivados/silvestres, y hay un taxón que puede ser autóctono o exótico, *Tilia* sp.

Tabla 8. Flora de interés para la producción de miel monofloral en Catalunya. Por columnas se muestra: **Taxón** (ordenados alfabéticamente); **Nombre común**; **Familia** botánica; **Estrato** (A, arbóreo; M, arbustivo; H, herbáceo; L, lianoide); **Origen**, (A, autóctono o silvestre; C, cultivado; C/S, cultivado y/o silvestre; E, exótico); **Referencias** bibliográficas (en número), esta numeración corresponde a las obras que se citan en el Anexo 1. *Las especies exóticas aparecen con fondo de color gris*

Taxón	Nombre común	Familia	Estrato	Origen	Referencias
Acer campestre	Arce	Aceraceae	A	A	58;87
Agave sp.	Agave	Amaryllidaceae	H	E	164
Ailanthus altissima	Ailanto	Simaroubaceae	A	E	87;141;278
Allium sp.	Ajo/Cebolla	Amaryllidaceae	H	C/S	141
Amorpha fruticosa	Falso índigo	Fabaceae	M	E	87;141
Anthyllis sp.	Albaida	Fabaceae	H	A	141;164
Arbutus unedo	Madroño	Ericaceae	A	A	26;141;264
Armeria sp.	Clavelina	Plumbaginaceae	H	A	164
Asparagus sp.	Espárrago	Asparagaceae	M	A	141
Asphodelus sp.	Asfodelo	Liliaceae	H	A	141
Aster sp.	Áster	Asteraceae	H	A	164
Astragalus sp.	Astrágalo	Fabaceae	H	A	230;264
Borago officinalis	Borraja	Boraginaceae	H	A	109;141
Brassica sp.	Mostaza/nabo	Brassicaceae	H	C/S	141;142
Calluna vulgaris	Brecina	Ericaceae	M	A	141;142;164
Carlina sp.	Carlina	Asteraceae	H	A	141
Castanea sativa	Castaño	Fagaceae	A	A	58;141;142;264
Centaurea sp.	Centaurea	Asteraceae	H	A	109;141;264;266
Ceratonia siliqua	Algarrobo	Fabaceae	A	C/S	141;230;254;264
Cirsium sp.	Cardo	Asteraceae	H	A	141

Taxón	Nombre común	Familia	Estrato	Origen	Referencias
Citrus sp.	Cítricos	Rutaceae	A	C	109;141;142;230;264
Coriandrum sativum	Cilantro	Apiaceae	H	C	50;109;141;164
Cucumis sp.	Melón	Cucurbitaceae	H	C	58;109
Cucurbita sp.	Calabaza/calabacín	Cucurbitaceae	H	C	58
Cynoglossum sp.	Cinoglosa	Boraginaceae	H	A	141
Daucus carota	Zanahoria	Apiaceae	H	C	141
Diplotaxis erucoides	Rabaniza	Brassicaceae	H	A	141
Dittrichia viscosa (= *Inula viscosa*)	Olivarda	Asteraceae	H	A	141
Dorycnium sp.	Bocha	Fabaceae	M	A	141
Echium sp.	Chupamieles	Boraginaceae	H	A	141;256
Epilobium sp.	Epilobio	Onagraceae	H	A	141
Erica arborea	Brezo blanco	Ericaceae	M	A	141;161
Erica multiflora	Brezo de invierno	Ericaceae	M	A	141
Eriobotrya japonica	Níspero	Rosaceae	A	C	141
Eryngium sp.	Cardo panical	Apiaceae	H	A	141
Eucalyptus sp.	Eucalipto	Myrtaceae	A	E	141;142;230;264
Euphorbia sp.	Euforbia	Euphorbiaceae	H	A	141;260;264
Fagopyrum esculentum	Trigo sarraceno	Polygonaceae	H	C	58;109;141
Ferula communis	Cañaheja	Apiaceae	H	A	230;264
Frangula alnus (= *Rhamnus frangula*)	Arraclán	Rhamnaceae	M	A	118;141
Galactites tomentosa	Calcida blanca	Asteraceae	H	A	141;225
Glycine max	Soja	Fabaceae	H	C	141
Gossypium hirsutum	Algodón	Malvaceae	M	C	141;264;266
Hedera helix	Hiedra	Araliaceae	L	A	141
Hedysarum coronarium	Zulla	Fabaceae	H	C	141;230
Helianthus annuus	Girasol	Asteraceae	H	C	58;141;142;264
Lavandula sp.	Espliego	Labiaceae	M	C/S	141;142;255
Lavandula stoechas	Cantueso	Labiaceae	M	A	141
Leptospermum sp.	Manuka	Myrtaceae	M	E	85;109
Liriodendron tulipifera	Árbol de las tulipas	Magnoliaceae	A	E	24;109;214
Lotus sp.	Loto	Fabaceae	H	A	141;161
Malus domestica (= *Pyrus malus* subsp. *mitis*)	Manzano	Rosaceae	A	C/S	58;141
Medicago sp.	Alfalfa	Fabaceae	H	C/S	141;164
Melaleuca sp.	Árbol del té	Myrtaceae	M	E	109
Mentha sp.	Menta	Lamiaceae	H	C/S	141;264
Mespilus germanica	Níspero europeo	Rosaceae	A	C	187;230
Monarda sp.	Monarda	Lamiaceae	H	E	109
Myosotis sp.	Nomeolvides	Boraginaceae	H	A	141;164
Nepeta sp.	Menta gatuna	Lamiaceae	H	A	109

Taxón	Nombre común	Familia	Estrato	Origen	Referencias
Nicotiana sp.	Tabaco	Solanaceae	H	C	141
Onobrychis viciifolia	Pipirigallo	Fabaceae	H	C	141;164;264
Origanum sp.	Orégano	Lamiaceae	H	A	109;141;161
Paliurus spina-christi (= *Ziziphus* spina-christi)	Espina santa	Rhamnaceae	M	E	141;164
Pastinaca sativa	Chirivía	Apiaceae	H	C	164
Paulownia tomentosa	Paulonia	Bignoniaceae	A	E	229
Persea americana	Aguacate	Lauraceae	A	C	109;141;149
Petroselinum sp.	Perejil	Apiaceae	H	C	264
Phacelia tanacetifolia	Facelia	Boraginaceae	H	C	109;141
Phaseolus sp.	Alubias/judías	Fabaceae	H	C	164
Pimpinella anisum	Anís	Apiaceae	H	A	164;264
Prunus avium	Cerezo	Rosaceae	A	C/S	141
Prunus dulcis (= *Amygdalus communis*)	Almendro	Rosaceae	A	C/S	141;230
Prunus mahaleb	Cerecillo	Rosaceae	A	A	141
Quillaja saponaria	Quillay	Quillajaceae	A	E	125
Reseda sp.	Gualda	Resedaceae	H	A	141;161
Retama sphaerocarpa	Retama amarilla	Fabaceae	M	A	141
Rhododendron sp.	Rododendro	Ericaceae	M	A	141;142;264;265
Rhus sp.	Zumaque	Anacardiaceae	M	E	110;261
Ribes sp.	Grosellero	Grossulariaceae	M	E	109
Ricinus sp.	Ricino	Euphorbiaceae	M	E	123
Robinia pseudoacacia	Falsa acacia	Fabaceae	A	E	141;142;164;230;264
Rosmarinus officinalis	Romero	Lamiaceae	M	A	141;142;164
Rubus idaeus	Frambueso	Rosaceae	M	A	58
Rubus sp.	Zarza	Rosaceae	M	A	141;262;263
Salvia sp.	Salvia	Lamiaceae	M	A	109;141
Satureja sp.	Ajedrea	Lamiaceae	M	A	109;141
Schinus terebinthifolius	Falso pimentero	Anacardiaceae	A	E	128
Sideritis sp.	Rabo de gato	Lamiaceae	M	A	141
Silybum marianum	Cardo mariano	Asteraceae	H	A	230
Sinapis arvensis	Mostaza de campo	Brassicaceae	H	A	141
Solidago sp.	Vara de oro	Asteraceae	H	A	141
Sophora sp.	Sófora	Fabaceae	A	E	278
Stachys annua	Betónica anual	Lamiaceae	H	A	141
Taraxacum officinale (= T. *vulgare*)	Diente de león	Asteraceae	H	A	141;142
Teucrium sp.	Zamarrilla	Lamiaceae	M	A	141
Thymbra capitata (= *Thymus capitatus, = Coridothymus capitatus*)	Tomillo Andaluz	Lamiaceae	M	A	141;264
Thymus sp.	Tomillo	Lamiaceae	M	A	141;142;264

Taxón	Nombre común	Familia	Estrato	Origen	Referencias
Tilia sp.	Tilo	Tiliaceae	A	A/E	141;142;264
Trifolium alpinum	Trébol de montaña	Fabaceae	H	A	149
Trifolium incarnatum	Trébol escarlata	Fabaceae	H	A	141;58
Trifolium pratense	Trébol rojo	Fabaceae	H	A	141;58
Trifolium repens	Trébol blanco	Fabaceae	H	A	141
Vaccinum sp.	Arándanos	Ericaceae	M	A	109;141;164
Vicia sp.	Habas	Fabaceae	H	A	141;266
Vitex agnus-castus	Sauzgatillo	Lamiaceae	M	A	264

4.1.3. Flora de interés para la producción de propóleo

A partir del Anexo 1, se ha elaborado una tabla resumen de los taxones que proporcionan resinas para la elaboración de propóleos (Tabla 9), de esta tabla se establece que la mayor parte de los propóleos se producen a partir de resinas de árboles (61%) como *Aesculus* sp., *Alnus* sp., *Betula* sp., *Populus* sp., *Prunus* sp. y *Quercus* sp. o taxones de la familia Pinaceae como *Pinus* sp. y *Abies* sp., siendo *Populus* sp. el taxón más mencionado como recurso potencial de propóleo en Europa. Otros taxones que pueden proporcionar resinas para la producción de propóleos son *Acacia* sp., *Althaea* sp., *Castanea sativa*, *Casuarina equisetifolia*, *Cistus* sp., *Cornus* sp., Cupressaceae (*Cupressus* sp., *Juniperus* sp.), *Cynara* sp., *Epilobium* sp., *Eucalyptus* sp., *Fraxinus* sp., *Helianthus* sp., *Hibiscus* sp., *Laurus nobilis*, *Salix* sp., *Salvia* sp., *Schinus* sp. o *Sophora* sp.

El 26% de los taxones de los que se obtienen los propóleos son arbustivos, el 14% son herbáceos, y no se han encontrado taxones lianoides productores de propóleo. Sobre el origen de las plantas, el 65% de los taxones de los que se obtienen los propóleos son autóctonos, el 24% exóticos, y el 6% y 5% cultivados y cultivados/silvestres, respectivamente.

Tabla 9. Flora de interés para la producción de propóleo en Catalunya. Por columnas se muestra: **Taxón** (ordenados alfabéticamente); **Nombre común**; **Familia** botánica; **Estrato** (A, arbóreo; M, arbustivo; H, herbáceo; L, lianoide); **Origen**, (A, autóctono o silvestre; C, cultivado; C/S, cultivado y/o silvestre; E, exótico); **Referencias** bibliográficas (en número), esta numeración corresponde a las obras que se citan en el Anexo 1. *Las especies exóticas también aparecen con fondo de color gris*

Taxón	Nombre común	Familia	Estrato	Origen	Propóleo
Acacia sp.	Acacia	Fabaceae	A	E	186; 194
Aesculus sp.	Castaño de Indias	Hippocastanaceae	A	E	20;194;186;273
Alnus sp.	Aliso	Betulaceae	A	A	20;186;194;201
Althaea sp.	Malvavisco	Malvaceae	H	A	186
Betula pendula	Abedul	Betulaceae	A	A	11;186;194;201;273
Castanea sativa	Castaño	Fagaceae	A	A	47;103;186
Casuarina equisetifolia	Casuarina	Casuarinaceae	A	E	186
Cistus sp.	Estepas	Cistaceae	M	A	122
Cornus sp.	Cornejo	Cornaceae	M	A	186
Cupressaceae (*Cupressus* sp.; *Juniperus* sp.; *Thuja* sp.)	Ciprés; enebro	Cupressaceae	A	E	122
Cynara sp.	Cardo	Asteraceae	H	A	186
Epilobium sp.	Epilobio	Onagraceae	H	A	186
Eucalyptus sp.	Eucalipto	Myrtaceae	A	E	;186
Fraxinus sp.	Fresno	Oleaceae	A	A	20;186
Helianthus annuus	Girasol	Asteraceae	H	E	186
Hibiscus sp.	Altea	Malvaceae	M	E	;186
Laurus nobilis	Laurel	Lauraceae	A	A	186
Pinaceae (*Abies* spp.; *Cedrus* sp.; *Larix* sp.; *Picea abies*; *Pinus* sp.)	Abeto; alerce; cedro; pino	Pinaceae	A	A	20;47;186;194;273
Populus sp.	Álamo	Salicaceae	A	A	11;20;47;103;122;186;194;273
Prunus armeniaca	Albaricoque	Rosaceae	A	C	186;194
Prunus avium	Cerezo	Rosaceae	A	C/S	186;194
Prunus cerasus	Cerezo	Rosaceae	A	A	186;194
Prunus domestica	Ciruelo	Rosaceae	A	C	194
Prunus dulcis (=*Amygdalus communis*)	Almendro	Rosaceae	A	C/S	194
Prunus laurocerasus	Lauroceraso	Rosaceae	A	E	186;194
Prunus lusitanica	Laurel Portugués	Rosaceae	A	E	194
Prunus mahaleb	Cerezo de Santa Lucía	Rosaceae	A	A	194
Prunus persica (=*Persica vulgaris*)	Melocotonero	Rosaceae	A	C	194
Prunus spinosa	Endrino	Rosaceae	M	A	194
Quercus sp.	Encinas y robles	Fagaceae	A	A	20;47;186
Salix sp.	Sauce	Salicaceae	A	A	20;186
Salvia sp.	Salvia	Lamiaceae	M	A	186
Schinus sp.	Falso pimentero	Anacardiaceae	A	E	186
Sophora sp.	Sófora	Fabaceae	A	E	186

4.2. Flora de interés para atraer biodiversidad (fauna)

Tal y como se comentó en la introducción, uno de los beneficios de la apicultura urbana es fomentar la biodiversidad en las ciudades. En la presente tesis doctoral se pretende también aportar información sobre la flora urbana (árboles y arbustos) de interés apícola que ayuda, además, a incrementar la biodiversidad de fauna gracias a sus frutos, recursos florales, exudados azucarados y resinas. Para ello, se ha combinado la información elaborada por Marlès Magre (2017) con la lista de flora de interés apícola elaborada en la presente tesis (Anexo 1). Como resultado, se ha creado una relación de 70 taxones atrayentes de fauna urbana.

Tabla 10. Árboles y arbustos que atraen fauna (además de a las abejas de la miel) a través de su néctar, polen, exudados azucarados, resinas y frutos. Por columnas, se muestra: **Taxón** (ordenado alfabéticamente); **Familia**; **Tipo de planta**: árbol, arbusto o liana; **Recurso** utilizado: néctar (N), polen (P), Exudado azucarado (M), Resinas (Pp), Frutos (F); **Período de floración y período de fructificación** por meses.

Taxón	Familia	Tipo de planta	Recurso	Floración / Fructificación											
				En	Fb	Mr	Ab	My	Jn	Jl	Ag	St	Oc	Nv	Dc
Acer sp.	Sapindaceae	Árbol	NPMF												
Arbutus unedo	Ericaceae	Árbol	NF												
Asparagus acutifolius	Asparagaceae	Arbusto	NPF												
Asparagus officinalis	Asparagaceae	Arbusto	NPF												
Berberis vulgaris	Berberidaceae	Arbusto	NPF												
Berberis microphylla	Berberidaceae	Arbusto	NPF												
Butia capitata	Palmae	Árbol	NPF												
Buxus sempervirens	Buxaceae	Arbusto	PF												
Ceratonia siliqua	Fabaceae	Árbol	NPMF												
Cercis siliquastrum	Fabaceae	Árbol	NF												
Chaenomeles x superba	Rosaceae	Arbusto	NPMF												
Chamaerops humilis	Palmae	Arbusto	PF												
Cornus mas/ C. sanguinea	Cornaceae	Arbusto	NPPpF												
Coronilla glauca	Fabaceae	Arbusto	NPF												
Corylus sp.	Betulaceae	Arbusto	PMF												
Cotoneaster sp.	Rosaceae	Arbusto	NPMF												
Crataegus monogyna	Rosaceae	Árbol	NPF												
Cydonia oblonga	Rosaceae	Árbol	NPF												
Diospyros kaki	Ebenaceae	Árbol	NPF												
Elaeagnus angustifolia	Elaegnaceae	Árbol	NPF												
Eriobotrya japonica	Rosaceae	Árbol	NPMF												
Erythrina crista-galli	Fabaceae	Árbol	NPF												
Eucalyptus camaldulensis	Myrtaceae	Árbol	NPPpF												
Forsythia suspensa	Oleaceae	Arbusto	PF												
Gleditsia triacanthos	Fabaceae	Árbol	NPF												

Taxón	Familia	Tipo de planta	Recurso	Floración / Fructificación											
				En	Fb	Mr	Ab	My	Jn	Jl	Ag	St	Oc	Nv	Dc
Grevillea juniperina	Proteaceae	Arbusto	NPF												
Hedera helix	Araliaceae	Liana	NPF												
Ilex aquifolium	Aquifoliaceae	Arbusto	NPF												
Lagerstroemia indica	Lythraceae	Árbol	N/PF												
Laurus nobilis	Lauraceae	Árbol	NPPpF												
Ligustrum lucidum	Oleaceae	Árbol	NPF												
Ligustrum vulgare	Oleaceae	Árbol	PF												
Lonicera sp.	Caprifoliaceae	Liana	NPF												
Magnolia grandiflora	Magnoliaceae	Árbol	PF												
Mahonia sp.	Berberidaceae	Arbusto	NPF												
Malus sp.	Rosaceae	Árbol	NPMF												
Melia azederach	Meliaceae	Arbusto	NPF												
Myrtus communis	Myrtaceae	Arbusto	PF												
Olea europaea	Oleaceae	Árbol	PMF												
Opuntia sp.	Cactaceae	Árbol	NF												
Parkinsonia aculeata	Fabaceae	Árbol	NF												
Parthenocissus sp.	Vitaceae	Liana	NPF												
Phoenix canariensis	Palmae	Arbusto	PF												
Phoenix dactylifera	Palmae	Árbol	PF												
Pinus sp.	Pinaceae	Árbol	PMPpF												
Pistacia lentiscus	Anacardiaceae	Arbusto	PF												
Pittosporum sp.	Pittosporaceae	Arbusto	NPF												
Populus sp.	Salicaceae	Árbol	PMPpF												
Prunus dulcis	Rosaceae	Árbol	NPMPpF												
Prunus sp.	Rosaceae	Árbol	NPMPpF												
Punica granatum	Lythraceae	Árbol	NPF												
Pyracantha sp.	Rosaceae	Árbol	NPF												
Pyrus sp.	Rosaceae	Árbol	NPMF												
Quercus sp.	Fagaceae	Árbol	PMPpF												
Retama monosperma	Fabaceae	Arbusto	NPF												
Rhamnus alaternus	Rhamnaceae	Arbusto	NPF												
Robinia pseudoacacia	Fabaceae	Árbol	NPMF												
Rosa canina	Rosaceae	Arbusto	PF												
Rosmarinus officinalis	Lamiaceae	Arbusto	NPF												
Salix sp.	Salicaceae	Árbol	NPMPpF												
Schinus molle	Anacardiaceae	Árbol	NPPpF												
Sorbus sp.	Rosaceae	Árbol	NPF												
Tilia sp.	Malvaceae	Árbol	NPMF												
Teucrium fruticans	Lamiaceae	Arbusto	NF												

Taxón	Familia	Tipo de planta	Recurso	Floración / Fructificación											
				En	Fb	Mr	Ab	My	Jn	Jl	Ag	St	Oc	Nv	Dc
Ulmus sp.	Ulmaceae	Árbol	PF												
Vibrunum tinus	Caprifoliaceae	Arbusto	NPF												
Viburnum lantana / *V. opalus*	Caprifoliaceae	Arbusto	NPF												
Vitis vinifera	Vitaceae	Arbusto	PF												
Washingtonia sp.	Palmae	Árbol	PF												
Ziziphus jujuba	Rhamnaceae	Árbol	NPF												

En general, la familia que más biodiversidad aporta es Rosaceae, seguida de Fabaceae y Oleaceae. La mitad de las especies son exóticas, aunque las que son autóctonas de la región mediterránea también son utilizadas como ornamentales en las ciudades. Los recursos apícolas más frecuentes son el polen (92,9%) y el néctar (74,3%), mientras que los exudados azucarados y resinas son menos aprovechados (24,3% y 14,3%, respectivamente).

Las especies que aportan recursos durante más tiempo (de 9 a 12 meses), teniendo en cuenta su período de floración y fructificación, son *Buxus sempervirens*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Grevillea juniperina*, *Pyracantha* sp., *Retama monosperma*, *Rhamnus alaternus*, *Salix* sp., *Schinus molle*, y *Viburnum tinus* (Tabla 10).

4.3. Tipos polínicos de las mieles y propóleos de Catalunya

A partir de la lista de taxones de interés apícola (Anexo 1) y de los resultados de los análisis melisopalinológicos que se han obtenido en la presente tesis, se ha elaborado un listado de los tipos polínicos que han aparecido o pueden aparecer en mieles y propóleos de Catalunya (Tabla 11). En total se han contabilizado 156 tipos polínicos pertenecientes a 74 familias.

Tabla 11. Tipos polínicos de las mieles y propóleos de Catalunya. Por columnas se muestra: **Familia** (orden alfabético); **Tipo polínico**: (entre paréntesis aparecen los taxones que engloba el tipo polínico); **Recurso**: N, nectarífero; P, polinífero; **Origen**: A, autóctono o silvestre; C, cultivado; C/S, cultivado/silvestre; E, exótico; **Tipo de planta**: A, arbóreo; M, arbustivo; H, herbáceo; L, lianoide; **Floración**: estación del año en que el taxón está en flor: A, anual; I, invierno; P, primavera; V, verano; O, otoño.

Familia	Tipo polínico	Recurso	Origen	Tipo planta	Floración
Acanthaceae	***Acanthus* sp.**	**P**	**E**	**H**	**P/V**
Aceraceae	***Acer* sp**.	**N**	**E/A**	**A**	**P**
Agavaceae	***Agave* tipo** (*Agave* sp., *Aloe* sp.)	**N**	**E**	**H**	**V**
Amaranthaceae	**Amaranthaceae tipo** (Amaranthaceae, Chenopodiaceae)	**P**	**A**	**H**	**P/V**
Anacardiaceae	***Pistacia* sp**	**P**	**A**	**A**	**P/V**
	***Schinus* sp**.	**N**	**E**	**A**	**P**

Familia	Tipo polínico	Recurso	Origen	Tipo planta	Floración
Apiaceae	***Bupleurum* sp**.	N	A	H	P/V
	***Foeniculum* tipo** (*Angelica* sp., *Carum* sp., *Coriandrum sativum*, *Daucus carota*, *Ferula communis*, *Foeniculum vulgare*, *Heracleum* sp., *Pastinaca sativa*, *Pimpinella anisum*)	N	A	H	P/V/O
Aquifoliaceae	***Ilex aquifolium***	N	A	M	P/V
Araliaceae	***Hedera* helix**	N	A	L	V/O
Palmae	***Phoenix* tipo** (*Chamaerops humilis, Phoenix* sp.)	P	E	A	I/P
	***Trachycarpus* tipo** (*Trachycarpus* sp., *Washingtonia* sp.)	P	E	A	P/V
Asteraceae	***Artemisia* sp.**	P	A	H/M	P/V
	***Centaurea* sp.**	N	A	H	P/V
	***Cichorium* sp.**	N	A	H	I
	***Echinops* sp.**	N	A	H	V
	***Galactites* tipo** (*Achillea* sp., *Aster* sp., *Bellis* sp., *Calendula* sp., *Carlina* sp., *Dittrichia* sp., *Doronicum* sp., *Echinacea* sp., *Eupatorium* sp., *Euryops* sp., *Matricaria* sp., *Roldana* sp., *Rudbeckia* sp., *Senecio* sp., *Solidago* sp., *Tussilago farfara*)	N	A	H	A
	***Helianthus* tipo** (*Dahlia* sp., *Helianthus* sp., *Tagetes* sp.)	N	C	H	V/O
	***Silybum* tipo** (*Cardus* sp., *Carthamus* sp., *Cirsium* sp., *Cynara* sp., *Chrysanthemum* sp., *Onopordum* sp., *Silybum marianum*)	N	A	H	P/V
	***Taraxacum* tipo** (*Crepis* sp*., Sonchus sp., Taraxacum* sp.)	N	A	H	A
	***Xanthium* sp.**	P	A	H	P/V/O
Balsaminaceae	***Impatiens* sp.**	N	A	H	P/V
Betulaceae	***Alnus* sp.**	P	A	A	I/P
	***Betula* sp.**	P	A	A	P
	***Corylus* avellana**	P	C/S	A	I
Boraginaceae	***Anchusa* sp.**	N	A	H	P/V
	***Borago* officinalis**	N	A	H	P
	***Cynoglossum* sp.**	N	A	H	P/V
	***Echium* sp.**	N	A	H	P/V
	***Lithospermun* sp.**	N	A	H	P
	***Myosotis* sp.**	N	A	H	P/V
Brassicaceae	**Brassicaceae tipo** (*Arabis* sp., *Brassica* sp., Cardamine sp., Diplotaxis sp., *Eruca* sp., *Erucasrtum* sp., *Ibreis* sp., *Raphanus* sp., *Sinapis* sp., *Sisymbrium* sp.)	N	C/S	H	A
Buxaceae	***Buxus* sempervirens**	P	A	M	I/P
Campanulaceae	***Campanula* sp.**	N	A	H	P/V
Cannabaceae	***Cannabis sativa***	P	C	H	V
Caprifoliaceae	***Lonicera* sp.**	N	A	L	P
	***Sambucus* sp.**	P	A	M	P/V
	***Viburnum* sp.**	N	A	M	P
Caryophyllaceae	***Caryophyllaceae* tipo** (*Cerastium* sp., *Dianthus* sp., *Spergularia* sp., *Stellaria* sp.)	P	A	H	P/V
Casuarinaceae	***Casuarina* sp.**	P	E	A	V/O
Celastraceae	***Euonymus* sp.**	N	E	M	P
Cistaceae	***Cistus albidus***	P	A	M	P
	Cistus monspeliensis	P	A	M	P
	Cistus salviifolius	P	A	M	P
	***Helianthemum* sp.**	P	A	M	P/V
Convolvulaceae	***Calystegia* sp.**	N	A	H	P/V/O
	***Convolvulus* sp.**	N	A	H	P/V
Cornaceae	***Cornus* sp.**	N	A	M	P
Crassulaceae	***Sedum* tipo** (*Sedum* sp., *Sempervivum* sp.)	N	A	H	P/V

Familia	Tipo polínico	Recurso	Origen	Tipo planta	Floración
Cucurbitaceae	***Bryonia* sp.**	**N**	**A**	**L**	**P/V**
Cupressaceae	***Cupressaceae* tipo** (*Cupressus* sp., *Juniperus* sp., *Thuja* sp.)	**P**	**E**	**A**	**I**
Cyperaceae	***Carex* sp.**	**P**	**A**	**H**	**P/V/O**
Dipsacaceae	***Scabiosa* sp.**	**N**	**A**	**H**	**P/V**
Elaegnaceae	***Elaeagnus* sp.**	**N**	**E**	**M**	**P/V**
Ephedraceae	***Ephedra* sp.**	**P**	**A**	**M**	**P**
Ericaceae	***Arbutus* tipo** (*Arbutus unedo, Vaccinium* sp.)	**N**	**A**	**M**	**O**
	***Calluna* sp.**	**N**	**A**	**M**	**V/O**
	***Erica* sp.**	**N**	**A**	**M**	**A**
	***Rhododendron* sp.**	**N**	**A**	**M**	**P/V**
Euphorbiaceae	***Euphorbia* sp.**	**N**	**A**	**H**	**P**
	***Mercurialis* sp.**	**P**	**A**	**H**	**I/P**
	Ricinus communis	**N**	**E**	**M**	**P/V/O**
Fabaceae	***Acacia* tipo** (*Acacia* sp., *Albizia* sp.)	**P**	**E**	**A**	**I**
	***Astragalus* sp.**	**N**	**A**	**H**	**P/V**
	***Ceratonia* siliqua**	**N**	**C**	**A**	**V/O**
	***Cercis* tipo** (*Cercis siliquastrum, Gleditsia triacanthos*)	**N**	**E**	**A**	**P**
	***Coronilla* tipo** (*Coronilla* sp., *Hippocrepis* sp., *Dorycnium pentaphyllum*)	**N**	**A**	**M**	**P/V**
	***Anthyllis* sp.** (*Anthyllis* sp., *Dorycnium hirsutum*., *Trifolium repens*)	**N**	**A**	**M**	**P/V**
	***Lathyrus* sp.**	**N**	**A**	**H**	**P/V**
	***Lotus* sp.**	**N**	**A**	**H**	**P/V**
	***Medicago* sp.**	**N**	**C/S**	**H**	**A**
	***Melilotus* tipo** (*Melilotus* sp., *Hedysarum* sp.)	**N**	**A**	**H**	**P/V/O**
	***Onobrychis* sp.**	**N**	**C/S**	**H**	**A**
	Parkinsonia aculeata	**N**	**E**	**A**	**V**
	***Psoralea* sp.**	**N**	**A**	**H**	**P/V/O**
	***Robinia* pseudoacacia**	**N**	**E**	**A**	**P**
	***Sophora* sp.**	**N**	**E**	**A**	**V**
	Trifolium pratense	**N**	**A**	**H**	**P/V**
	***Ulex* tipo** (*Calicotome* sp., *Cytisus* sp., *Genista* sp., *Ulex* sp., *Retama* sp.)	**P**	**A**	**M**	**A**
	***Vicia* tipo** (*Pisum sp., Vicia* sp.)	**N**	**A**	**H**	**P/V**
Fagaceae	***Castanea* sativa**	**N**	**A**	**A**	**P/V**
	***Fagus* sylvatica**	**P**	**A**	**A**	**P**
	***Quercus* caducifolio tipo** (*Q. faginea, Q. humilis, Q. petraea, Q. robur*)	**P**	**A**	**A**	**P**
	***Quercus* perennifolio tipo** (*Q. Ilex, Q.* suber, Q. *coccifera*)	**P**	**A**	**A**	**P**
Geraneaceae	***Geranium* sp.**	**E**	**A**	**H**	**P/V**
Grossulariaceae	***Ribes* sp.**	**N**	**C**	**M**	**I/P**
Guttiferae	***Hypericum* sp.**	**P**	**A**	**H**	**P/V**
Hippocastanaceae	***Aesculus* sp.**	**N**	**E**	**A**	**P**
Lamiaceae	***Lamium* tipo** (*Ajuga* sp., *Lamium* sp., *Stachys* sp., *Leonorus* sp.)	**N**	**A**	**H**	**P/V**
	***Lavandula* sp.**	**N**	**A**	**M**	**P/V**
	Lavandula stoechas	**N**	**A**	**M**	**P/V**
	***Mentha* tipo** (*Mentha* sp., *Satureja* sp., *Prunella* sp., *Nepeta* sp.)	**N**	**A**	**H**	**V/O**
	Ocimun basilicum	**N**	**C**	**H**	**P/V**
	Rosmarinus officinalis	**N**	**A**	**M**	**A**
	***Salvia* tipo** (*Salvia* sp., *Origanum* sp.)	**N**	**A**	**M**	**P/V**
	***Sideritis* sp.**	**N**	**A**	**H**	**P/V**
	***Teucrium* sp.**	**N**	**A/E**	**H/M**	**P/V/O**
	***Thymus* sp.**	**N**	**A**	**M**	**I/P**

Familia	Tipo polínico	Recurso	Origen	Tipo planta	Floración
Laureaceae	***Laurus* tipo** (*Laurus nobilis, Persea americana*)	N	A	A	P
Liliaceae (Amaryllidaceae)	***Allium* tipo** (*Allium* sp., *Narcissus* sp.)	N	C/S	H	P
	***Asparagus* sp.**	N	A	M	P/V
	***Asphodelus* sp.**	P	A	H	I/P
	***Muscari* sp**.	N	A	H	P/V
Magnoliaceae	***Magnolia* tipo** (L*iriodendron tulipifera, Magnolia* sp.)	P	E	A	P/V
Malvaceae	***Malva* sp.**	N	A	H	O/I/P
Meliaceae	***Melia azedarach***	N	E	A	V
Myrtaceae	***Eucalyptus* sp.**	N	E	A	P/V
	***Myrtus* tipo** (*Callistemon* sp., *Myrtus communis*)	P	E/A	M	P/V
Oleaceae	***Fraxinus* sp.**	P	A	A	I/P
	Olea europaea	P	C/S	A	P
	***Phillyrea* sp.**	P	A	M	I/P
	***Ligustrum* sp.**	N/P	A/E	A	P/V
Onagraceae	***Epilobium* sp.**	N	A	H	P/V
	***Oenothera* sp.**	N	A	H	P/V
Orobanchaceae	***Odontites* sp.**	N	A	M	V/O
Papaveraceae	***Hypecoum* sp.**	P	A	H	P/V
	Papaver tipo (*Chelidonium* sp., *Glaucium* sp., *Papaver* sp.)	P	A	H	P/V
Pinaceae	***Abies* sp.**	P	A	A	P
	***Pinus* sp**	P	A	A	P
Plantaginaceae	***Plantago* sp.**	P	A	H	P/V/O
Platanaceae	***Platanus* sp.**	P	E	A	P
Poaceae	***Lygeum* sp.**	P	A	H	P
	Poaceae tipo (*Zea mays*)	P	C/S	H	P/V/O
Polygonaceae	***Rumex* sp.**	P	A	H	P/V
Ranunculaceae	***Clematis* sp.**	N	A	L	P/V
	***Ranunculus* sp.**	P	A	H	P
Resedaceae	***Reseda* sp.**	N	A	H	P/V
Rhamnaceae	***Rhamnus* tipo** (*Rhamnus* sp., *Frangula* sp.)	P	A	M	I/P
Rosaceae	***Crataegus* sp.**	N	A	A	
	***Malus* tipo** (*Amelanchier* sp., *Cotoneaster* sp., *Chaenomeles* sp., *Malus* sp., *Photinia* sp., *Pyrus* sp.)	N	C/S	A	P
	***Potentilla* tipo** (*Fragaria* sp., *Potentilla* sp.)	N	A	H	P/V
	Prunus spinosa	N	A	M	I/P
	***Prunus* tipo** (*Prunus* sp., *Cydonia oblonga*)	N	C/S	A	I/P
	***Rosa* sp.**	P	A	N	P/V
	***Rubus* tipo** (*Eriobotrya japonica, Mespilus germanica, Geum* sp., *Pyracantha* sp., *Rubus* sp.)	N	A	M	P
	***Sorbus* sp.**	N	A	A	P
Rubiaceae	***Rubia* sp.**	P	A	L	P/V
Rutaceae	***Citrus* sp**.	N	C	A	P
Salicaceae	***Populus* sp.**	P	A	A	I/P
	***Salix* sp.**	P	A	A	I/P
Scrophulariaceae	**Scrophulariaceae tipo** (*Antirrhinum* sp., *Digitalis* sp., *Linaria* sp., *Scrophularia* sp., *Verbascum* sp., *Veronica* sp.)	P	A	H	P/V
Simaroubaceae	***Ailanthus altissima***	N	E	A	P/V
Smilacaceae	***Smilax* sp.**	P	A	L	V/O
Solanaceae	***Brugmansia* sp.**	P	E	M	P/V
Tamaricaceae	***Tamarix* sp.**	N	A	M	P
Thymelaeaceae	**Daphne sp.**	N	A	M	V/O
Thyphaceae	***Thypha angustifolia***	P	A	H	P/V
	Thypha latifolia	P	A	H	P/V

Familia	Tipo polínico	Recurso	Origen	Tipo planta	Floración
Tiliaceae	***Tilia* sp.**	**N**	**A/E**	**A**	**P/V**
Tropaeolaceae	***Tropaeolum* sp.**	**P**	**E**	**H**	**P/V**
Ulmaceae	***Ulmus* sp.**	**P**	**A**	**A**	**I/P**
Urticaceae	**Urticaceae tipo** (*Urtica* sp., *Parietaria* sp.)	**P**	**A**	**H**	**A**
Vitaceae	***Vitis vinifera***	**P**	**C/S**	**M**	**P**

Por otra parte, en el Anexo 3 se encuentra un catálogo fotográfico de los 156 tipos polínicos.

4.4. Resultados de melisopalinología en mieles: Origen Geográfico

En el Anexo 4 se muestran los resultados del análisis de las mieles de Catalunya según las frecuencias de Louveaux et al. (1978) aplicadas a todo el espectro polínico. Las 51 muestras de mieles analizadas se presentan en columnas, y agrupadas en función de la provincia; cada fila corresponde a un tipo polínico (TP) y éstos se citan por orden alfabético.

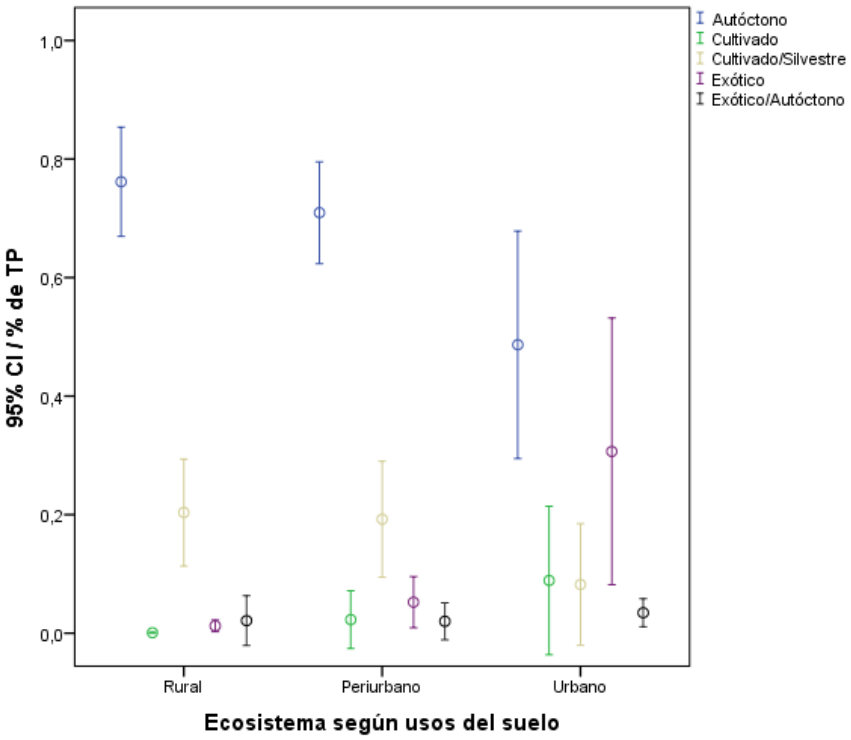
Los resultados muestran 139 TP, incluyendo 84 de taxones nectaríferos, 54 de taxones poliníferos y *Ligustrum* sp. que se ha considerado nectarífero en mieles urbanas y polinífero en mieles no urbanas.

El primer paso para el estudio del origen geográfico de las mieles fue detectar si existían diferencias entre ellas en función del origen de la planta, del estrato y de la estación de floración, clasificando las mieles según el ecosistema del apiario (clasificados en usos y cubierta del suelo) y la época de recolección.

Analizando los TP según el origen de la planta, en general la mayoría de los TP provienen de taxones autóctonos (75,3%), el 16,0% de cultivados/silvestres, el 7,3% de exóticos, el 0,8% de cultivados y el 0,6% de exóticos/autóctonos (Anexo 4).

Clasificando las mieles según los usos de los ecosistemas del apiario (rural, periurbano, urbano) se observa que en mieles urbanas hay más presencia de TP exóticos y cultivados que en mieles periurbanas, y que en periurbanas hay más que en rurales; y, al contrario, en mieles urbanas, hay menos TP autóctonos que en periurbanas, y en periurbanas menos que en rurales (Figura 12). El análisis estadístico mostró que hay diferencias significativas entre las mieles urbanas y el resto de mieles para los porcentajes de TP de taxones autóctonos, cultivados y exóticos (Kruskal-Wallis, $P<0,05$; U de Mann-Whitney, $P<0,05$).

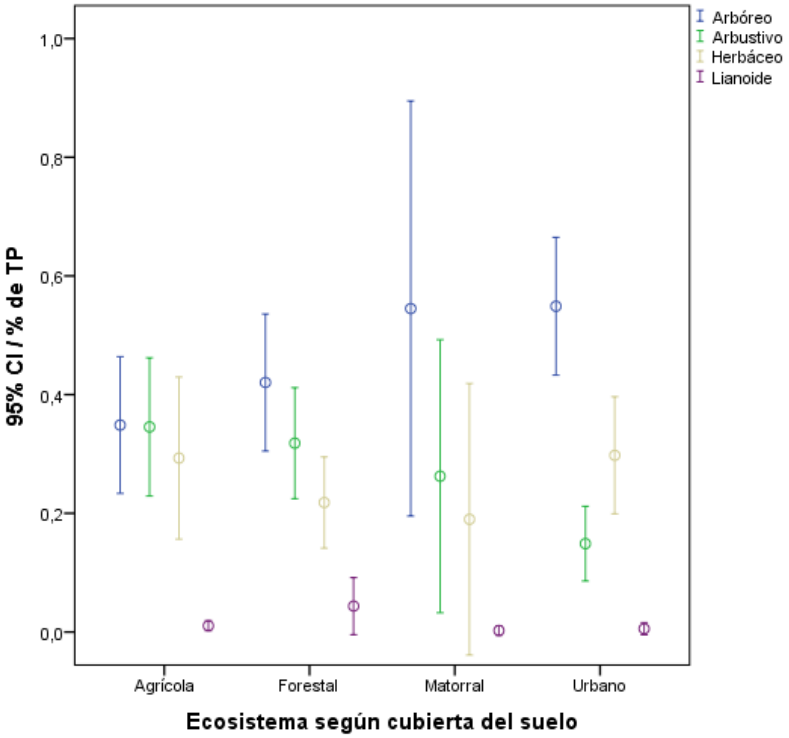
Figura 12. Gráfico de barras de error, indicando la variación del porcentaje de tipos polínicos (TP) clasificados por el origen según el uso del ecosistema (rural, periurbano, urbano). El valor medio se muestra con un círculo y la varianza con la longitud de las barras. Barras realizadas con un intervalo de confianza (CI) del 95%.



Analizando los TP según el estrato de la planta, en general la mayoría de los TP provienen de taxones arbóreos (42,9%), el 29,1% de arbustivos, el 25,1% de herbáceos y el 2,9% de lianoides (Anexo 4).

Clasificando las mieles según la cubierta de los ecosistemas del apiario (agrícola, matorral, forestal, urbano), se observa (Figura 13) que los porcentajes de TP de taxones arbóreos son superiores en las mieles de ecosistemas urbanos y de matorral, respecto a las forestales y agrícolas. En el caso de los TP de taxones arbustivos, es al revés, las mieles de ecosistemas agrícolas y forestales tienen mayor porcentaje que las de matorral y urbano. Los porcentajes de herbáceos se mantienen similares en rural y urbano y algo inferiores en forestal y matorral, y los de lianoides también se mantienen similares, pero superiores en las mieles de ecosistemas forestales respecto al resto. Estadísticamente no se detectan diferencias significativas (Kruskal-Wallis).

Figura 13. Gráfico de barras de error, indicando la variación del porcentaje de tipos polínicos (TP) clasificados por el estrato según la cubierta del ecosistema (agrícola, forestal, matorral, urbano). El valor medio se muestra con un círculo y la varianza con la longitud de las barras. Barras realizadas con un intervalo de confianza (CI) del 95%.



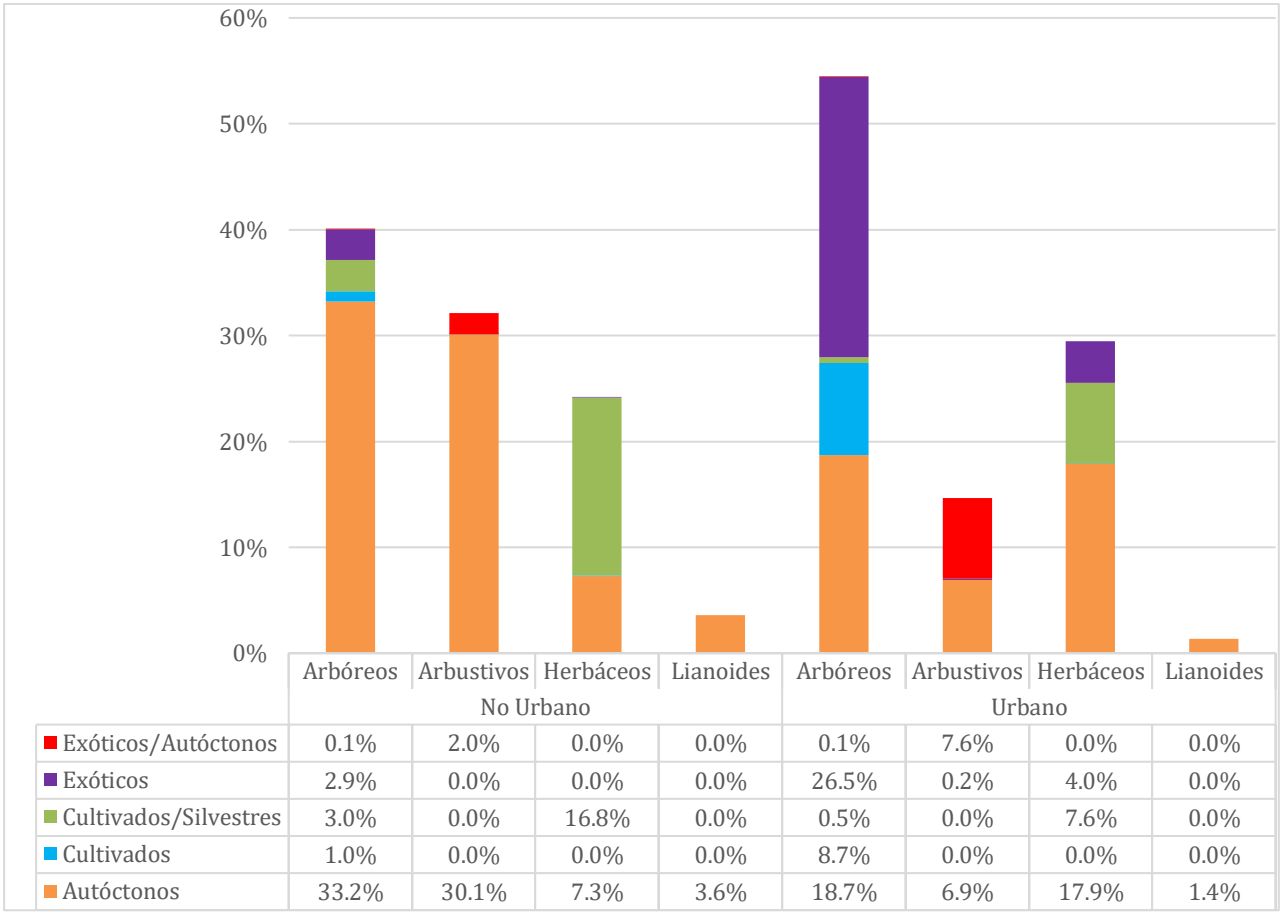
Teniendo en cuenta la clasificación no urbano-urbano, en ambos casos los TP de origen arbóreo son los más abundantes (Figura 14). Sin embargo, se detecta que en mieles urbanas hay más presencia de TP arbóreos (54,5% frente a 40,1%), y, al contrario, hay menos presencia de TP arbustivos (14,7 % frente a 32,1%) y herbáceos (24,2% frente a 29,5%). Por otro lado, en las mieles de ecosistemas urbanos se detecta mayor presencia de taxones exóticos (30,6% frente a 2,9%), exóticos/autóctonos (7,7% frente 2,1%) y cultivados (8,7% frente a 1,0%), y menor presencia de TP autóctonos (44,9% frente a 74,2%) y cultivados/silvestres (8,1% frente a 19,8%) (Figura 14).

El análisis estadístico mostró que hay diferencias significativas entre las mieles urbanas y el resto de mieles (Kruskal-Wallis, $P<0,05$; U de Mann-Whitney, $P<0,05$). En este caso, y teniendo en cuenta el origen de la planta, el test de Kruskal-Wallis mostró diferencias significativas ($P<0,05$) entre ambos tipos de mieles con respecto a los TP de taxones autóctonos, cultivados, cultivados/silvestres y exóticos. Siendo los valores de exóticos y cultivados superiores en mieles urbanas que no urbanas; y los de autóctonos y cultivados/silvestres inferiores (Mann-Whitney, $P<0,05$). Teniendo en cuenta el estrato de la planta, se han detectado diferencias significativas (Kruskal-Wallis, $P<0,05$) con los

porcentajes de TP de taxones arbustivos, que según el test Mann-Whitney son significativamente mayores en las mieles no urbanas respecto a las urbanas.

En consecuencia, se determina que existen dos grupos de mieles, las que son urbanas y las que no.

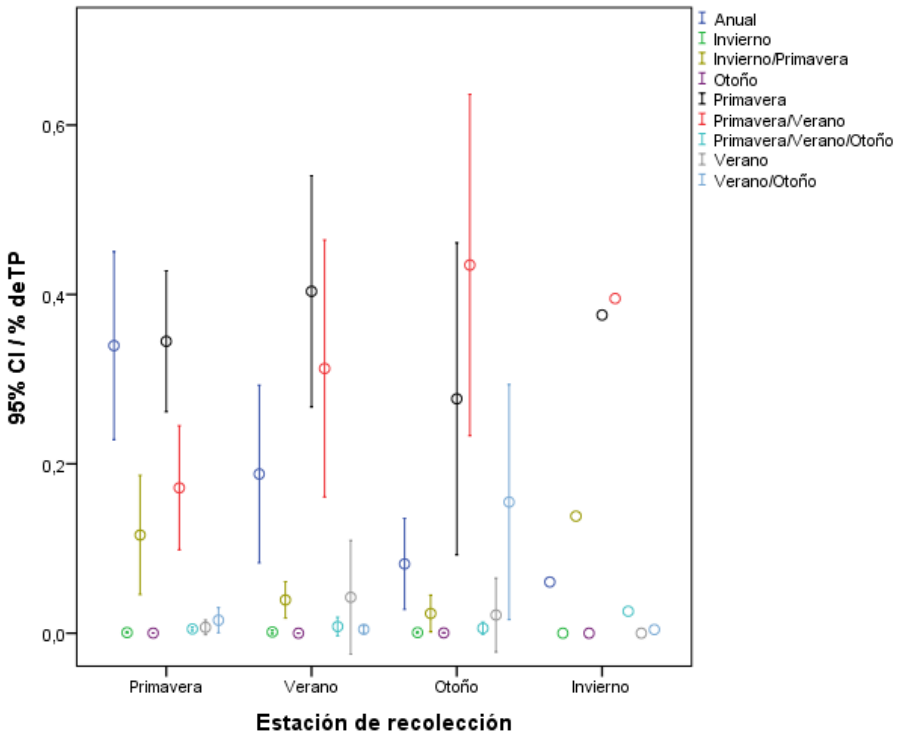
Figura 14. Porcentaje de TP clasificados según el estrato (arbóreo, arbustivo, herbáceo, lianoide) y el origen (autóctono o silvestre, cultivado, cultivado/silvestre, exótico/autóctono, exótico) de los taxones en mieles no urbanas y urbanas**.**



	Arbóreos	Arbustivos	Herbáceos	Lianoides	Arbóreos	Arbustivos	Herbáceos	Lianoides
	No Urbano				Urbano			
Exóticos/Autóctonos	0.1%	2.0%	0.0%	0.0%	0.1%	7.6%	0.0%	0.0%
Exóticos	2.9%	0.0%	0.0%	0.0%	26.5%	0.2%	4.0%	0.0%
Cultivados/Silvestres	3.0%	0.0%	16.8%	0.0%	0.5%	0.0%	7.6%	0.0%
Cultivados	1.0%	0.0%	0.0%	0.0%	8.7%	0.0%	0.0%	0.0%
Autóctonos	33.2%	30.1%	7.3%	3.6%	18.7%	6.9%	17.9%	1.4%

Referente a la estación de recolección de las mieles, en líneas generales no se observa un patrón concreto que permita clasificarlas (Figura 15). Sin embargo, a lo largo de las estaciones (primavera, verano, otoño e invierno), los TP de taxones de floración anual disminuyen paulatinamente mientras que los de floración primavera/verano van aumentando. Aunque estadísticamente, solo se detectaron diferencias significativas (Kruskal-Wallis $P<0,05$) entre las mieles recolectadas en primavera y en otoño en función de los TP de floración anual y de invierno/primavera (Mann-Whitney, $P<0,05$).

Figura 15. Gráfico de barras de error, indicando la variación del porcentaje de tipos polínicos (TP) clasificados por la época de floración de los taxones según la estación de recolección. El valor medio se muestra con un círculo y la varianza con la longitud de las barras. Barras realizadas con un intervalo de confianza (CI) del 95%.



4.4.1. Riqueza y diversidad polínica

Otras variables que se tuvieron en cuenta a la hora de analizar los resultados fueron la riqueza polínica, RiqP (número total de granos de polen en 10g de muestra, GP/10g) y diversidad polínica, DivP (número total de tipos polínicos) en función del método de extracción, la localización de la colmena, los usos del ecosistema, la cubierta del ecosistema, la estación de recolección y el color de la miel (Tabla 12).

El primer análisis fue comprobar si existían diferencias en las mieles obtenidas con el método de centrifugación y el de prensado de mieles. En total se analizaron 45 mieles extraídas mediante centrifugación y 6 mediante prensado. Comparando dichos métodos, se detectaron diferencias significativas en los valores de DivP (ANOVA, $P<0,05$) y de Riq.P (Kruskal-Wallis, $P<0,05$). Las mieles prensadas tienen mayor contenido polínico pero menor diversidad polínica (Tabla 12).

Debido a la comprobación de que la extracción por prensado afecta a los valores de riqueza y diversidad polínica, en el resto de los análisis se obviaron los datos de las 6 mieles prensadas, obteniéndose los siguientes resultados:

No se detectaron diferencias significativas en la RiqP (Kruskal-Wallis) y la DivP (ANOVA) entre mieles urbanas y no urbanas. Tampoco hubo diferencias entre los usos del ecosistema (urbano, periurbano o rural), la cubierta del ecosistema (forestal, matorral, agrícola, urbano) y la estación de recolección de la miel. Tampoco en la RiqP entre las mieles clasificadas por colores (Tabla 12).

No se detectó correlación (Spearman) entre la DivP y el número de granos de polen contabilizados por muestra (Anexo 4).

Tabla 12. Valores medios de la riqueza **RiqP** (número total de granos de polen en 10 g de miel) y la diversidad polínica **DivP** (número de tipos polínicos total en 10 g de miel) de las mieles en función del tipo de extracción, localización de la colmena, usos del ecosistema, cubierta del ecosistema y época de recolección.

		RiqP	DivP
Método extracción	Centrífuga (n=45)	59.105	32,1
	Prensado (n=6)	224.981	25,2
Localización colmena	Urbana (n= 9)	55.649	33,9
	No Urbana (n= 36)	59.969	31,7
Usos ecosistema	Rural (n= 23)	66.264	30,3
	Periurbano (n= 13)	48.831	34,1
	Urbano (n= 9)	55.649	33,9
Cubierta del ecosistema	Agrícola (n= 13)	55.368	33,6
	Forestal (n= 30)	68.440	30,7
	Matorral (n= 3)	23.431	30,0
	Urbano (n= 9)	55.649	33,9
Estación recolección	Primavera (n= 23)	55.464	33,8
	Verano (n= 12)	59.722	29,8
	Otoño (n= 9)	74.577	30,3
	Invierno (n= 1)	15.301	35,0
Color de la miel	Claro agua (n=1)	35.945	26,0
	Claro (n=5)	47.347	29,2
	Ámbar (n=14)	45.119	32,9
	Ámbar Oscuro (n=20)	74.394	31,5
	Oscuro (n=5)	53.496	36,8

Por otro lado, se analizó la variabilidad interanual de los TP entre las mieles de un mismo colmenar recolectadas durante la misma estación del año (Tabla 13). El número de TP coincidentes varía entre los 11 de Torroella Montgrí Serra y Viladecans Mas Ratés, y los 25 de Vidreres Dalmau. El porcentaje de coincidencia entre los años oscila entre el 23.4% de Viladecans Mas Ratés y el 65.7% de Barcelona Ciutadella verano.

Con relación a la RiqP y la DivP interanual (Tabla 14) se observa que en algunos casos los valores de RiqP y DivP varían considerablemente, sobre todo de RiqP (Garrotxa Batet, Solsona, Torroella de Montgrí Serra, Viladecans Atrium, Viladecans Mas Ratés y Torelló)**.** Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas (ANOVA y Kruskal-Wallis) entre los años.

Tabla 13. Comparación interanual de los tipos polínicos de mieles de un mismo colmenar y recolectadas durante la misma estación del año. Por columnas: **Nº Total TP** (numero total de tipos polínicos por campaña); **Nº de TP coincidentes** (número de TP coincidentes entre los años); **Coincidencia interanual** (porcentaje de coincidencia de TP).

Comparación interanual			
Localidad	**Nº Total TP**	**Nº de TP coincidentes**	**Coincidencia interanual**
Alos d'Isil (2016/2017)	37/27	21	48,8%
Garrotxa Batet (2016/2017)	28/30	17	41,5%
Martorell (2016/2017)	47/28	21	38,9%
Orrius (2016/2017)	31/31	18	40,9%
Solsona (2016/2017)	30/22	16	44,4%
Torroella Montgrí Serra (2016/2017)	18/27	11	32,4%
Vidreres Dalmau (2016/2017)	35/39	25	51,0%
Vidreres Mirador (2016/2017)	30/35	21	47.7%
Viladecans Atrium (2016/2017)	29/39	16	30,8%
Viladecans Mas Ratés (2016/2017)	40/18	11	23,4%
Barcelona Ciu Otoño (2015/2017)	31/39	17	32,1%
Barcelona Ciu Primavera (2016/2017)	25/27	14	36,8%
Barcelona Ciu Verano (2016/2017)	33/25	23	65,7%
Torello Primavera (2016/2017)	29/41	22	45,8%
Torello Verano (2016/2017)	29/27	17	43,6%

Tabla 14. Riqueza polínica (nº de granos de polen) y diversidad polínica (nº de tipos polínicos) en función del año de recolección de las mieles de un mismo punto y recolectadas durante la misma estación del año.

	Riqueza / Diversidad polínica en función del año de recolección			
Localidad	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**
Alos d'Isil		19741 / 40	7448 / 30	
Garrotxa Batet		25608 / 30	105460 / 32	
Martorell		40268 /49	61817 / 30	
Orrius		55928 / 33	60705 / 33	
Solsona		58389 / 32	112461 / 22	
Torroella Montgrí Serra		132535 / 20	19046 / 29	
Vidreres Dalmau		92566 / 37	60076 / 41	
Vidreres Mirador		38575 / 32	112860 / 37	
Viladecans Atrium		16400 / 30	213531 / 41	98385 / 24
Viladecans Mas Ratés	26519 / 33	29845 / 41	7958 / 19	
Barcelona Ciutadella Otoño	11354 / 33		49743 / 41	
Barcelona Ciutadella Primavera		16165 / 45	18018 /27	
Barcelona Ciutadella Verano		30957 / 35	46286 / 29	
Torello Primavera		15333 / 31	92508 / 43	
Torello Verano		68202 / 31	110043 / 29	

4.4.2. Mieles no urbanas

4.4.2.1. Tipos polínicos de mieles no urbanas

En las 42 muestras de mieles no urbanas analizadas se observa que 80 tipos polínicos (TP) pueden considerarse como característicos por su ratio de presencia ((RP>10%) y/o su frecuencia máxima (FRmáx>3%). El TP con mayor RP ha sido el de tipo nectarífero *Rubus* (aparece en todas las mieles). El segundo es el polinífero *Quercus* perennifolio, con una RP del 93%. Estos dos, junto a Brassicaceae T., *Salix* sp., *Coronilla* T., *Ulex* T., *Anthyllis* T., *Rhamnus* T., *Quercus* caducifolio, *Hedera helix*, *Crataegus* sp. y *Cistus albidus* tienen una RP superior al 60% (Tabla 15).

Por otro lado, los TP que aparecen con una frecuencia media más elevada (FRmedia>5%) son *Castanea sativa* (16,9%), Brassicaceae T. (17,9%), *Erica* sp. (12,3%), *Salix* (11,3%), *Quercus* perennifolio (10,9%), *Coronilla* T. (9,8%) y *Myrtus* T. (7,7%).

Tabla 15. Tipos polínicos característicos de mieles no urbanas (n=42) por su ratio de presencia (RP>10) y/o su frequencia ($FR_{máx}$ >3%). Por columnas se muestra: **Tipo polínico** ordenado en función de su RP; **R,** recurso o material recolectado clasificado en N (nectarífero) y P (polinífero); **RP**, ratio de presencia expresada en porcentaje respecto al nº de mieles analizadas; **FRmáx., FRmedia, FRmín.**, frecuencias relativas máxima, media y mínima definidas como el nº de granos del TP respecto el total de polen contabilizado; **σ** desviación estándar; **CV**, coeficiente de variación. Las últimas filas muestran: **TPn,** nº de TP nectaríferos; **TPp,** nº de TP poliníferos; **TP exóticos,** nº de TP de plantas exóticas. *Los TP exóticos han sido marcados con fondo gris*.

Tipo Polínico	R	RP	FRmáx.	FRmedia	FRmín.	σ	CV
***Rubus* T.**	**N**	100	30,6	5,2	0,2	6,8	1,3
***Quercus* perennifolio**	**P**	92,8	62,2	10,9	0,1	15	1,3
Brassicaceae T.	**N**	90,5	89,6	17,9	0,2	20,3	1,1
***Salix* sp.**	**P**	88,1	48,0	11,3	0,2	13	1,1
***Coronilla* T.**	**N**	83,3	52,5	9,8	0,2	13,8	1,4
***Ulex* T.**	**P**	83,3	16,1	1,7	0,1	3,0	1,8
***Anthyllis* T.**	**N**	81,0	10,0	1,5	0,1	2,0	1,3
***Rhamnus* T.**	**P**	78,6	27,1	4,1	0,1	6,0	1,4
***Quercus* caducifolio**	**P**	73,8	4,6	1,5	0,1	1,0	0,9
Hedera helix	**N**	69,0	46,5	3,6	0,0	9,0	2,5
***Crataegus* sp.**	**N**	66,7	4,3	1,8	0,2	1,5	0,8
Cistus albidus	**P**	64,3	10,2	1,9	0,1	2,8	1,5
Castanea sativa	**N**	57,1	95,5	16,9	0,1	27,7	1,6
***Thymus* sp.**	**N**	54,8	5,8	0,9	0,1	1,2	1,3
Rosmarinus officinalis	**N**	52,4	7,9	1,6	0,1	2,3	1,5
***Galactites* T.**	**N**	50,0	11,7	1,0	0,1	2,5	2,6
***Lotus* sp.**	**N**	50,0	6,7	1,7	0,1	1,8	1,1
***Echium* sp.**	**N**	45,2	10,3	2,7	0,1	3,7	1,4
***Rosa* sp.**	**P**	45,2	6,1	1,1	0,1	2,0	1,5

Tipo Polínico	R	RP	FRmáx.	FRmedia	FRmín.	σ	CV
***Sedum* T.**	**N**	45,2	26,7	3,2	0,1	6,7	2,2
***Taraxacum* T.**	**N**	45,2	4,3	0,7	0,1	1,1	1,6
***Populus* sp.**	**P**	45,2	3,3	0,7	0,1	1,0	1,3
***Erica* sp.**	**N**	42,9	46,7	12,3	0,1	17,0	1,4
***Reseda* sp.**	**N**	42,9	1,3	0,3	0,1	0,4	1,1
***Prunus* T.**	**N**	40,5	4,6	1,3	0,2	1,3	1,0
***Papaver* T.**	**P**	40,5	13,5	1,3	0,0	3,2	2,4
Poaceae T.	**P**	40,5	2,4	0,3	0,1	0,2	0,6
***Viburnum* sp.**	**N**	38,1	9,5	1,5	0,0	2,8	1,9
***Asparagus* sp.**	**N**	35,7	22,1	3,9	0,1	7,5	1,9
***Hypecoum* sp.**	**P**	35,7	1,6	0,3	0,1	0,4	1,3
***Silybum* T.**	**N**	33,3	3,7	0,4	0,1	0,9	2,1
Olea europaea	**P**	33,3	12,8	1,9	0,1	4,1	2,2
***Pinus* sp.**	**P**	33,3	0,6	0,2	0,1	0,2	0,8
***Plantago* sp.**	**P**	33,3	2,4	0,5	0,1	0,6	1,2
Cistus monspeliensis	**P**	31,0	3,6	1,0	0,1	1,1	1,1
Urticaceae T.	**P**	31,0	1,0	0,3	0,1	0	1,0
***Eucalyptus* sp.**	**N**	28,6	6,4	1,2	0,0	1,8	1,5
***Vicia* T.**	**N**	28,6	3,9	1,1	0,1	1,3	1,1
***Cercis* T.**	**N**	26,2	8,0	1,9	0,1	2,9	1,5
***Onobrychis* sp.**	**N**	26,2	7,4	1,5	0,1	2,4	1,6
***Helianthemum* sp.**	**P**	26,2	4,9	0,7	0,1	1,4	2,0
***Myrtus* T.**	**P**	26,2	50,6	7,7	0,1	15,9	2,1
***Aesculus* sp.**	**N**	24	3,4	0,9	0,2	1,2	1,2
***Sambucus* sp.**	**P**	23,8	10,4	1,8	0,1	3	1,7
***Foeniculum* T.**	**N**	21,4	7,2	1,2	0,2	2,3	1,9
***Schinus* sp.**	**N**	21,4	13,7	1,9	0,1	4,4	2,3
Buxus sempervirens	**P**	21,4	2,7	0,8	0,1	0,8	1,0
***Fraxinus* sp.**	**P**	21,4	51,6	7,0	0,1	16,9	2,4
***Hypericum* sp.**	**P**	21,4	4,7	0,8	0,1	1,5	1,9
***Melilotus* T.**	**N**	19,0	1,3	0,3	0,1	0,4	1,1
***Tilia* sp.**	**N**	19,0	0,6	0,3	0,1	0,2	0,6
Ailanthus altissima	**N**	16,7	9,3	2,7	0,1	3,6	1,3
Borago officinalis	**N**	16,7	3,4	1,1	0,1	1,2	1,1
Ilex aquifolium	**N**	16,7	1,7	0,8	0,2	0,6	0,7
Prunus spinosa	**N**	16,7	5,0	1,4	0,1	2,0	1,4
***Sophora* sp.**	**N**	16,7	8,9	2,1	0,2	3,2	1,5
***Tamarix* sp.**	**N**	16,7	31,0	8,8	0,1	12,9	1,5
***Artemisia* sp.**	**P**	16,7	1,0	0,4	0,1	0,4	0,9
***Phoenix* T.**	**P**	16,7	8,2	1,4	0,1	3,0	2,2
***Malus* T.**	**N**	14,3	49,7	12,7	0,3	19,3	1,5
Robinia pseudoacacia	**N**	14,3	2,8	0,7	0,0	1,0	1,4
Trifolium pratense	**N**	14,3	1,6	0,4	0,0	0,6	1,6

Tipo Polínico	R	RP	FRmáx.	FRmedia	FRmín.	σ	CV
***Amaranthaceae* T.**	**P**	14,3	0,8	0,4	0,1	0,3	0,8
***Ligustrum* sp.**	**P**	14,3	0,9	0,3	0,1	0,3	0,9
***Platanus* sp.**	**P**	14,3	1,1	0,5	0,1	0,4	0,7
***Ulmus* sp.**	**P**	14,3	0,4	0,2	0,1	0,0	0,7
Ceratonia siliqua	**N**	11,9	38,8	8,0	0,1	17,2	2,2
***Cynoglossum* sp.**	**N**	11,9	3,3	1,3	0,1	1,5	1,1
Lavandula stoechas	**N**	11,9	1,2	0,5	0,1	0,5	0,9
***Lonicera* T.**	**N**	11,9	0,4	0,2	0,1	0,2	0,8
***Mercurialis* sp.**	**P**	11,9	0,3	0,2	0,1	0,1	0,4
***Ranunculus* sp.**	**P**	11,9	0,5	0,3	0,1	0,0	0,6
***Trachycarpus* T.**	**P**	11,9	1,3	0,4	0,1	1,0	1,3
***Medicago* sp.**	**N**	9,5	8,4	2,4	0,0	4,0	1,7
***Clematis* sp.**	**N**	9,5	7,6	2,1	0,1	3,7	1,8
***Pistacia* sp.**	**P**	9,5	3,1	1,1	0,1	1,4	1,3
***Rumex* sp.**	**P**	9,5	5,5	1,5	0,1	3,0	1,9
***Rhododendron* sp.**	**N**	4,8	5,9	5,3	4,7	0,8	0,2
***Odontites* sp.**	**N**	2,4	5,1	5,1	5,1		
INDETERMINABLES		92,9	6,9	1,3	0,1	1,3	1,0
INDETERMINADOS		78,6	10,5	0,7	0,05	1,8	2,8
Nº TPn característicos	**47**						
Nº TPp característicos	**33**						
Nº TP exóticos	**10**						

Los TP categorizados como no característicos por presentar un RP<10% y/o $FR_{máx}$<3% han sido 51: 30 nectaríferos y 21 poliníferos. A pesar de su escasa presencia, estos TP minoritarios ayudan a definir el origen geográfico de las mieles. Ordenados de mayor a menor RP, son: *Astragalus* sp., *Corylus avellana*, *Magnolia* sp., *Arbutus* T., Cupressaceae T., *Melia azedarach*, *Potentilla* T., *Allium* T., *Myosotis* sp., *Xanthium* sp., *Acacia* T., *Cornus* sp., *Laurus* T., *Agave* T., *Anchusa* sp., *Euphorbia* sp., *Citrus* sp., *Acer* sp., *Ocimun basilicum*, *Helianthus* T., Caryophyllaceae T., *Scabiosa* sp., *Vitis vinifera*, *Psoralea* sp., *Smilax* sp., *Muscari* sp., *Tropaeolum* sp., *Lithospermum* sp., *Euonymus* sp., *Carex* sp., *Lathyrus* sp., *Salvia* T., *Phillyrea* sp., *Cichorium* sp., Scrophulariaceae T., *Casuarina* sp., *Sideritis* sp., *Lygeum* sp., *Calluna* sp., *Sorbus* sp., *Parkinsonia aculeata*, *Betula* sp., *Centaurea* sp., *Acanthus* sp., *Lamium* T., *Alnus* sp., *Cannabis sativa*, *Typha angustifolia*, *Asphodelus* sp. y *Impatiens* sp.

4.4.2.2. Familias botánicas de las mieles no urbanas

En las mieles no urbanas se han identificado TP pertenecientes a un total de 62 familias botánicas (Tabla 16), de las cuales 41 muestran una RP>10% y FRmáx. >3%. Las familias que aparecen con una RP superior al 60% han sido, citadas por orden decreciente: Rosaceae, Fabaceae, Fagaceae,

Asteraceae, Brassicaceae, Salicaceae, Rhamnaceae, Cistaceae, Oleaceae, Araliaceae, Lamiaceae y Papaveraceae. Siendo, citadas por orden decreciente, Fagaceae, Brassicaceae, Fabaceae, Salicaceae, Ericaceae, Rosaceae y Tamaricaceae las que tienen de media un mayor porcentaje de aparición (FRmedia>8%) (Tabla 16).

Tabla 16. Familias botánicas características de mieles no urbanas (n=42). por su ratio de presencia (RP>10) y/o su frequencia ($FR_{máx}$ >3%). Por columnas se muestra: **Familia** ordenada en función de su RP; **RP**, ratio de presencia expresada en porcentaje respecto al nº de mieles analizadas; **FRmáx., FRmedia, FRmín.**, frecuencias relativas máxima, media y mínima definidas como el nº de granos de polen entre el total de polen contabilizado; **σ**, desviación estándar; **CV**, coeficiente de variación.

Familia	RP	FRmáx.	FRmedia	FRmín.	σ	CV
Rosaceae	100,0	56,4	8,8	0,1	10,4	1,2
Fabaceae	97,6	54,8	11,8	0,1	12,5	1,1
Fagaceae	95,2	81,0	20,0	0,1	24,1	1,2
Asteraceae	90,5	11,6	1,1	0,1	2,0	1,9
Brassicaceae	90,5	84,1	16,8	0,1	19,0	1,1
Salicaceae	88,1	44,9	11,0	0,1	12,4	1,1
Rhamnaceae	78,6	25,8	3,8	0,1	5,5	1,4
Cistaceae	76,2	9,8	2,1	0,1	2,6	1,2
Oleaceae	69,1	45,4	3,6	0,1	9,7	2,7
Araliaceae	69,0	46,1	3,4	0,0	8,9	2,6
Lamiaceae	69,0	8,2	1,9	0,1	2,2	1,1
Papaveraceae	66,7	13,2	0,9	0,0	2,5	2,7
Caprifoliaceae	59,5	9,2	1,6	0,0	2,7	1,7
Boraginaceae	57,1	11,1	2,7	0,1	3,5	1,3
Ericaceae	50,0	45,3	10,5	0,1	15,3	1,5
Liliaceae	47,6	22,4	2,9	0,0	6,4	2,2
Crassulaceae	45,2	21,8	2,8	0,1	5,7	2,0
Myrtaceae	42,9	47,9	5,2	0,0	11,9	2,3
Resedaceae	42,9	1,3	0,3	0,1	0,4	1,1
Poaceae	40,5	0,6	0,3	0,1	0,2	0,6
Pinaceae	33,3	0,5	0,2	0,1	0,1	0,7
Plantaginaceae	33,3	2,3	0,4	0,1	0,6	1,2
Urticaceae	31,0	0,8	0,2	0,1	0,2	0,9
Anacardiaceae	28,6	13,2	1,7	0,1	3,7	2,2
Hippocastanaceae	23,8	2,9	0,9	0,1	1,0	1,2
Apiaceae	21,0	6,4	1,0	0,1	2,0	1,9
Palmae	21,4	9,2	1,2	0,1	3,0	2,4
Buxaceae	21,4	2,4	0,7	0,1	0,7	1,0
Ranunculaceae	21,4	7,5	1,1	0,1	2,4	2,3
Tiliaceae	19,0	0,6	0,3	0,1	0,2	0,6
Aquifoliaceae	16,7	1,6	0,8	0,2	0,5	0,7
Euphorbiaceae	16,7	0,5	0,2	0,1	0,2	0,8
Guttiferae	16,7	4,4	0,9	0,1	1,6	1,8

Familia	RP	FRmáx.	FRmedia	FRmín.	σ	CV
Simaroubaceae	16,7	9,1	2,6	0,1	3,5	1,3
Tamaricaceae	16,7	30,7	8,2	0,1	12,6	1,5
Amaranthaceae	14,3	0,7	0,3	0,1	0,3	0,8
Platanaceae	14,3	1,1	0,5	0,1	0,3	0,7
Ulmaceae	14,3	0,4	0,2	0,1	0,1	0,7
Betulaceae	11,9	0,5	0,2	0,1	0,2	0,8
Polygonaceae	9,5	4,5	1,2	0,1	2,2	1,8
Orobanchaceae	2,4	4,8	4,8	4,8	-	-
Nº de famílias	41					

21 familias han sido determinadas como no características de las mieles no urbanas con RP<10% y/o FRmáx. <3%. De mayor a menor RP, son: Meliaceae, Cupressaceae, Cornaceae, Tropaeolaceae, Laureaceae, Celastraceae, Cyperaceae, Rutaceae, Gutiferae, Aceraceae, Magnoliaceae, Scrophulariaceae, Casuarinaceae, Dipsacaceae, Caryophyllaceae, Vitaceae, Acanthaceae, Balsaminaceae, Cannabaceae, Typhaceae, Agavaceae.

4.4.2.3. Elementos de mielada de mieles no urbanas

En las mieles no urbanas aparecen 16 tipos de esporas de hongos (Tabla 17), siendo los más frecuentes *Cladosporium* sp. (RP 92,9%), *Coprinus* sp. (RP 47,6%) y *Alternaria* sp. (RP 45,2%).

Tabla 17. Elementos de mielada (HDE) en las mieles no urbanas (n=42). Por columnas se muestra: **HDE** ordenado en función de su RP; **RP**, ratio de presencia expresada en % respecto al total de mieles analizadas; **FRmáx., FRmedia, FRmín.**, frecuencias relativas máxima, media y mínima definidas como el nº de elementos específicos contados/elementos totales (polen+HDE); **σ**, desviación estándar; **CV**, coeficiente de variación.

HDE	RP	FRmáx.	FRmedia	FRmín.	σ	CV
***Cladosporium* sp.**	92,9	31,93	3,40	0,00	5,39	1,58
***Coprinus* sp.**	47,6	0,53	0,10	0,00	0,14	1,36
***Alternaria* sp.**	45,2	2,98	0,26	0,00	0,63	2,42
***Pleospora* sp.**	19,1	0,53	0,04	0,00	0,10	2,74
Urediniospora	14,3	0,18	0,01	0,00	0,04	2,84
***Drechslera* sp.**	9,5	0,14	0,01	0,00	0,03	3,34
***Ustilago* sp.**	9,5	0,36	0,02	0,00	0,07	3,38
***Epicoccum* sp.**	7,1	0,20	0,01	0,00	0,03	4,41
***Agrocybe* sp.**	4,8	0,16	0,01	0,00	0,03	4,54
***Arthrinium* sp.**	4,8	0,35	0,01	0,00	0,06	4,77
***Polythrincium* sp.**	4,8	0,36	0,01	0,00	0,06	5,11
***Torula* sp.**	4,8	0,31	0,01	0,00	0,05	5,61
***Agaricus* sp.**	2,4	0,10	0,00	0,00	0,02	6,48
***Ganoderma* sp.**	2,4	0,15	0,00	0,00	0,02	6,48
***Peronospora* sp.**	2,4	0,12	0,00	0,00	0,02	6,48
***Stemphylium* sp.**	2,4	0,18	0,00	0,00	0,03	6,48
Esporas indeterminadas	59,5	0,20	0,00	0,00	0,03	6,48
Partes de insectos	61,9	9,9	0,9	0,02	2,0	2,2
Nº tipos de esporas de hongos	16					

4.4.2. Mieles urbanas

4.4.2.1. Tipos polínicos de mieles urbanas

En las mieles urbanas se han identificado 89 tipos polínicos (TP) de los cuales 44 pueden considerarse como los más característicos (RP >40% y/o FRmáx. >3%) (Tabla 18).

Los dos primeros TP con más RP coinciden con los de las mieles no urbanas, siendo de nuevo el TP nectarífero *Rubus*, el que aparece en todas las mieles y el polinífero *Quercus* perennifolio el segundo, con una RP del 88,9%. También los TP poliníferos *Papaver* T. y *Salix sp.* y los nectaríferos *Cercis* T. y *Anthyllis* T. presentan RP 88,9%. Comparando la Tabla 18 con la Tabla 15, se ve como dentro de los 10 TP con más RP las mieles urbanas y las mieles no urbanas solo coinciden en *Salix* sp. y *Anthyllis* T., mientras que *Papaver* T., *Lotus* sp. y *Echium* sp., y los taxones exóticos *Cercis* T., *Phoenix* T. y *Schinus* T. solo aparecen en mieles urbanas.

Tabla 18. Tipos polínicos característicos de mieles urbanas (n=9) con RP>10% y/o $FR_{máx}$ >3%. Por columnas se muestra: **Tipo polínico** ordenado en función de su RP; **R,** recurso o material recolectado clasificado en N (nectarífero) y P (polinífero); **RP**, ratio de presencia expresada en porcentaje respecto al nº de mieles analizadas; **FRmáx., FRmedia, FRmín.**, frecuencias relativas máxima, media y mínima definidas como el nº de granos del TP respecto el total de polen contabilizado; **σ** desviación estándar; **CV**, coeficiente de variación. Las últimas filas muestran: **TPn,** nº de TP nectaríferos; **TPp,** nº de TP poliníferos; **TP exóticos,** nº de TP de plantas exóticas. *Los TP exóticos han sido marcados con fondo de color gris*.

Tipo polínico	R	RP	FRmáx.	FRmedia	FRmín.	σ	CV
***Rubus* T.**	**N**	100	14,5	4,4	1,8	4,1	0,9
***Quercus* perennifolio**	**P**	88,9	42,6	11,7	0,4	15,2	1,3
***Papaver* T.**	**P**	88,9	39,3	6,0	0,1	13,6	2,3
***Salix* sp.**	**P**	88,9	32,0	8,7	0,2	12,2	1,4
***Cercis* T.**	**N**	88,9	8,9	4,0	0,8	3,0	0,8
***Anthyllis* T.**	**N**	88,9	1,8	1,3	0,2	0,6	0,4
***Phoenix* T.**	**P**	77,8	51,2	9,9	0,1	18,5	1,9
***Schinus* sp.**	**N**	77,8	13,4	3,3	0,5	4,6	1,4
***Lotus* sp.**	**N**	77,8	8,9	2,9	0,1	3,9	1,3
***Echium* sp.**	**N**	77,8	5,6	3,1	0,4	2,4	0,8
***Ulex* T.**	**P**	77,8	3,0	1,2	0,1	0,9	0,8
Brassicaceae T.	**N**	66,7	42,4	10,7	1,4	15,7	1,5
***Eucalyptus* sp.**	**N**	66,7	11,3	3,3	0,6	4,1	1,3
***Myrtus* T.**	**P**	66,7	8,3	5,1	3,0	2,1	0,4
***Rhamnus* T.**	**P**	66,7	4,8	1,5	0,4	1,9	1,2
***Galactites* T.**	**N**	66,7	4,2	1,1	0,1	1,5	1,4
***Tropaeolum* sp.**	**P**	66,7	1,9	0,8	0,1	0,7	0,9
Ailanthus altissima	**N**	66,7	1,6	0,4	0,1	0,6	1,3
***Sophora* sp.**	**N**	55,6	31,2	10,1	0,2	12,6	1,2

Tipo polínico	R	RP	FRmáx.	FRmedia	FRmín.	σ	CV
***Astragalus* sp.**	**N**	55,6	3,5	0,7	0,1	1,3	1,8
***Agave* T.**	**N**	56,6	15,0	6,1	0,2	6,8	1,1
***Urticaceae* T.**	**P**	55,6	9,3	2,0	0,1	4,1	2,0
***Asparagus* sp.**	**N**	55,6	1,9	0,6	0,2	0,7	1,1
Olea europaea	**P**	55,6	1,2	0,8	0,1	0,4	0,6
Parkinsonia aculeata	**N**	55,6	0,9	0,4	0,1	0,3	0,9
***Populus* sp.**	**P**	55,6	0,6	0,4	0,1	0,2	0,6
Borago officinalis	**N**	55,6	0,4	0,2	0,1	0,1	0,6
***Plantago* sp.**	**P**	44,4	1,2	0,6	0,1	0,5	0,9
***Magnolia* sp.**	**P**	44,4	1,2	0,6	0,2	0,5	0,8
Cistus albidus	**P**	44,4	0,9	0,4	0,1	0,3	0,9
***Hypecoum* sp.**	**P**	44,4	0,8	0,3	0,1	0,3	0,9
***Viburnum* sp.**	**N**	44,4	0,6	0,4	0,3	0,1	0,4
Hedera helix	**N**	44,4	3,9	1,4	0,1	1,7	1,3
Ceratonia siliqua	**N**	33,3	45,8	23,8	0,2	22,8	1,0
***Trachycarpus* T.**	**P**	33,3	17,8	6,6	0,2	9,7	1,5
***Platanus* sp.**	**P**	33,3	8,9	3,1	0,1	5,0	1,6
***Aesculus* sp.**	**N**	33,3	6,5	2,3	0,2	3,6	1,6
***Citrus* sp.**	**N**	33,3	5,9	2,5	0,1	3,0	1,2
***Allium* T.**	**N**	22,2	3,9	2,4	0,8	2,2	0,9
Rosmarinus officinalis	**N**	33,3	3,9	2,2	0,2	1,8	0,8
***Erica* sp.**	**N**	22,2	11,2	5,6	0,1	7,9	1,4
***Cynoglossum* sp.**	**N**	22,2	24,7	12,5	0,4	17,2	1,4
Scrophulariaceae T.	**P**	11,1	10,7	10,7	10,7		
***Bupleurum* sp.**	**N**	11,1	10,8	10,8	10,8		
***Phillyrea* sp.**	**P**	11,1	3,5	3,5	3,5		
INDETERMINABLES		88,9	2,9	1,6	0,4	1,0	1,0
INDETERMINADOS		77,8	1,4	0,7	0,2	0,5	1,1
Nº TPN característicos	**26**						
Nº TPP característicos	**19**						
Nº TP Exóticos	**15**						

Los TP determinados como no característicos de las mieles urbanas (RP<40% y/o $FR_{máx}$<3%) han sido 45, 30 nectaríferos y 15 poliníferos. De mayor a menor RP: *Sedum* T., *Potentilla* T., *Crataegus* sp., *Quercus* caducifolio, *Taraxacum* T., *Castanea sativa*, *Ligustrum* sp., *Tamarix* sp., *Acacia* T., *Prunus* T., *Silybum* T., *Tilia* sp., *Thymus* sp., *Pinus* sp., *Cistus monspeliensis*, *Mercurialis* sp., *Lavandula* sp., *Muscari* sp., *Cornus* sp., *Melilotus* T., *Casuarina* sp., *Ricinus communis*, *Echinops* sp., *Brugmansia* sp., *Helianthemum* sp., *Trifolium pretense*, *Pistacia* sp., *Foeniculum* T., *Elaeagnus* sp., *Cichorium* sp., *Melia azedarach*, *Campanula* sp., *Convolvulus* sp., *Laurus* T., *Oenothera* sp., *Cistus salviifolius*, *Ulmus* sp.,

Rumex sp., *Helianthus* T., *Salvia* T., Amaranthaceae T., *Artemisia* sp., *Arbutus* T., *Medicago* sp. , *Rosa* sp.

Comparando el origen de los TP característicos de mieles urbanas y no urbanas (Tablas 18 y 15), en las mieles urbanas (Tabla 18) aparecen 15 TP exóticos (33,3%) y en las no urbanas (Tabla 15) 10 TP (12,5%). Entre los TP de mieles urbanas, aparecen 9 TP exóticos con una RP superior al 50%, y el TP exótico con una FRmáx. más elevada tiene un valor de 10,1% (*Sophora* sp.). Mientras que, en las mieles no urbanas, el TP exótico con mayor RP tiene un valor de 28,6% (*Eucalyptus* sp.) y el TP exótico con una FRmáx. más elevada tiene un valor de 2,7% (*Ailanthus altissima*).

4.4.2.2. Familias botánicas de las mieles urbanas

En las mieles urbanas aparecen tipos polínicos de 47 familias botánicas de las cuales 28 tienen una RP >40% y FRmáx. >3% (Tabla 19). Las familias que aparecen con un RP superior al 70%, citadas en orden decreciente, son: Anacardiaceae, Boraginaceae, Fabaceae, Myrtaceae, Rosaceae, Salicaceae, Oleaceae, Palmae, Asteraceae, Cistaceae, Fagaceae, Papaveraceae; siendo, citadas en orden decreciente, Fabaceae, Palmae, Ericaceae, Papaveraceae, Brassicaceae y Fagaceae las que tienen de media un mayor porcentaje de aparición (FRmedia>6%).

Tabla 19. Familias botánicas características de mieles urbanas (n=9) por su ratio de presencia (RP>10) y/o su frequencia ($FR_{máx}$ >3%). Por columnas se muestra: **Familia** ordenada en función de su RP; **RP**, ratio de presencia expresada en porcentaje respecto al número de mieles analizadas; **FRmáx., FRmedia, FRmín.**, frecuencias relativas máxima, media y mínima definidas como el nº de granos de polen entre el total de polen contabilizado; **σ**, desviación estándar; **CV**, coeficiente de variación.

Familia	RP	FRmáx.	FRmedia	FRmín.	σ	CV
Anacardiaceae	88,9	12,4	2,7	0,3	4,0	1,5
Boraginaceae	88,9	25,1	5,7	0,2	8,2	1,4
Fabaceae	88,9	50,8	18,1	0,4	17,5	1,0
Myrtaceae	88,9	9,0	3,8	0,3	3,8	1,0
Rosaceae	88,9	2,8	2,0	0,2	0,9	0,4
Salicaceae	88,9	15,6	3,3	0,1	5,5	1,7
Oleaceae	88,9	2,9	1,3	0,0	1,3	1,0
Palmae	77,8	45,6	11,7	0,1	17,0	1,5
Asteraceae	77,8	4,6	1,3	0,2	1,5	1,2
Cistaceae	77,8	0,8	0,3	0,1	0,3	0,8
Fagaceae	77,8	17,6	6,8	0,7	6,9	1,0
Papaveraceae	77,8	60,2	10,7	0,1	24,3	2,3
Brassicaceae	66,7	42,0	10,6	1,4	15,6	1,5
Liliaceae	66,7	4,6	1,6	0,0	2,0	1,3
Rhamnaceae	66,7	7,4	1,8	0,0	3,1	1,7
Agavaceae	55,6	14,5	6,0	0,2	6,7	1,1

Familia	RP	FRmáx.	FRmedia	FRmín.	σ	CV
Simaroubaceae	55,6	0,6	0,2	0,0	0,3	1,2
Tropaeolaceae	55,6	2,2	0,8	0,0	1,0	1,2
Araliaceae	44,4	3,9	1,4	0,1	1,7	1,3
Caprifoliaceae	44,4	0,6	0,4	0,3	0,1	0,3
Lamiaceae	44	4,3	2,2	0,1	2,4	1,1
Magnoliaceae	44,4	0,8	0,4	0,1	0,3	0,9
Urticaceae	44,4	4,6	1,3	0,0	2,2	1,8
Ericaceae	11,1	11,2	11,2	11,2		
Hippocastanaceae	33,3	9,8	3,4	0,1	5,6	1,7
Platanaceae	33,3	8,1	4,1	0,1	5,7	1,4
Scrophulariaceae	11,1	4,0	4,0	4,0		
Rutaceae	22,2	3,9	3,2	2,5	1,0	0,3
Nº de familias	**28**					

Se han determinado 19 familias como no características de las mieles urbanas (RP <40% y/o FRmáx. <3%) citadas en orden decreciente: Plantaginaceae, Crassulaceae, Tiliaceae, Pinaceae, Euphorbiaceae, Casuarinaceae, Solanaceae, Cornaceae, Onagraceae, Ulmaceae, Apiaceae, Campanulaceae, Convolvulaceae, Laureaceae, Amaranthaceae, Elaeagnaceae, Meliaceae, Polygonaceae, Tamaricaceae.

4.4.2.3. Elementos de mielada de mieles urbanas

En las mieles urbanas aparecen 9 tipos de esporas de hongos, siendo los más frecuentes *Cladosporium* sp. y *Alternaria* sp (Tabla 20).

Tabla 20. Elementos de mielada (HDE) presentes en las mieles urbanas. Por columnas se muestra: **HDE** ordenado en función de su RP; **RP**, ratio de presencia expresada en porcentaje respecto al total de mieles analizadas; **FRmáx., FRmedia, FRmín.**, frecuencias relativas máxima, media y mínima definidas como el nº de elementos específicos contados/elementos totales (polen+HDE); **σ**, desviación estándar; **CV**, coeficiente de variación.

HDE	RP	FRmáx.	FRmedia	FRmín.	σ	CV
***Cladosporium* sp.**	88,9	2,9	0,9	0,0	1,0	1,1
***Alternaria* sp.**	55,6	0,2	0,1	0,0	0,1	1,0
***Coprinus* sp.**	33,3	0,4	0,1	0,0	0,1	2,0
***Arthrinium* sp.**	22,2	0,2	0,03	0,0	0,1	2,0
***Epicoccum* sp.**	22,2	0,2	0,04	0,0	0,1	2,0
***Dreschlera* sp.**	11,1	0,1	0,02	0,0	0,1	3,0
***Pleospora* sp.**	11,1	0,3	0,03	0,0	0,1	3,0
***Ustilago* sp.**	11,1	0,8	0,1	0,0	0,3	3,0
Xylariaceae	11,1	0,2	0,02	0,0	0,1	3,0
Esporas indeterminadas	55,6	0,4	0,1	0,0	0,1	1,2
Partes de insecto	22,2	4,9	0,6	0,0	1,6	2,9
Nº tipos de esporas de hongos	9					

4.5. Resultados de melisopalinología en mieles: Origen Botánico

El Anexo 5 muestra los resultados del análisis de cada miel según la frecuencia de Louveaux et al. (1978) teniendo en cuenta únicamente los tipos polínicos nectaríferos (TPn). Las 51 muestras de mieles analizadas se presentan en columnas y agrupadas en función de la provincia; cada fila corresponde a un TPn y éstos se citan por orden alfabético. En total se han identificado 85 TPn, incluyendo *Ligustrum* sp. que, por contener diversas especies de características y distribución diferentes, se ha considerado nectarífero sólo en mieles urbanas (y polinífero en mieles no urbanas). En la Tabla 21 se muestra el porcentaje de aparición de cada TPn en función de las clases de frecuencias de Louveaux et al. (1978). 12 TPn aparecen como dominantes (>45%) en alguna miel, de los cuales Brassicaceae T. es el que aparece con más frecuencia; 25 TPn aparecen como acompañantes (entre 16 y 45%) en alguna miel; como minoritarios (entre 3 y 16%) aparecen 47 TPn; y 79 TPn reciben la clasificación de presentes (<3%). Hay 6 TPn (*Asparagus* sp., Brassicaceae T., *Castanea sativa*, *Erica* sp., *Hedera helix* y *Malus* T.) que aparecen en las mieles con todas las categorías de Louveaux et al. (1978): presentes, minoritarios, acompañantes y dominantes.

Tabla 21. Porcentaje de aparición de los tipos polínicos nectaríferos (**TPn**) en las mieles analizadas (n=51) en función de las clases de frecuencia de Louveaux et al. (1978). **P** (polen presente: <3% del espectro polínico), **M** (polen minoritario: 3-15%), **A** (polen acompañante: 16-45%). **D** (polen dominante: >45%).

TPn	P	M	A	D	TPn	P	M	A	D
***Acer* sp.**	3,9%	-	-	-	***Aesculus* sp.**	17,6%	5,9%	2,0%	-
***Agave* T.**	7,8%	3,9%	2,0%	-	***Anthyllis* T.**	64,7%	15,7%	2,0%	-
Ailanthus altissima	19,6%	3,9%	2,0%	-	***Allium* T.**	7,8%	2,0%	-	-
***Anchusa* sp.**	3,9%	-	-	-	***Arbutus* T.**	9,8%	-	-	-
***Asparagus* sp.**	31,4%	3,9%	2,0%	2,0%	***Astragalus* sp.**	17,6%	-	-	-
Borago officinalis	21,6%	2,0%	-	-	***Brassicaceae* T.**	13,7%	29,4%	21,6%	21,6%
***Bupleurum* sp.**	-	2,0%	-	-	***Calluna* sp.**	2,0%	-	-	-
***Campanula* sp.**	2,0%	-	-	-	***Castanea sativa***	23,5%	15,7%	2,0%	11,8%
***Centaurea* sp.**	2,0%	-	-	-	***Ceratonia siliqua***	9,8%	-	3,9%	2,0%
***Cercis* T.**	21,6%	11,8%	3,9%	-	***Cichorium* sp.**	3,9%	-	-	-
***Citrus* sp.**	5,9%	2,0%	2,0%	-	***Clematis* sp.**	5,9%	2,0%	-	-
***Convolvulus* sp.**	2,0%	-	-	-	***Cornus* sp.**	5,9%	-	-	-
***Coronilla* T.**	29,4%	29,5%	9,8%	3,9%	***Crataegus* sp.**	41,2%	17,6%	2,0%	-
***Cynoglossum* sp.**	7,8%	3,9%	-	2,0%	***Echinops* sp.**	2,0%	-	-	-
***Echium* sp.**	31,4%	15,7%	3,9%	-	***Elaeagnus* sp.**	2,0%	-	-	-
***Erica* sp.**	15,7%	13,7%	3,9%	5,9%	***Eucalyptus* sp.**	25,5%	9,8%	-	-
***Euonymus* sp.**	2,0%	-	-	-	***Euphorbia* sp.**	3,9%	-	-	-
***Foeniculum* T.**	17,6%	2,0%	-	-	***Galactites* T.**	47,1%	5,9%	-	-
Hedera helix	49,0%	11,8%	2,0%	2,0%	***Helianthus* T.**	5,9%	-	-	-

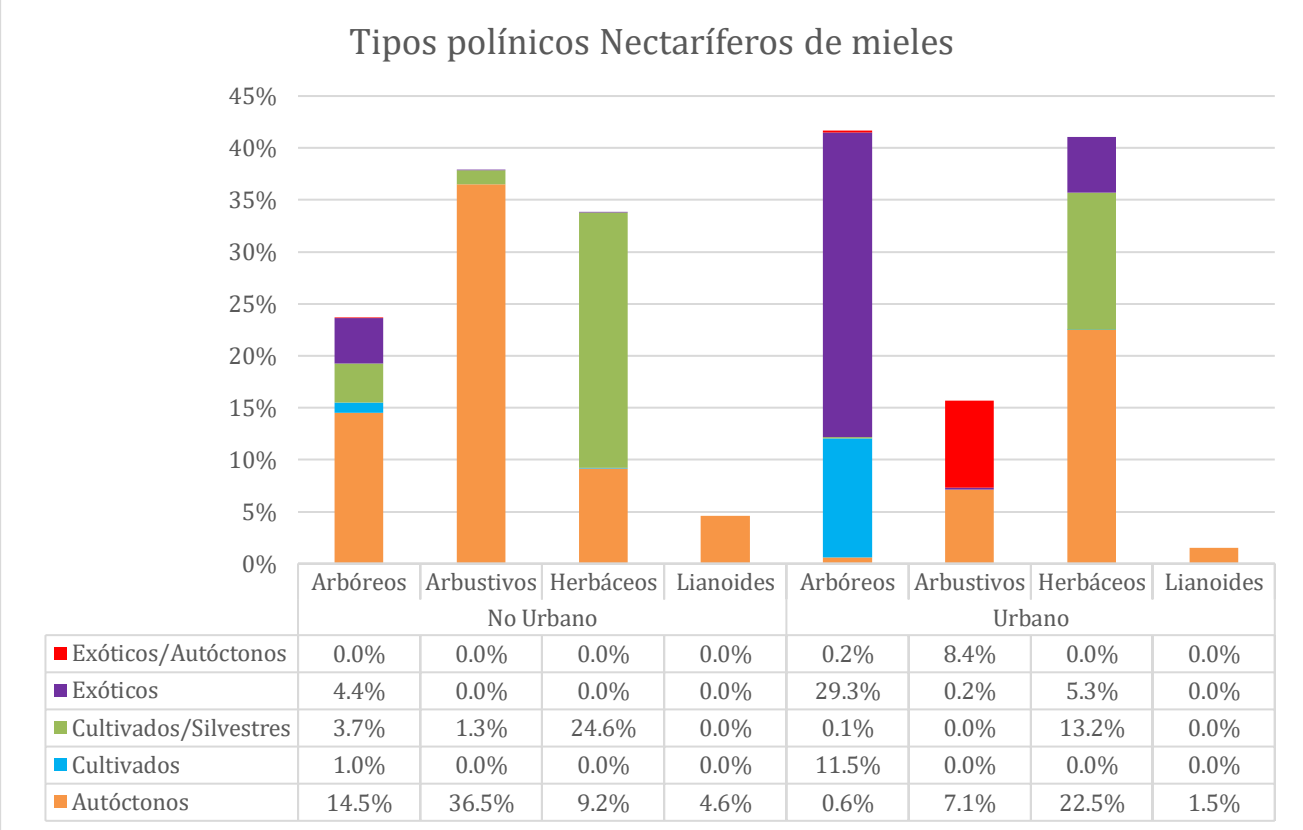
TPn	P	M	A	D	TPn	P	M	A	D
Ilex aquifolium	13,7%	-	-	-	***Impatiens* sp.**	2,0%	-	-	-
***Lamium* T.**	2,0%	-	-	-	***Lathyrus* sp.**	2,0%	-	-	-
***Laurus* T.**	5,9%	-	-	-	***Lavandula stoechas***	9,8%	-	-	-
***Lavandula* sp.**	-	2,0%	-	-	***Ligustrum* sp.**	7,8%	-	-	-
***Lithospermum* sp.**	2,0%	-	-	-	***Lonicera* T.**	9,8%	-	-	-
***Lotus* sp.**	39,2%	13,7%	2,0%	-	***Malus* T.**	5,9%	2,0%	2,0%	2,0%
***Medicago* sp.**	7,8%	2,0%	-	-	***Melia azedarach***	5,9%	2,0%	-	-
***Melilotus* T.**	17,6%	-	-	-	***Muscari* sp.**	-	3,9%	-	-
***Myosotis* sp.**	5,9%	-	-	-	***Ocimun basilicum***	3,9%	-	-	-
***Odontites* sp.**	-	-	2,0%	-	***Oenothera* sp.**	2,0%	-	-	-
***Onobrychis* sp.**	17,6%	3,9%	-	-	***Parkinsonia aculeata***	11,8%	-	-	-
***Potentilla* T.**	11,8%	-	-	-	***Prunus spinosa***	9,8%	3,9%	-	-
***Prunus* T.**	27,5%	9,8%	-	-	***Psoralea* sp.**	-	2,0%	-	-
***Reseda* sp.**	35,3%	-	-	-	***Rhododendron* sp.**	-	3,9%	-	-
Ricinus communis	2,0%	-	-	-	***Robinia pseudoacacia***	9,8%	2,0%	-	-
Rosmarinus officinalis	35,3%	9,8%	3,9%	-	***Rubus* T.**	37,3%	47,1%	13,7%	-
***Salvia* T.**	3,9%	-	-	2,0%	***Scabiosa* sp.**	3,9%	-	-	-
***Schinus* sp.**	21,6%	5,9%	3,9%	-	***Sedum* T.**	33,3%	3,9%	5,9%	-
***Sideritis* sp.**	2,0%	-	-	-	***Silybum* T.**	29,4%	2,0%	-	-
***Sophora* sp.**	13,7%	5,9%	2,0%	-	***Sorbus* sp.**	2,0%	-	-	2,0%
***Tamarix* sp.**	11,8%	-	3,9%	-	***Taraxacum* T.**	37,3%	5,9%	-	2,0%
***Thymus* sp.**	43,1%	5,9%	-	-	***Tilia* sp.**	19,6%	-	-	-
Trifolium pratense	11,8%	2,0%	-	-	***Viburnum* sp.**	31,4%	5,9%	2,0%	-
***Vicia* T.**	17,6%	5,9%	-	-					
INDETERMINADOS	72,5%	5,9%	-	-	**INDETERMINABLES**	64,7%	27,5%	-	-

En general, los TPn más abundantes son los procedentes de taxones arbóreos (34,9%) seguidos de los arbustivos, herbáceos y lianas (32,7%, 23,4%, 9,0%, respectivamente). Sin embargo, al separar las mieles en no urbanas y urbanas (Figura 16), en las no urbanas dominan los TPn arbustivos (37,9%), seguido de los herbáceos (33,8%), los arbóreos (23,7%) y por último las lianas (4,6%). En cambio, en las mieles urbanas, los TPn son mayoritariamente arbóreos y herbáceos en proporciones similares (41,7% y 41,1%, respectivamente), seguidos de arbustivos (15,7%) y de lianas (1,5%). El análisis estadístico muestra diferencias significativas (Kruskal-Wallis, $P<0,05$) con los porcentajes de los TPn de taxones arbustivos y arbóreos entre mieles no urbanas y urbanas.

Referente al origen de los taxones de los TPn, en las mieles urbanas hay más presencia de TPn exóticos, exóticos/autóctonos y cultivados, y menos de autóctonos. Los TPn clasificados como cultivados son *Ceratonia siliqua*, *Citrus* sp., y *Ocimun basilicum*, siendo los dos primeros los más

abundantes. El análisis estadístico muestra diferencias significativas (Kruskal-Wallis, P<0,05) en los TPn de taxones de origen autóctono, cultivado y exótico.

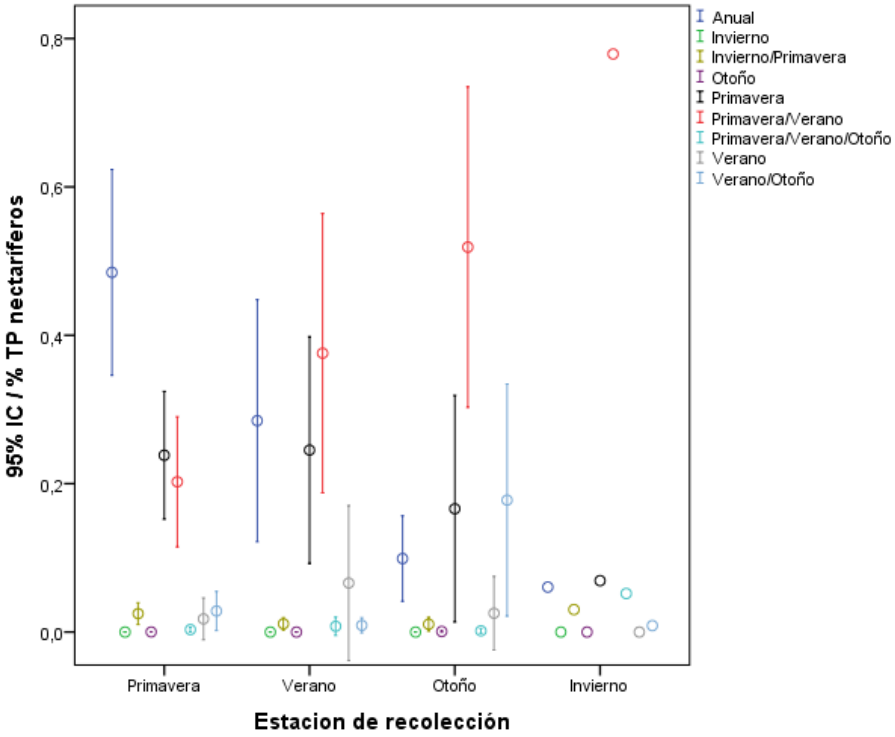
Figura 16. Porcentaje de TPn clasificados según el estrato (arbóreo, arbustivo, herbáceo, lianoide) y el origen (autóctono, cultivado, cultivado/silvestre, exótico/autóctono, exótico) en mieles no urbanas y urbanas.



	Arbóreos	Arbustivos	Herbáceos	Lianoides	Arbóreos	Arbustivos	Herbáceos	Lianoides
	No Urbano				Urbano			
Exóticos/Autóctonos	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.2%	8.4%	0.0%	0.0%
Exóticos	4.4%	0.0%	0.0%	0.0%	29.3%	0.2%	5.3%	0.0%
Cultivados/Silvestres	3.7%	1.3%	24.6%	0.0%	0.1%	0.0%	13.2%	0.0%
Cultivados	1.0%	0.0%	0.0%	0.0%	11.5%	0.0%	0.0%	0.0%
Autóctonos	14.5%	36.5%	9.2%	4.6%	0.6%	7.1%	22.5%	1.5%

Analizando las mieles según las estaciones astronómicas (invierno, primavera, verano, otoño) de recolección y de floración de los taxones de los TPn, en líneas generales en todas las mieles se observan TPn que florecen anualmente, en primavera o primavera/verano. También hay presencia de otros TPn que florecen en otras estaciones (p.e. otoño) y que coinciden con la estación de recolección, pero no se observa un patrón concreto que permita clasificar las mieles según la estación de recolección (Figura 17). El análisis estadístico muestra diferencias significativas (Kruskal-Wallis P<0,05) en los porcentajes de TPn anuales y de primavera. Las mieles de primavera tienen porcentajes más elevados de TPn anuales y de primavera que las de otoño ((Mann-Whitney, P<0,05).

Figura 17. Gráfico de barras de error, indicando la variación del porcentaje de tipos polínicos nectaríferos (TPn) clasificados por la época de floración de los taxones según la estación de recolección. El valor medio se muestra con un círculo y la varianza con la longitud de las barras. Barras realizadas con un intervalo de confianza (CI) del 95%.



4.5.1. Riqueza y diversidad polínica

Las muestras de miel se caracterizaron por contener una media de 78.620 granos de polen en 10 gramos de miel (Anexos 5 a, b, c y Tabla 22). Sin embargo, existe una elevada variación de su riqueza polínica. El número de TPn identificados o medida de la diversidad polínica varió de 11 (MTMP16Se, Girona) a 47 (MMart16Jn, Barcelona). La mayoría de las muestras, 30 (58,8%), pertenecen a la clase II de Maurizio (Maurizio, 1939), es decir contienen entre 21.000 y 100.000 granos de polen en 10 gramos de miel, y se clasifican como mieles multiflorales. Como monoflorales con pólenes suprarepresentados (clase III), se han clasificado 13 mieles (25,5%), y como monoflorales con pólenes infrarepresentados (clase I), 8 (15,7%). En la Tabla 22 se muestran los valores resumen correspondientes a cada miel y la tipificación asignada a la misma, basándose en los espectros polínicos de los anexos 5ª, 5b y 5c.

Tabla 22. Riqueza polínica de las 51 mieles estudiadas. **GP**: nº de granos de polen contabilizados; **TP**: DivP o nº de tipos polínicos identificados; **TPn**: número de tipos polínicos nectaríferos; **TPp**: nº de tipos polínicos poliníferos; **GP/10g**: RiqP o nº de granos de polen en 10 gramos de miel; **GPn/10g**: nº de granos de polen nectaríferos en 10 gramos de miel; **GPn (%)**: % de granos de polen nectarífero; **GPp (%)**: % de granos de polen polinífero; **HDE/10g**: elementos de melada en 10 gramos de miel; **Clase de Maurizio**; **Tipificación** de la miel.

			GP	TP	TPn	TPp	GP/10g	GPn/10g	GPn (%)	GPp (%)	HDE/10g	Clase de Maurizio	Tipificación
No Urbanas	Barcelona	MCPins17No	1.161	23	16	7	421.185	328.677	78,0%	22,0%	1088	III	Monofloral *H. helix*
		MMarg17AJn	523	25	13	12	16.741	7.010	41,9%	58,1%	736	I	Monofloral *Rosmarinus*
		MMart16Jn	740	47	32	15	40.268	27.263	67,7%	45,1%	707	II	Multifloral
		MMart17Jn	568	28	17	11	61.817	50.934	82,4%	17,6%	327	II	Multifloral
		MOrri16Jl	925	31	18	15	55.928	37.003	66,2%	33,8%	1814	II	Multifloral
		MOrri17Jl	502	33	19	12	60.705	22.371	36,9%	63,1%	2781	II	Multifloral
		MSag16My	3.210	24	16	8	26.716	26.433	98,9%	1,1%	1714	II	Multifloral
		MTore16Mg	479	29	19	10	17698	8.802	49,7%	50,3%	2514	II	Multifloral
		MTore16Se	564	29	17	12	68.202	37.850	55,5%	44,5%	1935	II	Multifloral
		MTore17Jl	910	27	14	13	110.043	43.775	39,8%	60,2%	8465	III	Multifloral
		MTore17Jn	850	41	24	17	92.508	27.970	30,2%	69,8%	1850	II	Multifloral
		MLGar17Oc	2.137	21	13	8	465.154	289.497	62,2%	37,8%	4789	III	Monofloral *Coronilla* T.
		MGra16Jl	385	31	19	12	20.213	15.645	77,4%	22,6%	1050	II	Multifloral
		MBCMd17Oc	557	36	23	13	45.465	15.672	34,5%	65,5%	327	II	Multifloral
		MBVlld17Jl	963	41	24	17	116.452	75.337	64,7%	35,3%	1935	III	Mullifloral
		MVFil18Dc	547	28	16	12	35.019	14.725	42,0%	58,0%	1344	II	Multifloral
		MVMR15Oc	731	32	19	13	26.519	24.488	92,3%	7,7%	327	II	Multifloral
		MVMR16Jn	713	40	23	17	29.845	18.753	62,8%	37,2%	126	II	Multifloral
		MVMR17Jl	234	18	12	6	7.958	6.326	79,5%	20,5%	170	I	Monofloral Brassicaceae T.
	Girona	MVidD16Jn	808	36	19	17	92.566	74.350	80,3%	19,17%	3093	II	Multifloral
		MVidD17Jn	1.104	40	19	21	60.076	50.063	83,3%	16,7%	2449	II	Multifloral
		MVidM16Jn	638	31	17	14	38.575	31.380	81,3%	18,7%	2419	II	Multifloral
		MVidM17Jn	1.037	36	21	15	112.860	82.931	73,5%	26,5%	2721	III	Monofloral *Erica* sp.
		MGBat16Jn	800	29	15	14	25.608	19.654	76,8%	23,2%	704	II	Multifloral
		MGBat17Ag	969	31	17	14	105.460	83.258	78,9%	21,1%	3265	III	Monofloral *Castanea*
		MGCJo16Oc	786	23	14	9	95.048	85.736	90,2%	9,8%	484	II	Multifloral
		MGCJo17Jl	950	23	13	10	103.392	88.699	85,8%	14,2%	2394	III	Monofloral *Castanea*
		MGRiu16Oc	646	30	21	9	70.306	62.035	88,2%	11,8%	980	II	Multifloral
		MGRiu17Ag	1.029	33	18	15	111.990	69.871	62,4%	37,6%	5224	III	Monofloral *Castanea*
		MTMP16Se	625	11	7	4	75.579	39.059	51,7%	25,7%	1209	II	Multifloral
		MTMS16Jl	548	19	12	7	132.535	88.518	66,8%	33,2%	2660	III	Monofloral *Malus* T.
		MTMS17Jl	595	27	17	10	19.046	9.027	47,4%	52,6%	416	II	Multifloral
		MStH17Oc	1.209	13	9	4	263.159	258.153	98,1%	1,9%	47669	III	Monofloral *Castanea*

			GP	TP	TPn	TPp	GP/10g	GPn/10g	GPn (%)	GPp (%)	HDE/10g	Clase de Maurizio	Tipificación
	Lleida	MAlI16Jn	653	37	21	16	19.741	13.211	66,9%	33,1%	1149	II	Multifloral
		MAlI17Jn	349	27	14	13	7.448	4.375	58,7%	41,3%	448	I	Monofloral *Sedum* T.
		MSer17Jn	654	35	21	14	71.177	51.696	72,6%	27,4%	2830	II	Multifloral
		MSol16My	1.073	30	21	9	58.389	44.676	76,5%	23,5%	2449	II	Multifloral
		MSol17My	930	22	10	12	112.461	28.901	25,7%	74,3%	5200	III	Monofloral *Rosmarinus*
		MCam17Ab	1.189	24	10	14	35.945	7.316	20,4%	79,6%	4051	II	Multifloral
	Tarragona	MDaig16En	478	33	20	13	15.301	7.394	48,3%	51,7%	544	I	Monofloral Asparagus sp.
		MVilC17Oc	1.277	26	16	10	138.980	46.798	33,7%	66,3%	68347	III	Monofloral *Rubus* T.
		MAQuer17Jn	845	29	17	12	27.048	14.853	54,9%	45,1%	640	II	Multifloral
Urbanas	Barcelona	MBCiu15Oc	507	31	18	13	11.354	3.762	33,1%	66,9%	112	I	Monofloral *Citrus* sp.
		MBCiu16Jn	505	43	26	17	16.165	7.874	48,7%	51,3%	640	I	Monofloral *Schinus* sp.
		MBCiu16My	512	33	18	15	30.957	9.614	31,1%	68,9%	363	II	Multifloral
		MBCiu17Ab	596	25	13	12	18.018	5.291	29,4%	70,6%	695	I	Monofloral
		MBCiu17Ag	723	27	18	9	46.286	29.193	63,1%	36,9%	384	II	Multifloral
		MBCiu17Oc	777	39	22	17	49.743	43.341	87,1%	12,9%	2049	II	Multifloral
		MVAt16Jn	775	29	14	15	16.400	6.899	42,1%	57,9%	190	I	Monofloral *Cynoglossum* sp.
		MVAt17Jn	1.635	39	27	12	213.531	134.257	62,9%	37,1%	653	III	Monofloral Brassicaceae T.
		MVAt18Ds	904	23	16	7	98.385	87.502	88,9%	11,1%	327	II	Multifloral

4.5.2. Mieles no urbanas

4.5.2.1. Tipos polínicos nectaríferos de las mieles no urbanas

En las mieles no urbanas (Tabla 23) se han identificado 76 TPn siendo *Rubus* T. el único que aparece en todas las mieles. Junto a éste destacan: Brassicaceae T., *Coronilla* T., *Anthyllis* T., *Hedera helix* y *Crataegus* sp., con una ratio de presencia (RP) superior al 60%.

Con respecto a las clases de Louveaux et al (1978), no hay ningún TPn predominante (FRmedia >45%); hay 3 TPn acompañantes (FRmedia entre 16% y 45%) que aparecen en más del 40% de las mieles (Brassicaceae T. (FRmedia 28,0%), *Castanea sativa* (21,1%) y *Erica* sp. (16,2%)) y otros, (como *Malus* T. con 20,1% y *Odontites* sp. con 19,7%) que sólo aparecen en 6 y en 1 miel, respectivamente. Por último, de los 16 TPn minoritarios (FRmedia entre 3 y 15%) cabe destacar *Tamarix* sp. (15,7%), *Coronilla* T. (9,8%), *Rubus* T. (8,9%), Ceratonia siliqua (8,7), *Rhododendron* (7,8), *Asparagus* sp. (7,6%), *Ailanthus altissima* (6,7%).

Tabla 23. Tipos polínicos nectaríferos (TPn) característicos de mieles no urbanas (n=42). Por columnas se muestra: **TPn**; **R,** recurso: material recolectado; N: nectarífero; **RP**, ratio de presencia expresada porcentaje respecto al número de mieles analizadas; **FRmáx., FRmedia, FRmín.**: frecuencias relativas máxima, media y mínima definidas como el nº de granos del TP respecto el total de polen contabilizados; **σ:** desviación estándar; **CV**: coeficiente de variación. *Los TP exóticos han sido marcados con fondo gris*

TPn	R	RP	FRmáx.	FRmedia	FRmín.	σ	CV
***Rubus* T.**	**N**	100	55,5	8,9	0,2	12,1	1,4
Brassicaceae T.	**N**	90,5	90,4	28,0	0,2	26,4	0,9
***Coronilla* T.**	**N**	83,3	52,5	9,8	0,2	13,8	1,4
***Anthyllis* T.**	**N**	81,0	16,4	2,5	0,1	3,4	1,3
Hedera helix	**N**	69,0	59,3	4,9	0,0	11,3	2,3
***Crataegus* sp.**	**N**	66,7	16,7	3,3	0,2	4,1	1,2
Castanea sativa	**N**	57,1	96,7	21,1	0,2	30,9	1,5
***Thymus* sp.**	**N**	54,8	5,9	1,5	0,2	1,5	1,0
Rosmarinus officinalis	**N**	52,4	28,5	3,7	0,1	7,1	1,9
***Galactites* T.**	**N**	50,0	12,3	1,2	0,1	2,6	2,2
***Lotus* sp.**	**N**	50,0	10,1	2,6	0,1	2,8	1,1
***Echium* sp.**	**N**	45,2	22,9	4,4	0,1	6,4	1,6
***Sedum* T.**	**N**	45,2	40,0	5,0	0,1	10,3	2,1
***Taraxacum* T.**	**N**	45,2	12,8	1,5	0,1	3,0	2,0
***Erica* sp.**	**N**	42,9	63,1	16,2	0,1	21,0	1,3
***Reseda* sp.**	**N**	42,9	1,9	0,6	0,1	0,5	0,9
***Prunus* T.**	**N**	40,5	11,0	2,4	0,2	2,7	1,1
***Viburnum* sp.**	**N**	38,1	17,8	2,7	0,1	5,1	1,9
***Asparagus* sp.**	**N**	35,7	51,7	7,6	0,1	16,0	2,1
***Silybum* T.**	**N**	33,3	10,4	1,0	0,1	3,0	2,6
***Eucalyptus* sp.**	**N**	28,6	7,7	1,9	0,0	2,7	1,5
***Vicia* T.**	**N**	28,6	12,8	2,5	0,1	3,7	1,5
***Cercis* T.**	**N**	26,2	11,2	2,7	0,1	4,1	1,5
***Onobrychis* sp.**	**N**	26,2	9,4	2,2	0,2	3,0	1,3
***Aesculus* sp.**	**N**	23,8	6,9	1,9	0,2	2,4	1,3
***Foeniculum* T.**	**N**	21,4	8,7	1,6	0,2	2,7	1,7
***Schinus* sp.**	**N**	21,4	21,3	3,1	0,2	6,9	2,3
***Melilotus* T.**	**N**	19,0	1,5	0,5	0,1	0,4	0,9
***Tilia* sp.**	**N**	19,0	0,8	0,5	0,1	0,0	0,5
Ailanthus altissima	**N**	16,7	26,6	6,7	0,1	10,0	1,5
Borago officinalis	**N**	16,7	7,1	1,8	0,2	2,5	1,4
Ilex aquifolium	**N**	16,7	2,1	1,1	0,3	0,7	0,7
Prunus spinosa	**N**	16,7	6,7	1,8	0,2	2,5	1,4
***Sophora* sp.**	**N**	16,7	13,5	3,6	0,4	4,8	1,3
***Tamarix* sp.**	**N**	16,7	59,4	15,7	0,2	22,6	1,4
***Malus* T.**	**N**	14,3	73,8	20,1	0,3	29,0	1,5
Robinia pseudoacacia	**N**	14,3	5,6	1,5	0,0	2,1	1,4

TPn	R	RP	FRmáx.	FRmedia	FRmín.	σ	CV
Trifolium pratense	**N**	14,3	4,7	1,0	0,0	1,8	1,9
Ceratonia siliqua	**N**	11,9	40,9	8,7	0,2	18,0	2,1
***Cynoglossum* sp.**	**N**	11,9	4,9	2,0	0,2	2,1	1,1
Lavandula stoechas	**N**	11,9	1,4	0,7	0,2	0,6	0,8
***Lonicera* T.**	**N**	11,9	0,9	0,3	0,1	0,3	1,0
***Arbutus* T.**	**N**	9,5	0,5	0,3	0,2	0,2	0,5
***Astragalus* sp.**	**N**	9,5	0,7	0,6	0,4	0,0	0,2
***Clematis* sp.**	**N**	9,5	8,6	2,4	0,1	4,1	1,7
***Medicago* sp.**	**N**	9,5	10,1	2,9	0,0	4,8	1,7
***Allium* T.**	**N**	7,1	1,4	1,1	0,8	0,3	0,3
***Myosotis* sp.**	**N**	7,1	1,0	0,6	0,2	0,4	0,8
***Potentilla* T.**	**N**	7,1	3,4	1,6	0,5	1,6	1,0
Melia azedarach	**N**	7,1	2,5	1,4	0,6	1,0	0,8
***Acer* sp.**	**N**	4,8	1,2	0,6	0,1	0,7	1,2
***Agave* T.**	**N**	4,8	1,1	0,6	0,1	1,0	1,3
***Anchusa* sp.**	**N**	4,8	1,0	1,0	1,0	0,0	0,0
***Citrus* sp.**	**N**	4,8	1,1	0,6	0,1	0,6	1,1
***Cornus* sp.**	**N**	4,8	2,0	1,9	1,9	0,1	0,1
***Euphorbia* sp.**	**N**	4,8	0,8	0,5	0,2	0,4	0,8
***Helianthus* T.**	**N**	4,8	0,5	0,4	0,3	0,1	0,4
***Laurus* T.**	**N**	4,8	2,3	1,2	0,2	1,5	1,2
Ocimun basilicum	**N**	4,8	0,4	0,3	0,1	0,2	0,7
***Rhododendron* sp.**	**N**	4,8	8,8	7,8	6,9	1,3	0,2
***Scabiosa* sp.**	**N**	4,8	0,2	0,2	0,2	0,0	0,1
***Calluna* sp.**	**N**	2,4	0,2	0,2	0,2		
***Centaurea* sp.**	**N**	2,4	0,2	0,2	0,2		
***Cichorium* sp.**	**N**	2,4	2,6	2,6	2,6		
***Euonymus* sp.**	**N**	2,4	2,1	2,1	2,1		
***Impatiens* sp.**	**N**	2,4	0,3	0,3	0,3		
***Lamium* T.**	**N**	2,4	0,1	0,1	0,1		
***Lathyrus* sp.**	**N**	2,4	0,7	0,7	0,7		
***Lithospermum* sp.**	**N**	2,4	1,3	1,3	1,3		
***Muscari* sp.**	**N**	2,4	3,5	3,5	3,5		
***Odontites* sp.**	**N**	2,4	19,7	19,7	19,7		
Parkinsonia aculeata	**N**	2,4	0,2	0,2	0,2		
***Psoralea* sp.**	**N**	2,4	3,9	3,9	3,9		
***Salvia* T.**	**N**	2,4	0,5	0,5	0,5		
***Sideritis* sp.**	**N**	2,4	0,3	0,3	0,3		
***Sorbus* sp.**	**N**	2,4	0,2	0,2	0,2		
Nº total de TPN	**77**						

4.5.3. Mieles urbanas

4.5.3.1. Tipos polínicos nectaríferos de las mieles urbanas

En las mieles urbanas (Tabla 24) se identificaron 55 TPn. Al igual que en las mieles no urbanas, *Rubus* T. es el único TPn que aparece en todas las muestras. Junto a él, *Cercis* T., *Anthyllis* T., *Echium* sp., *Lotus* sp., *Schinus* sp., *Ailanthus altissima*, Brassicaceae T., *Eucalyptus* sp. y *Galactites* T., presentaron una RP superior al 60% de las mieles.

En cuanto a las Frecuencias medias (FRmedia), Brassicaceae T. (18,7%) y *Sophora* sp. (17,0%), aparecen en más del 40% de las mieles como polen acompañante (FRmedia entre 16% y 45%). Otros TPn con FRmedia entre 3 y 5% (TPn minoritario) y que aparecen en más del 50% de las mieles urbanas son *Agave* sp. (9,7%), *Cercis* T. (9,4%), *Rubus* T. (8,6%), *Echium* sp. (7,6%), *Schinus* sp. (7,2%) y *Lotus* sp. (6,7%).

Tabla 24. Tipos polínicos nectaríferos (TPn) característicos de mieles urbanas (n=9). Por columnas se muestra: **TPn**; **R,** recurso: material recolectado; N: nectarífero; **RP**, ratio de presencia expresada porcentaje respecto al número de mieles analizadas; **FRmáx., FRmedia, FRmín.**: frecuencias relativas máxima, media y mínima definidas como el nº de granos del TP respecto el total de polen contabilizados; **σ:** desviación estándar; **CV**: coeficiente de variación. *Los TP exóticos han sido marcados con fondo gris*.

TPn	R	RP	FRmáx.	FRmedia	FRmín.	σ	CV
***Rubus* T.**	**N**	100	22,4	8,6	2,1	6,7	0,8
***Cercis* T.**	**N**	88,9	21,4	9,4	0,9	7,7	0,8
***Anthyllis* T.**	**N**	88,9	5,1	2,4	0,6	1,3	0,6
***Echium* sp.**	**N**	77,8	17,8	7,6	0,9	7,3	1,0
***Lotus* sp.**	**N**	77,8	26,2	6,7	0,1	10,2	1,5
***Schinus* sp.**	**N**	77,8	26,7	7,2	0,9	9,2	1,3
Ailanthus altissima	**N**	66,7	1,8	0,7	0,1	0,7	0,9
Brassicaceae T.	**N**	66,7	67,0	18,7	3,7	24,2	1,3
***Eucalyptus* sp.**	**N**	66,7	13,0	4,5	0,9	4,5	1,0
***Galactites* T.**	**N**	66,7	4,7	1,7	0,2	1,7	1,0
***Agave* T.**	**N**	55,6	23,5	9,7	0,4	9,5	1,0
***Asparagus* sp.**	**N**	55,6	2,1	1,0	0,6	0,7	0,6
***Astragalus* sp.**	**N**	55,6	11,5	2,3	0,1	4,5	1,9
Borago officinalis	**N**	55,6	1,3	0,5	0,1	0,4	0,9
Parkinsonia aculeata	**N**	55,6	2,9	0,9	0,1	1,2	1,3
***Sophora* sp.**	**N**	55,6	48,9	17,0	0,2	19,4	1,1
Hedera helix	**N**	44,4	4,4	1,7	0,1	1,9	1,1
***Viburnum* sp.**	**N**	44,4	1,8	1,0	0,3	0,7	0,7
***Aesculus* sp.**	**N**	33,3	20,4	7,1	0,4	11,5	1,6
Castanea sativa	**N**	33,3	0,7	0,5	0,4	0,1	0,3
Ceratonia siliqua	**N**	33,3	51,5	27,1	0,6	25,5	0,9

TPn	R	RP	FRmáx.	FRmedia	FRmín.	σ	CV
***Citrus* sp.**	**N**	33,3	17,3	7,5	0,2	8,8	1,2
***Crataegus* sp.**	**N**	33,3	1,2	0,8	0,3	0,5	0,6
Rosmarinus officinalis	**N**	33,3	4,4	2,9	0,4	2,2	0,7
***Sedum* T.**	**N**	33,3	4,8	2,0	0,1	2,4	1,2
***Taraxacum* T.**	**N**	33,3	0,5	0,2	0,1	0,2	0,9
***Potentilla* T.**	**N**	33,3	6,1	2,6	0,2	3,1	1,2
***Allium* T.**	**N**	22,2	6,2	3,9	1,6	3,2	0,8
***Cynoglossum* sp.**	**N**	22,2	58,3	29,6	0,8	40,6	1,4
***Erica* sp.**	**N**	22,2	12,6	6,3	0,1	8,8	1,4
***Prunus* T.**	**N**	22,2	0,6	0,5	0,4	0,2	0,3
***Silybum* T.**	**N**	22,2	1,2	0,7	0,2	0,7	1,0
***Tamarix* sp.**	**N**	22,2	2,4	1,5	0,6	1,3	0,9
***Thymus* sp.**	**N**	22,2	0,3	0,3	0,2	0,0	0,1
***Tilia* sp.**	**N**	22,2	0,4	0,3	0,1	0,2	0,7
***Arbutus* T.**	**N**	11,1	0,1	0,1	0,1		
***Bupleurum* sp.**	**N**	11,1	10,8	10,8	10,8		
***Campanula* sp.**	**N**	11,1	0,6	0,6	0,6		
***Cichorium* sp.**	**N**	11,1	0,4	0,4	0,4		
***Convolvulus* sp.**	**N**	11,1	0,6	0,6	0,6		
***Cornus* sp.**	**N**	11,1	2,4	2,4	2,4		
***Echinops* sp.**	**N**	11,1	0,9	0,9	0,9		
***Elaeagnus* sp.**	**N**	11,1	0,4	0,4	0,4		
***Foeniculum* T.**	**N**	11,1	0,4	0,4	0,4		
***Helianthus* T.**	**N**	11,1	0,2	0,2	0,2		
***Laurus* T.**	**N**	11,1	0,6	0,6	0,6		
***Lavandula* sp.**	**N**	11,1	8,9	8,9	8,9		
***Medicago* sp.**	**N**	11,1	0,1	0,1	0,1		
***Melilotus* T.**	**N**	11,1	1,8	1,8	1,8		
Melia azedarach	**N**	11,1	0,4	0,4	0,4		
***Muscari* sp.**	**N**	11,1	3,1	3,1	3,1		
***Oenothera* sp.**	**N**	11,1	0,6	0,6	0,6		
Ricinus communis	**N**	11,1	1,5	1,5	1,5		
***Salvia* T.**	**N**	11,1	0,2	0,2	0,2		
Trifolium pratense	**N**	11,1	0,8	0,8	0,8		
Nº total de TPN	**55**						

4.5.3.2. Influencia de la flora ornamental en las mieles urbanas

En el espacio urbano, jardines y parques, la ciudad de Barcelona cuenta con aproximadamente 236.600 ejemplares de árboles y arbustos (datos facilitados por el Ayuntamiento de Barcelona, año 2018) de 1.172 taxones (Argimon, 2009) y la ciudad de Viladecans con aproximadamente 18.700 ejemplares de

árboles y arbustos de 156 taxones diferentes (datos facilitados por el Ayuntamiento de Viladecans, año 2017).

Se han evaluado los censos de árboles y arbustos urbanos categorizando cada taxón en función de su origen autóctono o exótico y necatrífero o poliníferо y se han calculado los correspondientes porcentajes, teniendo en cuenta la representación numérica de cada especie. Un resumen de los resultados se presenta en la primera parte de la Tabla 25. La segunda parte de la Tabla 25 presenta una síntesis de los tipos polínicos nectaríferos (TPn) hallados en las mieles urbanas analizadas (Anexo 5c), expresados en forma de porcentajes según su origen (Autóctonos o Silvestres, Cultivados, Cultivados/Silvestres, Exóticos o Exóticos/Autóctonos). La asignación del origen a cada TP encontrado en las mieles urbanas de Barcelona y Viladecans puede verse en la Tabla 26.

Los porcentajes de ejemplares exóticos en Barcelona (64,4%) y en Viladecans (61%) son similares, al igual que el de ejemplares nectaríferos con valores de 24,3% y 23,0%, respectivamente. Dentro de los ejemplares nectaríferos, el porcentaje de exóticos es 67,8% y 76,0%, respectivamente. Siendo estos porcentajes tan similares, cabría esperar que los porcentajes de TP exóticos hallados en las mieles de estas dos ciudades también lo fueran, pero no es así (Tabla 25).

Tabla 25. Síntesis de información sobre el censo de plantas ornamentales de las ciudades de Barcelona y Viladecans y de los resultados de los análisis de mieles urbanas del Anexo 5c: número de ejemplares, porcentaje de ejemplares nectaríferos y porcentaje de ejemplares exóticos dentro de los nectaríferos; porcentajes de tipos polínicos nectaríferos (TPn) encontrados en las mieles urbanas clasificados según el origen de los taxones (autóctonos; cultivados; cultivados/silvestres; exóticos; exóticos/autóctonos).

	Plantas urbanas			**Tipos polínicos nectaríferos en las mieles según origen**				
	Nº total de ejemplares	% de nectaríferos	% de exóticos dentro de los nectaríferos	Autóctonos	Cultivados	Cultivados/ Silvestres	Exóticos	Exóticos/ Autóctonos
Barcelona	236.640	24,3%	67,8%	16,5%	13,9%	3,1%	55,6%	10,9%
Viladecans	18.651	23,0%	76,0%	23,0%	19,8%	43,6%	8,6%	5,0%

En las mieles urbanas de **Barcelona** (Parc de la Ciutadella) (n=6), la presencia de TPn de taxones de origen exótico (55,6%) sumada a los exóticos/autóctonos (10,9%), suponen un 66,5% del espectro, valor muy similar al porcentaje de taxones exóticos, dentro de los nectaríferos, del censo de plantas de Barcelona (67,8%). En este apartado destacamos los TPn exóticos *Agave* sp., *Ailanthus altissima*, *Cercis* T., *Eucalyptus* sp., *Schinus* sp., y *Sophora* sp. También hay que destacar el caso del TPn *Rubus* T. que en principio és autóctono pero que en ciudad consideramos Exótico/Autóctono porque engloba a taxones como *Eriobotrya japonica, Mespilus germanica, Geum* sp., *Pyracantha* sp. y *Rubus* sp.

La presencia de TPn de taxones cultivados (13,9%), corresponde mayoritariamente a *Ceratonia siliqua* (91,3%), *Citrus* sp. (8,2%) y *Helianthus* T. (0,5%). Respecto a taxones cultivados/silvestres (3,1%), *Allium* T. (63,3%) y Brassicaceae T. (36,7%) son los más destacables.

Si se tiene en cuenta los TPn de taxones autóctonos (16,5%) en mieles de Barcelona, aparecen 29 (Tabla 26). Los que tienen más presencia son *Echium* sp (33,0%), *Lotus* sp. (16,1%) y *Anthyllis* T. (14,2%).

En las mieles urbanas de **Viladecans** (n=3), la presencia de TPn de taxones de origen exótico y la de exóticos/autóctonos (*Rubus* T.) es del 13,6% (Tabla 25). Si se compara este valor con el del censo de plantas exóticas dentro de las nectaríferas (76,0%) se observa una gran divergencia. De los TPn exóticos destacamos *Ailanthus altissima*, *Cercis* T., *Eucalyptus* sp. y *Schinus* sp. Hay una importante presencia de TPn cultivados/silvestres (43,6%), entre los que destacan Brassicaceae T. (98,8%), *Prunus* T. (1,1%) y *Medicago* sp. (0,1%), y de cultivados (19,8%), *Ceratonia siliqua* (99%) y *Citrus* sp. (1%).

Hay 23 TPn autóctonos (Tabla 26), que suponen el 23,0% del polen. Los que tienen más presencia son *Erica* sp. (21,2%) y *Rosmarinus officinalis* (17,2%). De todos los TPn de taxones autóctonos, solo *Arbutus* T. y *Viburnum* sp. aparecen en el censo de taxones de la ciudad de Viladecans.

Comparando los resultados melisopalinológicos de las mieles urbanas de Barcelona y Viladecans es de remarcar la gran diferencia en porcentaje de taxones cultivados/silvestres en las mieles urbanas de Barcelona (3,1%) con respecto a las de Viladecans (43,6%) y en las ornamentales de Barcelona (55,6%) y Viladecans (8,6%).

Tabla 26. Tipos polínicos que aparecen en las mieles urbanas de Barcelona (Ciutadella) y Viladecans (Atrium). Clasificados según el origen de los taxones que representan (autóctono (A); cultivado (C); cultivado/silvestre (C/A); exótico (E); exótico/autóctono (E/A)).

Tipos polínicos nectaríferos			
Barcelona Ciutadella	**Origen**	**Viladecans Atrium**	**Origen**
Aesculus sp.	E	*Agave* T.	E
Agave T.	E	*Ailanthus altissima*	E
Ailanthus altissima	E	*Arbutus* T.	A
Allium T.	C/S	*Asparagus* sp.	A
Asparagus sp.	A	*Astragalus* sp.	A
Astragalus sp.	A	*Borago officinalis*	A
Borago officinalis	A	*Brassicaceae* T.	C/S
Brassicaceae T.	C/S	*Ceratonia siliqua*	C
Bupleurum sp.	A	*Cercis* T.	E
Campanula sp.	A	*Citrus* sp.	C

Barcelona Ciutadella	Origen
Castanea sativa	A
Ceratonia siliqua	C
Cercis T.	E
Cichorium sp.	A
Citrus sp.	C
Convolvulus sp.	A
Cornus sp.	A
Crataegus sp.	A
Cynoglossum sp.	A
Anthyllis T.	A
Echinops sp.	A
Echium sp.	A
Elaeagnus sp.	E
Eucalyptus sp.	E
Galactites T.	A
Hedera helix	A
Helianthus T.	C
Laurus T.	A
Lavandula sp.	A
Ligustrum sp.	E/A
Lotus sp.	A
Melia azedarach	E
Oenothera sp.	A
Parkinsonia aculeata	E
Potentilla T.	A
Rosmarinus officinalis	A
Rubus T.	E/A
Salvia T.	A
Schinus sp.	E
Sedum T.	A
Sophora sp.	E
Tamarix sp.	A
Taraxacum T.	A
Tilia sp.	A
Trifolium pratense	A
Viburnum sp.	A

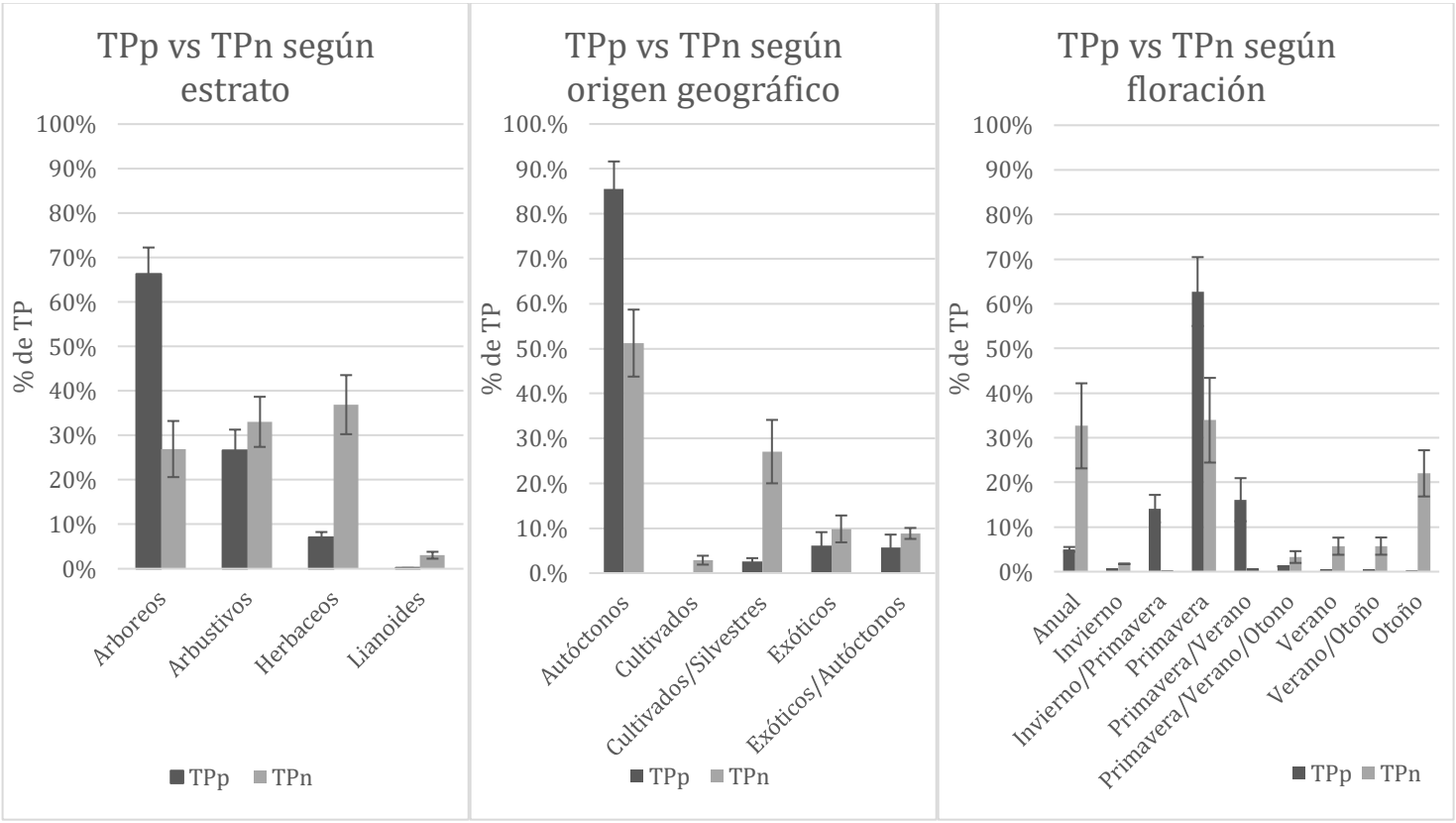
Viladecans Atrium	Origen
Crataegus sp.	A
Cynoglossum sp.	A
Anthyllis T.	A
Echium sp.	A
Erica sp.	A
Eucalyptus sp.	E
Foeniculum T.	A
Galactites T.	A
Hedera helix	A
Lotus sp.	A
Medicago sp.	C/S
Melilotus T.	A
Muscari sp.	A
Parkinsonia aculeata	E
Prunus T.	C/S
Ricinus communis	E
Rosmarinus officinalis	A
Rubus T.	E/A
Schinus sp.	E
Sedum T.	A
Silybum T.	A
Sophora sp.	E
Tamarix sp.	A
Taraxacum T.	A
Thymus sp.	A
Viburnum sp.	A

4.5.4. Tipos polínicos nectaríferos *vs* poliníferos

El análisis estadístico muestra diferencias significativas (Kruskal-Wallis, $P<0,05$) entre entre los espectros polínicos teniendo en cuenta todos los TP y solo con los TPn. Comparando los porcentajes

de TP nectaríferos (TPn) y poliníferos (TPp) se observa que los TPp son mayoritariamente arbóreos, autóctonos, y de primavera, mientras que los TPn son mayoritariamente herbáceos, arbustivos y arbóreos, además, mayoritariamente son autóctonos, aunque la influencia de cultivados/silvestres también es elevada (Figura 18). Referente a la estación de floración, en líneas generales los TPn son de taxones que florecen anualmente, en primavera y otoño.

Figura 18. Porcentajes de los tipos polínicos poliníferos (TPp) y nectaríferos (TPn) clasificados según el origen, el estrato y la estación de floración de la planta.

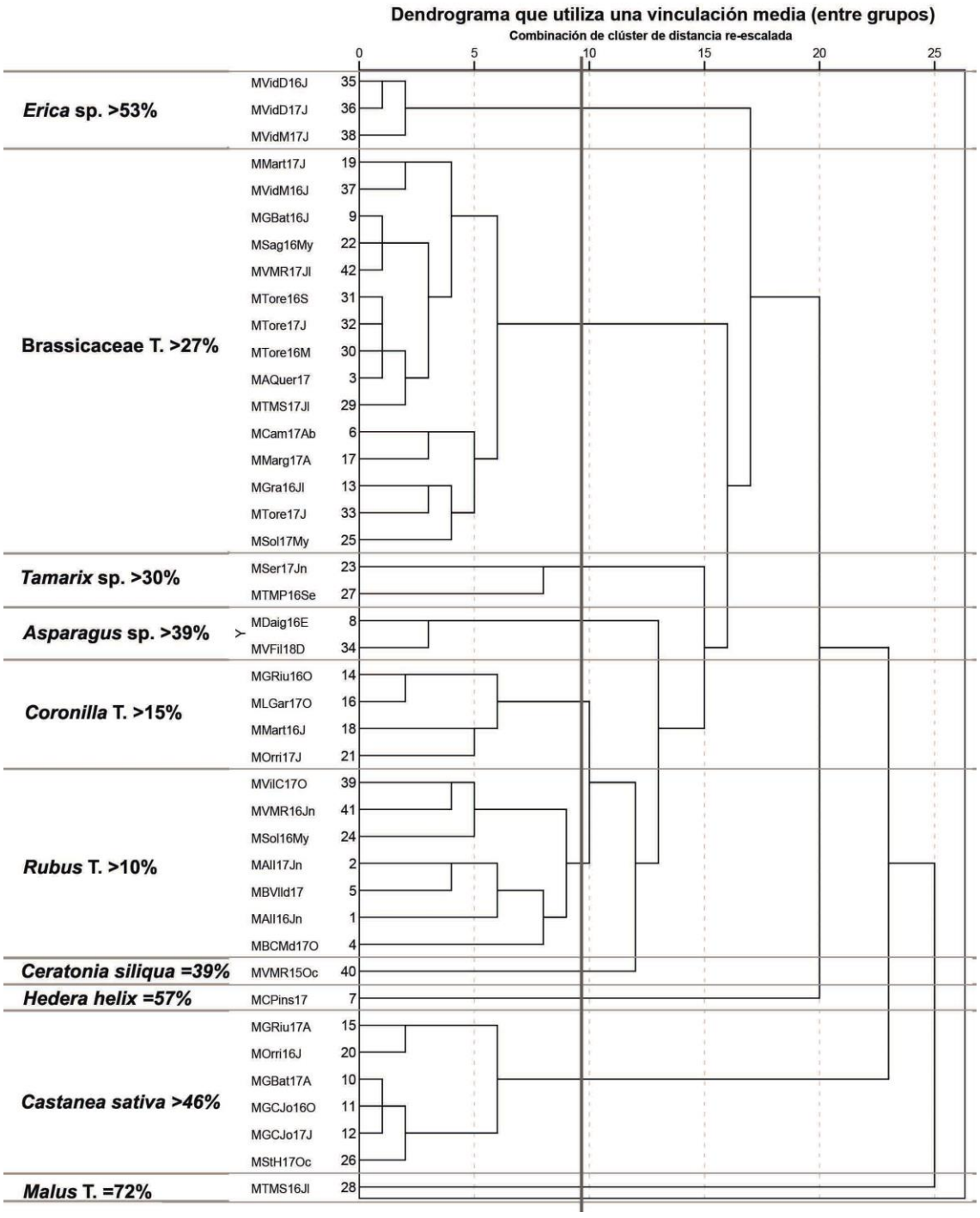


4.5.5. Agrupaciones por clusters jerárquicos

El resultado del análisis de Clúster Jerárquico de mieles no urbanas (n=42) teniendo en cuenta solo los tipos polínicos nectaríferos característicos (>3%) muestra agrupaciones en función de la diversidad y riqueza polínicas de las mieles (Figura 19). Se observan tres grupos principales: uno en el cual el porcentaje del TPn Brassicaceae es predominante, formado por 15 mieles tanto monoflorales (3) como multiflorales (12); otro grupo, con 7 mieles, en el que el TPn más representativo es *Rubus* T., también con muestras monoflorales (2) y multiflorales (5); y por último, un grupo más reducido donde predomina el TPn *Castanea sativa*, con cuatro mieles monoflorales y dos multiflorales. Finalmente aparecen

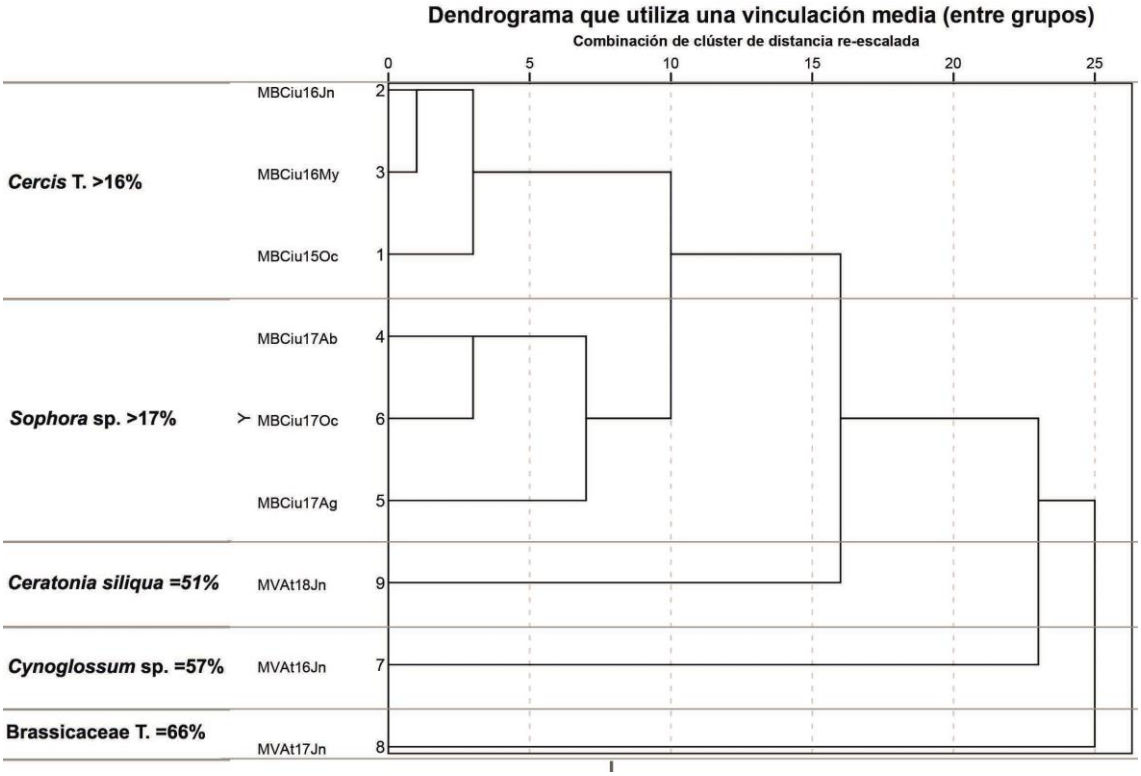
grupos pequeños de 2 o 3 mieles donde predominan otros TPn como *Asparagus* sp., *Ceratonia siliqua*, *Coronilla* T., *Hedera helix*, *Malus* T. y *Tamarix* sp. (Figura 19)

Figura 19. Dendograma de los datos melisopalinológicos de las mieles no urbanas, teniendo en cuenta solo los tipos polínicos nectaríferos característicos (>3%).



En el resultado del Clúster Jerárquico de mieles urbanas (n=9) se detectan (Figura 20) 3 mieles agrupadas según los porcentajes de *Cercis* T. y 3 mieles agrupadas según los porcentajes de *Sophora* sp (Figura 20), habiendo sido clasificadas algunas de ellas como monoflorales (Clase I de Maurizio). Las otras 3 mieles se muestran como diferentes entre ellas y con los grupos anteriores.

Figura 20. Dendograma de los datos melisopalinológicos de las mieles urbanas, teniendo en cuenta solo los tipos polínicos nectaríferos característicos (>3%).



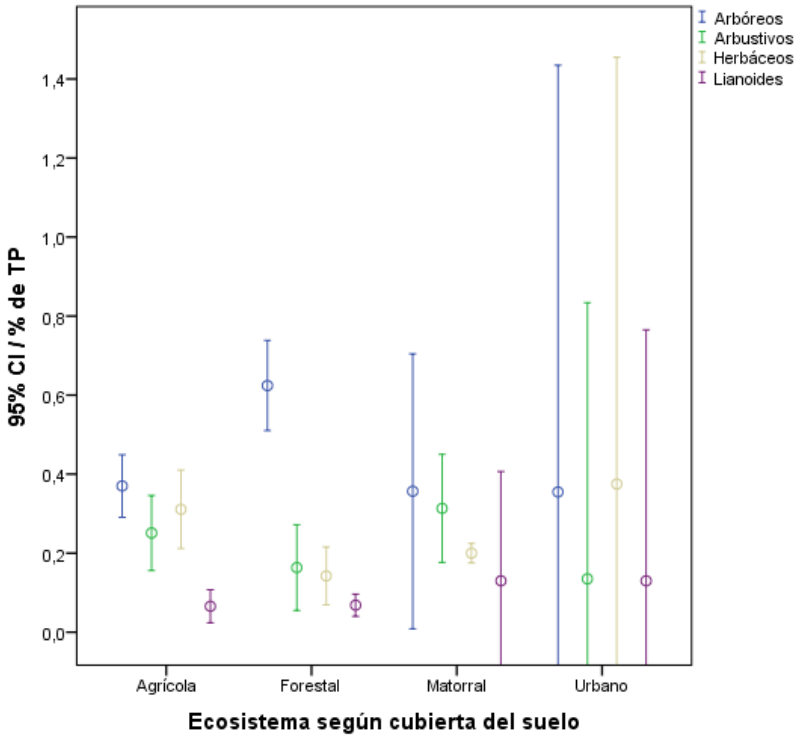
4.6. Resultados de melisopalinología en propóleos.

En el Anexo 6 se muestran los resultados del análisis de propóleos de Catalunya según las frecuencias de Louveaux et al. (1978) teniendo en cuenta el espectro polínico total.

Para buscar similitudes y diferencias entre los propóleos de diferentes localidades se clasificaron los TP obtenidos en el análisis microscópico según el estrato de la planta, su origen y la época de floración, y se compararon con los valores de los propóleos clasificados según el color, textura y el ecosistema donde se encuentra el apiario.

En la Figura 21 se puede observar cómo en ecosistemas urbanos destaca la gran variabilidad (elevada varianza) de TP para cada estrato. Por otro lado, se observa un porcentaje más elevado de TP arbóreos en propóleos de ecosistemas forestales que en los demás ecosistemas. Para el resto de estratos no se observa diferencias importantes. Sin embargo, se han detectado diferencias significativas (Kruskal-Wallis P<0,05) en la distribución de TP arbóreos y herbáceos. Se detecta un porcentaje más elevado de TP arbóreos en propóleos de ecosistemas forestales que de agrícolas (Kruskal-Wallis, P<0,05), y un porcentaje más elevado de TP herbáceos en propóleos de ecosistemas agrícolas que forestales y de tipo matorral (Mann-Whitney, P<0,05).

Figura 21. Gráfico de barras de error, indicando la variacion del porcentaje de tipos polínicos (TP) clasificados por el estrato de los taxones de propóleos según la cubierta del suelo. El valor medio se muestra con un círculo y la varianza con la longitud de las barras. Barras realizadas con un intervalo de confianza (CI) del 95%.

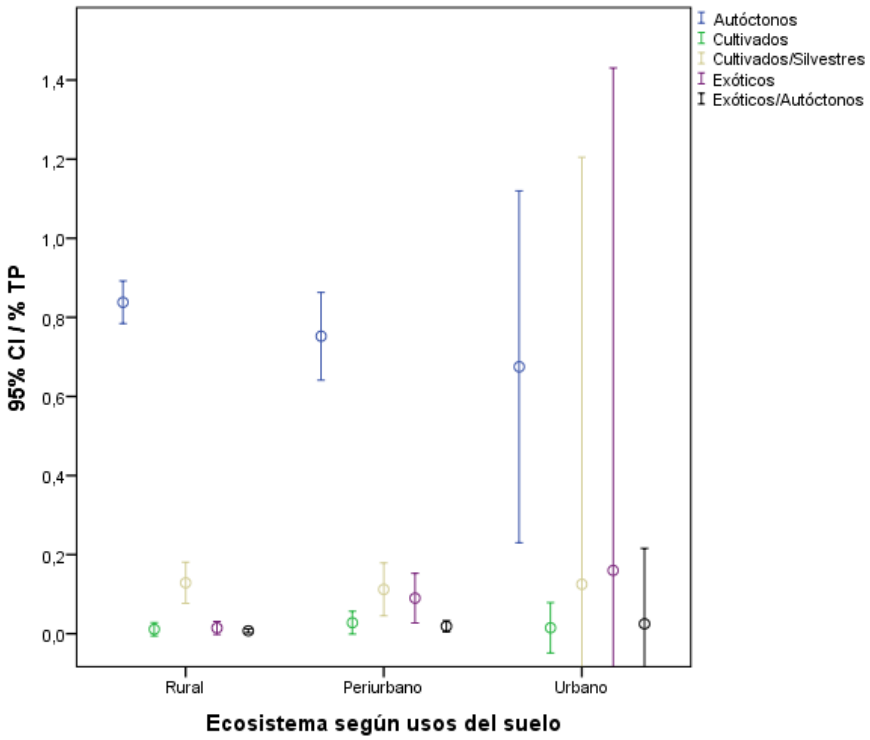


Clasificando los propóleos entre urbanos y no urbanos no se ha detectado diferencias significativas (Kruskal-Wallis) en los porcentajes de los TP clasificados según el origen de los taxones (autóctono, cultivado, cultivado/silvestre, exótico/autóctono, exótico). Hay que tener en cuenta que solo existen 2 muestras de propóleos urbanos.

Clasificando los propóleos en función de los usos del suelo (rural, periurbano, urbano) no se observan grandes diferencias (Figura 22). Sin embargo, sí que se detectan diferencias significativas (Kruskal-

Wallis, P<0,05) en los porcentajes de TP exóticos, siendo más elevado en propóleos urbanos y periurbanos que en los rurales (Mann-Whitney, P<0,05).

Figura 22. Gráfico de barras de error, indicando la variacion del porcentaje de tipos polínicos (TP) clasificados por el origen de las plantas según los usos del suelo. El valor medio se muestra con un círculo y la varianza con la longitud de las barras. Barras realizadas con un intervalo de confianza (CI) del 95%.



Teniendo en cuenta todos los propóleos (n=26), y clasificando los TP según la floración de los taxones (Tabla 27), los TP más abundantes han sido los que florecen en primavera y primavera/verano (41,6% y 24,1% respectivamente), seguidos de los anuales (12,1%) y los de verano/otoño (10,6%). Sin embargo, el análisis estadístico muestra que no hay diferencias significativas (Kruskal-Wallis, P>0,05) en función de los períodos de floración de los taxones de los TP que aparecen.

Tabla 27. % de tipos polínicos (TP) encontrados en los propóleos (n=26) en función de la estación de floración.

Propóleo	
Estación de floración de los TP	**%**
Anual	12,1
Invierno	0,9
Invierno/Primavera	5,0
Invierno/Primavera/Otoño	0,3
Primavera	41,6
Primavera/Verano	24,1
Primavera/Verano/Otoño	3,4
Verano	1,4
Verano/Otoño	10,6
Otoño	0,9

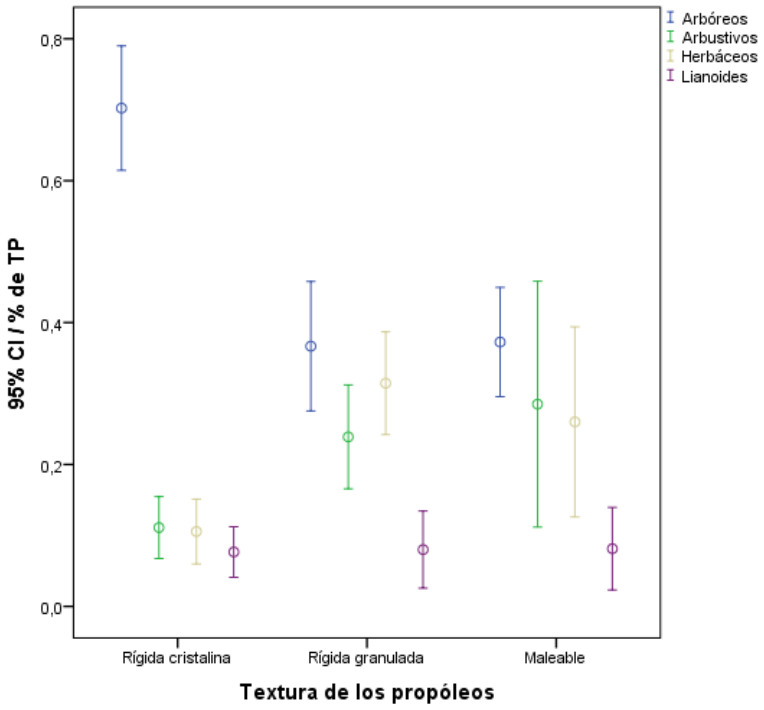
Por otro lado, se analizaron las variables de color y textura de los propóleos obteniéndose una relación entre ambos factores: la mayor parte (87,5%) de propóleos de color amarillo tienen una textura maleable, la mayor parte (90,0%) de los de color rojo tienen una textura rígida cristalina y el 100% de los de color marrón tienen una textura rígida granulada (Tabla 28). A través de la prueba Kruskal-Wallis se confirmaron las diferencias significativas (P<0,001) entre estas dos variables de las muestras.

Tabla 28. Porcentaje de muestras de propóleo en función del color y la textura (N=26).

		Textura		
		Maleable	**Rígida granulada**	**Rígida cristalina**
Color	**Amarillo**	87,5%	12,5%	0,0%
	Rojo	10,0%	0,0%	90,0%
	Marrón	0,0%	100%	0,0%

Los TP arbóreos son más abundantes en los propóleos de textura rígida cristalina y color rojo que en los de textura maleable y color amarillo y en los de textura rígida granulada y color marrón. En cambio, los TP arbustivos y herbáceos se presentan en menor proporción en los propóleos de textura rígida cristalina y color rojo (Figura 23). El análisis estadístico mostró diferencias significativas (Kruskal-Wallis, P<0,05; U de Mann-Whitney, P>0,05) en los TP de arbóreos, arbustivos y herbáceos.

Figura 23. Gráfico de barras de error, indicando la variacion de tipos polínicos (TP) clasificados por el el estrato de los taxones de propóleo según la textura. El valor medio se muestra con un círculo y la varianza con la longitud de las barras. Barras realizadas con un intervalo de confianza (CI) del 95%.



No existen diferencias significativas entre los tipos de ecosistema según su cubierta (agrícola, arbustivo, arbóreo y urbano) y la textura y color de los propóleos.

4.6.1. Riqueza y diversidad polínica en propóleos

La diversidad polínica (DivP) media en los propóleos del estudio es de 44 TP por muestra, y la riqueza polínica (RiqP) media es de 2.938.724 granos de polen/10g (Tabla 29). No se encuentran diferencias significativas (Kruskal-Wallis, P>0,05) al comparar todas las muestras de propóleos en función de la diversidad y de la riqueza polínica. Tampoco al dividir las muestras según la cubierta del ecosistema, los usos del ecosistema, y entre urbanas y no urbanas.

Tabla 29. Valores medios de la riqueza RiqP (número total de granos de polen en 10 g de propóleo) y la diversidad polínica DivP (número de tipos polínicos total en 10 g de propóleo) en función de la localización de la colmena, usos del ecosistema, cubierta del ecosistema, color y textura del propóleo.

		RiqP	DivP
Localizacion colmena	Urbana (n=2)	3.694.387	53
	No Urbana (n=24)	2.875.752	44
Usos ecosistema	Rural (n=15)	2.339.971	42
	Periurbano (n=9)	3.768.721	47
	Urbano (n=2)	3.694.387	53
Cubierta ecosistema	Agrícola (n=9)	3.872.996	47
	Forestal (n=12)	3.251.056	42
	Matorral (n=3)	2.433.093	43
	Urbano (n=2)	5.613.787	53
Color	Rojo (n=10)	2.719.906	49
	Amarillo (n=8)	2.360.445	51
	Marrón (n= 8)	5.916.093	56
Textura	Maleable (n= 8)	2.365.700	51
	Rígida cristalina (n= 9)	2.874.983	49
	Rígida granulada (n=9)	5.401.212	55
Promedio (n= 26)		2.938.724	44

4.6.2. Tipos polínicos de los propóleos

El análisis de 26 propóleos permitió la determinación de 135 tipos polínicos (TP), incluyendo 73 de taxones nectaríferos y 62 de taxones poliníferos. Para definir los TP más representativos de los propóleos del estudio, se ha determinado la ratio de presencia (RP, frecuencia de propóleos en los que aparece), las distribuciones de frecuencia relativa (FR media, mínima, máxima), desviación estándar (**σ**) y coeficiente de variación (CV).

En los propóleos, 101 TP pueden considerarse como característicos teniendo en cuenta una RP>10% y/o FRmax>3% (Tabla 30). A pesar de no haberse encontrado ningún TP común en todos los propóleos,

los 4 TP que aparecen con mayor frecuencia (96,2% cada uno de ellos) son *Asparagus* sp., *Hedera helix*, *Rosmarinus officinalis* y *Quercus* perennifolio. Los TP que aparecen con una frecuencia media más elevada (FRmedia>4%) son *Quercus* perennifolio (7,3%), *Quercus* caducifolio (6,3%), *Hedera helix* (5,0%), *Pinus* sp. (4,8%) y Brassicaceae T. (4,2%) (Tabla 30).

Tabla 30. Tabla 30. Tipos polínicos característicos de los propóleos (n=26) con RP>10% y/o FRmáx>3%. Por columnas se muestra: Tipo polínico ordenado en función de su RP; R, recurso o material recolectado clasificado en N (nectarífero) y P (polinífero); RP, ratio de presencia expresada en porcentaje respecto al nº de mieles analizadas; FRmáx., FRmedia, FRmín., frecuencias relativas máxima, media y mínima definidas como el nº de granos del TP respecto el total de polen contabilizado; σ desviación estándar; CV, coeficiente de variación. Las últimas filas muestran: TPn, nº de TP nectaríferos; TPp, nº de TP poliníferos; TP exóticos, nº de TP de plantas exóticas. Los TP exóticos han sido marcados con fondo de color gris.

Tipo polínico	R	RP	FRmáx.	FRmedia	FRmín.	σ	CV
***Asparagus* sp.**	**N**	96,2	15,4	2,7	0,1	4,3	1,6
Hedera helix	**N**	96,2	17,9	5,0	0,2	4,4	0,9
Rosmarinus officinalis	**N**	96,2	19,4	2,8	0,0	4,4	1,6
***Quercus* perennifolio**	**P**	96,2	28,5	7,3	0,5	7,9	1,1
Brassicaceae T.	**N**	92,3	20,8	4,2	0,1	5,3	1,3
Olea europaea	**P**	92,3	5,8	1,9	0,0	1,9	1,0
***Pinus* sp.**	**P**	92,3	13,4	4,8	1,0	3,8	0,8
***Plantago* sp.**	**P**	92,3	3,2	0,7	0,1	0,8	1,1
***Rubus* T.**	**N**	88,5	15,1	3,2	0,2	3,5	1,1
Poaceae T.	**P**	88,5	1,8	0,6	0,1	0,4	0,6
***Salix* sp.**	**P**	88,5	15,4	3,2	0,1	4,4	1,4
***Quercus* caducifolio**	**P**	84,6	46,2	6,3	0,4	10,8	1,7
***Taraxacum* T.**	**N**	80,8	4,0	0,7	0,0	0,9	1,3
Amaranthaceae T.	**P**	80,8	9,4	0,8	0,0	2,0	2,4
***Erica* sp.**	**N**	76,9	3,4	1,0	0,1	1,1	1,1
***Foeniculum* T.**	**N**	73,1	8,3	1,1	0,0	2,0	1,8
***Galactites* T.**	**N**	73,1	2,4	0,4	0,0	0,5	1,4
***Prunus* T.**	**N**	73,1	8,8	1,4	0,1	2,0	1,5
***Reseda* sp.**	**N**	73,1	2,8	0,6	0,1	0,8	1,3
***Papaver* T.**	**P**	73,1	18,3	1,8	0,1	4,1	2,3
Cistus albidus	**P**	69,2	2,9	0,7	0,0	0,8	1,1
***Populus* sp.**	**P**	69,2	3,0	0,9	0,1	0,7	0,8
***Rhamnus* T.**	**P**	69,2	7,7	1,1	0,1	1,8	1,6
***Coronilla* T.**	**N**	65,4	2,1	0,7	0,1	0,7	1,0
***Silybum* T.**	**N**	65,4	4,6	0,6	0,0	1,1	1,9
***Sedum* T.**	**N**	61,5	4,7	1,0	0,1	1,1	1,1
***Centaurea* sp.**	**N**	57,7	1,4	0,5	0,1	0,4	0,9
***Eucalyptus* sp.**	**N**	57,7	7,8	1,5	0,1	2,0	1,4
Cistus monspeliensis	**P**	57,7	2,7	1,1	0,1	0,8	0,7

Tipo polínico	R	RP	FRmáx.	FRmedia	FRmín.	σ	CV
***Ligustrum* vulgare**	**P**	53,8	4,7	1,4	0,1	1,3	10,9
***Anthyllis* T.**	**N**	53,8	1,0	0,3	0,0	0,3	1,0
***Viburnum* sp.**	**N**	53,8	1,4	0,5	0,0	0,5	1,0
***Artemisia* sp.**	**P**	53,8	0,9	0,3	0,1	0,2	0,8
***Ulmus* sp.**	**P**	53,8	2,8	0,4	0,1	0,7	1,9
Castanea sativa	**N**	50,0	49,9	12,2	0,3	15,3	1,3
***Tilia* sp.**	**N**	50,0	1,9	0,8	0,0	0,6	0,8
***Helianthus* T.**	**N**	46,2	6,3	0,9	0,0	1,7	2,1
***Lonicera* T.**	**N**	46,2	1,1	0,2	0,0	0,3	1,1
***Helianthemum* sp.**	**P**	46,2	3,8	1,2	0,1	1,2	1,0
***Allium* T.**	**N**	38,5	0,7	0,2	0,0	0,2	1,0
***Lotus* sp.**	**N**	38,5	0,9	0,3	0,0	0,3	0,9
***Thymus* sp.**	**N**	38,5	1,3	0,3	0,0	0,4	1,2
Urticaceae T.	**P**	38,5	1,0	0,4	0,0	0,3	0,9
Ceratonia siliqua	**N**	34,6	3,8	1,3	0,1	1,2	0,9
***Vicia* T.**	**N**	34,6	0,6	0,3	0,0	0,2	0,8
***Magnolia* sp.**	**P**	34,6	1,7	0,4	0,0	0,6	1,4
Scrophulariaceae T.	**P**	34,6	2,0	0,8	0,1	0,7	0,9
***Ulex* T.**	**P**	34,6	1,2	0,4	0,1	0,3	0,9
***Acer* sp.**	**N**	30,8	1,6	0,5	0,1	0,5	1,1
***Schinus* sp.**	**N**	30,8	11,2	2,4	0,0	3,8	1,6
***Sideritis* sp.**	**N**	30,8	0,3	0,2	0,1	0,1	0,5
Fagus sylvatica	**P**	30,8	0,4	0,2	0,0	0,1	0,8
***Fraxinus* sp.**	**P**	30,8	1,7	0,6	0,1	0,7	1,3
***Agave* T.**	**N**	26,9	7,9	1,8	0,1	2,8	1,6
***Echium* sp.**	**N**	26,9	3,2	1,0	0,1	1,1	1,1
Ilex aquifolium	**N**	26,9	3,1	0,7	0,0	1,1	1,5
***Onobrychis* sp.**	**N**	26,9	1,4	0,4	0,0	0,5	1,2
***Alnus* sp.**	**P**	26,9	0,5	0,2	0,0	0,2	0,7
***Mercurialis* sp.**	**P**	26,9	0,8	0,2	0,1	0,2	1,1
***Arbutus* T.**	**N**	23,1	1,8	0,5	0,1	0,7	1,3
***Malva* sp.**	**N**	23,1	0,4	0,1	0,0	0,1	0,8
***Muscari* sp.**	**N**	23,1	2,7	0,9	0,1	1,0	1,1
***Brugmansia* sp.**	**P**	23,1	0,5	0,2	0,1	0,1	0,5
Vitis vinifera	**P**	23,1	5,9	1,2	0,0	2,3	2,0
Trifolium pratense	**N**	23,1	0,3	0,1	0,0	0,1	0,9
***Smilax* sp.**	**P**	23,1	2,1	0,9	0,2	0,8	0,9
***Astragalus* sp.**	**N**	19,2	0,9	0,3	0,1	0,3	1,0
Borago officinalis	**N**	19,2	0,6	0,2	0,0	0,2	1,2
***Cornus* sp.**	**N**	19,2	0,6	0,2	0,0	0,2	1,1
Buxus sempervirens	**P**	19,2	0,8	0,3	0,1	0,3	0,8

Tipo polínico	R	RP	FRmáx.	FRmedia	FRmín.	σ	CV
Cistus salviifolius	**P**	19,2	0,4	0,2	0,0	0,1	0,8
Corylus avellana	**P**	19,2	2,5	0,8	0,1	1,0	1,3
***Myrthus* T.**	**P**	19,2	0,9	0,5	0,2	0,3	0,7
***Phoenix* T.**	**P**	19,2	1,6	0,6	0,2	0,6	0,9
***Potentilla* T.**	**P**	19,2	0,3	0,2	0,1	0,1	0,4
***Ranunculus* sp.**	**P**	19,2	2,4	0,8	0,1	0,9	1,2
***Rosa* sp.**	**P**	19,2	0,9	0,4	0,1	0,4	1,0
Ailanthus altissima	**N**	15,4	11,7	4,3	0,6	5,1	1,2
***Cercis* T.**	**N**	15,4	0,6	0,3	0,1	0,2	0,8
***Euphorbia* sp.**	**N**	15,4	1,4	0,5	0,1	0,6	1,1
***Melilotus* T.**	**N**	15,4	0,3	0,1	0,0	0,1	1,0
***Mentha* T.**	**N**	15,4	8,7	4,5	0,4	3,9	0,9
***Hypecoum* sp.**	**P**	15,4	0,7	0,4	0,1	0,3	0,8
***Rumex* sp.**	**P**	15,4	0,2	0,1	0,0	0,1	0,6
***Xanthium* sp.**	**P**	15,4	0,5	0,3	0,1	0,2	0,6
***Aesculus* sp.**	**N**	11,5	0,2	0,1	0,1	0,0	0,2
***Calluna* sp.**	**N**	11,5	0,4	0,3	0,0	0,2	0,8
***Cynoglossum* sp.**	**N**	11,5	0,1	0,1	0,1	0,0	0,3
***Psoralea* sp.**	**N**	11,5	0,1	0,1	0,0	0,1	0,7
***Acacia* T.**	**P**	11,5	0,3	0,2	0,1	0,1	0,4
***Betula* sp.**	**P**	11,5	0,3	0,1	0,1	0,1	0,8
Caryophyllaceae T.	**P**	11,5	0,6	0,3	0,0	0,3	1,3
***Cichorium* sp.**	**P**	11,5	0,3	0,1	0,0	0,2	1,2
***Cupressaceae* T.**	**P**	11,5	0,9	0,4	0,1	0,4	1,1
Melia azedarach	**N**	11,5	0,6	0,3	0,1	0,3	0,9
***Pistacia* sp.**	**P**	11,5	0,3	0,2	0,2	0,1	0,4
***Platanus* sp.**	**P**	11,5	0,9	0,4	0,1	0,4	1,1
***Trachycarpus* T.**	**P**	11,54	0,4	0,3	0,2	0,1	0,4
***Tamarix* sp.**	**N**	7,7	35,8	18,1	0,5	25,0	1,4
***Rhododendron* sp.**	**N**	3,8	3,4	3,4	3,4		
***Ligustrum* sp.**	**N**	3,8	3,6	3,6	3,6		
INDETERMINABLES		96,2	5,0	1,7	0,5	0,9	0,6
INDETERMINADOS		88,5	1,7	0,6	0,1	0,4	0,7
Nº TPn característicos	**54**						
Nº TPp característicos	**47**						

Lo TP determinados como no característicos de propóleos (con RP<10% y/o FRmáx. <3%) han sido 35, 20 nectaríferos y 15 poliníferos. De mayor a menor RP son: *Cannabis sativa*, *Bupleurum* sp., *Casuarina* sp., *Scabiosa* sp., *Ricinus communis*, *Citrus* sp., *Tropaeolum* sp., *Asphodelus* sp., *Crataegus* sp., *Epilobium* sp., *Sambucus* sp., *Abies* sp., *Lamium* T., *Hypericum* sp., *Malus* T., *Typha latifolia*, *Salvia*

T., *Daphne* sp., *Sorbus* sp., *Ephedra* sp., *Elaeagnus* sp., *Medicago* sp., *Calystegia* sp., *Anchusa* sp., *Lathyrus* sp., *Parkinsonia aculeata*, *Typha angustifolia*, *Bryonia* sp., *Convolvulus* sp., *Ligustrum* sp., *Sophora* sp., *Geranium* sp., *Ribes* sp., *Rubia* sp.

4.6.3. Familias de los propóleos

En los propóleos se han identificado TP pertenecientes a 67 familias, de las cuales 51 con una RP>10% y FRmáx. >3% (Tabla 31**)**. Las familias que aparecen con una ratio de presencia (RP) superior al 60% son: Asteraceae, Fagaceae, Lamiaceae, Liliaceae, Araliaceae, Fabaceae, Oleaceae, Pinaceae, Rosaceae, Brassicaceae, Cistaceae, Plantaginaceae, Salicaceae, Ericaceae, Poaceae, Amaranthaceae, Papaveraceae, Apiaceae, Caprifoliaceae, Resedaceae, Rhamnaceae, Myrtaceae y Crassulaceae; siendo Fagaceae, Araliaceae, Pinaceae y Rosaceae las que tienen de media un mayor porcentaje de aparición (FRmedia=>8%).

Tabla 31. Familias botánicas características de propóleos (n=26). Por columnas se muestra: **Familia** ordenada en función de su RP; **RP**, ratio de presencia expresada en porcentaje respecto al nº de mieles analizadas; **FRmáx., FRmedia, FRmín.**, frecuencias relativas máxima, media y mínima definidas como el nº de granos de polen entre el total de polen contabilizado; **σ**, desviación estándar; **CV**, coeficiente de variación.

Familia botánica	RP	FRmáx.	FRmedia	FRmín.	σ	CV
Asteraceae	100,0	8,0	2,1	0,1	2,4	1,1
Fagaceae	100,0	64,3	18,3	0,6	18,8	1,0
Lamiaceae	100,0	19,6	3,6	0,0	4,8	1,3
Liliaceae	100,0	15,4	3,0	0,0	4,2	1,4
Araliaceae	96,2	17,9	4,8	0,0	4,4	0,9
Fabaceae	96,2	4,1	1,7	0,0	1,3	0,8
Oleaceae	96,2	5,8	1,9	0,0	1,9	1,0
Pinaceae	96,2	13,4	4,5	0,0	3,8	0,8
Rosaceae	96,2	18,4	4,0	0,0	4,3	1,1
Brassicaceae	92,3	20,8	3,9	0,0	5,2	1,4
Cistaceae	92,3	6,7	1,7	0,0	1,7	1,0
Plantaginaceae	92,3	3,2	0,6	0,0	0,7	1,2
Salicaceae	92,3	17,2	3,5	0,0	4,7	1,4
Ericaceae	88,5	3,7	1,1	0,0	1,2	1,2
Poaceae	88,5	1,8	0,6	0,0	0,4	0,8
Amaranthaceae	80,8	9,4	0,7	0,0	1,8	2,8
Papaveraceae	76,9	18,3	1,4	0,0	3,6	2,6
Apiaceae	73,1	9,6	0,9	0,0	2,0	2,3
Caprifoliaceae	73,1	1,7	0,4	0,0	0,5	1,3
Resedaceae	73,1	2,8	0,4	0,0	0,7	1,6
Rhamnaceae	69	7,7	0,8	0,0	1,5	2,0

Familia botánica	RP	FRmáx.	FRmedia	FRmín.	σ	CV
Myrtaceae	65,4	7,8	1,0	0,0	1,8	1,8
Crassulaceae	61,5	4,7	0,6	0,0	1,0	1,6
Ulmaceae	53,8	2,8	0,2	0,0	0,5	2,7
Tiliaceae	50,0	1,9	0,4	0,0	0,6	1,5
Boraginaceae	46,2	3,8	0,3	0,0	0,8	2,5
Anacardiaceae	42,3	11,2	0,8	0,0	2,3	3,0
Betulaceae	42,3	2,9	0,2	0,0	0,6	2,6
Euphorbiaceae	38,5	2,1	0,2	0,0	0,4	2,7
Urticaceae	38,5	1,0	0,1	0,0	0,3	1,9
Magnoliaceae	34,6	1,7	0,1	0,0	0,4	2,7
Scrophulariaceae	34,6	2,0	0,3	0,0	0,6	2,0
Aceraceae	30,8	1,6	0,2	0,0	0,4	2,4
Aquifoliaceae	26,9	3,1	0,2	0,0	0,6	3,3
Agavaceae	23,1	7,9	0,4	0,0	1,6	3,7
Palmae	23,1	2,0	0,2	0,0	0,4	2,7
Malvaceae	23,1	0,4	0,0	0,0	0,1	2,4
Smilacaceae	23,1	2,1	0,2	0,0	0,5	2,7
Solanaceae	23,1	0,5	0,1	0,0	0,1	2,1
Vitaceae	23,1	5,9	0,3	0,0	1,2	4,2
Buxaceae	19,2	0,8	0,1	0,0	0,2	2,7
Cornaceae	19,2	0,6	0,0	0,0	0,1	3,2
Ranunculaceae	19,2	2,4	0,2	0,0	0,5	3,2
Polygonaceae	15,4	0,2	0,0	0,0	0,0	2,8
Simaroubaceae	15,4	11,7	0,7	0,0	2,4	3,6
Caryophyllaceae	11,5	0,6	0,0	0,0	0,1	4,2
Cupressaceae	11,5	0,9	0,0	0,0	0,2	3,9
Hippocastanaceae	11,5	0,2	0,0	0,0	0,0	2,9
Meliaceae	11,5	0,6	0,0	0,0	0,1	3,6
Platanaceae	11,5	0,9	0,0	0,0	0,2	4,0
Tamaricaceae	7,7	35,8	1,4	0,0	7,0	5,0
Nº de familias	**51**					

Por último, 16 familias han sido determinadas como no características de los propóleos (RP<10% y/o FRmáx.<3%) de mayor a menor RP son: Cannabaceae, Casuarinaceae, Convolvulaceae, Dipsacaceae, Onagraceae, Rutaceae, Typhaceae, Tropaeolaceae, Cucurbitaceae, Elaegnaceae, Ephedraceae, Geraneaceae, Grossulariaceae, Guttiferae, Rubiaceae, Thymelaeaceae.

4.6.4. Elementos no polínicos de los propóleos

En los propóleos han aparecido 17 tipos de esporas de hongos siendo las más frecuentes las de *Cladosporium* sp. (RP 96,2%), *Alternaria* sp. (RP 80,8%), *Ustilago* sp. (RP 50%) y *Coprinus* sp. (RP 50%). También aparecen esporas de *Equisetum* sp (Tabla 32).

Tabla 32. Elementos no polínicos característicos de propóleos (n=26). Por columnas se muestra: **HDE** ordenado en función de su RP; **RP**, ratio de presencia expresada en porcentaje respecto al total de mieles analizadas; **FRmáx., FRmedia, FRmín.**, frecuencias relativas máxima, media y mínima definidas como nº de elementos específicos contados/elementos totales (polen+HDE); **σ**, desviación estándar; **CV**, coeficiente de variación

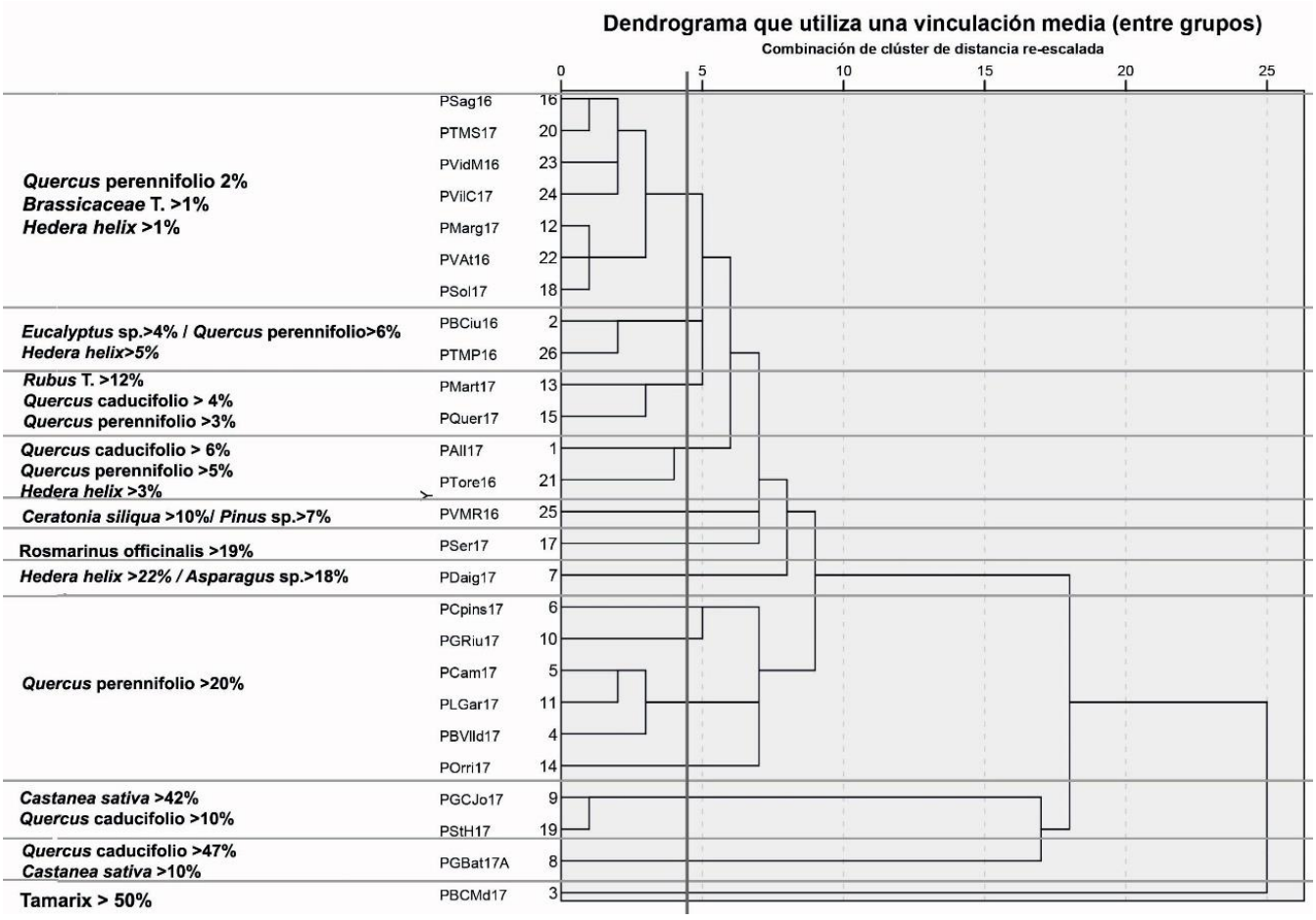
	RP	FRmáx.	FRmedia	FRmín.	σ	CV
***Cladosporium* sp.**	96,2	25,1	9,0	0,0	7,1	0,8
***Alternaria* sp.**	80,8	14,3	1,7	0,0	3,1	1,8
***Ustilago* sp.**	50,0	4,9	0,6	0,0	1,2	1,9
***Coprinus* sp.**	50,0	1,6	0,2	0,0	0,4	1,7
***Drechslera* sp.**	34,6	0,9	0,1	0,0	0,2	2,0
***Pleospora* sp.**	30,8	0,9	0,1	0,0	0,2	1,9
Urediniospora sp.	30,8	1,5	0,3	0,0	0,5	1,8
***Epicoccum* sp.**	23,1	0,5	0,1	0,0	0,2	2,0
***Melanospora* sp.**	19,2	0,6	0,0	0,0	0,1	2,9
***Agaricus* sp.**	7,7	0,2	0,0	0,0	0,0	3,9
***Oidium* sp.**	7,7	0,2	0,0	0,0	0,0	3,5
***Tilletia* sp.**	7,7	1,1	0,1	0,0	0,2	4,3
***Torula* sp.**	7,7	0,1	0,0	0,0	0,0	3,6
***Agrocybe* sp.**	3,9	0,8	0,0	0,0	0,2	5,1
***Ganoderma* sp.**	3,9	0,2	0,0	0,0	0,0	5,1
***Stemphylium* sp.**	3,9	0,2	0,0	0,0	0,0	5,1
Xylariaceae	3,9	0,1	0,0	0,0	0,0	5,1
Esporas indeterminadas	92,3	39,3	13,2	0,0	11,6	0,9
Nº Tipos de esporas de hongos	17					
Esporas de *Equisetum* sp.	19,2	0,4	0,0	0,0	0,1	2,8
Partes de insecto	42,3	19,2	0,9	0,0	3,7	3,9

4.6.5. Agrupaciones por clusters jerárquicos

El resultado del Clúster Jerárquico de propóleos (n=26) teniendo en cuenta todo el espectro polínico superando el 3% no muestra agrupaciones que se puedan interpretar en función del origen geográfico o de pertenencia a ecosistemas con vegetación similar.

Los propóleos se han agrupado en función de los TP que tienen más presencia, como *Quercus* caducifolio, *Quercus* perennifolio, *Hedera helix* y *Rubus* T., taxones que aparecen en gran parte de ecosistemas del territorio catalán. *Castanea sativa* también ha resultado ser un TP que influye en la clasificación, aunque pertenece a un taxón específico de zonas geográficas concretas del territorio catalán.

Figura 23. Dendograma de los datos melisopalinológicos de los propóleos teniendo en cuenta los tipos polínicos característicos.



4.7. Análisis comparativo entre mieles y propóleos

Riqueza y diversidad polínica

De promedio, los propóleos han mostrado tener una mayor riqueza polínica (2.938.724 granos/10g) y mayor diversidad polínica (44 TP) que las mieles (78.620 granos/10g y 31 TP). Los análisis estadísticos mostraron diferencias significativas en la diversidad polínica (ANOVA, P<0,05) y en la riqueza polínica (Kruskal-Wallis, P<0,05) entre ambos productos.

Tipos polínicos y frecuencias

Tal y como se muestra en la Tabla 33, mieles y propóleos presentan granos de polen de taxones nectaríferos (GPn) y de taxones poliníferos (GPp). El número total de GPn es superior al de GPp tanto en mieles como en propóleos. Por otra parte, la frecuencia relativa media (FRmedia) de GPn en mieles (60,7) es un poco superior a la de propóleos (52,4), y al revés, en la FRmedia de GPp es inferior en mieles (35,3) que en propóleos (44,6).

En casi todas las muestras de mieles y propóleos aparecen esporas de hongos, pero su abundancia es mayor en propóleos (FRmedia de 26,5 frente a 3,6 en mieles). Igual ocurre con “partes de insecto”, que en propóleos presenta FRmedia de 2,2 y en mieles de 0,9. También cabe destacar la presencia de esporas de *Equisetum* sp. solo en propóleos.

Tabla 33. Resumen de ratio de presencia expresada en porcentaje respecto al total de mieles y de propóleos respectivamente. (**RP)**; frecuencias relativas máxima, media y mínima (**FRmáx.**, **FRmedia**, **FRmín.**); desviación estándar (**DE**); coeficiente de variación (**CV**). En granos de polen nectaríferos (**GPn**), poliníferos (**GPp**), indeterminables, indeterminados, esporas de hongos, esporas de *Equisetum* sp. y partes de insecto.

Miel (n=51) / Propóleo (n=26)						
	RP	**FRmáx.**	**FRmedia**	**FRmín.**	**DE**	**CV**
GPn	100 / 100	93,5 / 79,5	60,7 / 52,4	20,4 / 20,4	20,8 / 15,0	0,3 / 03
GPp	100 / 100	79,3 / 75,9	35,3 / 44,6	0,9 / 18,9	20,2 / 14,9	0,6 / 0,3
GP indeterminables	96,1 / 96,2	33,0 / 5,2	3,5 / 2,4	0,2 / 0,6	5,2 / 1,2	1,5 / 0,5
GP indeterminados	72,5 / 88,5	9,2 / 2,7	0,9 / 0,9	0,0 / 0,2	2,0 / 0,6	2,3 / 0,7
Esporas de hongos	94,1 / 96,2	24,8 / 66,8	3,6 / 26,5	0,0 / 0,2	4,1 / 18,7	1,1 / 0,7
Esporas de *Equisetum* sp.	0,0 / 19,2	0,0 / 0,4	0,0 / 0,2	0,0 / 0,0	0,0, / 0,2	0,0 /,0,9
Partes de insecto	52,9 / 42,3	8,0 /,19,2	0,9 / 2,2	0,0 / 0,1	1,7 / 5,6	2,0 / 2,5

Analizando los tipos polínicos (TP) que aparecen en las mieles y propóleos se observan 119 TP compartidos (Tabla 34), 19 TP que solo aparecen en mieles y 14 que solo aparecen en propóleos (Tabla 35). Aunque el porcentaje de coincidencia de los TP de las mieles y propóleos es del 77,3% (Tabla 34), algunos de estos TP tienen ratios de presencia (RP) y frecuencias relativas medias (FRmedia) muy

diferentes. Estadísticamente se ha obtenido valores significativamente superiores (Kruskal-Wallis, P<0,05) en diversos tipos polínicos (Tabla 34; asteriscos).

Tabla 34. Tipos polínicos (TP) compartidos entre las mieles y los propóleos (mostrados en orden alfabético). Por columnas: **RP**, ratio de presencia expresada en porcentaje de muestras donde aparece; **FRmedia**, la frecuencia media definida como el número de granos de polen entre el total de polen contabilizado. * indica valores significativamente superiores de uno de los productos (miel o propóleo) respecto al otro.

	Mieles		Propóleos	
TP compartidos	**RP**	**FRmedia**	**RP**	**FRmedia**
***Acacia* T.**	9,8	0,2	11,5	0,2
***Acer* sp.**	3,9	0,2	30,8*	0,5
***Aesculus* sp.**	25,5	1,2	11,5	0,1
***Agave* T.**	13,7	4,4*	26,9	1,8
Ailanthus altissima	25,5	1,6	15,4	4,3*
***Allium* T.**	9,8	1,2*	38,5*	0,2
***Alnus* sp.**	2,0	0,1	26,9*	0,2
Amaranthaceae T.	13,7	0,3	80,8*	0,8
***Anchusa* sp.**	3,9	0,5	3,8	0,2
***Anthyllis* T.**	82,4	1,4	53,8	0,3
***Arbutus* T.**	9,8	0,2	23,1	0,5
***Artemisia* sp.**	15,7	0,3	53,8*	0,3
***Asparagus* sp.**	39,2	2,9	96,2*	2,7
***Asphodelus* sp.**	2,0	0,0	7,7	0,2
Astragalus sp.	19,6	0,6	19,2	0,3
***Betula* sp.**	2,0	0,1	11,5	0,1
Borago officinalis	23,5	0,7	19,2	0,2
Brassicaceae T.	86,3	16,0*	92,3	4,2
Brugmansia_sp.	2,0	0,6	23,1*	0,2
Buxus sempervirens	17,6	0,7	19,2	0,3
***Calluna* sp.**	2,0	0,1	11,5	0,3
Cannabis sativa	2,0	0,1	7,7	1,1
Caryophyllaceae T.	3,9	0,1	11,5	0,3
Castanea sativa	52,9	14,1	50,0	12,2
***Casuarina* sp.**	3,9	0,4	7,7	0,4
***Centaurea* sp.**	2,0	0,1	57,7*	0,5
Ceratonia siliqua	15,7	13,7*	34,6	1,3
***Cercis* T.**	37,3*	2,6*	15,4	0,3
***Cichorium* sp.**	3,9	0,2	11,5	0,1
Cistus albidus	60,8	1,6	69,2	0,7
Cistus monspeliensis	29,4	0,8	57,7*	1,1
Cistus salviifolius	2,0	0,2	19,2*	0,2

	Mieles		Propóleos	
TP compartidos	**RP**	**FRmedia**	**RP**	**FRmedia**
***Citrus* sp.**	9,8	1,6	7,7	0,2
***Convolvulus* sp.**	2,0	0,2	3,8	0,1
***Cornus* sp.**	5,9	0,8	19,2	0,2
***Coronilla* T.**	68,6	5,6*	65,4	0,7
Corylus avellana	7,8	0,2	19,2	0,8
***Crataegus* sp.**	60,8*	1,5*	7,7	0,1
Cupressaceae T.	5,9	0,5	11,5	0,4
***Cynoglossum* sp.**	13,7	4,3*	11,5	0,1
***Echium* sp.**	51,0	2,7	26,9	1,0
***Elaeagnus* sp.**	2,0	0,2	3,8	0,2
***Erica* sp.**	39,2	11,1*	76,9*	1,0
***Eucalyptus* sp.**	35,3	1,8	57,7*	1,5
***Euphorbia* sp.**	3,9	0,3	15,4	0,5
***Foeniculum* T.**	19,6	1,0	73,1*	1,1
***Fraxinus* sp.**	17,6	6,2*	30,8	0,6
***Galactites* T.**	52,9	1,0	73,1	0,4
Hedera helix	64,7	3,2	96,2*	5,0
***Helianthemum* sp.**	23,5	0,7	46,2*	1,2
***Helianthus* T.**	5,9	0,2	46,2*	0,9
***Hypecoum* sp.**	37,3	0,3	15,4	0,4
***Hypericum* sp.**	17,6	0,7	3,8	0,8
Ilex aquifolium	13,7	0,8	26,9	0,7
***Lamium* T.**	2,0	0,1	3,8	1,3
***Lathyrus* sp.**	2,0	0,5	3,8	0,2
***Ligustrum* sp.**	33,33	0,2	53,8*	1,4
Ligustrum vulgare	14,3	0,3	3,8	3,6
***Lonicera* T.**	9,8	0,2	46,2*	0,2
***Lotus* sp.**	54,9*	1,9*	38,5	0,3
***Magnolia* sp.**	15,7	0,4	34,6	0,4
***Malus* T.**	11,8	12,5*	3,8	0,7
***Medicago* sp.**	9,8	1,7	3,8	0,2
Melia azedarach	7,8	0,5	11,5	0,3
Melilotus T.	17,6	0,4	15,4	0,1
***Mercurialis* sp.**	13,7	0,1	26,9	0,2
***Muscari* sp.**	3,9	2,1	23,1*	0,9
***Myrthus* T.**	33,3	6,4*	19,2	0,5
Olea europaea	37,3	1,5	92,3*	1,9
***Onobrychis* sp.**	21,6	1,4	26,9	0,4
***Papaver* T.**	49,0	2,7	73,1*	1,8
Parkinsonia aculeata	11,8	0,3	3,8	0,2

	Mieles		Propóleos	
TP compartidos	**RP**	**FRmedia**	**RP**	**FRmedia**
***Phoenix* T.**	27,5	5,1*	19,2	0,6
***Pinus* sp.**	31,4	0,2	92,3*	4,8*
***Pistacia* sp.**	9,8	0,8	11,5	0,2
***Plantago* sp.**	35,3	0,5	92,3*	0,7
***Platanus* sp.**	17,6	1,3	11,5	0,4
Poaceae T.	33,3	0,3	88,5*	0,6
***Populus* sp.**	47,1	0,6	69,2*	0,9
***Potentilla* T.**	11,8	0,6	19,2	0,2
***Prunus* T.**	37,3	1,1	73,1*	1,4
***Psoralea* sp.**	2,0	1,8	11,5	0,1
***Quercus* caduca**	66,7	1,3	84,6*	6,3*
***Quercus* perenne**	92,2	10,2	96,2	7,3
***Ranunculus* sp.**	9,8	0,3	19,2	0,8
***Reseda* sp.**	35,3	0,3	73,1*	0,6
***Rhamnus* T.**	76,5	3,5	69,2	1,1
***Rhododendron* sp.**	3,9	4,6	3,8	3,4
Ricinus communis	2,0	0,6	7,7	0,2
***Rosa* sp.**	39,2	1,0	19,2	0,4
Rosmarinus officinalis	49,0	1,6	96,2*	2,8
***Rubus* T.**	100,0	4,6	88,5	3,2
***Rumex* sp.**	9,8	1,0	15,4	0,1
***Salix* sp.**	88,2	10,3*	88,5	3,2
***Salvia* T.**	3,9	0,2	3,8	0,4
***Sambucus* sp.**	19,6	1,6	7,7	0,1
***Scabiosa* sp.**	3,9	0,2	7,7	0,3
***Schinus* sp.**	31,4	2,4	30,8	2,4
Scrophulariaceae T.	3,9	4,9*	34,6*	0,8
***Sedum* T.**	43,1	2,5	61,5*	1,0
***Sideritis* sp.**	2,0	0,2	30,8*	0,2
***Silybum* T.**	31,4	0,4	65,4*	0,6
***Smilax* sp.**	2,0	1,7	3,8	0,2
***Sophora* sp.**	23,5*	5,3	3,8	0,1
***Sorbus* sp.**	2,0	0,1	3,8	0,2
***Tamarix* sp.**	17,6	6,6	7,7	18,1*
***Taraxacum* T.**	43,1	0,5	80,8*	0,7
***Thymus* sp.**	49,0	0,8	38,5	0,3
Typha angustifolia	2,0	0,1	3,8	0,1
***Tilia* sp.**	19,6	0,3	50,0*	0,8
***Trachycarpus* T.**	15,7	2,7	11,5	0,3

	Mieles		Propóleos	
TP compartidos	**RP**	**FRmedia**	**RP**	**FRmedia**
Trifolium pratense	13,7	0,4	23,1	0,3
***Tropaeolum* sp.**	13,7	0,8	7,7	0,2
***Ulex* T.**	82,4*	1,5	34,6	0,4
***Ulmus* sp.**	13,7	0,2	53,8*	0,4
***Urticaceae* T.**	35,3	0,7	38,5	0,4
***Viburnum* sp.**	39,2	1,2	53,8	0,5
***Vicia* T.**	23,5	1,0	34,6	0,3
Vitis vinifera	3,9	0,1	23,1*	1,2
***Xanthium* sp.**	5,9	0,2	15,4	0,3
Nº TP compartidos	**119**			
% de coincidencia	**77,3%**			

Taba 35. Tipos polínicos (TP) que solo aparecen en las mieles o en los propóleos.

Tipos polínicos exclusivos	
Mieles	**Propóleos**
Acanthus sp.	*Abies* sp.
Campanula sp.	*Bryonia* sp.
Carex sp.	*Bupleurum* sp.
Clematis sp.	*Calystegia* sp.
Echinops sp.	*Daphne* sp.
Euonymus sp.	*Ephedra* sp.
Impatiens sp.	*Epilobium* sp.
Laurus T.	*Fagus sylvatica*
Lavandula sp.	*Geranium* sp.
Lavandula stoechas	*Malva* sp.
Lithospermum sp.	*Mentha* T.
Lygeum sp.	*Ribes* sp.
Myosotis sp.	*Rubia* sp.
Ocimun basilicum	*Typha latifolia*
Odontites sp.	
Oenothera sp.	
Phillyrea sp.	
Prunus spinosa	
Robinia pseudoacacia	
Total TP 19	**Total TP 14**

Por último, se ha analizado la variabilidad media de los TP entre mieles y propóleos de la misma localidad. En total se obtuvieron muestras de miel y de propóleo de 26 localidades (Tabla 36). A pesar

de haber variabilidad de TP entre mieles y propóleos, se observan coincidencias que oscilan entre 16,7% (Torroella Plana) y 46,2% (Torelló), siendo el valor promedio de 35,4%.

Tabla 36. Comparación de los tipos polínicos (TP) de mieles y propóleos de una misma localidad. **TP coincidentes** (número de TP coincidentes); **Total TP** (numero toral de TP); **TP únicos** (número de TP exclusivos); **% de coincidencia** (% de coincidencia de TP entre mieles y propóleos).

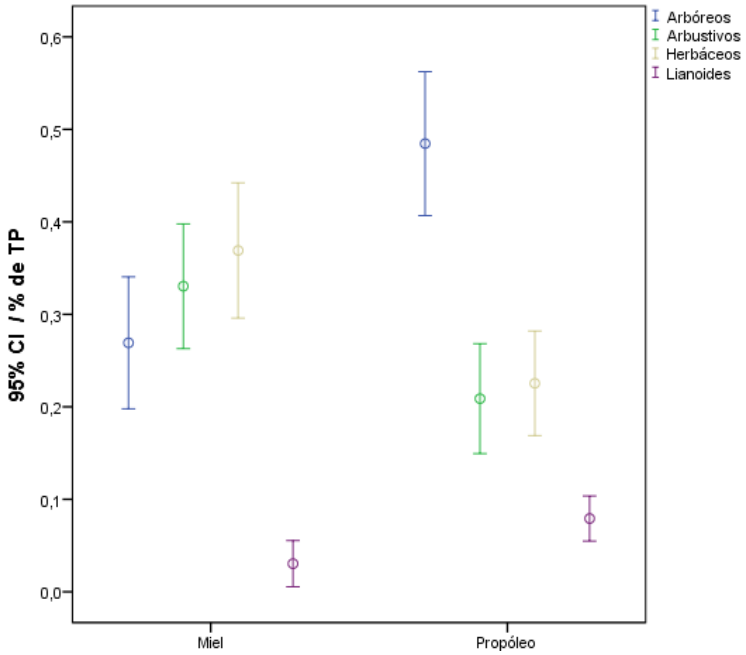
	Miel / Propóleo			
Localidad	**TP coincidentes**	**Total TP**	**TP únicos**	**% coincidencia**
Alos d'Isil	20	45/37	25/17	32,3%
Barcelona Can Masdeu	20	36/36	16/16	38,5%
Barcelona Ciutadella	40	75/54	34/14	45,5%
Barcelona Valldaura	22	51/42	19/20	36,1%
Camarasa	21	24/48	3/27	41,2%
Campins	14	23/35	9/21	31,8%
Duesaigües	21	33/36	12/15	43,8%
Garrotxa Batet	22	40/38	18/16	39,3%
Garrotxa Can Jordà	18	30/47	12/29	30,5%
Garrotxa Riudaura	21	43/35	22/14	36,8%
La Garriga	16	21/42	5/26	34,0%
Marganell	16	25/41	9/25	32,0%
Martorell	32	54/49	22/27	45,1%
Orrius	19	44/42	25/23	28,4%
Querol	19	29/36	10/17	41,3%
Sagàs	19	24/51	5/32	33,9%
Sant Hilari	9	13/27	4/18	29,0%
Serós	18	35/34	17/16	35,3%
Solsona	20	36/39	16/19	36,4%
Torelló	36	57/57	21/21	46,2%
Torroella Montgrí Serra	16	34/40	18/24	27,6%
Torroella Plana	7	11/38	4/32	16,7%
Vidreres Mirador	21	44/48	23/27	29,6%
Viladecans Atrium	29	59/48	30/19	37,2%
Viladecans Mas Ratés	31	55/61	24/30	36,5%
Vilallonga del Camp	17	26/48	9/31	29,8%
Promedio	**21**	**37 / 43**	**16 / 22**	**35,4%**

Origen, estrato de la planta y estación de floración

Comparando las variables estrato de la planta, origen y estación de floración de los tipos polínicos (TP) se han observado diferencias entre mieles y propóleos.

Según el estrato de la planta (arbóreo, arbustivo, herbáceo, lianoide) (Figura 23) los propóleos tienen un porcentaje de TP de taxones arbóreos (48,5%) y lianoides (7,9%), mayor que las mieles (26,9% y 3%, respectivamente). En cambio, el porcentaje de TP de taxones herbáceos es inferior en propóleos (22,5%) que en mieles (36,9%). El análisis estadístico mostró que hay diferencias significativas (Kruskal-Wallis, P<0,05) en los porcentajes de TP de taxones arbóreos, herbáceos y lianoides entre ambos productos. No se observaron diferencias para los taxones arbustivos.

Figura 23. Gráfico de barras de error, indicando la variacion de tipos polínicos (TP) clasificados por el el estrato de los taxones según el tipo de product (miel y Propóleo). El valor medio se muestra con un círculo y la varianza con la longitud de las barras. Barras realizadas con un intervalo de confianza (CI) del 95%.



Analizando los datos de los TP según el origen (autóctono, cultivado, cultivado/silvestre, exótico, exótico/autóctono) (Figura 24), los propóleos tienen un porcentaje de TP autóctonos mayor que las mieles (79,6% frente a 51,2%). En cambio, el porcentaje de TP cultivados/silvestres y exóticos/autóctonos es inferior (12,3% y 1,3% frente a 27,1% y 8,9%, respectivamente). El análisis estadístico mostró que hay diferencias significativas (Kruskal-Wallis, P<0,05) en los porcentajes de TP autóctonos, cultivados y exóticos/autóctonos.

Analizando los datos según la estación de floración (anual, invierno, invierno/primavera, otoño, primavera, primavera/verano, primavera/verano/otoño, verano, verano/otoño, (Figura 25), las mieles tienen un mayor porcentaje de TP anuales, de otoño y de verano que los propóleos (33,3%, 22,3% y 5,7% frente a 13,2%, 1,5% y 0,1%, respectivamente). Mientras que los TP de primavera/verano, verano/otoño e invierno/primavera son inferiores (0,5%, 5,9% y 0,0% frente a 24,9%, 10,3% y 5,0%,

respectivamente). El análisis estadístico mostró diferencias significativas (Kruskal-Wallis, P<0,05) en todos los porcentajes entre mieles y propóleos, menos en los de TP de taxones de primavera.

Figura 24. Gráfico de barras de error, indicando la variación de tipos polínicos (TP) clasificados por el origen de los taxones según el tipo de producto (miel y propóleo). El valor medio se muestra con un círculo y la varianza con la longitud de las barras. Barras realizadas con un intervalo de confianza (CI) del 95%.

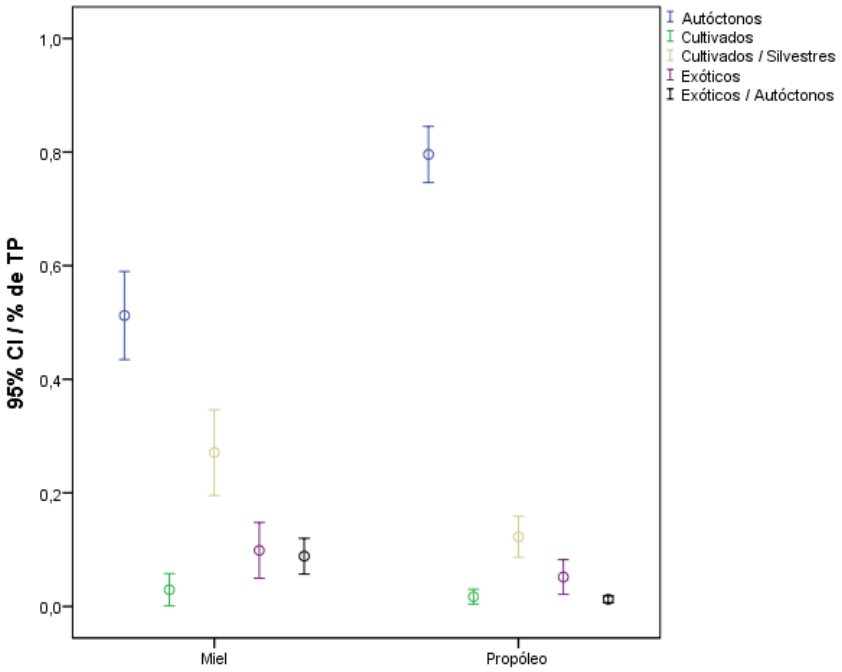
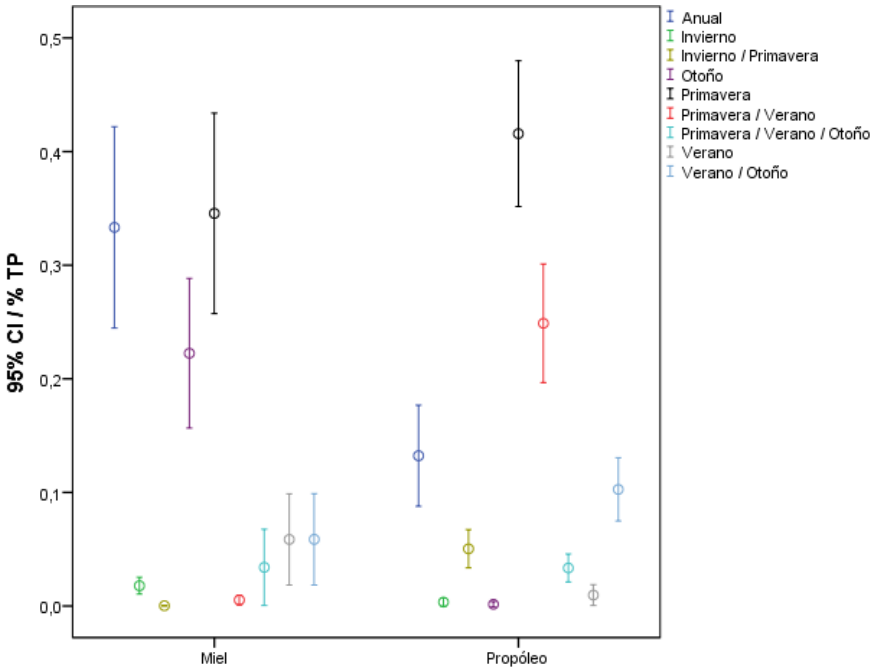


Figura 25. Gráfico de barras de error, indicando la variacion de tipos polínicos (TP) clasificados por la estación de floración de los taxones según el tipo de producto (miel y propóleo). El valor medio se muestra con un círculo y la varianza con la longitud de las barras. Barras realizadas con un intervalo de confianza (CI) del 95%.



Discusión

5. Discusión

5.1. Flora de interés apícola

La flora de interés apícola se define como el conjunto de especies vegetales que atraen y/o sirven de alimento a las abejas dando como resultado la miel, mielato, polen corbicular y propóleo. A la hora de realizar una actividad apícola, un requisito importante es el conocimiento de la flora apícola de la zona, ya que permite identificar las características diferenciales de estos productos (Abou-Shaara, 2015; Albaba, 2015).

5.1.1. Flora de interés apícola para la recolección de néctar y polen

Algunas de las plantas de interés apícola producen tanto néctar como polen, pero no siempre son aprovechables los dos recursos. A continuación, se comentan algunos aspectos sobre la recolección de néctar y polen de algunos de los taxones citados en el Anexo 1. Las menciones están ordenadas por orden alfabético según el taxón.

- *Abelia grandiflora* produce néctar (Percival, 1961), pero tiene una corola muy larga, que puede dificultar el acceso de *A. mellifera*. Durante las observaciones personales no se detectaron visitas de *A. mellifera*, aun así, Kawaguchi et al. (2007) la menciona entre sus visitantes tanto para obtener néctar como polen. En consecuencia, se le ha categorizado como N1P1.

- En general *Acanthus* sp. es visitado por himenópteros más pesados que la abeja de la miel, ya que requiere de cierto peso para abrir la flor y poder acceder al néctar (Raju, 1990; Ricciardelli D'Albore & Intoppa, 2000; observación personal). Sin embargo, la aparición de este tipo polínico en las muestras del presente estudio hace pensar que esporádicamente la podrían visitar. En consecuencia, se ha categorizado como N0.

- A pesar de que *Aesculus* sp. tiene nectarios (Burck, 1906; Gardener & Gillman, 2002), existen pocas referencias de *A. mellifera* recolectándolo (Crane, 1973; Mercuri & Porrini, 1991). Esto podría ser debido a una posible toxicidad del néctar para las abejas (Adler, 2000). Referente al polen, sí que pueden recolectarlo en abundancia (Dimou & Thrasyvoulou, 2007). En consecuencia, se le ha categorizado como N1P2.

- *Ailanthus altissima* es una planta principalmente dioica, aunque a veces puede ser monoica. Las flores masculinas producen polen aprovechable para *A. mellifera,* y tanto las masculinas como las femeninas producen néctar (Thompson, 2008). Además, también puede desarrollar

nectarios extraflorales (Pemberton, 1990; Thompson, 2008). En consecuencia, se le ha categorizado como N3P2.

- Las especies de *Aloe* acostumbran a ser polinizadas por pájaros, pero algunos insectos, como *A. mellifera*, pueden aprovechar el polen y a veces el néctar (Hoffman, 1988). Las flores son tubulares, y acumulan néctar tanto en la base, inaccesible para las abejas, como en el tubo floral, que si es accesible (Nicolson & Human, 2008). En consecuencia, se le ha categorizado como N1P2.

- *Albizzia julibrissin* puede secretar néctar extrafloral en el pecíolo (Kawano et al., 1999; Pemberton, 1990), a veces aprovechable para *A. mellifera,* al igual que el polen (Bista & Shivakoti, 2001; Nikolova et al., 2018). En consecuencia, se le ha categorizado como N1P1.

- *Anarrhinum* sp. se considera una especie polinífera. Sin embargo, Talavera et al. (1988) detectó néctar en algunas especies, pero no mencionó a este género como útil para *A. mellifera*. En consecuencia, se le ha categorizado como P1.

- *Angelica sylvestris* se considera una especie generalista, polinizada por diversos insectos que recolectan polen y néctar, aunque hay pocas referencias de su recolección por la abeja de la miel (Ricciardelli D'Albore & Intoppa, 2000; Niemirski & Zych, 2011). En consecuencia, se le ha categorizado como N1P1.

- A pesar de que las flores de *Antirrhinum* necesitan el peso de abejorros (*Bombus* sp.) para activar su apertura (Shang et al., 2011), a veces *A. mellifera* visita sus flores para recolectar néctar y polen (Comba et al., 1999a; Ricciardelli D'Albore & Intoppa, 2000). En consecuencia, se le ha categorizado como N1P1.

- En *Aquilegia* sp. los principales polinizadores son especies del género *Bombus*, que la visitan por su néctar (Lavergne et al., 2005). Sin embargo, Percival (1947) detectó polen corbicular de *Aquilegia* sp. y Macior (1966) observó abejas de la miel recolectando néctar en *A. canadensis* a través de perforaciones hechas en las espuelas de las flores, seguramente producidas por abejorros. En consecuencia, se le ha categorizado como N0P1.

- Aunque *Arabis procurrens* secreta néctar (Strzalkowska-Abramek et al., 2016), se le ha considerado solo polinífera (P1), ya que únicamente se encontraron referencias de recolección de polen por *A. mellifera* (Percival, 1955).

- El néctar y polen de *Brugmansia* sp. contiene grandes cantidades de alcaloides como la escopolamina (Kerchner et al., 2015; Detzel & Wink, 1993). La toxicidad de este compuesto podría ser la razón de no haber encontrado referencias sobre visitas de *A. mellifera*. Por otro lado, a través de observaciones personales, se detectaron visitas de *A. mellifera* recolectando polen. En consecuencia, se le ha categorizado como P1.

- Los visitantes florales de *Buddleja davidii* incluyen un gran rango de insectos que recolectan polen y néctar: mariposas, polillas, abejas (*Apis cerana*, *Xylocopa* spp.) y moscas (Chen et al., 2011; Chen et al., 2014). *A. mellifera* acostumbra a visitar *Buddleja* sp. por el polen (Bista, & Shivakoti, 2001), posiblemente debido a la estructura floral estrecha que dificulta el acceso a los nectarios. En consecuencia, se le ha categorizado como N0P1.

- *Bupleurum fruticosum* es una planta generalista visitada por diferentes especies de insectos, aunque Ballantyne & Willmer (2012) citan a *A. mellifera* como el principal polinizador buscando su néctar (Talavera et al., 1988). En consecuencia, se le ha categorizado como N2.

- *Butia* sp. es una palmera exótica con nectarios florales cuyos principales polinizadores son escarabajos (Silberbauer-Gottsberger, 1990). Aun así, Moor (2001) también menciona las avispas, moscas y abejas, y según Bazzuro et al. (1995), *A. mellifera* también puede recolectar néctar y polen, y producir miel monofloral de *B. capitata*. En consecuencia, se le ha categorizado como N2P2.

- *Calendula arvensis* puede ser una fuente de polen importante para *A. mellifera* (Dimou & Thrasyvoulou, 2007), y a veces puede producir néctar en pequeñas cantidades (Talavera et al., 1988). En consecuencia, se le ha categorizado como N1P2.

- *Calicotome* sp. no suele ser visitada por *A. mellifera*, pero algunos artículos de estudios de polen corbicular la mencionan (Hidalgo et al., 1990; Terrab et al., 2005), e incluso se ha llegado a detectar alguna visita de *A. mellifera* en *C. villosa* debido a su néctar (Hidalgo & Cabezudo, 1995). En consecuencia, se le ha categorizado como N1P1.

- Los principales polinizadores de *Camellia japonica* son pájaros y ardillas, pero *A. mellifera* también puede visitar sus flores por el néctar (Rho & Choe, 2003). En consecuencia, se le ha categorizado como N1.

- *Campsis radicans* es polinizada en su región de origen por colibríes (Galetto, 1995), pero a veces *A. mellifera* puede visitar sus flores para recolectar néctar y/o polen (Dimou &

Thrasyvoulou, 2007; Ricciardelli D'Albore & Intoppa, 2000). En consecuencia, se le ha categorizado como N1P1.

- Las flores de *Capsicum* sp., como la de las solanaceas en general, necesitan vibración de los polinizadores para liberar el polen, por eso los abejorros son los polinizadores más eficientes. Sin embargo, *A. mellifera* puede visitar *C. annuum* para obtener polen (Ismail et al., 2013) y néctar, aunque la concentración de azúcares sea baja (Rabinowitch et al., 1993). En consecuencia, se le ha categorizado como N1P1.

- *Cassia* sp. es visitada por *A. mellifera* para recolectar polen (Thorp & Estes, 1975) a pesar de tener nectarios extraflorales (Kelly, 1986; Pemberton, 1990). En consecuencia, se le ha categorizado como P1.

- *Castanea sativa*, es una especie monoica cuyas flores masculinas producen polen y néctar aprovechable para *A. mellifera* mientras que las femeninas, a pesar de tener nectarios en sus brácteas, no son aprovechables para las abejas (Farkas & Zajácz, 2007). Por otro lado, esta especie también produce exudaciones naturales (Pajuelo & Galindo, 2016) o mediante insectos (Crane & Walker, 1985). A la hora de analizar el origen de una miel de *C. sativa* hay que tener en cuenta que la disponibilidad de néctar puede coincidir con el flujo de otros exudados azucarados. En consecuencia, se ha categorizado como N3P3M.

- *Catalpa ovata* tiene nectarios extraflorales debajo de las hojas, mientras que *C. bignonoides* los tiene debajo de los sépalos. En ambos casos, los nectarios son una estrategia para atraer hormigas como mecanismo de protección contra parásitos (Pemberton, 1990; Ness, 2003). Las flores de *C. speciosa* producen néctar, siendo sus principales visitantes abejorros (*Bombus* sp.), abejas carpinteras (*Xylocopa* sp.) y polillas (Sphingidae) (Stephenson, 1982). Aun así, Jablonski & Koltowski (2005) citan a *C. ovata* como fuente de miel con un flujo de 4–12 kg/ha y Ricciardelli D'Albore & Intoppa (2000) como fuente de polen. En consecuencia, se le ha categorizado como N1P1.

- *Ceratonia siliqua* puede ser dioica o polígama. Los dos tipos de flores pueden secretar néctar, pero las femeninas producen más cantidad y las masculinas contienen más concentración de azúcares y producen polen aprovechable (Ortiz et al., 1996; Albaba, 2015). El periodo de floración es otoño (septiembre–octubre), período durante el cual es posible recolectar miel monofloral y también mielato (Oddo et al., 2004a; Ferrauto & Pavone, 2013; Ünal et al., 2017),

aunque los apicultores normalmente la dejan en la colmena como recurso para las abejas en invierno (observación personal). En consecuencia, se ha categorizado como N3P3M.

- Los principales visitantes de *Cerinthe major* son *Bombus* sp., *Anthophora* sp. y *Eucera* sp., aunque *A. mellifera* puede ser un visitante ocasional para recolectar néctar (Nocentini et al., 2012). En consecuencia, se le ha categorizado como N1.

- *Chamaerops humilis* se sule considerar principalmente anemófilo, pero algunos insectos, como *A. mellifera,* pueden recolectar polen de sus flores masculinas (Dimou & Thrasyvoulou, 2007; Liolios et al., 2016). En algunas circunstancias las flores femeninas pueden desarrollar nectarios extraflorales (Silberbauer-Gottsberger, 1990) y secretar néctar (Moore, 2001), pero no hay referencias de su recolección por *A. mellifera*. En consecuencia, se le ha categorizado como P2.

- Respecto a *Cistus* sp. existen algunas discusiones sobre la presencia de néctar o no. Bosch (1992) y Ortiz & Fernández (1992) observaron *A. mellifera* visitando *Cistus* para obtener néctar, del mismo modo que Petanidou (2005) y Talavera et al. (1988) detectaron pequeñas cantidades de néctar en diferentes especies de *Cistus*. De Sá-Otero et al. (2004) también observó nectarios en *C. ladanifer*. Sin embargo, Hidalgo & Cabezudo (1995) no detectaron néctar en ninguna de las especies de *Cistus* que analizaron. De cualquier manera, si las especies de *Cistus* secretan néctar, la cantidad es tan ínfima comparado con las cantidades de polen que puede recolectar *A. mellifera* (Serra, 1988; Dimou & Thrasyvoulou, 2007), que este género se ha considera solo polinífero (Rodríguez et al., 2018). En consecuencia, se le ha categorizado como N0P3.

- *Citrullus lanatus* y *Cucumis* sp. tienen flores femeninas y masculinas que secretan néctar aprovechable, pero las masculinas tienen más interés, porque se encuentran en mayor cantidad y porque, además, producen polen (Farkas & Zajácz, 2007). En consecuencia, se le ha clasificado como N2P2.

- *A. mellifera* recolecta polen de *Clematis* sp. (Albaba, 2015). De las flores de *C. vitalba* (Mugnaini, 2001) y de las de *C. alpina* (Erbar & Leins, 2013) también recolecta néctar. Sin embargo, *C. flammula* no es productora de néctar (Talavera et al., 1988 y Herrera, 1985). En consecuencia, el género *Clematis* se ha categorizado como N1P3.

- Referente a *Coris monspeliensis*, no se han encontrado referencias específicas donde se mencionen visitas de *A. mellifera*; sin embargo, Giner & García (1994) encontraron polen de *C.*

monspeliensis, en poca cantidad, en 13 de las 18 mieles que estudiaron. Como esta especie secreta néctar (Hidalgo & Cabezudo, 1995), se ha categorizado como nectarífera N1.

- *Corydalis* sp. produce néctar, pero su corola es larga y *A. mellifera* no puede acceder a sus nectarios, aunque a veces visita los estambres para recolectar polen (Percival, 1947; (Ricciardelli D'Albore & Intoppa, 2000). En consecuencia, se le ha categorizado como P1.

- Sobre *Crataegus monogyna*, Guitián & Fuentes (1992) comentaron que *A. mellifera* es el principal polinizador; Farkas & Zajácz (2007) mencionaron que, aunque es una buena planta nectarífera, *A. mellifera* no la visita por el néctar; Oddo et al., 2004a refieren miel monofloral de esta especie; y también existen bastantes evidencias de la recolección de su polen (Percival, 1955; Serra, 1988; Fortunato et al., 2006; Lopez et al., 2013). En consecuencia, se le ha categorizado como N2P3.

- Mientras que *Crepis* sp. se considera solo polinífera (De Sá-Otero et al., 2004; Keasar & Shmida, 2009), De Sá-Otero et al. (2004) detectaron nectarios en *C. capillaris*. Aun así, no se han encontrado referencias de *A. mellifera* recolectando néctar. En consecuencia, se ha categorizado el género *Crepis* como P3.

- Algunas especies de *Crocus* secretan néctar, pero la corola es demasiado profunda para *A. mellifera* (Petanidou & Lamborn, 2005); sin embargo, su polen tiene un elevado contenido en proteínas (De Sá-Otero et al., 2009) y las abejas lo pueden recolectar. En consecuencia, se ha categorizado el género *Crocus* como P3.

- Tanto las flores femeninas como las masculinas de *Cucurbita* sp. producen néctar, pero las femeninas producen más cantidad, hecho que las hace más atractivas para *A. mellifera*. Por otro lado, las flores masculinas producen polen, también interesante para las abejas (Nepi et al., 1996; Ashworth & Galetto, 2002). En consecuencia, se ha categorizado como N2P3.

- Motten & Antonovics (1992) detectaron *A. mellifera* como el principal visitante de *Datura stramonium*, pero se han encontrado pocas referencias de la recolección del polen (Köppler et al., 2007). Sobre el néctar, Ricciardelli D'Albore & Intoppa (2000) mencionan a las abejas, sin especificar especies, como capaces de recolectar pequeñas cantidades, puede que por su contenido en escopolamina que las podría disuadir (Kerchner et al., 2015). En consecuencia, se ha categorizado como N0P1.

- Las especies de *Dianthus* producen néctar, pero éste es inaccesible para *A. mellifera* (Ricciardelli D'Albore & Oddo, 1978); sin embargo, a veces recolectan polen (Ricciardelli D'Albore & Intoppa, 2000). En consecuencia, se ha categorizado como P1.

- Sobre *Digitalis s*p., aunque su principal visitante es *Bombus* sp. (Ballantyne & Willmer, 2012), a veces *A. mellifera* también las puede visitar por su néctar o polen (Percival, 1955; Ricciardelli D'Albore & Intoppa, 2000). En consecuencia, se ha categorizado como N1P1.

- *Euonymus europaeus* puede ser una buena fuente de néctar (observación personal) y a veces de polen (Nagamitsu & Inoue, 1999), pero Konarska (2015) observó pocas visitas de *A. mellifera y* argumentó una posible toxicidad de algunos compuestos presentes en el néctar, que harían que *A. mellifera* solo visitara sus flores cuando no hay otros recursos disponibles. Este hecho no concuerda con las observaciones personales que se realizaron durante este estudio, dónde se observaron visitas a *E. europaeus* en la primavera, época con gran variedad de recursos. En consecuencia, se ha categorizado como N2P1.

- Las especies de *Euphorbia* en general son visitadas por avispas (Bosch et al., 1997), moscas, abejas de tamaño pequeño (Traveset & Sáez, 1997) y hormigas (observación personal), pero Chaudhary (2006) y Thapa (2006) clasificaron a *A. mellifera* como el principal polinizador seguido de los dípteros. Algunas especies, como *E. cyparissias* y *E*. *resinifera*, tienen un gran potencial suministrador de néctar para la producción de miel (Malika et al., 2005; Oddo et al., 2004a). En consecuencia, se ha categorizado como N1P1.

- *Fallopia japonica* (=*Polygonum cuspidatum*; =*Reynoutria japonica*) es una especie dioica e invasora, originaria de Asia, con nectarios en el pecíolo (Kawano et al., 1999). En Europa se han observado ejemplares femeninos que producen néctar, los cuales se reproducen de forma asexual con rizomas. Por otro lado, en el lugar de origen los ejemplares masculinos también producen néctar y polen aprovechable (Beerling et al., 1994; Liolios et al., 2016), pero en Europa suelen ser estériles (Krebs et al, 2010). Referente a *A. mellifera*, necesita un período de adaptación para recolectar el néctar, las visitas van incrementando con el tiempo (Beerling et al., 1994). En consecuencia, se ha categorizado como N2P1.

- Sobre *Frangula alnus* (=*Rhamnus frangula*), Medan (1994) mencionó que los principales recolectores de néctar eran dípteros, coleópteros e himenópteros, sin referenciar a *A. mellifera*. Pero Godwin (1943) y De Sá-Otero et al. (2004) mencionaron que las abejas de la miel visitaban sus flores, para néctar y polen. En consecuencia, se ha categorizado como N1P1.

- *Galactites tomentosa* produce polen y néctar que según Bosch (1997) puede ser tomado por abejas de tamaño medio; incluso hay algunas referencias de miel monofloral con polen de *G. tomentosa* infrarepresentado (Tuberoso et al., 2011; Oddo et al., 2004a). En consecuencia, se ha categorizado como N2P1.

- Las especies de *Genista* son buenas suministradoras de polen para *A. mellifera* (Percival, 1947; De Sá-Otero et al., 2004), pero no secretan néctar (Herrera, 1985; Herrera, 1988) porque no tienen nectarios (De Sá-Otero et al., 2004). En consecuencia, se ha categorizado como P3.

- En general los polinizadores no visitan especies de *Geum* sp., ya que tienen un mecanismo de auto-polinización (Taylor, 1997), pero a veces pueden recolectar su néctar y polen (Ricciardelli D'Albore & Intoppa, 2000). En consecuencia, se ha categorizado como N1P1.

- *Gleditsia triacanthos* es visitada por abejas, moscas y mariposas (Schnabel & Hamrick, 1990). Según Lieux (1978) *A. mellifera* normalmente visita más por el polen que por el néctar, pero según Nikolova et al. (2018) es una especie interesante para la producción de miel, con un contenido de azúcar en el néctar del 37,8%. En consecuencia, se ha categorizado como N2P2.

- Referente a *Grevillea* sp., Nicolson (1995) afirmó que no es una especie atractiva para *A. mellifera*, aunque Morton (1964) comentó lo contrario ya que pueden recolectar polen y se puede obtener miel de su néctar. En consecuencia, se ha categorizado como N1P1.

- Ni en *Halimium* sp. ni en *Helianthemum* sp. Herrera (1985; 1988) detectó presencia de néctar, pero De Sá-Otero et al. (2004) detectaron nectarios; por otro lado, su polen tiene un elevado contenido en proteínas (De Sá-Otero, 2009) y es un buen suministro de polen para *A. mellifera* (De Sá-Otero et al., 2004; Albaba, 2015). En consecuencia, se ha categorizado como P3.

- Los principales visitantes de *Helleborus* sp. son *Bombus* sp. (Vesprini et al., 1999), aunque *A. mellifera* también puede realizar visitas para recolectar néctar y/o polen (Percival, 1955; Ricciardelli D'Albore & Intoppa, 2000). En consecuencia, se ha categorizado como N1P1.

- *Iberis sempervirens* principalmente atrae abejas solitarias (Strzalkowska-Abramek et al., 2016), aunque *A. mellifera* también puede visitarla para obtener polen y/o néctar (Ricciardelli D'Albore & Intoppa, 2000; Strzalkowska-Abramek et al., 2016). En consecuencia, se ha categorizado como N1P1.

- *Jacaranda mimosifolia* normalmente es visitada por *Bombus* sp. (Galetto, 1995), pero Kram (2008) y Keasar & Shmida (2009) observaron también visitas de *A. mellifera* para la obtención de néctar. En consecuencia, se ha categorizado como N2.

- Aunque hay referencias de visitas de abejas en *Lantana* sp. por el néctar (Meena et al., 2015; Keasar & Shmida, 2009) raramente es visitada por *A. mellifera*, y por eso Morton (1964) cuestionó su valor, en consecuencia, se ha categorizado como N0.

- *Laurus nobilis* es una planta dioica, y ambas flores, las femeninas y las masculinas, producen néctar (Pacini et al., 2014) aprovechable para *A. mellifera*, aunque en general es más visitada por el polen (Dimou & Thrasyvoulou, 2009). En consecuencia, se ha categorizado como N1P2.

- *A. mellifera* puede visitar especies de *Limonium* sp. para obtener polen y/o néctar (Khan et al., 2012; observación personal), pero sus principales visitantes incluyen sírfidos, polillas, mariposas, escarabajos, abejorros y abejas solitarias (Boorman, 1967; Zhang et al., 2015). En consecuencia, se ha categorizado como N1P1.

- Los principales polinizadores de *Linaria vulgaris* son abejorros (*Bombus* sp.) y abejas de la familia Halictidae (Arnold, 1982). Sin embargo, se ha observado que a veces, *Bombus* sp. puede actuar como ladrón de néctar, haciendo agujeros en la corola, a través de los cuales *A. mellifera* también puede obtener néctar, actuando como ladrón secundario (Nepi et al., 2003). En consecuencia, se ha categorizado como N1.

- *Lonicera* sp. tiene una corola profunda, hecho que dificulta el acceso al néctar para *A. mellifera*, pero a veces pueden acceder a él a través de agujeros hechos por *Bombus* sp. y avispas (observaciones personales; comentarios de apicultores). El polen sí que lo obtienen directamente (Talavera et al., 1988; Dimou & Thrasyvoulou, 2007). En consecuencia, se ha categorizado como N1P2.

- *Melia azedarach* posee poco interés para *A. mellifera* (Morton, 1964; observación personal), aunque hay alguna referencia de la recolección de polen y/o néctar por *A. mellifera* (Bista & Shivakoti, 2001; Dimou & Thrasyvoulou, 2007). En consecuencia, se ha categorizado como N1P1.

- *Myrtus communis* se ha considerado solamente como polinífera P3 por el interés de su polen (Dimou & Thrasyvoulou, 2007; Lopez et al., 2013), a pesar de que Ricciardelli D'Albore & Intoppa

(2000) mencionaron la existencia de miel monofloral en Cerdeña. Sin embargo, Hidalgo & Cabezudo (1995), Herrera (1985) y Keasar & Shmida (2009) no detectaron néctar en sus flores.

- Las especies de *Narcissus* producen néctar (Percival, 1961), pero las abejas tienen dificultad para acceder a él por la longitud de la corola (Barret & Harder, 2005); sin embargo, el polen sí que puede ser recolectado en alguna ocasión (Díaz et al., 1995). En consecuencia, se ha categorizado como P1.

- El néctar de las especies de *Nicotiana* contiene nicotina en una concentración que podría causar adicción o perjudicar a la colonia de abejas (Kerchner er al., 2015). Aun así, hay referencias de miel monofloral (Oddo et al., 2004a). En consecuencia, se ha categorizado como N2.

- Referente a *Oenothera* sp., Galetto & Bernardello (2003) determinaron que los polinizadores principales eran las polillas, aunque también mencionaron a las abejas como visitantes, que pueden obtener sobre todo néctar, y también polen (Percival, 1947; Galetto & Bernardello, 2003). En consecuencia, se ha categorizado como N2P1.

- En *Ononis* sp. no se detecta néctar (Herrera, 1988; Bosch et al., 1997), pero alguna referencia menciona la recolección de polen por *A. mellifera* (Albaba; 2015). En consecuencia, se ha categorizado como P2.

- En *Osyris alba*, tanto las flores femeninas como las masculinas tienen nectarios, pero solo es útil el néctar de las masculinas (Aronne et al., 1993). Aunque los principales polinizadores son moscas y escarabajos (Aronne et al., 1993), observaciones personales detectaron *A. mellifera* recolectando néctar y polen. En consecuencia, se ha categorizado como N1P1.

- *Parkinsonia aculeata* secreta néctar (Cocucci et al., 1992). Aunque Keasar & Shmida (2009) no detectaron visitas de *A. mellifera* y Morton (1964) declaró que esta especie no era de interés para *A. mellifera,* algunos estudios mencionan las abejas de la miel como recolectoras de néctar y polen en este taxón (Eisikowitch & Masad, 1982 y Jain & Dhingra, 1991). En consecuencia, se ha categorizado como N2P1.

- *Paulownia tomentosa* es muy atractiva para *A. mellifera* por su néctar, segregado en nectarios extraflorales del anverso y reverso de las hojas y también en el cáliz (Pemberton, 1990). Además, también es atractiva por su polen (Mercuri & Porrini, 1991). En consecuencia, se ha categorizado como N3P1.

- Craig & Stewart (1988) mencionaron que en *Phormium tenax* la mayor cantidad de néctar se produce durante la apertura de las flores masculinas. En su región de origen, los principales polinizadores son pájaros, pero *A. mellifera* también puede visitar sus flores (Howell & Jesson, 2013) y recolectar néctar. En consecuencia, se ha categorizado como N1.

- El género *Prunus* es muy atractivo para *A. mellifera* tanto por néctar como por polen (Dimou & Thrasyvoulou, 2007; Di Marco et al., 2016). Según Farkas & Zajácz (2007), *P. persica* a veces tiene los nectarios florales demasiado profundos en la corola y *A. mellifera* tiene dificultades para alcanzar el néctar, por lo que las visitas son principalmente para obtener polen. Sin embargo, otros autores mencionan *P. persica* como buen recurso nectarífero (Jablonski & Koltowski 2004; Albaba 2015). A menudo las especies de *Prunus* sufren ataques de insectos herbívoros o de parásitos, desarrollando entonces nectarios extraflorales para atraer predadores como hormigas (Mathews et al., 2009) como forma de defensa. En estos casos *A. mellifera* también puede aprovechar este flujo de néctar (observación personal). En consecuencia, se ha categorizado como N3P2.

- *Psoralea bituminosa* secreta néctar, pero normalmente sus visitantes son abejas de tamaño grande (Bosch et al., 1997; observaciones personales). Por otro lado, la aparición del tipo polínico *Psoralea* sp. en las muestras del presente estudio, hace pensar que esporádicamente la podrían visitar. En consecuencia, se ha categorizado como N0.

- *Pyracantha* sp. es poco atractiva para *A. mellifera* (George & Vansell, 1952), pero puede ser visitada por su néctar y/o polen (Ricciardelli D'Albore & Intoppa, 2000; Lopez et al., 2013). En consecuencia, se ha categorizado como N1P1.

- *Rhamnus alaternus* florece a finales de invierno o principios de primavera, cuando *A. mellifera* se reactiva y empieza la temporada. Es una especie dioica, normalmente con más presencia de ejemplares masculinos que femeninos, aunque a veces un mismo espécimen puede producir ambos tipos de flores. Su estrategia de polinización es tanto entomófila como anemófila (Aronne & Wilcock, 1995; Guitihn, 1995). Normalmente en melisopalinología se considera a *R. alaternus* como especie no nectarífera por diferentes factores: primero porque, aunque *A. mellifera* es su principal polinizador, recolecta grandes cantidades de polen de las flores masculinas, mientras que de las flores femeninas recolecta cantidades moderadas de néctar (Canale et al., 2015). En segundo lugar, porque la planta produce más cantidad de polen que de néctar. Y el tercer argumento es que las abejas consumen la miel hecha de este néctar antes de la extracción de este producto por parte de los apicultores, en consecuencia, no aparece en la miel recolectada,

y los pólenes de *Rhamnus* que aparecen en la miel se asumen como resultado de contaminación por polen corbicular (Demianowicz, 1964). En consecuencia, en el Anexo 1 se ha categorizado como N1P3, pero para el análisis melisopalinológico se ha considerado como polinífero (P).

- En *Rhus hirta* y *R. toxicodendron*, las flores femeninas secretan néctar aprovechable *para A. mellifera*, pero en las flores masculinas la secreción es baja, aunque producen polen aprovechable (Greco et al., 1996). En consecuencia, se ha categorizado N1P1.

- *Ricinus communis* tiene nectarios extraflorales en las hojas y en el pecíolo (Morton, 1964; Pemberton, 1990; Pacini et al., 2007). Es un buen recurso de polen para *A. mellifera* y a veces se puede obtener miel monofloral de esta especie (Milfont et al., 2009). En consecuencia, se ha categorizado N2P2.

- En *Rosa canina*, De Sá-Otero et al. (2004) detectaron nectarios, pero Hidalgo & Cabezudo (1995) y Herrera (1988) no encontraron néctar. En cambio, sí puede ser un buen recurso de polen para *A. mellifera* (De Sá-Otero et al., 2004; Keasar & Shmida, 2009). En consecuencia, se ha categorizado como P2.

- La mayoría de las especies de *Rubus* producen néctar y polen aprovechable para *A. mellifera* (Farkas & Zajácz, 2007; Liolios et al., 2016; observación personal), e incluso se puede obtener miel monofloral (Di Marco et al., 2016). Por otro lado *R. ulmifolius* no produce néctar (Hidalgo & Cabezudo, 1995), pero *A. mellifera* puede recolectar su polen (Dimou & Thrasyvoulou, 2007). En consecuencia, el género *Rubus* se ha categorizado como N2P3 y *R. ulmifolius* como P2.

- Las especies de *Sabal* tienen nectarios extraflorales (Silberbauer-Gottsberger,1990) y según Henderson (1986) y Moore (2001), el principal polinizador es *A. mellifera* que puede recolectar néctar y polen. En consecuencia, se ha categorizado como N2P2.

- La mayoría de sauces (*Salix* spp.) son dioicos, y ambos tipos de flores, las masculinas más que las femeninas, producen néctar, a lo que se suma que las flores masculinas producen polen con un elevado contenido proteico (De Sá-Otero et al., 2009). Esto hace a los sauces muy atractivos para los insectos, especialmente para *A. mellifera*. En la literatura hay abundantes referencias a las aportaciones apícolas por parte de *Salix*. Se indica, por ejemplo, que al estudiar las mieles a través de la melisopalinología, usar los granos de polen como índice de la contribución de néctar de una planta puede dar errores. Por un lado, al ser *Salix* una especie dioica, la cantidad

de polen aportado a la miel puede ser inferior a la cantidad de néctar, ya que el néctar de las flores femeninas no aporta polen. En contraposición, los ejemplares masculinos de sauce producen cantidades relativamente abundantes de polen y son granos muy pequeños, hecho que podría contrarrestar el efecto de ser dioicos (Lieux, 1981). Por otro lado, en climas templados, la mayoría de especies de *Salix* florecen al inicio de la primavera, al mismo tiempo que las abejas de la miel recolectan recursos (néctar y polen, mayoritariamente) en grandes cantidades para reabastecer lo que han consumido en las estaciones frías y reactivar la colonia (Farkas & Zajácz, 2007). En consecuencia, la miel de sauce es consumida mayoritariamente por las propias abejas, sobre todo para la alimentación de las crías.

La presencia de polen de *Salix* en la miel raramente excede el 5% (Ricciardelli D'Albore & Oddo, 1978), y cuando aparece en mieles de primavera, se considera como no nectarífero asumiendo su presencia como resultado de la contaminación por polen corbicular (Demianowicz, 1964). Aun así, a veces los sauces pueden producir excedente de néctar y los apicultores pueden recolectar miel monofloral (Farkas & Zajácz, 2007; Oddo et al., 2004a). Además, Ricciardelli D'Albore & Oddo (1978) argumentaron que en las regiones del norte de Italia y en los Alpes, dónde las floraciones son más tardías, la representatividad de *Salix* puede ser mayor, y la posibilidad de recolectar miel monofloral aumenta. En estas situaciones, según Bryant & Jones (2001), el porcentaje mínimo para considerar una miel monofloral de *Salix* es del 70%. En consecuencia, en el Anexo 1 se ha categorizado como N2P3, pero para el análisis melisopalinológico se ha considerado como polinífero (P).

- *Sambucus nigra* no tiene nectarios (De Sá-Otero et al., 2004) ni néctar (Atkinson & Atkinson, 2002), pero *A. mellifera* puede recolectar su polen (Mercuri & Grandi, 1990; De Sá-Otero et al., 2004). En consecuencia, se ha categorizado como P2.

- En las especies de *Satureja*, *A. mellifera* recolecta principalmente néctar, y algunas especies de abejas más pequeñas, mayoritariamente polen (Keasar & Shmida, 2009). En consecuencia, se ha categorizado como N2P0.

- En *Schinus* sp., *A. mellifera* recolecta principalmente polen (Eisikowitch & Masad, 1982), pero *S. terebinthifolius* secreta suficiente néctar (Van Handel et al., 1972) como para producir miel monofloral (Morton, 1964). En consecuencia, el género *Schinus* se ha categorizado como N2P2.

- Relativo a *Smilax aspera*, a pesar de que Hidalgo & Cabezudo (1995) detectaron baja cantidad de néctar, y otros autores no lo detectaron (Talavera et al., 1988; Herrera, 1985), en algunos

casos *A. mellifera* puede visitar las flores para recolectar polen (Lopez et al., 2013). En consecuencia, se ha categorizado como P1.

- *Sophora japonica* (=*Styphnolobium japonicum*) es un buen recurso de néctar y polen para *A. mellifera*, pero a veces, debajo del árbol, se pueden ver ejemplares de abejas muertas o moribundas. Farkas & Zajácz (2007) discutieron este hecho, argumentando que algunos autores lo adjudican a una posible toxicidad del néctar, y otros a un posible envenenamiento por el ataque de una avispa, *Philanthus triangulum*. Nicholson (2012) definió a este árbol como especie de gran interés para *A. mellifera*, e incluso menciona que las abejas pueden recolectar néctar de las flores que caen al suelo. En China, país de donde es originaria, Song et al. (2012) detectaron una miel monolfloral de esta especie, y Nikolova et al. (2018) la menciona como interesante para la producción de miel. En consecuencia, se ha categorizado como N2P1.

- *Stellaria media* es una de las pocas especies de Caryophyllaceae productoras de néctar (De Sá-Otero et al., 2004), pero no se han encontrado referencias de *A. mellifera* recolectándolo. Por otro lado, sí hay referencias de la recolección de polen (Dimou & Thrasyvoulou, 2007). En consecuencia, se ha categorizado como P2.

- A partir de observaciones personales se detectó a *Bombus* sp. perforando la corola de *Symphytum* sp. para obtener néctar, pero no se observaron visitas por parte de *A. mellifera*. Por otro lado, algunas referencias sí mencionan la abeja de la miel recolectando polen (Percival, 1947; Synge,1947). En consecuencia, se ha categorizado como P1.

- *Syringa vulgaris* es una especie productora de néctar (Percival, 1961; Mercuri & Grandi, 1990), aunque normalmente es robado a través de perforaciones en la corola por especies Apoidea de lengua larga como *Bombus* sp. (Ricciardelli D'Albore & Intoppa, 2000; observación personal). Por otro lado, *A. mellifera* puede recolectar polen (Free 1963), en consecuencia, se ha categorizado como P1.

- El néctar de las especies de *Tilia* a veces puede contener grandes cantidades de manosa, un azúcar que *A. mellifera* no puede digerir, y que le puede causar intoxicación (Crane, 1997). Aun así, *Tilia* sp., es un buen recurso para producir miel monofloral y a veces para la recolección de polen por *A. mellifera* (Farkas & Zajácz, 2007). En consecuencia, se ha categorizado como N3P1.

- Los principales visitantes de *Tropaeolum majus* son *Bombus* sp. Sus flores secretan néctar (Fahn, 1979) aunque Ribbands (1949) mencionó que no era accesible para *A. mellifera*. Por

otro lado, el polen sí que es atrayente (Percival, 1955; Forcone et al., 2011). En consecuencia, se ha categorizado como polinífero P2.

- *Ulex* sp. y *Verbascum* sp. son suministradores de polen para *A. mellifera*, pero no segregan néctar (De Sá-Otero et al., 2004; Herrera, 1985). En consecuencia, estos géneros se han categorizado como P3.

- La corola de algunas especies de *Verbena* es demasiado profunda para que *A. mellifera* pueda acceder al néctar (Howes, 1945), pero en otras especies sí pueden acceder (Leech, 2012). En consecuencia, se ha categorizado como N1.

- En *Vicia faba*, antes del período de floración, se desarrollan nectarios extraflorales que secretan néctar recolectable por *A. mellifera* (Clément, 2012). Las abejas de la miel también pueden recolectar néctar de los nectarios florales, penetrando en el interior de la corola o a través de perforaciones hechas previamente por abejorros (*Bombus* sp.) (Fussell & Corbet, 1991), fenómeno que también pasa en otras especies de *Vicia* (observación personal). El polen también es aprovechable (Biisik et al., 2008). En consecuencia, el género *Vicia* se ha categorizado como N3P3.

- *Viscum album* es una especie monoica, que produce néctar tanto en las flores femeninas como masculinas; las femeninas producen más cantidad, pero las masculinas emiten una fragancia más intensa y atractiva. Aunque los principales polinizadores son moscas, *A. mellifera* también puede visitarla, pero solo a las flores masculinas tanto por néctar como por polen (Zuber, 2004). En consecuencia, se ha categorizado como N1P1.

5.1.2. Flora de interés melisopalinológico

Gracias a la melisopalinología, identificando los tipos polínicos presentes en las mieles, junto con las referencias bibliográficas del Anexo 1, se han podido determinar algunas de las especies botánicas de interés para la producción de miel y la recolección de polen corbicular en Catalunya.

Según los resultados de esta tesis, en Catalunya hay variedad de plantas productoras de néctar visitadas por *Apis mellifera*, y aún mayor número de plantas que son visitadas para la recolección de polen. Además, muchas de estas plantas suministran tanto néctar como polen (Albaba, 2015).

En el Anexo 1 aparecen plantas de porte arbóreo, arbustivo/mata, hierba o liana. Principalmente se trata de plantas mediterráneas, aunque aparecen también plantas de origen eurosiberiano, plantas usadas como ornamentales y plantas que han adquirido un comportamiento invasor. En cierta medida, este Anexo 1, aunque se limite a flora de interés apícola, refleja la gran biodiversidad de fanerógamas que posee Catalunya. Los productos de la abeja estudiados se han cosechado en paisajes de bosque mediterráneo, bosques de robles, bosques de ribera, matorrales secos, prados y campos de cultivo en uso o abandonados, y también en ambientes integrados por especies utilizadas como ornamentales en zonas urbanizadas.

En general, los resultados del análisis polínico de las mieles de la tesis se corresponden con la relación de taxones del Anexo 1 y las categorías asignadas a cada uno de ellos, aunque hay algunos taxones que no aparecen en la miel como tipo polínico (TP) o que aparecen en muy baja frecuencia. La mayoría de los taxones categorizados como N3 o P3 (84%) ha aparecido en las mieles analizadas. Los que no se han hallado, pese a tener un gran potencial de atracción, puede ser debido a varios factores: 1) porque se trata de taxones exóticos y ausentes o poco frecuentes en el territorio estudiado o en las inmediaciones de los colmenares como *Agastache* sp., *Amorpha fruticosa*, *Ascelpias* sp., *Dracocephalum moldavica*, *Leptospermum* sp., *Melaleuca* sp., *Monarda* sp., *Parthenocissus* sp., *Paulownia tomentosa*, *Phacelia tanacetifolia*, *Quillaja saponaria*, *Sida* sp., o *Ziziphus jujuba*; 2) porque son taxones que generalmente crecen en ambientes diferentes a los de la procedencia de las mieles estudiadas en esta tesis, como *Crocus* sp., *Epilobium* sp., *Halimium* sp., *Knautia* sp., *Ribes* sp. y *Vaccinium* sp. (Bolós et al., 1993); 3) en el caso de *Cucumis* sp. y *Cucurbita* sp., dos taxones cultivados (Bolós et al., 1993) que no ocupan grandes extensiones en este territorio, puede ser debido al gran tamaño del grano de polen (Pernal & Currie, 2002) . Por último, entre los TP que se han encontrado en las mieles y no se mencionan en la revisión bibliográfica del Anexo 1 solo aparecen *Lygeum* sp. y *Xanthium* sp., TP aerovagantes que probablemente aparecen por contaminación aérea.

En las mieles no urbanas la mayoría de TP que aparecen con una ratio de presencia (RP) superior al 40% proceden de taxones con una valoración N3 y/o P3. Sin embargo, otros taxones con valoraciones inferiores, como en el caso de *Populus* sp. (P1MPp), han aparecido con alta RP aunque su frecuencia relativa media es muy baja (0,4%). Estos resultados son acordes a otros estudios melisopalinológicos (Bonvehí & Coll, 1995; Telleria & Devesa,1995) y es probable que su aparición sea por aporte aerovagante. Otro ejemplo es el TP *Galactites* T. (*Galactites tomentosa* N2P1) que, al incluir hasta 16 taxones (apartado 4.3., Tabla 11), es probable que aparezca con mayor frecuencia, como también ocurre en otros estudios de mieles españolas (Giner & García, 1994; Telleria &Devesa, 1995; Terrab et al., 2004; De la Cruz et al., 2013).

En las mieles urbanas también hay TP con una RP elevada (superior al 50%) pero en la revisión realizada no muestran tener la máxima capacidad de atracción (N3 o P3). Taxones como *Phoenix* sp., *Schinus* sp., *Tropaeolum* sp., *Sophora* sp., *Agave* sp. y *Parkinsonia aculeata* son algunos ejemplos. Todos ellos se caracterizan por ser taxones exóticos cuyo poder melífero en ambientes urbanos ha sido poco estudiado. Aunque sí hay algunas referencias donde mencionan su aparición en mieles (Mercuri & Porrini, 1991; Seijo et al., 1997; Girón, 1995; Daners & Tellería, 1998; La Serna Ramos & Gómez Ferreras, 2011; Nicholson, 2012; Song et al., 2012; Yang et al., 2012; Ferrauto & Pavone, 2013; Yang et al., 2014a; Jamil Noor et al., 2016; Salgado-Laurenti et al., 2017; Matos & Dos Santos, 2019), convendría estudiar mejor su interés apícola y su influencia en la melisopalinología. Otros ejemplos son *Populus* sp., taxón muy utilizado en espacios urbanos como ornamental, y Urticaceae T., taxón muy presente en ambientes antrópicos, los cuales posiblemente aparecen por contaminación de polinización anemófila.

Por otro lado, también se ha dado el caso contrario, taxones con muy baja frecuencia de aparición, pero cuyo valor melífero se supone que es alto (N3Px). Un ejemplo es *Robinia pseudoacacia,* en la que, debido posiblemente a la estructura floral, queda dificultado, por un lado, que se deposite polen tanto en el néctar como en el cuerpo de las abejas, y por otro, el acceso al néctar (Córdoba & Cocucci, 2011; Giovanetti & Aronne, 2013). Además, su período de floración es corto, y las flores son muy susceptibles a caer durante la lluvia, por lo tanto, si llueve durante la floración es probable que ese año la planta no sirva como recurso para los polinizadores (observación personal). Todo esto hace que el polen de *R. pseudoacacia* no aparezca en las mieles, o, como también citó Louveaux et al. (1978), que esté infrarrepresentado.

Arbutus unedo presenta un caso similar. Pese a ser una especie muy extendida en el territorio catalán (Bolòs et al., 1993), su frecuencia de aparición ha sido baja. En este caso, podría ser debido a que sus flores, de forma urceolada y pendulas, dificultan la entrada a por el néctar y que el polen pueda caer en el néctar. Además, una forma común de que *A. mellifera* pueda recolectar néctar es a través de las perforaciones que los abejorros (*Bombus* sp.) hacen en la corola para acceder al néctar. Cuando las abejas acceden por esta vía no entran en contacto con el polen (Macior, 1966; observación personal). Aunque se puede elaborar miel monofloral de esta especie (Oddo et al., 2004a), en general y con los resultados obtenidos en esta tesis doctoral, se concluyen que no es frecuente encontrar granos de polen de *Arbutus* en las mieles.

La presencia de TP de la familia Lamiaceae también ha sido escasa comparado con las valoraciones del Anexo 1. Los más presentes en las mieles han sido *Rosmarinus officinalis* y *Thymus* sp., pero tienen una frecuencia media-baja. Otros autores también han observado que en general el polen de las

especies de esta familia está infrarrepresentado en las mieles (Louveaux et al.,1978; Caselles et al., 1998).

La considerable presencia de *Ceratonia siliqua* en las mieles, junto con su valoración como especie nectarífera, polinífera y de melato, (N3P3M), y su floración otoñal, indica que pese a ser un cultivo actualmente en desuso, es un taxón con cierta importancia a nivel ecosistémico para las abejas y otros polinizadores.

Referente al género *Cistus*, existen diferencias en las frecuencias medias entre *C. albidus*, *C. monspeliensis* y *C. salviifolius*. Según Bosch (1992) las abejas visitan más frecuentemente *C. albidus* probablemente porque sus flores contienen un volumen de polen por flor más elevado que en las otras dos especies, además de florecer antes y durante más tiempo (abril-mayo). Además, *C. albidus* abre flores nuevas cada día, es decir aporta nuevos recursos de polen diariamente, lo que explicaría la elevada presencia de este TP frente a las otras dos especies. Las diferencias entre *C. monspeliensis* y *C. salviifolius*, pueden ser debidas a que *C. salviifolius* florece al mismo momento que *C. albidus* (abril-mayo), por lo que en ese momento las abejas preferirían recolectar el polen de *C. albidus.* En cambio, *C. monspeliensis* florece un poco más tarde (mayo-junio) (Bosch, 1992).

Según los resultados de RP y FRmed. en las mieles urbanas y no urbanas, junto con la información bibliográfica del Anexo 1, se puede considerar que los taxones autóctonos más visitados por *A. mellifera* para la obtención de polen (citados en orden alfabético) han sido *Buxus* sp., *Fraxinus* sp., *Helianthemum* sp., *Hypecoum* sp., *Hypericum* sp., *Myrtus* T., *Papaver* T., *Quercus* caducifolio, *Quercus* perennifolio, *Rhamnus* T., *Rosa* sp., *Salix* sp., *Sambucus* sp., y *Ulex* T. Mientras que, como taxones exóticos, los más visitados han sido: *Brugmansia* sp., *Magnolia* sp., *Phoenix* T., *Tropaeolum* sp. Algunos de estos TP, se consideran aerovagantes, y podrían aparecer en las mieles por contaminación, como en el caso de *Fraxinus* sp., *Phoenix* T., *Quercus* caducifolio, *Quercus* perennifolio, *Rhamnus* T., y *Salix* sp. Sin embargo, se considera que han aparecido en la miel por influencia de las abejas debido a que otros TP aerovagantes como *Platanus* sp., *Pinus* sp. y Poaceae T., considerados por Roulston et al. (2000) y Odoux et al. (2012) como poco interesantes para las abejas, han presentado concentraciones de polen elevadas en el aire durante los mismos períodos de tiempo (lap.uab.cat/aerobiologia), y no han aparecido en las mieles.

Referente a los TP nectaríferos, las tablas 15 y 18 muestran los taxones más visitados por *A. mellifera* para la obtención de néctar. Como resumen y teniendo en cuenta todos los datos bibliográficos y melisopalinológicos se puede considerar a los siguientes taxones como muy relevantes para la obtención de recursos nectaríferos de *A. mellifera* en Catalunya. Los taxones autóctonos más destacados han sido (citados por orden alfabético) *Asparagus* sp., especies de Brassicaceae (tanto

silvestres como cultivadas), *Castanea sativa*, *Crataegus* sp., *Cistus* sp., *Echium* sp., *Erica* sp., especies arbustivas de Fabaceae (como *Coronilla* sp., *Dorycnium* sp, *Ulex* sp. y *Genista* sp.), *Hedera helix*, *Lotus* sp., *Quercus* sp., *Rhamnus* sp., *Rosmarinus officinalis*., *Rubus* sp., *Salix* sp., *Sedum* sp. y *Thymus* sp. Como taxones exóticos en ciudades cabe destacar *Aesculus hippocastanum*, *Agave* sp., *Ailanthus altissima*, *Cercis siliquastrum*, *Eucalyptus* sp., *Gleditsia triacanthos*, especies de la familia Palmaceae (como *Phoenix* sp. y *Trachycarpus* sp.), *Robinia pseudoacacia*, *Schinus* sp. y *Sophora* sp.

5.1.3. Flora de interés para la atracción de biodiversidad en ciudades

Uno de los mejores indicadores de calidad y sostenibilidad de los ecosistemas es la biodiversidad (Lefcheck et al., 2015). En espacios urbanos dicha biodiversidad se compone de plantas silvestres, ornamentales (Laurian, 2019) y las utilizadas en la agricultura urbana (Deelstra & Girardet, 2000). Cuanta más diversidad de plantas, más se atrae a otros organismos (Nicholls & Altieri, 2013), ya que algunas de ellas suministran recursos a través de sus frutos y flores (Marlès Magre, 2017). A la hora de diseñar los espacios verdes en ciudades, hay que tener en cuenta qué especies se plantan y cuáles son sus características fenológicas (período de floración y fructificación) para contribuir a atraer más biodiversidad (Anderies et al., 2007; Matteson et al., 2013). La combinación de especies autóctonas y exóticas en espacios urbanos puede tener un impacto positivo para los polinizadores (Harrison & Winfree, 2015).

Como se muestra en la Tabla 10, en algunos taxones la floración y fructificación se solapa (*Arbutus unedo*, *Ceratonia siliqua*, *Coronilla glauca*, *Grevillea juniperina*, *Hedera helix*, *Lagerstroemia indica*, *Mahonia* sp., *Pistacia lentiscus*, *Populus* sp., *Rosmarinus officinalis*, *Salix* sp., *Schinus molle*, *Ulmus* sp. y *Viburnum tinus*), aunque en la mayoría de los taxones la floración se da en primavera y la fructificación, en otoño/invierno.

Gran parte de las interacciones polinizador-planta en clima mediterráneo se producen en primavera (Mooney et al., 1974; Herrera, 1986; Petanidou et al., 1995; Aronne & Wilcock ,1997). Los taxones que florecen fuera de este período, como *Arbutus unedo*, *Asparagus* sp., *Berberis microphylla*, *Buxus sempervirens*, *Ceratonia siliqua*, *Chaenomeles* sp., *Corylus* sp., *Eriobotrya japonica*, *Hedera helix*, *Lagerstroemia indica*, *Mahonia* sp., *Parkinsonia aculeata*, *Prunus dulcis*, *Punica granatum*, *Salix* sp., *Rhamnus alaternus* y *Washingtonia* sp, o los que florecen durante largos períodos, como *Eucalyptus camaldulensis*, *Grevillea juniperina*, *Phoenix* sp., *Rosmarinus officinalis*, *Schinus molle* y *Viburnum tinus*, son interesantes porque suministran néctar y polen durante períodos de escasez. La presencia de estas especies y las condiciones ambientales de los espacios urbanos permiten que haya recursos

durante más tiempo (Harrison & Winfree, 2015), y que la biodiversidad sea más estable durante todo el año, a diferencia de lo que ocurre en los ecosistemas naturales (Leong et al., 2016).

Referente a la fructificación, en el clima mediterráneo mayoritariamente se produce a finales de verano y otoño (Herrera, 1986; Aronne & Wilcock, 1997). Por lo tanto, las especies que dan frutos en invierno tardío y primavera también son interesantes porque suministran recursos durante estaciones con escasez de alimento, como por ejemplo *Chaenomeles* sp., *Cornus* sp., *Coronilla glauca*, *Corylus avellana*, *Eriobotrya japonica*, *Grevillea juniperina*, *Ilex aquifolium*, *Mahonia* sp., *Pistacia lentiscus*, *Prunus* sp., *Spiraea x cinera* y *Ulmus* sp.

5.2. Melisopalinología en mieles

La melisopalinología en mieles tiene como grandes objetivos, la identificación del tipo de miel, basándose en la presencia significativa de TP nectaríferos, y la identificación geográfica del origen de la misma, basándose en todos los TP encontrados en la muestra. Por otro lado, con dichos datos polínicos se puede calcular la riqueza polínica (RiqP, número total de granos de polen en 10g de muestra) y la diversidad polínica (DivP, número total de tipos polínicos) de cada una de las muestras.

Referente a la RiqP, algunos de los apicultores que aportaron muestras a la tesis, comentaron que las mieles más oscuras acostumbran a tener más cantidad de granos de polen, pero según los resultados del estudio esta afirmación no se sostiene, ya que no hay correlación entre estos dos parámetros.

Por otro lado, y acorde a los resultados de Maurizio (1939), en la presente tesis doctoral se detectaron diferencias significativas entre la RiqP y el método de extracción, siendo las mieles prensadas más ricas en granos de polen que las centrifugadas. Es posible que esto se deba a que, al prensar los panales, se produzca la liberación del polen o pan de abeja de las celdas, mientras que, al centrifugarlos, se mantienen en dichos panales. También podría deberse a que el método de centrifugación es más eficiente para extraer miel que el de prensado, de manera que, los granos de polen quedarían más dispersos y mostrarían menos RiqP. Sin embargo, para confirmar esta hipótesis habría que realizar un estudio más exhaustivo sobre la RiqP entre panales prensados *versus* centrifugados.

En cuanto a la diversidad polínica (DivP), los resultados obtenidos muestran que las mieles prensadas tienen menos diversidad que las centrifugadas. Una posible explicación es que los apicultores que extraen la miel mediante centrífuga recolectan más panales que los que lo hacen mediante prensado,

de esta manera, en productos obtenidos por centrifugación habría más variedad de néctares, y por lo tanto también de TP. También podría ser que con el método de centrifugación se extrajera más miel por ser un método más eficiente, y en consecuencia podrían aparecer más TP. Sin embargo, y como en el anterior caso, para confirmar estas hipótesis habría que realizar un estudio sobre la DivP entre panales de una misma colmena y entre panales prensados *versus* centrifugados.

En general, la DivP media de las mieles de la tesis obtenidas por centrifugación se asemeja a otros estudios melisopalinológicos (Pérez de Zabalza & Ariño, 1990; Herrero & Valencia-Barrera, 2001; De la Cruz et al., 2013). Los resultados han mostrado que la RiqP y la DivP no varían en función del tipo de ecosistema donde se encuentran los apiarios, lo que puede significar que todos los emplazamientos tienen un número de especies melíferas similar, teniendo en cuenta que algunos TP engloban a diversos taxones. Si hubiera diferencias entre los ecosistemas, apareciendo mieles con más diversidad polínica estarían mostrando los espacios más adecuados para las colmenas, ya que cuanta más variedad nutricional tenga una colonia de abejas, más sana será (Nicholson, 2012; Di Pascuale et al., 2013; 2016).

Por otro lado, la RiqP y la DivP no varían significativamente de un año a otro en las mieles de un mismo apiario, pero sí los TP y sus proporciones. Salonen et al. (2009) también detectó variación en las proporciones de cada TP en mieles de diferentes años, pero no de los TP en sí. Estos resultados podrían estar relacionados con las variaciones en la densidad y en los períodos de floración de cada planta. La aparición de nuevos ejemplares, las floraciones y la producción de néctar van muy ligadas a factores bióticos (depredación) y abióticos (meteorología) (Pflumm, 1985; De la Barrera & Nobel, 2004; Nicolson et al., 2007). Al haberse analizado mieles de dos años de un mismo apiario no se puede determinar el motivo de estas diferencias, pero podría ser que, en ese periodo, las épocas de las floraciones o la aparición de plantas anuales fueran diferentes.

5.2.1. Origen Geográfico de mieles no urbanas

Catalunya, con una superficie de aproximadamente 32.000 Km^2, alberga un abanico de paisajes y diversidad ecológica originados por la gran variedad de sustratos, climas, altitudes y distancias con el mar. De manera general, Catalunya presenta un clima mediterráneo con una vegetación acorde a estas condiciones. Sin embargo, debido a su localización, este territorio presenta al menos dos grandes tipos de vegetación: la mediterránea, llegando a ocupar casi el 90% del territorio, y la eurosiberiana (Guillèn et al., 1986). En función del clima y la fisionomía de la vegetación, a grandes rasgos en Catalunya

existen 5 tipos de bosques: bosque de coníferas, bosque perennifolio de encinar litoral, bosque perennifolio de encinar continental, bosque caducifolio y bosque de ribera. En zonas donde las condiciones climáticas no son propicias para bosque puede aparecer la maquia o, si se ha producido una degradación del bosque, aparece el matorral. También hay zonas donde el óptimo de vegetación és un prado y zonas donde se degrada el matorral o existe una acción antrópica aparecen los espacios abiertos con especies herbáceas. En cada uno de estos lugares surgen unas comunidades vegetales determinadas que marcan el paisaje y caracterizan el territorio.

Algunas especies botánicas o la combinación de ciertas especies pueden ser utilizadas para identificar una región, por lo tanto, la aparición de sus tipos polínicos en los productos de la abeja es una marca de identidad de la procedencia de este producto (Louveaux et al., 1978; Battesti & Goeury, 1992; Yang et al., 2014a). En una miel, al identificar todos los tipos polínicos (nectaríferos, poliníferos y anemófilos), se obtiene un espectro polínico tal, que permite identificar el origen geográfico del producto.

El espectro polínico de las mieles no urbanas obtenido en esta tesis doctoral concuerda con una vegetación típicamente mediterránea, y se pueden diferenciar y agrupar en función del origen de la comunidad vegetal. En términos generales, las mieles analizadas reflejan una vegetación de bosque mediterráneo de encinar litoral siendo *Quercus* perennifolio el tipo polínico polinífero (TPp) más frecuente. Este encinar de *Quercus ilex* subsp. *ilex*, es el tercer tipo de bosque que cubre más superficie en Catalunya (15,15%), después del pinar de *Pinus halepensis* (que también puede albergar *Quercus* perennifolios) y de *P. sylvestris* (creaf.uab.cat/sibosc), pero siendo que la mieles analizadas procedían de una altitud máxima de 1.268 msnm (Alòs d'Isil), su porcentaje es aún más elevado. Este hecho, añadido al interés de *Quercus* sp. como recurso de polen por *Apis mellifera* y a su elevada presencia en el aire (lap.uab.cat/aerobiologia), explicaría su alta presencia en las mieles de esta tesis. En otros estudios de mieles de España, *Quercus* sp. también aparece frecuentemente (Gómez Ferreras & Sáenz de Rivas, 1980; De Luis & Gómez-Ferreras, 1989; Ortiz, 1990; Ortiz & Fernandez, 1992; Caselles et al.,1998; Giner & García, 1994; Bonvehí & Coll, 1995; Telleria & Devesa,1995; De Sá-Otero et al., 2006; De la Cruz et al., 2013).

En este tipo de mieles también han aparecido TP de taxones arbustivos propios del sotobosque mediterráneo. Aunque en diferentes frecuencias, se han identificados taxones como *Arbutus unedo, Asparagus* sp., *Crataegus* sp., *Erica* sp., *Laurus* T., *Phillyrea* sp., *Pistacia* sp., *Rhamnus* T. o *Viburnum* sp. E incluso se han identificado taxones lianoides, mayoritariamente representados por *Hedera helix*, pero también por *Lonicera* sp., *Clematis* sp. o *Smilax* sp.

En otras mieles analizadas, junto con los taxones de bosque mediterráneo anteriormente mencionados, también han aparecido (o incluso predominado) taxones típicos de matorral mediterráneo, muestra de

la transición ecológica de estos dos tipos de comunidades. Las comunidades arbustivas también son muy abundantes en el territorio catalán, a veces fruto de la degradación del bosque esclerófilo o del caducifolio, otras, fruto de las condiciones de escasez de agua y elevada insolación que hacen que este tipo de ecosistema sea el mejor adaptado (Guillèn et al., 1986), o bien debido a la acción antrópica. Algunos de los taxones que componen estas comunidades y que aparecen en las muestras han sido: *Anthyllis* T., *Calluna vulgaris*, *Cistus* sp., *Coronilla* T., *Lavandula stoechas*, *Myrtus* T., *Rosmarinus officinalis*, *Sideritis* sp., *Thymus* sp. o *Ulex* T.

Por otro lado, aunque en menor número de mieles, también han aparecido taxones que reflejan el bosque caducifolio con especies arbóreas como *Quercus* caducifolios, que, aun formando bosques que ocupan 2,5 veces menos territorio que los bosques de *Quercus ilex* subsp. *Ilex,* también ocupan bastante territorio en Catalunya (creaf.uab.cat/sibosc). Acompañando al polen de *Quercus* caducifolio: *Acer* sp., *Corylus avellana*, *Prunus* sp., *Tilia* sp., y TP de taxones arbustivos como *Ilex aquifolium*.

Cabe mencionar la elevada presencia de polen de *Castanea sativa* en las mieles analizadas en esta tesis doctoral. El castaño es una especie propia de bosques caducifolios, que fue en un primer momento introducida para su cultivo y que en la actualidad en Catalunya está naturalizada en lugares como La Garrotxa, las Montañas de Prades, el Parque Natural del Montseny y el Parque del Montengre i el Corredor (Bolòs et al., 2004). Pese a ser una especie típica de suelos húmedos y frescos, su TP se encuentra frecuentemente en las mieles no urbanas analizadas (57,1%). Incluso se ha identificado en mieles de localizaciones donde este taxón no se encuentra de forma habitual, como en Duesaigües (MDaig16En), Serós (MSer17Jn) y Torroella de Montgrí (MTMS16Jl). Esto puede ser debido a que es una especie con polinización mixta (zoófila y anemófila) cuyo polen puede ser transportado por el aire desde otros bosques (Peeters & Zoller, 1988) pudiendo provocar una contaminación en estas mieles. A pesar de que este TP suele aparecer con abundancia en mieles del norte de España, ya que allí la planta es más abundante (Cunqueiro & Laín, 1982; Ferreras, 1989; De Luis & Gómez-Ferreras, 1989; Pérez de Zabalza & Ariño, 1990; Seijo et al., 1992; Seijo et al., 1997; De Sá-Otero et al., 2006; Escuredo et al., 2012a), en las mieles de Catalunya, aunque su porcentaje sea menor, se ha de tener en cuenta a la hora de identificar el origen geográfico.

Otro tipo de vegetación representada en la mayoría de las mieles es la herbácea, procedente de prados, campos agrícolas y, en muchas ocasiones, de zonas antrópicas. Algunos ejemplos (por orden de ratio de presencia) han sido: *Galactites* T., *Lotus* sp., *Echium* sp., *Sedum* T., *Taraxacum* T., *Reseda* sp., *Papaver* sp., Poaceae T., *Silybum* T., *Hypecoum* sp., *Plantago* sp., Urticaceae T., *Vicia* T., *Onobrychis* sp., *Foeniculum* T., *Hypericum* sp., *Melilotus* T., *Borago officinalis*, *Artemisia* sp., *Trifolium pratense*, Amaranthaceae T., *Cynoglossum* sp., *Mercurialis* sp., *Medicago* sp., *Rumex* sp. y *Odontites* sp. El

hecho de que alguno de estos TP aparezca en todas las mieles es consecuencia de que como los apiarios se suelen emplazar en zonas de fácil acceso, es decir que hayan sufrido algún impacto antrópico, este tipo de plantas suelen ser las primeras en aparecer y muchas de ellas tienen gran interés apícola.

Por último, en las mieles analizadas también han aparecido TP procedentes de taxones típicos de bosque de ribera y cauces de agua. Algunas veces solo representados por *Salix* sp. pero en otras ocasiones por *Alnus* sp., *Fraxinus* sp., *Populus* sp., *Sambucus* sp., *Tamarix* sp. y *Ulmus* sp. Esporádicamente han aparecido taxones como *Betula* sp., *Carex* sp., *Cornus* sp., *Corylus avellana*, *Cyperus* sp. y *Typha angustifolia*. Aunque muchos de los emplazamientos de las colmenas no están situados al lado de ríos, sí que acostumbran a estar cerca de espacios húmedos para abastecer de agua a las abejas, como balsas o fuentes, donde puede aparecer este tipo de vegetación.

Con los resultados obtenidos se aprecia que además de los taxones característicos de algún tipo de vegetación, aparecen taxones que pueden crecer en gran variedad de ambientes, algunos de ellos con elevada frecuencia, como Brassicaceae T., *Crataegus* T., *Rosa* sp. y *Rubus* T.

En el caso de Brassicaceae T., este TP incluye especies cultivadas, como *Brassica napus* (colza) con 13.694 ha en Catalunya (MAPAMA, 2018), y especies silvestres muy comunes, como *Diplotaxis* sp., *Eruca* sp., *Erucastrum* sp., *Iberis* sp., *Sinapis* sp. o *Sisymbrium* sp. Si a esto se añade que algunas de ellas pueden florecer durante todo el año, no es de extrañar su alta frecuencia en las mieles analizadas.

Crataegus sp. y *Rosa* sp. son taxones muy comunes en el territorio catalán que se pueden encontrar en todos los tipos de bosque ya mencionados (Bolòs et al.,1993). Al igual que en las mieles de la tesis, hay algunas referencias donde aparecen estos TP, pero cuando lo hacen, se muestran en porcentajes bajos (De Luis & Gómez-Ferreras, 1989; Ortiz, 1990; Pérez de Zabalza & Ariño, 1990; Telleria & Devesa, 1995; Herrero & Valencia-Barrera, 2001; De la Cruz et al., 2013).

Rubus T. es un taxón procedente de, entre otras plantas, *Rubus* sp. pl., abundante tanto en el borde de zonas boscosas, matorrales, como en ambientes antrópicos, y que puede crecer desde el litoral hasta en zonas montañosas (Bolòs et al., 1993). Esta distribución tan amplia hace que sea abundante tanto en las mieles de la tesis como en otras mieles españolas (Cunqueiro & Laín, 1982; De Luis & Gómez-Ferreras, 1989; Pérez de Zabalza & Ariño, 1990; Giner & García, 1994; Bonvehí & Coll, 1995; Telleria & Devesa, 1995; Caselles et al.,1998; Herrero & Valencia-Barrera, 2001; Terrab et al., 2003; De Sá-Otero et al., 2011; Escuredo et al., 2012a y 2012b; De la Cruz et al., 2013).

Por otro lado, en las mieles no urbanas de este estudio también se ha detectado la presencia de taxones exóticos. Algunos de ellos han pasado de ser utilizados en jardines, huertos, calles y carreteras, a tener

un comportamiento como casuales, naturalizados o invasores, como *Aesculus* sp., *Ailanthus altissima*, *Cercis* sp., *Eucalyptus* sp., *Phoenix* sp., *Platanus* sp., *Robinia pseudoacacia*, *Schinus* sp. y *Sophora* sp. (Andreu et al., 2012; Aymerich & Saez, 2019). Algunos de sus TP han aparecido en las mieles de la tesis, como también ha ocurrido esporádicamente en alguna miel no urbana española (Seijo et al., 1997; La Serna Ramos & Gómez Ferreras, 2011), y en mieles de otros países (Morton, 1964; Mercuri & Porrini, 1991; Girón, 1995; Daners & Tellería, 1998; Ricciardelli D'Albore & Intoppa, 2000; Nicholson, 2012; Song et al., 2012; Yang et al., 2012; Ferrauto & Pavone, 2013; Yang et al., 2014a; Salgado-Laurenti et al., 2017; Matos & Dos Santos, 2019). Esto significa que estas especies exóticas se las debe tener en cuenta a la hora de establecer el origen geográfico de las mieles del territorio, ya que como comentaron La Serna Ramos & Gómez Ferreras (2011), en caso contrario se podría cometer el error de establecer una miel como adulterada por su presencia.

Las diferencias significativas entre el espectro polínico teniendo en cuenta todos los TP y solo los TPn observadas en los resultados de la tesis (Apartado 4.5.4.), muestran que la influencia de los TP no nectaríferos (TPp) en la miel también es importante. Algunos ejemplos de los TPp que determinan el origen geográfico son *Fraxinus* sp., *Olea europaea*, *Quercus* caducifolio, *Q*. perennifolio y *Salix* sp. El hecho de tener en cuenta también estos TP, aporta información complementaria de la zona donde se recolectó la miel, ya que permite detectar taxones que no han visitado las abejas pero que están presentes en su rango de pecoreo.

En general los resultados de los espectros polínicos de las mieles no urbanas de esta tesis coinciden con otros espectros de mieles españolas, tanto por los TP como por las familias botánicas (De Luis & Gómez-Ferreras, 1989; Ortiz, 1990; Ortiz, 1992; Telleria & Devesa,1995; Herrero & Valencia-Barrera, 2001; Terrab et al., 2003; De la Cruz et al., 2013). Sin embargo, con los resultados obtenidos, algunos TP se podrían considerar identitarios de las mieles de Catalunya ya que aparecen con mayor abundancia (frecuencia media) que en mieles de otras comunidades:

1) *Cistus monspeliensis*, especie muy común en Catalunya junto con *C. albidus* y *C. salviifolius* (Bolòs et al.,1993). En general, el TP *Cistus* también aparece frecuentemente en mieles españolas, pero a diferencia de los resultados de la tesis, la especie más presente es *C. ladanifer* seguida de *C. albidus* (Gómez Ferreras & Sáenz de Rivas, 1980; De Luis & Gómez-Ferreras, 1989; Ortiz, 1990; Ortiz & Fernandez, 1992; Telleria & Devesa,1995; Terrab et al., 2004; De la Cruz et al., 2013).

2) *Hedera helix*, cuyo polen aparece en el 65% de las muestras y la liana está muy presente en el territorio catalán (Bolòs et al.,1993), además de que también es usada con fines ornamentales. Su distribución se centra mayoritariamente en bosques mediterráneos de encinar litoral, más húmedos que los continentales que se encuentran en la mayor parte de España. Esto hace que no sea un TP muy

frecuente en las mieles españolas, aunque aparezca en algunos estudios (Pérez de Zabalza & Ariño, 1990; Herrero & Valencia-Barrera, 2001).

3) El género *Rhamnus* está muy presente en Catalunya, sobre todo por la especie *R. alaternus.* Su TP ha aparecido en el 78,6% de las mieles no urbanas, porcentaje que no suele mostrarse tan alto en los estudios de mieles de España, aunque a veces en éstos aparece *Frangula* sp. (De Sá-Otero et al., 2011; Escuredo et al., 2012a; De la Cruz et al., 2013) que tiene una morfología polínica similar, y en la presente tesis se han considerado dentro del mismo TP. En Catalunya *Frangula* tiene una distribución muy limitada (Bolòs et al.,1993).

4) *Salix* sp. es un taxón muy común en el territorio de Catalunya (Bolòs et al.,1993), hecho que se ve reflejado al aparecer en el 88,1% de las mieles no urbanas. Sin embargo, este TP no está muy presentes en las mieles españolas, a excepción de las del norte de España donde el clima es más húmedo (Cunqueiro & Laín, 1982; De Luis & Gómez-Ferreras, 1989; Pérez de Zabalza & Ariño, 1990; Coello et al.,1992; Valencia-Barrera et al., 2000; Herrero & Valencia-Barrera, 2001; De Sá-Otero et al., 2006; De Sá-Otero et al., 2011; Escuredo et al., 2012a).

Aun así, para reafirmar esta decisión de escoger estos TP como identitarios de Catalunya cabría analizar más mieles.

En los resultados de la presente tesis también se analizaron los elementos de mielada (HDE), identificados como esporas e hifas de hongos, algas, elementos cerosos y restos de insectos (Louveaux et al.,1978), que sirven para diferenciar entre mieles y mielatos, ya que estos últimos tienen un valor de HDE más elevado (Von der Ohe et al., 2004). Acorde a otros estudios (Domsch et al., 2007; Möller & Stukenbrock, 2017), los resultados han mostrado que las esporas de hongos han sido el HDE más frecuente, apareciendo en todas las muestras. A pesar de que la mayoría pertenecen a hongos patógenos de plantas, como *Alternaria* sp., *Arthrinium* sp., *Cladosporium* sp., *Drechslera* sp., *Epicoccum* sp., *Peronospora* sp., *Pleospora* sp., *Polythrincium* sp., *Stemphylium* sp., *Torula* sp., especies de Urediniospora y *Ustilago* sp., también se han encontrado esporas de *Agaricus* sp., *Agrocybe* sp., *Coprinus* sp. y *Ganoderma* sp., hongos Basidiomicotas bastante comunes en bosques Catalunya. La presencia de estas esporas en la miel puede ser resultado de la influencia aéreovagante (lap.uab.cat/aerobiologia) o de su uso como alimento i/o medicina (Shaw, 1999; Stamets et al., 2018).

5.2.2. Origen Geográfico de mieles urbanas

El espectro polínico de las mieles urbanas obtenido en esta tesis doctoral concuerda con la vegetación de las ciudades donde se encuentran los apiarios, vegetación compuesta por taxones ornamentales, tanto exóticos como autóctonos del área mediterránea, y por taxones silvestres, mayoritariamente herbáceos ruderales comúnmente localizados en alcorques, descampados o bordes de caminos de parques y jardines.

Algunos de los TP más frecuentes en las mieles urbanas coinciden con los de las mieles no urbanas, como *Anthyllis* T., *Asparagus* sp., Brassicaceae T., *Cistus albidus*, *Echium* sp., *Galactites* T., *Lotus* sp., *Quercus* caducifolio, *Q.* perennifolio, *Rhamnus* sp., *Rubus* T., *Salix* sp. y *Ulex* T. Sin embargo, en este tipo de mieles se han detectado otros TP en mayor porcentaje que en las mieles no urbanas y llegando a dominar en algunos casos. Se trata, por ejemplo, de taxones polínicos procedentes de plantas utilizadas como ornamentales en ciudades (*Agave* sp., *Ailanthus* sp.*, Cercis* T., *Eucalyptus* sp., *Myrtus* T., *Olea europaea, Parkinsonia* sp., *Phoenix* T., *Populus* sp., *Schinus* sp., *Sophora* sp. y *Tropaeolum* sp.) y TP de plantas que aparecen frecuentemente en las calles, descampados y tierras removidas (*Borago officinalis, Papaver* T. y Urticaceae T.). Por otro lado, la baja frecuencia de TP de taxones como *Pinus* sp., Poaceae T., *Populus* sp. y *Platanus* sp. en mieles urbanas, indica que la influencia de los granos de polen aerovagantes no es muy elevada, puesto que los valores de estos TP en el aire alcanzan concentraciones muy elevados (lap.uab.cat/aerobiologia).

A pesar de la escasez de publicaciones melisopalinológicas de mieles urbanas, los resultados de la tesis son similares a los obtenidos en otros estudios, donde se muestra la influencia de taxones ornamentales y exóticos (Nicholson, 2012; Herguido, 2017). Sin embargo, dichas publicaciones muestran que los TP de taxones herbáceos silvestres tienen poca influencia, a diferencia de las mieles de Barcelona y Viladecans dónde en alguna muestra llegan casi al 40%.

Referente a las esporas de hongos, la mayoría pertenecen a hongos patógenos de plantas (Domsch et al., 2007; Möller & Stukenbrock, 2017), como *Alternaria* sp., *Arthrinium* sp., *Cladosporium* sp., *Drechslera* sp., *Epicoccum* sp., *Pleospora* sp., *Ustilago* sp. y especies de Xylariaceae, aunque también se han encontrado esporas de hongos Basidiomicotas como *Coprinus* sp.

Comparando los resultados con las mieles no urbanas, en las urbanas hay menor diversidad de esporas, seguramente debido a que en ciudad las plantas no tienen una distribución contínua como en un ambiente no urbano y por tanto hay menos plantas y menos hábitat para los hongos que crecen en ellas.

5.2.3. Análisis interanual de las mieles

Las abejas de la miel recolectan néctar y polen según van encontrando recursos florales. En el clima mediterráneo normalmente a finales de año las recolecciones bajan por la falta de floraciones, y al inicio de primavera se reactivan creando un ciclo anual (Petanidou et al., 1995; Aronne & Wilcock 1997). Además, en un mismo punto, las polinizaciones y la producción de néctar pueden variar de un año a otro debido, sobre todo, a la meteorología y las floraciones (Widrlechner & Senechal, 1992; De la Barrera & Nobel, 2004; Pacini & Nepi, 2007; Nicolson et al., 2007; Waser & Price 2016), por lo que la composición de la miel y el origen del polen corbicular también puede variar.

Analizando las mieles de años distintos de un mismo lugar, se observa una marcada variabilidad interanual de TP. De media se han contabilizado 13 TP diferentes de un año a otro, lo que representa un 57,0% del total de TP de las muestras. Esto se contradice con los resultados de Salonen et al. (2009) que no detectó variabilidad interanual en los TP de mieles. La variabilidad detectada en esta tesis podría significar que el contenido polínico en la miel puede cambiar a causa de factores anuales como los anteriormente mencionados, que influyen en los tipos de néctar y polen recolectados por las abejas y en los tipos de polen aerovagantes que se encuentran en el aire (De Linares et al., 2017). Este hecho también indica que, si se quiere elaborar un sello de calidad y origen de las mieles de un territorio, es importante tener en cuenta la variabilidad polínica interanual. Por este motivo, para que este factor no afecte y se puedan mantener dentro de un rango los porcentajes polínicos de las mieles de una misma zona, se tienen que realizar muestreos durante el mismo período de tiempo en diversos años consecutivos.

5.3. Melisopalinología en mieles: Origen Botánico

5.3.1. Origen Botánico de mieles no urbanas

El origen botánico de las mieles se realiza a partir del estudio de los TPn puesto que son los que determinan qué plantas ha visitado *Apis mellifera* para la obtención de néctar. La mayoría de mieles no urbanas analizadas en esta tesis se han clasificado como multiflorales. Esto podría ser debido a que las muestras proceden mayoritariamente de apicultores pequeños que recolectan la miel una vez al año sin tener en cuenta el momento en que lo hacen, ni el hecho de poder obtener mieles monoflorales en función de la época de recolección. Los resultados también muestran que los TP de taxones arbustivos son los más abundantes (38%), seguido de los herbáceos (34%), los arbóreos (24%) y los lianoides (5%).

Los taxones arbustivos además de acompañar a la vegetación forestal tienen un papel muy relevante en los ecosistemas de tipo matorral y las maquias. Este tipo de plantas son importantes debido al gran interés que suscitan entre los polinizadores (Hidalgo & Cabezudo, 1995; Hidalgo & Cabezudo, 1994) y por la producción de polen apícola que generan (Hidalgo et al., 1996). Es por ello por lo que la regeneración de comunidades a través de la sucesión ecológica después de una desforestación natural/malintencionada (incendios) o controlada (talas) de bosques, puede tener repercusiones positivas, ya que permite la aparición de especies arbustivas de interés apícola como, *Calluna vulgaris*, *Calycotome* sp., *Cistus* sp. *Erica* sp., *Genista* sp., *Lavandula* sp., *Retama* sp., *Rosmarinus officinalis, Satureja* sp*., Thymus vulgaris* y *Ulex* sp. (Trabaud, 1994), que en un ecosistema forestal maduro no podrían crecer.

En relación a los taxones herbáceos, la mayoría de los TPn encontrados en las mieles analizadas pertenecen a especies cultivadas y/o silvestres. Este hecho muestra la importancia que tienen los campos de cultivo herbáceos para los polinizadores (Leong et al., 2016), lo que promueve la necesidad de transformar los cultivos intensivos en cultivos orgánicos o integrados, con el fin de perjudicar lo mínimo posible a estos polinizadores con el uso de pesticidas y herbicidas (Anderson & Wotjas, 1986; Ndakidemi et al., 2016; Woodcock et al., 2017). Por otra parte, la presencia de taxones arvenses como *Borago officinalis*, Brassicaceae T*, Cynoglossum* sp., *Echium* sp., *Foeniculum* T., *Galactites* T., *Lotus* sp., *Melilotus* sp., *Onobrychis* sp., *Reseda* sp. y *Sylibum* T, coinciden con el de otros estudios melisopalinológicos de mieles españolas (Gómez Ferreras & Sáenz de Rivas, 1980; Cunqueiro & Laín, 1982; Ortiz, 1990; Telleria & Devesa,1995; Valencia-Barrera et al., 2000; Terrab et al., 2003; Terrab et al., 2004; De Sá-Otero et al., 2006; Escuredo et al., 2012b; De la Cruz et al., 2013). Dichas especies acostumbran a crecer en taludes y márgenes de caminos, carreteras y campos, parcelas de tierra no cultivadas y en terrenos abandonados, convirtiéndose en espacios muy diversos y esenciales para los polinizadores (Lagerlöf et al., 1992; Nicholls & Altieri, 2013). Sin embargo, el aumento de los monocultivos intensivos está provocando la pérdida de estas zonas y, por tanto, de la heterogeneidad de los paisajes agrícolas, lo que repercute con una pérdida de biodiversidad (Fahrig et al., 2011; Nicholls & Altieri, 2013). Los resultados obtenidos en esta tesis doctoral secundan la importancia del mantenimiento de estos espacios arvenses ya que se demuestra que son frecuentados por polinizadores, sirviendo como espacios alternativos de interacción ecosistémica.

Por último, la baja presencia de TPn arbóreos indica que los taxones con este porte, a pesar de ocupar grandes extensiones en el territorio catalán, en general no son de interés nectarífero. Aun así, los resultados muestran que la mayoría de los que sí aportan néctar pertenecen a taxones autóctonos, y, en un 4% a exóticos (4%). Esta influencia de TPn exóticos revela como algunas especies consideradas

invasoras (por ejemplo: *Ailanthus altissima* y *Robinia pseudoacacia*) pueden ser aprovechadas en forma de recursos melíferos (Farkas & Zajácz, 2007).

Al clasificar los ecosistemas según sus usos, se observa que en las mieles de ecosistemas forestales (n=22) una parte de TPn pertenecen a taxones herbáceos y ruderales que no crecen en espacios boscosos, lo que indica que las abejas se desplazan fuera de la zona forestal o visitan espacios abiertos para alimentarse (Visscher & Seeley, 1982). La aportación de néctar por taxones lianoides, como *Hedera helix,* es mayor que en los otros tipos de ecosistemas, hecho que indica la abundancia de esta especie en los bosques. En general, en los apiarios ubicados dentro del bosque, donde predominan encinas (*Quercus ilex*) y pinos (*Pinus* sp.) que a veces pueden producir mielato (De-Miguel et al., 2014; Flores et al., 2015; Pita-Calvo & Vázquez, 2017), las abejas dependen del sotobosque para obtener recursos. Taxones como *Arbutus unedo, Asparagus* sp., *Crataegus* sp., *Erica* sp., *Hedera helix*, *Laurus* sp., *Lonicera* sp., *Rhamnus* sp. o *Viburnum* sp. pueden abastecer de néctar a las colmenas (Anexo 1). Sin embargo, con los resultados obtenidos también se puede estimar que sería mejor establecer los apiarios en lugares entre bosque y espacios abiertos donde haya más variabilidad de especies melíferas para reducir las distancias de vuelo (Steffan-Dewenter & Kuhn, 2003). En las mieles de apiarios ubicados en bosques caducifolios se observa que existe más presencia de taxones arbóreos nectaríferos, como *Castanea sativa*, *Malus* sp., *Prunus* sp. y *Tilia* sp., que no solo aportan néctar a mieles multiflorales, sino que también pueden producir mieles monoflorales (Oddo et al., 2004a).

En los ecosistemas de matorral (n=4) existe una clara influencia de TPn arbustivos y autóctonos (30,7%) típicos de maquia mediterránea. Sin embargo, los TPn predominantes son de taxones herbáceos (44,3%), ruderales y cultivados/silvestres. También cabe destacar la presencia de TPn arbóreos (24,5%), los cuales, mayoritariamente corresponden a frutales. Esto indica que las abejas ubicadas en este tipo de ecosistemas, pese a disponer de especies melíferas autóctonas, si encuentran en los alrededores cultivos (colza o árboles frutales) los visitan frecuentemente.

En las mieles de ecosistemas agrícolas (n=16), se detecta una presencia similar de taxones herbáceos (42,8%) y arbustivos (42,1%). Los TPn de taxones herbáceos mayoritariamente son cultivados/silvestres como Brassicaceae T., *Medicago* sp. y *Onobrychis* sp., pero también hay presencia de autóctonos que pertenecen mayoritariamente a taxones ruderales. Los TPn de taxones arbustivos son todos autóctonos, mientras los TPn arbóreos, que se limitan al 13,1%, consisten en una mezcla de taxones cultivados/silvestres (*Prunus* sp. y *Malus* sp.), autóctonos (*Castanea sativa, Crataegus* sp, *Laurus* sp. y *Tilia* sp) y exóticos (*Aesculus* sp., *Ailanthus altissima*, *Cercis* sp., *Eucalyptus* sp., *Melia azedarach*, *Robinia pseudoacacia*, *Schinus* sp. y *Sophora* sp.) que pueden encontrarse en ambientes rurales con uso ornamental en las inmediaciones de las casas. Por último, destacar la

presencia del TPn lianoide *Hedera helix*, que representa el 2,5%. Todos estos resultados indican que en ambientes agrícolas las abejas pueden tener suficiente alimento con los cultivos, las especies ruderales y las maquias de alrededor, pero que plantar árboles melíferos les puede proporcionar variedad de alimento, que por un lado beneficia a su salud (Di Pascuale et al., 2013; Di Pascuale et al., 2016) pero por otro lado modificaría el contenido de la miel de ese lugar.

Cuando se clasifican los ecosistemas según la cubierta del suelo, se observa que la influencia de TPn exóticos en las mieles aumenta a medida que los emplazamientos se acercan a núcleos urbanos. En las mieles periurbanas la influencia de TPn exóticos es mayor que en las rurales, pero en general, bastante menor que en las urbanas. En este tipo de mieles, (Viladecans, MVMR y Barcelona, MBCMd) aparecen taxones exóticos que se podrían considerar naturalizados o invasores (Andreu et al., 2012; Aymerich & Saez 2019), como *Agave* T., *Ailanthus altissima* y *Robinia pseudoacacia.* Pero también aparecen otros que solo se encuentran dentro del núcleo urbano o en jardines particulares, como *Aesculus* sp., *Cercis* T., *Eucalyptus* sp., *Euonymus* sp. *Magnolia* T., *Melia azaderach*, *Parkinsonia aculeata*, *Schinus* sp. y *Sophora* sp. Eso significa que, tal y como apuntaban Lopez et al. (2013) y Danner et al. (2016), las abejas situadas en la periferia de núcleos urbanos se adentran en las ciudades y/o jardines para alimentarse.

Clasificando las mieles según la estación de recolección, se observa que los porcentajes de TPn de primavera son elevados en las mieles de primavera, verano y otoño. Eso podría ser debido a que la temporada fuerte de floraciones melíferas en Catalunya es primavera (Herrera, 1986; Petanidou et al., 1995; Aronne & Wilcock, 1997), y que en esta estación las abejas obtienen la mayor parte de sus recursos que almacenan y se abastecen durante la mayor parte del año. Sin embargo, los resultados obtenidos demuestran que a principios de verano y otoño las abejas también recolectan néctar, ya que se obtienen pequeños porcentajes de otros TPn que florecen en estas épocas.

5.3.1.1. Tipificación de las mieles no urbanas

Las clases de Maurizio (1939) son una herramienta orientativa para categorizar las mieles, como monoflorales o multiflorales, en función del contenido en granos de polen y de elementos de mielato en 10 g de miel. Sin embargo, ateniéndose a la interpretación de los porcentajes de los TPn obtenidos en las muestras, las mieles pueden recategorizarse. A continuación, se comentan algunos casos de mieles no urbanas de las cuales no está clara su clasificación.

Las mieles procedentes de Osona (MTore17Jl) y del Berguedà (MSag16My), ambas de ecosistemas agrícolas, se han caracterizado por tener un alto porcentaje de polen de Brassicaceae T. (66,8% y 90,0%, respectivamente) en los TPn. En el primer caso se clasificaría la miel como monofloral Clase

III, ya que su contenido melisopalinológico en 10g es superior a 101.000 granos de polen y elementos de mielato. En el segundo caso, se clasificaría como Clase II porque su contenido melisopalinológico es inferior a 101.000 granos de polen i elementos de mielato. En ambos casos, basándonos en el porcentaje polínico, las mieles se podrían considerar monoflorales de Brassicaceae, ya que el porcentaje es mayor 45% (Bermejo & Pajuelo, 2008b), pero sensorialmente las muestras no corresponden a este tipo de miel ya que deberían ser claras y tener aromas de col (Bermejo & Pajuelo, 2008b) y en realidad son de color ámbar oscuro y ámbar y no se aprecian estos aromas. Además, según Demianowicz (1964), para considerar una miel monofloral de Brassicaceae la cantidad de granos de polen de este TP tiene que estar entre 48.000-96.000 granos/10g, y no es el caso. En consecuencia, se han clasificado como mieles multiflorales.

La miel del Baix Camp (MDaig16En) se ha clasificado como Clase I monofloral de *Asparagus*. Según Oddo (2004b), existen referencias de este tipo de mieles, pero no se han encontrado estudios que especifiquen el porcentaje mínimo de granos de polen de *Asparagus* en esta miel ni las características de este tipo de miel. Por otro lado, Todd & Vansell (1942) analizaron el néctar estomacal de las abejas de la miel que habían recolectado néctar de 72 especies distintas, entre ellas de *Asparagus officinalis*. Detectaron que de las abejas que habían recolectado en *A. officinalis,* en el néctar había 33,8 granos de polen por centímetro cúbico. Una cantidad bastante elevada, comparada con los otros 72 taxones que estudiaron. En la muestra de miel de la tesis, el porcentaje de polen de *Asparagus* sp. ha sido del 39,0% (sobre los TPn), considerando que es un porcentaje elevado y que se clasifica como Clase I, se consideró monofloral.

La miel del Solsonès (MSol17My) se ha clasificado como Clase III, monofloral de *Rosmarinus officinalis*. A pesar de contener un 48,1% de Brassicaceae T. (sobre los TPn), las características sensoriales encajan con las características de una miel de *R. officinalis*: el color es claro, el estado físico fluido, el sabor dulce suave y el aroma floral suave. A pesar del bajo porcentaje (4,2%) de polen de *R. officinalis*, ya que el mínimo para determinar una miel monofloral de este tipo es 10-12% (Bermejo & Pajuelo, 2009b), al ser un tipo polínico infrarrepresentado (Louveaux et al., 1978) y cumpliendo las características sensoriales, se ha considerado miel monofloral de *Rosmarinus*.

Las mieles de La Selva (MVidD16Jn y MVidD17Jn) se clasificaron como Clase II, multiflorales. Sin embargo, las característicasensoriales y el contenido polínico son coherentes con una mezcla de miel de *Erica* con mielato. La consistencia levemente cristalizada, el sabor dulce y amargo, el aroma a hojarasca y el 53-54% de polen del tipo *Erica* sp. (sobre los TPn), se corresponden con miel de *Erica*, pero, por otro lado, el color oscuro, los toques de sabor salado y el aroma malteado y tostado, se corresponden con un acompañamiento de mielato. Según Von der Ohe et al. (2004), en un mielato la

ratio de HDE/Pn (nº total de elementos de mielato respecto al nº total de granos de polen nectaríferos) tiene que ser superior a 3, y en estas dos mieles de La Selva los valores son inferiores a 0,06. Pero según Chomnunti et al. (2014) la ratio superior a 3 solo es útil en los mielatos que provienen de secreciones de insectos chupadores en climas más húmedos. En cambio, según Sanz et al. (2005) y Escuredo et al. (2012b), en los mielatos procedentes de secreciones de partes vivas de la planta, las concentraciones de elementos de mielada son muy bajas.

Según el contenido polínico, la miel de Valldaura (MBVll17Jl) debería clasificarse como monofloral, porque excede de 101.000 granos de polen (116.452), valores que corresponden con la Clase III. A pesar de que el TPn que predomina es *Rubus* T. (23,2%), la frecuencia para determinar una miel monofloral de *Rubus* sp. es >45% (Bermejo & Pajuelo, 2009b) por lo tanto, al no haber ningún TP predominante, se ha considerado multifloral.

La miel de Mas Ratés de octubre de 2015 (MVMR15Oc), ubicada en la zona periurbana de Viladecans, muestra una composición polínica típica de otoño y de la vegetación de la zona, principalmente con *Ceratonia siliqua* (39,8%), *Anthyllis* T. (15,1%), *Hedera helix* (12,1%) y *Galactites* T. (12,0%). A pesar de que con el análisis cuantitativo se determinó como una miel multifloral Clase II, se la ha clasificado como miel monofloral de *C. siliqua*. Ferrauto & Pavone (2013) discutieron sobre el contenido polínico de las mieles de *Ceratonia siliqua*, argumentando que, como es una especie dioica y ambas flores contienen néctar, el contenido polínico puede ser muy variado, con ejemplos de 35% (Sicilia) a 64-66% (Marruecos). Por otro lado, las características de clasificación de una miel monofloral de *C. siliqua* según Bermejo & Pajuelo (2008a) son la frecuencia del polen superior al 37%, el sabor malteado con notas saladas, y el color oscuro. En consecuencia, se ha clasificado como miel monofloral de *C. siliqua*.

5.3.2. Origen Botánico de mieles urbanas

El origen botánico de las mieles urbanas (n= 9) muestra una frecuencia similar de taxones arbóreos y herbáceos (alrededor del 42%), seguido de arbustivos (alrededor del 15%), y lianoides (2%). Este hecho puede sorprender, ya que cabría esperar que la mayor aportación procediera de taxones arbóreos y arbustivos, que son los que se encuentran en mayor proporción en ciudades que tienen áreas boscosas alrededor (Nowak et al., 1996), como es el caso de Barcelona y Viladecans.

Los resultados mostrados en la tesis pueden ayudar a la planificación del paisaje urbano. Por una parte, los datos obtenidos apoyan las conclusiones de otros autores donde se comenta que las especies herbáceas tienen importancia para los polinizadores urbanos (Mercuri & Porrini, 1991; Nicholson, 2012; Matteson et al., 2013; Herguido, 2017), por lo que sería interesante adecuar o implementar zonas con este tipo de vegetación, como alcorques, terrazas y techos (Mayrand & Clergeau, 2018). Además,

conociendo la incidencia de taxones arbustivos en las muestras de mieles urbanas, se puede replantear el tipo de setos que se utilizan en ciudades, pudiéndose usar con más frecuencia los que sean melíferos (*Crataegus* sp., *Erica* sp., *Pyracantha* sp., *Rosmarinus officinalis*, *Rubus* sp., *Thymus* sp., *Viburnum* sp., entre otros) en aquellos entornos donde puedan resultar adecuados. Por último, aunque hay pocos taxones lianoides, conociendo que hay lianas melíferas como *Clematis* sp., *Hedera helix* y *Parthenocissus* sp. (Anexo 1) se podría aumentar su uso en jardines o se podrían utilizar como muros verdes (Mayrand & Clergeau, 2018) incrementando el número de taxones a los que las abejas podrían visitar.

En general, en las mieles de Barcelona no ha aparecido ningún TPn de taxones que no se puedan encontrar en la ciudad, teniendo en cuenta las especies ruderales y silvestres que pueden crecer en alcorques, descampados y zonas ajardinadas de parques, como *Campanula* sp, *Cichorium* sp., *Convolvulus* sp., *Cynoglossum* sp., *Echinops* sp., *Echium* sp., *Galactites* sp., *Lotus* sp. y *Trifolium pratense*, y *Potentilla* sp., *Sedum* sp. y *Taraxacum* sp. junto a los taxones que quedan incluidos dentro de sus tipos polínicos. Cabe destacar que las mieles urbanas de Barcelona (Parc de la Ciutadella) (MBCiu; n=6), se han caracterizado por una presencia importante de TPn exóticos (55,6%), similar al porcentaje de taxones exóticos nectaríferos del censo de plantas de Barcelona (67,8%). Además, los resultados indican que las abejas de este apiario se pueden abastecer del propio parque y alrededores sin tener que visitar zonas verdes periurbanas como son el Parque Natural de Collserola (a unos 5,5 km dirección N-O) y Montjuïc (a unos 2,5 km dirección S-O), ya que la distancia de actividad suele estar entre 1 y 2 km de radio (Steffan-Dewenter & Tscharntke 2000; Amaya-Márquez, 2009). Por otra parte, en este tipo de mieles también ha destacado la presencia de TPn cultivados y cultivados/silvestres como *Ceratonia siliqua*, *Citrus* sp. y *Allium* T. (que incluye *Allium* sp. y *Narcissus* sp.) y los granos de polen de tipo Brassicaceae, que deben provenir de especies silvestres como *Diplotaxis erucoides* o *Erucastrum nasturtiifolium*, ya que no hay grandes cultivos en la ciudad de Barcelona, más allá de algún huerto urbano.

En el caso de las mieles urbanas de Viladecans (Atrium; n=3) la presencia de TPn exóticos ha correspondido al 8,6% del total, mientras que en el censo de plantas de Viladecans, el porcentaje de taxones exóticos nectaríferos es del 76,0%. Tal y como se muestra en los resultados, algunos de los taxones que han aparecido en estas mieles son autóctonos, como *Arbutus* T., *Astragalus* sp., *Borago officinalis*, *Cynoglossum* sp., *Echium* sp., *Foeniculum* sp., *Galactites* sp., *Hedera helix*., *Lotus* sp., *Medicago* sp., *Melilotus* sp., *Muscari* sp., *Sedum* sp., *Silybum* sp., *Taraxacaum* sp. y *Viburnum* sp. De todos ellos, solo *Arbutus* T. y *Viburnum* sp. aparecen en dicho censo. Esto indica que las abejas visitan plantas que, tal vez por crecer de forma silvestre y no por ser introducidas como ornamentales, no se

suelen censar, pero que hay que tener en cuenta a la hora de crear diversidad en las ciudades. En el caso de Viladecans, estos taxones pueden crecer dentro de la zona urbana en alcorques, parques, terrenos abandonados o jardines privados. Por otro lado, la presencia de taxones como *Asparagus* sp., *Anthyllis* T. (y los taxones que quedan incluidos dentro de sus TP), *Erica* sp., y *Thymus* sp., indica que las abejas de este apiario podrían salir de la zona urbana hacia la zona periurbana boscosa para alimentarse, que está a 1,5 km aproximadamente. Por otro lado, la elevada presencia de Brassicaceae T. se puede deber a especies silvestres de esta familia que pueden crecer dentro de la ciudad (como *Diplotaxis erucoides*), y/o a la proximidad de campos y huerta (1,5km) donde se cultivan y crecen como silvestres especies de esta familia, muy atractiva para *A. mellifera* (Nedić et al., 2013). Ello podría indicar que las abejas se desplazan de la zona urbana a la zona agrícola para alimentarse (Langellotto et al., 2018). Por último, la elevada presencia de *Ceratonia siliqua* puede ser debida a su utilización como ornamental en la ciudad, y/o a la proximidad de antiguos campos de cultivo en la zona periurbana.

Comparando las mieles urbanas de ambas ciudades, en Viladecans los TP pertenecen principalmente a plantas herbáceas (69-82%), con una baja influencia de taxones exóticos (10-14%) y ornamentales (11-22%), mientras que, en el Parque de la Ciutadella de Barcelona, los taxones herbáceos son menos abundantes (20-42%) y la influencia de taxones exóticos (38-82%) y ornamentales (44-84%) es tres veces superior. Esto podría estar indicando que las abejas prefieren taxones autóctonos (Menz et al., 2011), en Viladecans, y que se acercan al bosque para alimentarse; mientras que al estar limitadas por la ciudad, como ocurre en Barcelona, visitan los taxones que tienen sin diferenciar en exóticos o autóctonos (Garbuzov & Ratnieks, 2014). Esto tendría relación con los resultados de Morandin & Kremen (2013), ya que, según ellos, en ecosistemas maduros *Apis mellifera* tiene preferencia por plantas autóctonas, pero en ambientes nuevos (restaurados) no hace diferencias según el origen, solo según la abundancia de recurso. Es decir, en Viladecans las abejas tendrían acceso a ecosistemas maduros y se acercarían para alimentarse de especies autóctonas, en cambio, en Barcelona, al verse obligadas a permanecer en la ciudad, se alimentarían sin diferenciar en el origen de las especies. Por otro lado, Morandin & Kremen (2013), también mencionan que otros polinizadores autóctonos sí tienen preferencia por plantas autóctonas. Así pues, a la hora de diseñar espacios verdes en ciudades es importante utilizar especies de plantas autóctonas para ayudar a mantener polinizadores autóctonos amenazados (Comba et al., 1999b). Por otro lado, los tipos de polen predominantes (>45%) en ambas ciudades no coinciden, pero los secundarios, de porcentajes entre 16% y 45% (*Ceratonia* sp., *Rubus* T., *Schinus* sp.), sí lo hacen. Además., las especies mediterráneas están bien representadas en ambas ciudades.

La baja agrupación de las muestras en el análisis de Cluster Jerárquico, según el origen botánico de las mieles urbanas, muestra que hay suficiente variabilidad florística en las ciudades como para producir mieles distintas.

5.3.2.1 Tipificación de las mieles urbanas

La composición polínica de las mieles urbanas del parque de la Ciutadella en Barcelona (MBCiu15Oc, MBCiu16Mg, MBCiu16Jn, MBCiu17Ab, MBCiu17Ag, MBCiu17Oc) varía en función del año y mes de recolección. La miel de 2015 (MBCiu15Oc) fue caracterizada como monofloral Clase I, con porcentajes elevados de *Lotus* sp. (24,0%), *Cercis* T. (19,7%) y *Citrus* sp. (15,9%). Aunque el polen de *Lotus* predomina, la frecuencia para determinar una miel monofloral de este taxón tiene que ser >45% (Bermejo & Pajuelo, 2009a). Respecto a *Cercis* T., no hay referencias sobre mieles monoflorales, pero tal vez se puede asumir que es parecida a la de *Robinia pseudoacacia* por ser taxones arbóreos de la familia Fabaceae con rasgos morfológicos parecidos, la cual debería superar el 20% para considerarse como monofloral (Bermejo & Pajuelo, 2008a). Por último, si se considera que la miel monofloral es de *Citrus* sp., normalmente ésta debe mostrar una frecuencia de polen superior al 20% (Oddo et al., 2004b; Bermejo & Pajuelo, 2009c). Sin embargo, la especie que está presente en el Parque de la Ciutadella es *Citrus aurantius* (Argimon, 2009), caracterizada por su esterilidad e indehiscencia de las anteras para evitar la presencia de semillas. En este caso, se pueden aceptar valores de polen mayores al 5% para determinar la miel como monofloral (Bermejo & Pajuelo 2009c). Así pues, se ha determinado que esta miel es monofloral de *Citrus*.

La miel recolectada en junio de 2016 (MBCiu16Jn) se clasificó como monofloral Clase I: miel de *Schinus*. Este TP fue el más abundante (24,6%) seguido de *Cercis* T. (16,3%), *Lotus* (14,4%), *Echium* (10,2%) y *Rubus* T. (7,58%). Según Eisikowitch & Masad (1982), las abejas principalmente recolectan polen de *Schinus* sp., pero en el caso de la especie *S. terebinthifolius*, presente en Barcelona, pueden recolectar suficiente néctar (Van Handel et al., 1972) como para producir miel monofloral de un color ámbar medio, de densidad media, y con un distintivo gusto a pimienta (Morton, 1964), características que coinciden con la miel analizada. A pesar de no existir referencias sobre el porcentaje mínimo para clasificarla como monofloral, La Serna Ramos & Gómez Ferreras (2011) estudiaron la presencia del polen de *Schinus* en mieles, y el porcentaje más elevado que detectaron fue del 11,4% como parte de una miel multifloral Clase II de Maurizo.

En Barcelona, en el año 2017, hubo tres recolecciones de miel, en primavera, verano y otoño. La recolectada en primavera (MBCiu17Ab) se ha clasificado como monofloral Clase I, a pesar de

encontrarse en el límite con la Clase II multifloral. Observando el espectro polínico, predominan *Sophora* sp. (18,92%), *Rubus* (17,84%), *Echium* sp. (16,76%) y *Bupleurum* sp. (10,81%). Solo se ha encontrado una referencia sobre miel monofloral de *Sophora* sp. con un 77,4% de este TP (Song et al., 2012); el porcentaje mínimo para determinar una miel monofloral de *Rubus* sp. es 45% (Bermejo & Pajuelo 2009b); y el porcentaje mínimo para determinar una miel monofloral de *Echium,* es 70% (Arroyo et al., 2017). En consecuencia, para clasificar el origen botánico de esta miel, se requerirían análisis complementarios, como sensoriales (Marcazzan et al., 2018) o bioquímicos para detectar marcadores florales (Kaškonienė & Venskutonis, 2010).

La miel de verano (MBCiu17Ag) resultó ser Clase II, multifloral, con predominancia de *Sophora* (47,5%) y *Agave* T. (22,8%), dos especies que florecen en la época en que se recolectó la miel (agosto). Por su parte, la miel recolectada dos meses después (MBCiu17Oc) resultó ser de clase II multifloral, con *Sophora* sp. (13,4%) y *Agave* T. (13,3%), pero con porcentajes más elevados de *Ceratonia siliqua* (28,6%) y *Rubus* T. (16,2%), y con una importante contribución de *Eucalyptus* sp. (12,7%).

Las mieles de la zona urbana de Viladecans (Atrium) difieren de un año a otro. La miel de 2016 (MVAt16Jn) es Clase I, monofloral, con un 57,4% de *Cynoglossum* sp. y 17,8% de Brassicaceae T., principalmente compuesta por hierbas. Debido a la presencia de un TP predominante, la miel se clasificó como monofloral de *Cynoglossum officinale*, una miel no muy frecuente, pero existente (Oddo et al., 2004a), aunque estos autores no especificaron el contenido polínico mínimo. En 2017 (MVAt17Jn) la miel se clasificó como Clase III, monofloral, con un 66,4% de Brassicaceae T. Según Bermejo & Pajuelo (2008b), se clasificaría como una miel de Brassicaceae. En 2018 la miel MVAt18Ds se clasificó como multifloral Clase II, con predominancia de TP de taxones de otoño, como *Ceratonia siliqua* (51,5%), *Erica* sp. (12,6%) (seguramente *Erica multiflora*), *Hedera helix* (4,4%), *Rosmarinus officinalis* (4,4%), *Eucalyptus* sp. (0,9%) y *Arbutus* T. (0,1%). Durante los tres años, la influencia de plantas ornamentales fue reducida, entre 1-14%, y los TP de plantas ornamentales corresponden a *Ailanthus altissima, Cercis* T., *Crataegus* sp., *Schinus* sp. y *Sophora* sp.

Los tipos de miel producidos en ciudad son variables y pueden ser únicos, resultado de la combinación de plantas de jardines, parques y calles que difieren de una ciudad a otra. Además, aunque en ciudades no haya ninguna especie de planta que predomine, es posible producir mieles monoflorales, especialmente si se controla bien el momento de recolección. Aun así, se requerirían más estudios al respecto. En Barcelona y Viladecans, a pesar de que *Sophora japonica* es la planta nectarífera más abundante (datos proporcionados por los respectivos ayuntamientos de cada ciudad), los análisis palinológicos muestran resultados diferentes. Mientras que su presencia es patente en mieles de Barcelona (MBCiu16Mg; MBCiu17Ab; MBCiu17Ag; MBCiu17Oc; MBVll17Jl), en Viladecans, solo se ha

identificado en una muestra (MVAt18Ds), presentando el 0,3% del total de granos de polen. A pesar de que han existido controversias sobre la toxicidad del néctar de *Sophora japonica* para las abejas de la miel (Farkas & Zajácz, 2007), en China (el área original de esta especie) y en la ciudad de Philadelphia en Estados Unidos, se le ha categorizado como predominante o frecuente en algunas mieles (Song et al., 2012 y Nicholson 2012, respectivamente). Esto hace que sea interesante para la apicultura urbana y, por lo tanto, sería recomendable realizar más estudios sobre este taxón.

Prunus cerasifera representa más del 2% de los árboles utilizados como ornamentales en ambas ciudades, pero su TP (que incluye otras especies de *Prunus* y *Cydonia oblonga*) solo se encuentra presente en dos mieles de Viladecans (MVAt16Jn; MVMR17Jl), con menos del 1%. Esto respalda la idea de que *Prunus cerasifera* no es muy útil para *A. mellifera*, pese a la observación de Mercuri & Porrini (1991) que mencionan visitas a sus flores.

A pesar de que en ambas ciudades *Robinia pseudoacacia* es una planta nectarífera abundante (entre el 1 y el 3%), la presencia de su polen en las mieles ha sido escasa puesto que solo se encontró en dos mieles y con valores inferiores al 1% (MBCMd17Oc; MBVll17Jl). Esto puede estar relacionado posiblemente a la estructura floral, que puede dificultar por un lado que se deposite polen en el néctar y en el cuerpo de las abejas, y por otro el acceso al néctar (Córdoba & Cocucci, 2011; Giovanetti & Aronne, 2013).

El TP *Cercis* T. incluye las especies *Cercis siliquatsrum* y *Gleditsia triacanthos*, presentes en ambas ciudades y en los datos melisopalinológicos obtenidos. En otro estudio de apicultura urbana, Nicholson (2012) detectó polen de *G. triacanthos* en sus mieles y observó a *A. mellifera* visitando frecuentemente sus flores, al igual que Nikolova et al. (2018) quienes mencionaron a *C. siliquatsrum* y *G. triacanthos* como árboles interesantes para la producción de miel, lo que explicaría su elevada frecuencia en las mieles urbanas de esta tesis doctoral.

5.4. Melisopalinología en propóleos:

5.4.1. Origen Geográfico de los propóleos

El análisis polínico de las muestras de propóleo refleja las especies botánicas o la combinación de especies de una región; por tanto, la aparición de sus tipos polínicos (TP) en el producto podría ser considerado como una marca de identidad de la región de procedencia (Louveaux et al., 1978; Battesti & Goeury, 1992; Yang et al., 2014a). En general, el espectro polínico de los propóleos concuerda con

el origen geográfico y la vegetación que se encuentra en los alrededores de los colmenares de las mieles analizadas.

Aunque la mayoría de los estudios palinológicos de propóleos proceden de Suramérica (Barth et al., 2010; Vázquez, 2010; De Freitas et al., 2011; Barth et al., 2013), en el caso de los estudios realizados en Europa, destacan los de Dias et al. (2012) en Portugal, donde los principales TP que aparecen pertenecen a *Castanea sativa, Erica* sp., *Pinus* sp., *Populus* sp., *Prunus* sp., y *Quercus* sp. Los resultados de la tesis coinciden con los de estos autores, ya que estos TP aparecen en más del 50% de las muestras, aunque, en su caso *Populus* sp. se encuentra en porcentajes superiores a los nuestros (frecuencia media del 0,9%).

En los resultados de Warakomska & Maciejewicz (1992) de propóleos de Polonia, los TP que aparecen con mayor frecuencia (100% de las muestras) y con porcentajes más elevados son Brassicaceae T., *Salix* sp., *Centaurea cyanus* y *Trifolium pratense*. En los propóleos analizados en Catalunya, Brassicaceae T., *Salix* sp., y *Centaurea* sp. aparecen en más del 50%, pero *Trifolium pratense* solo en el 23,1%. Otros TP que aparecen con frecuencia en el estudio de Warakomska & Maciejewicz (1992) y en el de la presente tesis, pero con bajos porcentajes, son *Betula* sp., *Alnus* sp., *Populus* sp., Urticaceae y *Rumex* sp. En cuanto a la aparición de esporas, en ambos casos se encuentran *Ustilago* y *Tilletia*, pero *Puccinia* aparece sólo en Polonia.

Referente a la riqueza polínica, RiqP (número total de granos de polen en 10g de propóleo) y a la diversidad polínica DivP (número total de tipos polínicos en 10g de propóleo) no se han encontrado diferencias significativas entre las muestras analizadas, independientemente de la localización del punto de monitoreo, resultado similar al comentado por Vázquez (2010). Sin embargo, sí se han encontrado diferencias en el espectro polínico entre propóleos de diferentes zonas geográficas, debido a la diversidad botánica de las zonas donde se encuentran los colmenares que influyen en el tipo de resina que recolectan las abejas.

Según la tabla de taxones polínicos característicos de los propóleos (Tabla 30), la ratio de presencia de plantas comunes de la vegetación mediterránea como *Asparagus* sp., *Hedera helix* y *Rosmarinus officinalis*, es muy elevada (96,2%). Debido a que se tratade taxones entomófilos, que sus registros de polen en el aire son muy bajos (lap.uab.cat/aerobiologia), y que no producen resinas aprovechables para propóleos, y, en concordancia con Vázquez et al., (2005) y Vázquez (2010), su presencia en los propóleos se interpreta como debida a la contaminación del polen corbicular y/o por los granos de polen de las flores que visitan las abejas y se pegan a su cuerpo.

Por otro lado, la ratio de presencia de TP como *Pinus* sp. (92,3%), *Poaceae* T. (88,5%), Amaranthaceae T. (80,8%) y *Populus* sp. (69,2%), también es elevada. Estos TP son de taxones aerovagantes, con muy poco interés en la alimentación apícola, y con registros elevados en los calendarios polínicos de Catalunya (lap.uab.cat/aerobiologia; Belmonte & Roure, 1991; Fernandez-Llamazares et al. 2014). Tal y como mencionó D'Albore (1979), estos taxones podrían aparecer en los propóleos por contaminación a través del aire; lo que no se puede determinar es si el contacto se da en las resinas antes de ser recolectadas o cuando el propóleo ya está formado y situado en la colmena. Si el contacto se diera directamente en las resinas, los TP encontrados tendrían que pertenecer a taxones que florecieran a finales de verano y principios de otoño, período durante el cual se cree que se produce una mayor recolección de resinas por parte de las abejas (König, 1985). Sin embargo, la mayoría de TP que aparecen pertenecen a taxones que florecen en primavera (41,6%) y primavera/verano (24,8%), época durante la cual hay más polen aerovagante (lap.uab.cat/aerobiologia). Este hecho apoyaría la hipótesis de que su aparición se produce cuando el propóleo ya está formado y colocado en la colmena. Por un lado, debido a la contaminación del polen que traen las propias abejas por el pecoreo, y por otro, debido a la contaminación directa en la colmena (Mooney et al., 1974; Herrera, 1986; Petanidou et al., 1995; Aronne & Wilcock, 1997). A la vista de los resultados de esta tesis y en base a la experiencia en aerobiología del grupo de investigación en el que se realiza, se formula una nueva hipótesis. Según esta hipótesis, las resinas que las abejas recolectarían para elaborar propóleos podrían haber incorporado granos de polen de especies anemófilas, en floración en los meses anteriores, que quedaron depositados en la superficie de la planta donde posteriormente se ha generado la resina.

Referente al origen geográfico y estrato de los TP, la mayoría de los taxones que aparecen en los propóleos son arbóreos y autóctonos.

La aparición de esporas en los propóleos seguramente se produce por contacto directo entre éstas y las resinas en las plantas. Dichas resinas las producen las plantas en puntos vulnerables, como botones florales o heridas, para evitar el crecimiento de microorganismos y los hongos (Langenheim, 2003). También podría ser que parte de estas esporas aparezcan en los propóleos por contacto dentro de la colmena, ya que también se pueden encontrar como aerovagantes (lap.uab.cat/aerobiologia).

En esta tesis doctoral, para el análisis de propóleos se realizaron dos protocolos, con la mitad de la muestra se realizaba una acetólisis y con la otra mitad, no. De los resultados obtenidos de los propóleos no acetolizados, la mayoría de las esporas pertenecieron a hongos patógenos de plantas, siendo *Cladosporium* sp. el tipo de espora predominante, acompañado de *Alternaria* sp., *Drechslera* sp., *Epicoccum* sp., *Melanospora* sp., *Oidium* sp., *Pleospora* sp., *Stemphylium* sp., *Tilletia* sp., *Torula* sp., Urediniosporas, *Ustilago* sp. y Xylariaceae. A destacar que en esta tesis también se han encontrado

esporas de *Agaricus* sp., *Agrocybe* sp., *Coprinus* sp. y *Ganoderma* sp., hongos Basidiomicotas formadores de Basidioma, bastante comunes en Catalunya, y esporas del pteridófito *Equisetum* sp.

5.4.2. Origen botánico de los propóleos

A pesar de que la relación entre el espectro polínico y el origen geográfico de los propóleos ha sido demostrada por varios autores (D'Albore, 1979; Barth, 1998; Barth et al., 2013), la relación con el origen botánico es discutible. Para algunos investigadores (Warakomska & Maciejewic, 1992; Valcic et al., 1999) solo con el espectro polínico no es posible determinar el origen botánico de los propóleos, ya que para conseguirlo son más importantes los resultados obtenidos en el estudio de los fragmentos vegetales del propóleo que el contenido polínico. Aun así, teniendo en cuenta los resultados de la presente tesis doctoral, es de destacar que en la lista de taxones característicos de los propóleos (Tabla 30) aparecen TP de taxones de los cuales *A. mellifera* obtiene las resinas para elaborar los propóleos (Anexo 1).

Por otro lado, al analizar las variables de color y textura de los propóleos, se ha obtenido una relación entre ambos factores: los propóleos amarillos se relacionaban con los de textura maleable, los de color rojo, con los rígidos cristalinos y los marrones, con una textura rígida granulada. Conociendo que la composición del propóleo suele ser un 50% de resinas y un 30% de cera (Toreti et al., 2013), el contenido de resinas podría ser el responsable de tonalidades más intensas y variadas y la cantidad de ceras, dar tonalidades más claras. Por otro lado, los resultados obtenidos también podrían explicarse por las propiedades físicas de los propóleos (Fontana et al., 2004), siendo los propóleos que contienen más cera, más maleables, y los que contienen más resinas, serían más rígidos. Sin embargo, y acorde con Drescher et al. (2019) para obtener resultados más concluyentes cabría analizar los colores de las resinas de cada especie botánica para correlacionarlos con los colores de los propóleos.

Si se observan los propóleos de textura rígida cristalina (por tanto, con alta concentración de resinas), 8 de 9 muestras analizadas provienen de colmenas situadas en ecosistemas forestales y todos tienen color rojo. Observando el espectro polínico de estos ocho propóleos, todos coinciden con la presencia de *Castanea sativa* y *Quercus* sp., taxones que producen resinas aprovechables para la elaboración de este producto (Bonvehí et al., 1994; Teixeira et al., 2003; Dias et al., 2012; Kumazawa et al., 2013; Çelemli et al., 2016), por lo que este tipo de propóleo podría ser elaborado a partir de resinas de estos taxones. Aun así, y tal y como aconseja Drescher et al. (2019), para confirmarlo cabría realizar análisis bioquímicos.

En cuanto al posible origen de las resinas que forman parte de los propóleos de las muestras analizadas en esta tesis, según la literatura revisada, la mayoría de autores proponen que *Populus* es el taxón más importante para la elaboración de propóleo en Europa, clasificando a *Alnus, Betula* y *Castanea sativa* como secundarios (König, 1985; Greenaway et al., 1990; Warakomska & Maciejewicz, 1992; Bankova et al., 2000; Kosalec et al. 2003; Drescher et al., 2019). Sin embargo, en esta tesis doctoral los resultados han sido diferentes, puesto que, como se muestra en la Tabla 30, *Quercus* y *Pinus* sp. son los TP con mayor ratio de presencia (aparecen en 24 de las 25 muestras) y con mayor frecuencia media de aparición (7,3 y 4,8 , respectivamente), además *Pinus* es el único TP con la frecuencia media más elevada en propóleos que en mieles. Si se tiene en cuenta la vegetación circundante de los apiarios, junto con los resultados palinológicos, las observaciones del color y textura, y la bibliografía donde se mencionan otras especies como suministradoras de resinas para elaborar propóleo (Simone-Finstrom & Spivak, 2010; Dias et al., 2012 y Bonvehí & Bermejo, 2013; Drescher et al., 2019), es probable que el origen de los propóleos de Catalunya no sea solo de resinas de *Populus* sp., sino que una mayor parte proceda de *Quercus* sp. y *Pinus* sp. Las diferencias encontradas con respecto al resto de estudios pueden ser debidas a que dichos estudios se realizaron en países como Alemania, Austria, Francia, Polonia, Reino Unido y Rusia, con un clima templado o frío y en cuya vegetación abundan taxones caducifolios, mientras en las muestras de la tesis, con clima mediterráneo, lo que abundan son taxones perennifolios y *Quercus* y *Pinus* son las especies forestales con mayor predominio en el paisaje.

5.5. Comparación entre mieles y propóleos

La miel y el propóleo son dos productos elaborados por las abejas a partir de recursos vegetales. Con el estudio realizado en esta tesis doctoral se ha podido determinar que, a nivel polínico, existen semejanzas entre ambos productos y que los dos reflejan la vegetación de la zona de los apiarios.

Analizando todos los TP que aparecen en mieles y propóleos se observa que el 77,3% aparecen en ambos productos. Referente a las frecuencias relativas de los granos de polen, es esperable que, en mieles, la FRmed. de TPn sea superior a la de TPp, porque la miel depende del aporte de néctar que contiene granos de polen. Sin embargo, que también sea superior en propóleos, no es tan esperable, pero concuerda con los resultados de Vázquez (2010). Esto podría ser debido a la influencia de los granos de polen adheridos al cuerpo de las abejas al libar las flores (Demianowicz, 1964), que luego pueden ser traspasados a los propóleos dentro de la colmena. Este traspaso también se produciría con las esporas de *Equisetum* sp. que se pueden pegar a *A. mellifera* cuando recolectan agua, ya que esta

especie crece en ambientes húmedos (como márgenes de cursos de agua y de campos de cultivo). Teniendo en cuenta que *Equisetum* sp. no tiene interés apícola y que es un taxón poco abundante en el aire (lap.uab.cat/aerobiologia, comunicación personal) se explicaría su presencia solo en propóleos.

Referente a las esporas, es de destacar que la riqueza y diversidad polínica en los propóleos es muy superior a la de las mieles, debido posiblemente a tres factores: 1) a que es un producto que está más tiempo expuesto al aire y, por tanto, el periodo de tiempo en el que las esporas pueden adherirse a él es mayor que en las mieles, ya que éstas, una vez maduras, se operculan con cera (Crane, 1997); 2) a que dichas esporas ya se encuentren en la propia resina recolectada, ya sea porque las resinas son elaboradas por las plantas para evitar la proliferación de microorganismos (Langenheim, 2003) o porqué las resinas podrían haber englobado partículas aerobiológicas depositadas previamente en el punto de surgencia; y 3) a la función antimicrobiana y antifúngica de los propóleos dentro de la colmena, el cual ya está destinado a evitar el crecimiento de estos organismos (Simone-Finstrom & Spivak, 2010).

Comparando los TP clasificados según el estrato, los propóleos tienen porcentajes de TP arbóreos y lianoides superiores, y de herbáceos y arbustivos inferiores. Es probable que esta diferencia se deba a que los propóleos mayoritariamente se obtienen de resinas de árboles y es en éstos donde mayoritariamente crecen las lianas, en cambio hay más especies herbáceas y arbustivas de las cuales las abejas obtienen néctar que de arbóreas y lianoides (Anexo 1).

Clasificando los TP según su origen geográfico, los propóleos mayoritariamente reciben influencia de taxones autóctonos (79,6%), pero en mieles, a parte de los TP autóctonos (51,2%) también hay una presencia importante de taxones cultivados/silvestres (27,1%) fruto de la recolección de néctar en cultivos (Thapa, 2006; Nedić et al., 2013).

Por otro lado, los resultados han mostrado la existencia de TP que solo aparecen en propóleos. Algunos de ellos categorizados como granos de polen de tamaño muy grande (*Bryonia* sp., *Calystegia* sp., *Epilobium* sp., *Geranium* sp. y *Malva* sp.). Este hecho podría ser debido a que: 1) los granos de polen grandes (<100µm), raramente son recolectados por *A. mellifera* como alimento (Pernal & Currie, 2002), por lo que la influencia del pan de abeja en la miel desaparece; 2) los granos de polen grandes pueden filtrarse en el aparato bucal de la abeja (Yang et al., 2014b) durante la absorción del fluido, evitando que se acumulen en el buche donde se vierten las enzimas para formar la miel; 3) (nueva hipótesis) el polen de este tamaño se puede pegar en el cuerpo de las abejas y entrar en contacto con las resinas y propóleos, y más dificilmente con las mieles.

Comparando los resultados obtenidos entre mieles y propóleos de un mismo lugar, se puede observar que los TP de ambos productos difieren entre sí en un 64.4%. En consecuencia, al realizar estudios

con este doble fin se obtiene una mayor información sobre la vegetación donde están ubicados los colmenares. Dicha información sería de gran utilidad para determinar mejor el origen geográfico, sobre todo, en aquellas mieles monoflorales i multiflorales con una DivP muy baja. Un ejemplo de ello es la miel de castaño de Sant Hilari (MStH17Oc), donde aparecen 24 TP, mientras que en el propóleo (PStH17) aparecen 27 TP, de los cuales 18 difieren a los de la miel. La aparición en los propóleos de TP como *Cistus albidus*, *C. monspeliensis*, *Dorycnium* T. y *Rosmarinus officinalis*, revela la proximidad de alguna comunidad arbustiva; *Asphodelus* sp., *Centaurea* sp., *Foeniculum* T., *Galactites* T. y *Plantago* sp., junto con el TP *Reseda* presente en la miel, nos confirman la proximidad de ambientes antrópicos con vegetación ruderal; *Olea europaea* revela ambientes posiblemente cultivados; y otros TP como *Acer* sp., *Ilex aquifolium*, *Pinus* sp. y *Salix* sp. completarían la diversidad de especies y ecosistemas de la zona.

Propuesta de estudio melisopalinológico previo a la elaboración de un sello de calidad y origen de las mieles de Catalunya

6. Propuesta de estudio melisopalinológico previo a la elaboración de un sello de calidad y origen de las mieles de Catalunya

Durante los últimos años, el interés por la apicultura ha ido aumentando debido, principalmente, al interés de los consumidores por conocer la calidad, naturaleza y variedad de mieles que hay disponibles en el mercado. En el momento en que su consumo está garantizado, se suelen buscar aquellas mieles con características específicas encontradas fundamentalmente en los sellos de calidad. Europa reconoce y protege tanto a las mieles, como a la cadena de producción, con los sellos de calidad DOP (Denominación de Origen Protegida), IGP (Indicación Geográfica Protegida) y ETG (Especialidad Tradicional Garantizada). DOP y IGP están vinculados con el medio geográfico en el que se producen y ETG con el método de producción. Con ellos lo que se pretende es que el consumidor sepa de dónde procede un producto y se asegure de que éste cuenta con una normativa y reglamentación exigente y segura.

En España, existen mieles con el sello DOP: “Miel de Alcarria” (BOE, 11 noviembre 1993, nº 270), “Miel de Granada” (BOE, 17 diciembre 2002, nº 301) y “Miel de Tenerife” (BOE, 27 febrero 2012, nº 86). En el caso de la comunidad de Galicia, las mieles se encuentran bajo la marca de calidad IGP “Miel de Galicia” (BOE, 5 julio 2004, nº 161). Por último, son cuatro las mieles a las que se les ha otorgado el sello ETG: “Miel de Villuercas-Ibores” (Extremadura) (DOE, 21 febrero 1989, nº 15), “Miel del País Vasco” (DOPV, 28 octubre 1993, nº 20), “Miel de Catalunya” (DOGC, 4 gener 1993, nº 1690) y “Miel de Valencia” (DOCV, 14 enero 2002, nº 4167).

Los resultados de la presente tesis han mostrado variedad de mieles, tanto multiflorales como monoflorales, obtenidas de diferentes zonas geográficas de Catalunya e incluso interanualmente de un mismo colmenar. Gracias a la gran diversidad de paisajes y vegetación que tiene este territorio, y sea por motivación científica o por la elaboración de un nuevo producto de consumo, se hace viable la propuesta de concesión de un sello distintivo y de calidad de las mieles de Catalunya o de algunas zonas de esta Comunidad Autònoma. Este nuevo sello reconocerá no solo que los apiarios se encuentran en esta autonomía, sino que las mieles también poseen una connotación geográfica única o identificativa.

Para lograr dicho sello, se ha de realizar un estudio que permita caracterizar las propiedades que tienen las mieles de esta área geográfica y determinar si poseen o no cualidades melisopalinológicas, físico-químicas y organolépticas propias del territorio.

El presente apartado de la tesis pretende mostrar los pasos necesarios para identificar si las mieles producidas en Catalunya tienen o no características melisopalinológicas propias que permitieran otorgar un sello de calidad geográfica distintiva.

6.1 Diseño experimental

Todo sello de calidad requiere de una denominación y definición del producto. En la actualidad las "Mieles de Catalunya" están definidas como "*un producto alimenticio producido por las abejas melíferas a partir del néctar de las flores o de las secreciones de partes vivas de las plantas o que se encuentren encima de ellas, que las abejas liban, transforman y combinan con sustancias específicas propias y almacenan y dejan madurar en panales de la colmena"* (DOGC, 4 gener 1993, nº 1690). Sin embargo, para lograr obtener un sello DOG o IGP se debería especificar la zona de recolección, por lo que la definición actual debería modificarse.

En base a los resultados de la tesis doctoral, las mieles de Catalunya se pueden diferenciar en miel de flores (multifloral, monofloral) y miel de mielada; así como en mieles centrifugada y miel prensada.

A partir de aquí, se deberían identificar, por un lado, las características comunes de todas las mieles, y por otro, las características complementarias de cada una. Para ello, a continuación, se plantea cómo podría realizarse este estudio.

Obtención de datos *in-situ*

- Periodo de recolección de muestras. Tal y como se ha observado en el estudio interanual de las mieles analizadas en esta tesis doctoral, es necesario recolectar muestras de mieles durante varios años para detectar si existen o no variaciones temporales. Algunos estudios han trabajado con muestras de un solo año (de Sá Otero et al., 2011), pero de esta manera no se tienen en cuenta los factores que varían interanualmente. Otros estudios han recolectado muestras de un mismo colmenar durante varios años, por ejemplo, durante tres años (Battesti & Goeury, 1992; Yang et al., 2014), cuatro años (Salgado-Laurenti et al., 2017) o cinco años (Ferrauto & Pavone, 2013). Con todos estos estudios, junto a los resultados obtenidos en la presente tesis doctoral, donde se observa una importante variabilidad interanual de mieles, se estima que son necesarios como mínimo tres años para identificar la posible variabilidad dentro una misma colmena.

- Estaciones de recolección. El periodo de recolección de la miel es un factor determinante para obtener un tipo u otro de miel. En los resultados de la presente tesis se observó que las mieles mayoritariamente están compuestas de néctar recolectado en primavera, aunque también hay mieles donde predominan taxones de verano y/o otoño. Por tanto, sería recomendable recolectar muestras durante varios períodos en un mismo año para conocer los tipos de miel que se pueden obtener en función de la estación de recolección. Tal y cómo se ha indicado en el punto anterior, sería necesario que dicha recolección estacional de muestras se realizara durante al menos dos, o incluso tres, estaciones (en cada año de muestreo), siempre teniendo en cuenta y respetando a los apicultores y a las abejas.

- Zonas de producción. Si lo que se pretende es crear un sello de "Mieles de Catalunya", la zona geográfica de producción de miel estudiada deberá abarcar todo el territorio. Para ello, se deberá recolectar muestras de todas las regiones productoras de miel del territorio, o, como mínimo de las zonas representativas de los principales ecosistemas.

- Apicultores y tipos de apicultura. En el sello de calidad se ha de especificar qué tipo de explotaciones, colmenas y procedimiento de extracción de la miel se realiza. Para estudiar si existen diferencias entre ellas, se deberán recoger muestras de miel de todo tipo. . Así pues, habrá que obtener información de las siguientes variables:

    - Si el colmenar es trashumante o estante.
    - Si la explotación es profesional o aficionada.
    - Qué tipo de colmena se utiliza.
    - Si la extracción de la miel se realiza mediante centrifugación o prensado.

- Visita a los apiarios y recolección de muestras de polen. Durante el estudio será recomendable visitar los apiarios para analizar la vegetación de la zona, así como recoger muestras de polen de las especies del alrededor del colmenar para elaborar una palinoteca de referencia (ampliar la existente) que ayude a identificar los granos de polen que aparecen en las mieles.

- Etiquetado y almacenamiento de las muestras. Las muestras que se vayan obteniendo para este estudio deberan estar etiquetadas debidamente con un código que permita identificar: nombre del apicultor o de la explotación; fecha de recolección; localización del colmenar; tipo de colmenar; tipo de apicultura; tipo de colmena; tipo de extracción; tipo de miel según el criterio del apicultor. Las muestras deberán almacenarse en un lugar sin luz y a temperatura baja y sin fluctuaciones.

Obtención y análisis de datos en el laboratorio

- Características melisopalinológicas

  Las muestras recolectadas serán analizadas, para determinar los tipos polínicos que presentan:

  1. Procesado de las muestras en el laboratorio (Apartado 3.4. de la presente tesis doctoral)
  2. Análisis de las muestras en el microscopio óptico (Apartado 3.5 de la presente tesis doctoral)
  3. Análisis cuantitativo y cualitativo de los resultados (Apartados 3.6 y 3.7. de la presente tesis doctoral)

- Características físico-químicas de la miel

  A la hora de crear un sello geográfico de calidad, se han de tener en cuenta las características físico-químicas de las mieles del territorio. Para ello, se han de establecer unos intervalos comunes en las mieles de: humedad, conductividad eléctrica, hidroximetilfurfural (HMF), actividad diastásica, acidez libre, pH, prolina, fructosa-glucosa y sacarosa (Tabla 1; apartado 1.1.1.3 de la presente tesis doctoral).

- Características organolépticas de la miel

  Del mismo modo, se ha de establecer un grado de concordancia de las características organolépticas de las mieles del territorio (apartado 1.1.1.3 de la presente tesis doctoral) con las de un patrón de referencia, que demuestren que, caracteres como el olor, sabor, textura y color, a pesar de ser variados, pueden agruparse en determinados intervalos.

- Análisis estadístico.

  Para establecer los tipos polínicos característicos de la región, que determinarán el territorio geográfico donde fueron producidas las mieles, se calculará la ratio de presencia (RP); la frecuencia relativa máxima (FRmax), media (FRmed) y mínima (FRmin); desviación estándar (DE) y coeficiente de variación (CV) de cada tipo polínico identificado; así como el porcentaje de aparición en el conjunto de todas las mieles (Apartados 3.8 y 3.9 de la presente tesis doctoral).

  Para estudiar las variaciones entre las mieles en función de las variables anteriormente mencionadas (tipo de colmenar, tipo de apicultora, tipo de colmena, tipo de extracción de la miel, año de cosecha, localidad, tipo de vegetación circundante del colmenar, etc.) se realizará

un test de ANOVA (caso de tener datos con distribución normal y homocedasticidad o varianzas iguales) o un test de Kruskal-Wallis (caso de que los datos no presenten una distribución normal ni presentan igualdad de varianzas poblacionales).

Para detectar posibles agrupaciones de mieles en función del contenido polínico, se puede realizar un análisis "clúster" de agrupamiento jerárquico, utilizando una distancia Euclidiana acorde con el método Ward (Salgado-Laurenti et al., 2017). Esto se realizará con el espectro polínico total para determinar agrupaciones según el origen geográfico, y con el espectro polínico nectarífero, para determinar agrupaciones según el origen botánico.

Para explicar la variabilidad dentro del conjunto de los datos esporo-polínicos y otros datos como los sensoriales y los físico-químicos y las relaciones entre las muestras, se puede utilizar un Análisis de Componentes Principales (ACP) (Salgado-Laurenti et al., 2017). Este análisis permitirá reducir el número de variables a las que tengan más peso en la diferenciación (Rodríguez Flores, 2015).

Se podrán aplicar también otros métodos para comparar los datos polínicos con otros datos, como el análisis de correlación de Spearman (Rodríguez Flores, 2015) y el Análisis de Correspondencia Canónica (Yang et al., 2014), el cual permite demostrar correlaciones entre dos grupos de variables obtenidas de una misma muestra.

Conclusiones

7. Conclusiones

Flora de interés apícola

1. La revisión bibliográfica y las observaciones efectuadas sobre la flora de interés apícola presente en Catalunya han permitido identificar 424 taxones, pertenecientes a 114 familias, de las cuales las más destacadas son Asteraceae, Fabaceae, Lamiaceae y Rosaceae.
2. Las familias con mayor número de taxones que proporcionan néctar son: Fabaceae (49), Asteraceae (39), Rosaceae (34), Lamiaceae (28), Brassicaceae (16), Apiaceae (11) y Boraginaceae (10).
3. Las familias con mayor número de taxones que solo proporcionan polen son: Cistaceae (8), Oleaceae (8), Scrophulariaceae (8), Arecaceae (7) y Papaveraceae (6).
4. Los taxones de interés por los exudados azucarados para la producción de mielato, son mayoritariamente arbóreos (80%), siendo *Quercus* sp., *Pinus* sp., *Castanea sativa* y *Ceratonia siliqua* los más relevantes en Catalunya; mientras que el 14% son herbáceos y el 7%, arbustivos.
5. El 8,5% de los taxones apícolas son de interés por sus resinas; de ellos, el 61,0% son de porte arbóreo, como *Castanea sativa*, *Populus* sp., *Pinus* sp., y *Quercus* sp.
6. Los recursos apícolas más frecuentes en Catalunya son el polen (92,9%) y el néctar (74,3%), mientras que el número de plantas visitadas para obtener los exudados azucarados y resinas es menor (24,3% y 14,3%, respectivamente).
7. El 63% de los taxones de interés apícola de Catalunya son autóctonos o silvestres, el 27% exóticos, el 6% cultivados y el 4% cultivados/silvestres.
8. La mayoría de taxones de interés para la producción de miel monofloral son de porte herbáceo (51,0%), seguido de arbustivo (27,6%), arbóreo (20,0%) y lianoide (1,4%).

Melisopalinología en mieles

9. Se han identificado 139 tipos polínicos en mieles, incluyendo 84 tipos polínicos nectaríferos, 54 poliníferos y uno, *Ligustrum* sp. con las dos capacidades. La mayoría de tipos polínicos son autóctonos o silvestres (75,3%).

10. Se han identificado 17 tipos de esporas de hongos en mieles, como *Agaricus* sp., *Agrocybe* sp., *Alternaria* sp., *Arthrinium* sp., *Cladosporium* sp., *Coprinus* sp., *Drechslera* sp., *Epicoccum* sp., *Ganoderma* sp., *Peronospora* sp., *Pleospora* sp., *Polythrincium* sp., *Stemphylium* sp., *Torula* sp., especies de Urediniospora, *Ustilago* sp. y especies de Xylariaceae.

11. Los taxones más relevantes para la obtención de recursos (néctar y polen) por *Apis mellifera* en Catalunya (citados en orden alfabético) son: como autóctonos, *Asparagus* sp., especies de Brassicaceae, *Castanea sativa*, *Cistus* sp., *Coronilla* sp., *Crataegus* sp., *Dorycnium* sp, *Echium* sp., *Erica* sp., *Genista* sp., *Hedera helix*, *Lotus* sp., *Quercus* sp., *Rhamnus* sp., *Rosmarinus officinalis*., *Rubus* sp., *Salix* sp., *Sedum* sp., *Thymus* sp. y *Ulex* sp. entre otros; y como exóticos, *Aesculus hippocastanum*, *Agave* sp., *Ailanthus altissima*, *Cercis siliquastrum*, *Eucalyptus* sp., *Gleditsia triacanthos*, especies de la familia Palmae, *Robinia pseudoacacia*, *Schinus* sp. y *Sophora* sp. entre otros.

12. Se ha observado una variación interanual de los tipos polínicos y de sus proporciones entre mieles de una misma localización, lo que implica que a la hora de tipificar el tipo de miel de un apiario hay que recolectar el producto durante diversos años y se proponen 3.

13. El análisis estadístico realizado a partir del espectro polínico de las mieles mostró la existencia de diferencias significativas entre las mieles urbanas y el resto de mieles.

14. En las mieles no urbanas se han identificado 131 tipos polínicos de 62 familias. Aunque los más frecuentes son de plantas autóctonas (como las incluidas en los tipos polínicos *Anthyllis* T., Brassicaceae T., *Cistus albidus*, *Coronilla* T., *Crataegus* sp., *Hedera helix*, *Quercus* perennifolio, *Rhamnus* T., *Rubus* T., *Salix* sp. y *Ulex* T.), también se han revelado importantes especies invasoras (como la nectarífera *Ailanthus altissima*). Se indica la conveniencia de tener en cuenta los taxones invasores a la hora de establecer el origen geográfico de las mieles de un territorio.

15. En la composición de las mieles no urbanas, los taxones nectaríferos arbustivos y herbáceos son los que tienen mayor presencia, lo que refleja la importancia de los ecosistemas abiertos de tipo matorral y tipo herbáceo como suministradores de recursos para *A. mellifera*.

16. En las mieles de bosques mediterráneos de encinar analizadas se ha observado poca presencia de tipos polínicos nectaríferos arbóreos, siendo más importantes las especies de sotobosque

como Arbutus unedo, Asparagus sp., *Crataegus* sp., *Erica* sp., *Hedera helix*, *Laurus* sp., *Lonicera* sp., *Rhamnus* sp. o *Viburnum* sp.

17. En las mieles de bosques caducifolios se ha observado la presencia de taxones arbóreos nectaríferos, como *Castanea sativa*, *Malus* sp., *Prunus* sp. y *Tilia* sp., que pueden permitir la recolección de mieles monoflorales.

18. El contenido polínico de las mieles ha mostrado que las abejas de colmenas situadas en la periferia de núcleos urbanos se adentran en las calles y/o jardines de la ciudad para alimentarse, de la misma manera que las abejas de colmenas urbanas pueden desplazarse fuera de la ciudad en busca de alimento.

19. En las mieles urbanas se han identificado 89 tipos polínicos de 47 familias. Los más frecuentes han sido *Anthyllis* T., *Cercis* T., *Echium* sp., *Lotus* sp., *Papaver* T., *Phoenix* T., *Quercus* perennifolio, *Rubus* T., *Salix* sp. y *Schinus* T., que, junto a la presencia de *Agave* T., *Ailanthus altissima*, *Eucalyptus* sp., *Sophora* sp. y *Tropaeolum* sp., hacen patente la importancia de taxones exóticos.

20. En las mieles de ambientes urbanos se ha observado un alto porcentaje de taxones herbáceos no ornamentales. Es necesario minimizar el uso de herbicidas y pesticidas y adecuar o implementar superficies para este tipo de vegetación en las ciudades (alcorques, terrazas y techos) para favorecer a los polinizadores.

21. De las 51 mieles de Catalunya analizadas, el 64,7% se han categorizado como multiflorales y el 35,3% como monoflorales. 9 de ellas provienen de la apicultura urbana (55,5% monoflorales y 44,4% multiflorales) y 42 no urbanas (66,7% multiflorales y 33,3% monoflorales).

22. Se destacan la frecuencia y proporción de los tipos polínicos *Cistus monspeliensis*, *Hedera helix*, *Rhamnus* sp. y *Salix* sp. como diferenciales de las mieles de Catalunya de las del resto de España.

Melisopalinología en propóleos

23. En los propóleos fueron identificados 135 tipos polínicos (73 de taxones nectaríferos y 62 de poliníferos), de 67 familias. Los tipos polínicos más frecuentes han sido (citados en orden alfabético) *Asparagus* sp., Brassicaceae T., *Hedera helix*, *Olea europaea*, *Pinus* sp., *Plantago* sp., *Quercus* perennifolio y *Rosmarinus officinalis*.

24. En los propóleos fueron identificados 17 tipos de esporas de hongos: *Agaricus* sp., *Agrocybe* sp., *Alternaria* sp., *Cladosporium* sp., *Coprinus* sp., *Drechslera* sp., *Epicoccum* sp., *Ganoderma* sp.,

Melanospora sp., *Oidium* sp., *Pleospora* sp., *Tilletia* sp., *Torula* sp., Urediniosporas, *Ustilago* sp., *Stemphylium* sp. y Xylariaceae.

25. En los propóleos se identificaron esporas de *Equisetum* sp.

26. Las diferencias observadas en los propóleos de Catalunya en función de su color y textura, podrían estar relacionadas con el origen botánico de las resinasde *Pinus* sp., *Quercus* sp, *Castanea sativa* y *Populus* sp.

27. Las diferencias observadas en los propóleos de Catalunya en función de su color y textura, se relacionan con el origen botánico de las resinas. El espectro polínico de los propóleos de textura rígida cristalina y color rojo obtenidos en ecosistemas forestales contenía polen de *Pinus* sp., *Quercus* sp, *Castanea sativa* y *Populus* sp.

28. Los tipos polínicos que aparecen en los propóleos analizados proceden de polen recolectado por *Apis mellifera* y de polen aerovagante.

Melisopalinología en mieles y propóleos

29. En el análisis melisopalinológico de muestras de miel y propóleos realizado en esta tesis doctoral se han reconocido 156 tipos polínicos de 74 familias.

30. Los propóleos tienen una riqueza polínica media de 2.938.724 granos de polen/10g y una diversidad polínica media de 44 tipos polínicos/muestra, muy superior a la riqueza y diversidad polínica media de las mieles, que es de 78.620 granos de polen /10g y 31 tipos polínicos /muestra, respectivamente.

31. Las esporas de hongos han sido el elemento de mielada más frecuente, apareciendo en todas las muestras, tanto en mieles como en propóleos, aunque en cantidad muy superior en propóleos. Mientras que *Cladosporium* sp. y *Alternaria* sp. han sido las esporas más frecuentes en los espectros y más abundantes numéricamente, cabe destacar la presencia diferencial de esporas de *Equisetum* sp. en las muestras de propóleos.

32. Hay relación entre el espectro polínico de las mieles y propóleos de un mismo lugar, pero los tipos polínicos de ambos productos difieren entre sí un 64,4%. Por ello, el estudio del espectro polínico de ambos productos aporta una información más precisa sobre la vegetación circundante de los colmenares, complementando y mejorando la determinación del origen geográfico de mieles, sobre todo, aquellas con una diversidad polínica muy baja.

Referencias bibliográficas

8. Referencias bibliográficas

Abou-Shaara, H. F. (2015). Potential honey bee plants of Egypt. Cercetari Agronomice in Moldova, 48(2), 99-108.

Adler, L. S. (2000). The ecological significance of toxic nectar. Oikos, 91(3), 409-420.

Admiraal, J. F., Musters, C. J. M., & de Snoo, G. R. (2016). The loss of biodiversity conservation in EU research programmes: Thematic shifts in biodiversity wording in the environment themes of EU research programmes FP7 and Horizon 2020. *Journal for Nature Conservation*, *30*, 12-18.

AEAT (Agencia Tributaria) DataComex (2017) www.agenciatributaria.es/AEAT.internet/datosabiertos/catalogo/hacienda/datos_estadisticos_Comercio_Exterior.shtml [Consulta 5/12/2019]

Aizen, M.A. & Harder, L.D. (2009). The global stock of domesticated honey bees is growing slower than agricultural demand for pollination. Current Biology, 19, 915–918.

Albaba, I. (2015). A list of important honeybee nectariferous and polleniferous plant species in the West Bank Governorates, Palestine. Journal of Agricultural Science and Technology, 5, 114-121.

Alkorta, I., Amezaga, I., Albizu, I., Aizpurua, A., Onaindia, M., Buchner, V., & Garbisu, C. (2003). Molecular microbial biodiversity assessment: a biological indicator of soil health. Reviews on Environmental Health, 18(2), 131–51.

Álvarez, S. (2012). Caracterización organoléptica y físico-química de propóleos del departamento de La Libertad, Perú. *The Biologist*, *10*(1), 34-40.

Amaya-Márquez, M. (2009). Floral constancy in bees: a revision of theories and a comparison with other pollinators. R*evista Colombiana de entomología* 35.2: 206-216.

Anderies, M., Katti, M., & Shochat, E. (2007). Living in the city: resource availability, predation, and bird population dynamics in urban areas. Journal of Theoretical Biology, 247(1), 36-49.

Anderson, J.F. & Wojtas, M.A. (1986). Honey bees (Hymenoptera, Apidae) contaminated with pesticides and polychlorinated biphenyls. Reviews on Environmental Health, 79, 1200–1205.

Andreu, J., Pino, J., Basnou, C., Guardiola, M., & Ordóñez, J. L. (2012). Les espècies exòtiques de Catalunya. Resum del projecte EXOCAT 2012. Generalitat de Catalunya, Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural, Barcelona.

Argimon, X. (2009). Estudi de la biodiversitat vegetal dels parcs i jardins de Barcelona. Fundació de l'enginyeria agrícola catalana. Parcs i jardins de Barcelona, Institut Municipal.

Arnold, R. M. (1982). Pollination, predation and seed set in *Linaria vulgaris* (Scrophulariaceae). American Midland Naturalist, 360-369.

Aronne, G., & Wilcock, C. (1995). Reproductive lability in pre-dispersal biology of *Rhamnus alaternus* L. (Rhamnaceae). Protoplasma, 187(1-4), 49-59.

Aronne, G., & Wilcock, C. (1997). Reproductive phenology in Mediterranean macchia vegetation. Lagascalia, 19 (1-2), 445-454.

Aronne, G., Wilcock, C. C., & Pizzolongo, P. (1993). Pollination biology and sexual differentiation of *Osyris alba* (Santalaceae) in the Mediterranean region. Plant Systematics and Evolution, 188(1-2), 1-16.

Arroyo, T. M., González-Porto, A. V., & Esteban, C. B. (2017). Viper's bugloss (*Echium* spp.) honey typing and establishing the pollen threshold for monofloral honey. PloS one, *12*(10).

Ashworth, L., & Galetto, L. (2002). Differential nectar production between male and female flowers in a wild cucurbit: *Cucurbita maxima* ssp. *andreana* (Cucurbitaceae). *Canadian Journal of Botany*, *80*(11), 1203-1208.

Atkinson, M.D. & Atkinson, E. (2002) Biological flora of the British Isles. S*ambucus nigra* L. Journal of Ecology, 90, 895–923.

Aymerich, P., & Sáez, L. (2019). Checklist of the vascular alien flora of Catalonia (northeastern Iberian Peninsula, Spain). Mediterranean Botany, 40(2), 215-242.

Bachman, W. W., & Waller, G. D. (1977). Honeybee responses to sugar solutions of different compositions. *Journal of Apicultural Research*, *16*(4), 165-169.

Baker, H. G. & Baker, I. (1982). Chemical constituents of nectar in relation to pollination mechanisms and phylogeny, pp. 131-172, in M. H. Nitecki (ed.). Biochemical Aspects of Evolutionary Biology-Proceedings of the 4th Annual Spring Systematics Symposium. University of Chicago Press, Chicago.

Baldock, K. C. R., Goddard, M. A., Hicks, D. M., Kunin, W. E., Mitschunas, N., Osgathorpe, L. M., Potts, S. G., Robertson, K. M., Scott, A. V., Stone, G. N., Vaughan, I. P. Memmott, J., 2015. Where is the UK's pollinator biodiversity? The importance of urban areas for flower-visiting insects. Proceedings of the Royal Society B-Biological Sciences, 282.

Ballantyne, G., & Willmer, P. A. T. (2012). Floral visitors and ant scent marks: noticed but not used? Ecological Entomology, 37(5), 402-409.

Bankova, V. S., de Castro, S. L., & Marcucci, M. C. (2000). Propolis: recent advances in chemistry and plant origin. Apidologie, 31(1), 3-15.

Barker, R. J., & Lehner, Y. (1974). Acceptance and sustenance value of naturally occurring sugars fed to newly emerged adult workers of honey bees (*Apis mellifera* L.). Journal of Experimental Zoology, *187*(2), 277-285.

Barrett, S. C., & Harder, L. D. (2005). The evolution of polymorphic sexual systems in daffodils (*Narcissus*). New Phytologist, 165(1), 45-53.

Barth, O. M. (1998). Pollen analysis of Brazilian propolis. *Grana*, *37*(2), 97-101.

Barth, O. M., Freitas, A. D. S. D., Matsuda, A. H., & Almeida-Muradian, L. B. D. (2013). Botanical origin and Artepillin-C content of Brazilian propolis samples. Grana, 52(2), 129-135.

Barth, O. M., Freitas, A. S., Oliveira, É. S., Silva, R. A., Maester, F. M., Andrella, R. R., & Cardozo, G. M. (2010). Evaluation of the botanical origin of commercial dry bee pollen load batches using pollen analysis: a proposal for technical standardization. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, *82*(4), 893-902.

Barth, O. M., Munhoz, M. C., & Luz, C. F. P. (2009). Botanical origin of *Apis* pollen loads using colour, weight and pollen morphology data. *Acta Alimentaria*, *38*(1), 133-139.

Barth, O.M. & Luz, C.F.P. (1998): *Melissopalynological data obtained from a mangrove area near to Rio de Janeiro, Brazil*. J. apicult. Res., 37, 155–163.

Battesti, M. J., & Goeury, C. (1992). Efficacité de l'analyse mélitopalynologique quantitative pour la certification des origines géographique et botanique des miels: le modèle des miels corses. Review of Palaeobotany and palynology, 75(1-2), 77-102.

Bazzurro, D., Díaz, R., & Sánchez, M. (1995). Tipificación de miel: un uso sustentable de la palmera butiá (*Butia capitata*). Documentos de Trabajo nº 6. Probides, ed. Rocha.

Beerling, D. J., Bailey, J. P., & Conolly, A. P. (1994). *Fallopia japonica* (Houtt.) ronse decraene. Journal of Ecology, 82(4), 959-979.

Belmonte, J., Pérez-Obiol, R., & Roure, J. M. (1986). Claves para la determinación de los pólenes de las principales especies melíferas de la Península Ibérica. Orsis: organismes i sistemes, 2, 27-54.

Belmonte, J. & Roure, J. M. (1991). Characteristics of the aeropollen dynamics at several localities in Spain. Grana, 30: 2, 364-372.

Bermejo, F. J. O. & Pajuelo, A. G. (2008a). “Mieles monoflorales de la Península Ibérica. Fichas Técnicas. Acacia (*Robinia pseudoacacia*), aguacate (*Persea americana*), albaida (*Anthyllis* spp.), alfalfa (*Medicago sativa*) y algarrobo (*Ceratonia siliqua*). Vida Apícola. nº 149: 25-30.

Bermejo, F. J. O. & Pajuelo, A. G. (2008b). “Mieles monoflorales de la Península Ibérica. Fichas Técnicas. Colza (*Brassica* spp.), miel de sierra (montaña con castaño), esparceta (pipirigallo, *Onobrychis sativa*). Vida Apícola. nº 152: 25-29.

Bermejo, F. J. O. & Pajuelo, A. G. (2009a). “Mieles monoflorales de la Península Ibérica. Fichas Técnicas. Espliego (*Lavandula* spp.), eucalipto (*Eucaliptus* spp.), girasol (*Helianthus annuus*), limón (*Citrus limonia*), lotus, corazoncillo (*Lotus* spp.). Vida Apícola. nº 153: 25-30.

Bermejo, F. J. O. & Pajuelo, A. G. (2009b). “Mieles monoflorales de la Península Ibérica. Fichas Técnicas. Pradera, retama (*Lygos sphaerocarpa*), romero (*Rosmarinus officinalis*), tomillo (*Thymus* spp.) y zarza (*Rubus* spp.). Vida Apícola. nº 156: 25-30.

Bermejo, F. J. O. & Pajuelo, A. G. (2009c). “Mieles monoflorales de la Península Ibérica. Fichas Técnicas. Montaña, naranjo (*Citrus* spp.), níspero (*Eribotryajaponica*), poleo (*Menthapulegium*). Vida Apícola. nº 155: 35-39.

Biisik, A., Cakmak, I., Bicakci, A., & Malyer, H. (2008). Seasonal variation of collected pollen loads of honeybees (*Apis mellifera* L. *anatoliaca*). Grana, 47(1), 70-77.

Bista, S., & Shivakoti, G. P. (2001). Honeybee flora at Kabre, Dolakha District. Nepal Agriculture Research Journal, 18-25.

Boada, M.; Maneja, R. & Knobel, P. (2016). City view: Barcelona, Spain. State of the world. Gardner, G., Prugh, T. and Renner, M.C. Can a city be sustainable? Worldwatch Institute. Ed. Island Press, pp 257-262.

Bolòs, O. D., Vigo, J., Masalles, R. M., & Ninot, J. M. (1993) Flora manual dels Països Catalans (2ª edició). Ed. Pòrtic. Barcelona.

Bolòs, O.D., Carreras, J., & Vigo, J. (2004). Mapa de la vegetació potencial de Catalunya: 1: 250.000. Institut Cartogràfic de Catalunya.

Bonvehí, J. S., & Bermejo, F. O. (2013). Element content of propolis collected from different areas of South Spain. Environmental monitoring and assessment, 185(7), 6035-6047.

Bonvehí, J. S., & Coll, F. V. (1995). Characterization of *Citrus* Honey (*Citrus* Spp.) Produced in Spain. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 43(8), 2053–2057.

Bonvehí, J. S., & Gutiérrez, A. L. (2012). The antimicrobial effects of propolis collected in different regions in the Basque Country (Northern Spain). World Journal of Microbiology and Biotechnology, 28(4), 1351-1358.

Bonvehí, J. S., Coll, F. V. & Jordà R. E. (1994). The composition, active components and bacteriostatic activity of propolis in dietetics. Journal of the American Oil Chemists’ Society, 71(5), 529-532.

Boorman, L. A. (1967). *Limonium vulgare* Mill. and *L. humile* Mill. Journal of Ecology, 55(1), 221-232.

Bosch, J. (1992). Floral biology and pollinators of three co-occurring *Cistus* species (Cistaceae). Botanical Journal of the Linnean Society, 109(1), 39-55.

Bosch, J., Retana, J., & Cerdá, X. (1997). Flowering phenology, floral traits and pollinator composition in a herbaceous Mediterranean plant community. Oecologia, 109(4), 583-591.

Brittain, C., Williams, N., Kremen, C., Klein, A. (2013). Synergistic effects of non- Apis bees and honey bees for pollination services. Procedings of Royal Society B 280: 20122767.

Bryant Jr., V. M., & Jones, G. D. (2001). The r-values of honey: Pollen coefficients. Palynology, 25(1), 11-28.

Bucher, E., Kofler, V., Zieger, E. &Vorwohl, G. (2004). Lo spettro pollinico dei mieli dell'Alto Adige. Bolzano: Agenzia provinciale per la protezione dell'ambiente e la tutela del lavoro, 676 pp.

Burck, W. (1906). On the influence of the nectaries and other sugarcontaining tissues in the flower on the opening of the anthers. Proceedings of the Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen, 9, 390.

Cadwallader, A., Hewey, V., Isaza, S., & Simsek, E. (2011). Supporting urban beekeeping livelihood strategies in Cape Town. PhD Thesis, Worcester Polytechnic Institute, Worcester, U.S.

Cakmak, I., Sanderson, C., Blocker, T. D., Pham, L. L., Checotah, S., Norman, A. A., Harder-pate B. K., Reidenbaugh R. T., Nenchev P., Barthell J. F. & Wells, H. (2009). Different solutions by bees to a foraging problem. *Animal Behaviour*, *77*(5), 1273-1280.

Çakmak, I., Wells, H., & Firatli, Ç. (1998). Response of Apis mellifera syriaca and A. m. armeniaca to nectar variations: implications for agriculture. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, *22*, 561-572.

Canale, A., Benvenuti, S., Raspi, A., & Benelli, G. (2015). Insect pollinators of the late winter flowering *Rhamnus alaternus* L., a candidate for honeybee-friendly scrubland spots in intensively managed agricultural areas. Plant Biosystems-An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology, 150(4), 611-615.

Cardinal, S., & Danforth, B. N. (2013). Bees diversified in the age of eudicots. Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences, 280(1755), 20122686.

Carroll, A. B., Pallardy, S. G., & Galen, C. (2001). Drought stress, plant water status, and floral trait expression in fireweed, *Epilobium angustifolium* (Onagraceae). American Journal of Botany, 88(3), 438-446.

Casasayas i Fornell, T. (1989). La flora al.lòctona de Catalunya. Catàleg raonat de les plantes vasculars exòtiques que creixen sense cultiu al NE de la Península Ibèrica. Ph.D. Thesis, Universitat de Barcelona, Barcelona, Spain.

Caselles, J. R., Moreno, M. E. B., Andrés, I. M., & Ferreras, C. G. (1998). Espectro polínico de mieles de labiadas valencianas. *Botanica Macaronesica*, (23), 155-166.

Castro-Vázquez, L., Díaz-Maroto, M. C., & Pérez-Coello, M. S. (2006). Volatile composition and contribution to the aroma of Spanish honeydew honeys. Identification of a new chemical marker. Journal of agricultural and food chemistry, *54*(13), 4809-4813.

Çelemli, Ö. G., Temizer, İ. K., Zare, G., & Sorkun, K. (2016). Castanea sativa; A Source of Turkish Propolis: Plant Anatomy, Palynology and Chemistry. Hacettepe, Journal of Biological Chemistry. 44(1), 7-14.

Chaudhary, O. P. (2006). Diversity, foraging behaviour of floral visitors and pollination ecology of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). Journal of Spices and Aromatic Crops, 15(1), 34-41.

Chen, G., Gong, W., Ge, J., Dunn, B. L., & Sun, W. (2014). Inflorescence scent, color, and nectar properties of "butterfly bush" (*Buddleja davidii*) in its native range. Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants, 209(3-4), 172-178.

Chen, G., Sun, H., Sun, W., & Norman, E. (2011). Buddleja davidii and Buddleja yunnanensis: exploring features associated with commonness and rarity in *Buddleja*. Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants, 206(10), 892-895.

Chomnunti, P., Hongsanan, S., Aguirre-Hudson, B., Tian, Q., Peršoh, D., Dhami, M. K., Alias A. S., Xu J., Liu X., Stadler M. & Hyde, K. D. (2014). The sooty moulds. Fungal Diversity, 66(1), 1-36.

Clearwater, M. J., Revell, M., Noe, S., & Manley-Harris, M. (2018). Influence of genotype, floral stage, and water stress on floral nectar yield and composition of mānuka (*Leptospermum scoparium*). Annals of botany, 121(3), 501-512.

Clément, H. (2012). Tratado de apicultura: el conocimiento y el cuidado de la abeja, las técnicas apícolas y los productos de la colmena. Barcelona: Omega.

Cocucci, A. A., Galetto, L., & Sersic, A. (1992). El sindrome floral de *Caesalpinia gillesii* (Fabaceae Caesalpinioideae). Darwiniana, 111-135.

Coello, M., Rodríguez, M. & Rodríguez, M. (1992). Evolución del espectro polínico en muestras de miel y néctar de un colmenar de Tomiño (Pontevedra). Botanica complutensis, (17), 87-98.

Comba, L., Corbet, S. A., Barron, A., Bird, A., Collinge, S., Miyazaki, N., & Powell, M. (1999a). Garden flowers: insect visits and the floral reward of horticulturally-modified variants. Annals of Botany, 83(1), 73-86

Comba, L., Corbet, S. A., Hunt, L., & Warren, B. (1999b). Flowers, Nectar and Insect Visits: Evaluating British Plant Species for Pollinator-friendly Gardens. Annals of Botany, 83, 369–383.

Córdoba, S. A., & Cocucci, A. A. (2011). Flower power: its association with bee power and floral functional morphology in papilionate legumes. Annals of botany, 108(5), 919-931.

Craig, J. L., & Stewart, A. M. (1988). Reproductive biology of *Phormium tenax*: a honeyeater-pollinated species. New Zealand journal of botany, 26(3), 453-463.

Crane, E. (1973) Honey Sources in Some Tropical and Subtropical Countries, Bee World, 54:4, 177-186.

Crane, E. (1997). El libro de la miel. Fondo de Cultura Económica, México, D. F.

Crane, E. & Walker, P. (1985). Important honeydew sources and their honeys. Bee World, 66(3), 105-112.

CREAF (Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals - Sistema d'Informació dels Boscos de Catalunya). http://www.creaf.uab.cat/sibosc/ [Consulta 5/12/2019]

Cunqueiro, C. S., & Laín, C. S. (1982). Análisis polínico de mieles de Pontevedra (España). Lazaroa, (4), 253-268.

Da Silva, P. M., Gauche, C., Gonzaga, L. V., Costa, A. C. O., & Fett, R. (2016). Honey: Chemical composition, stability and authenticity. Food Chemistry, 196, 309-323.

D'Albore, G. R. (1979). L'origine geographique de la propolis. Apidologie, 10(3), 241-267.

Daners, G., & Tellería, M. C. (1998). Native vs. introduced bee flora: A palynological survey of honeys from Uruguay. Journal of Apicultural Research, 37(4), 221–229.

Danforth, B. N., Sipes, S., Fang, J., & Brady, S. G. (2006). The history of early bee diversification based on five genes plus morphology. Proceedings of the National Academy of Sciences, *103*(41), 15118-15123.

Danner, N., Molitor, A. M., Schiele, S., Härtel, S., & Steffan-Dewenter, I. (2016). Season and landscape composition affect pollen foraging distances and habitat use of honey bees. Ecological Applications, 26(6), 1920-1929.

De Freitas, A. D. S., Barth, O. M., Sales, É. D. O., Matsuda, A. H., & de Almeida-Muradian, L. B. (2011). A palynological analysis of Brazilian propolis samples. Journal of ApiProduct and ApiMedical Science, 3(2), 67–74.

De la Barrera, E., & Nobel, P. S. (2004). Nectar: properties, floral aspects, and speculations on origin. *Trends in plant science*, *9*(2), 65-69.

De la Cruz, D. R., Reyes, E. S., Durán, S. S., & Sánchez, J. S. (2013). Análisis palinológico de mieles comerciales monoflorales. Botanica Complutensis, 37, 171.

De Linares, C., Delgado, R., Aira, MJ., Alcázar, P., Alonso-Pérez, S., Boi, M., Cariñanos, P., Cuevas, E., Díaz de la Guardia, C., Elvira-Rendueles, B., Fernández-González, D., Galán, C., Gutiérrez-Bustillo, A.M., Pérez-Badia, R., Rodríguez-Rajo, F.J., Ruíz-Valenzuela, L., Tormo-Molina, R., Trigo, M.M., Valencia-Barrera, R.M., Valle, A., Belmonte, J. (2017). Changes in the Mediterranean pine forest: pollination patterns and annual trends of airborne pollen. Aerobiology, pp. 1-17.

De Luis, P. & Gómez-Ferreras, C. (1989). Contribución al análisis polínico de mieles de Astuias Occidental (España). Botanica Complutensis, 1S: 163–173.

De Sá-Otero, M. P., Armesto-Baztan, S., & Diaz-Losada, E. (2009). Analysis of protein content in pollen loads produced in north-west Spain. Grana, 48(4), 290-296.

De Sá-Otero, M. P., Díaz Losada, E., & Armesto Baztan, S. (2011). Caracterización de mieles de obtención artesanal y comerciales producidas en Galicia (NO de España) a partir de su espectro polínico y contenido proteico. Botanica Complutensis. 35: 131-140.

De Sá-Otero, M. P., Díaz, E., & Armesto, S. (2004). Flower election by honeybee and floral morphology. Lazaroa, 25, 113-123.

De Sá-Otero, P.; Armesto Baztán, S. & Díaz Losada, E. (2006). A study of variation in the pollen spectra of honeys sampled from Baixa-Limia Serra do Xurés Nature Reserve in northwest of Spain. Grana 45: 137-145.

Decreto 1049/2003, de 1 de agosto, por el que se aprueba la Norma de calidad relativa a la miel. Ministerio de la Presidencia, B.O.E. núm. 186, de 5 de agosto de 2003. Referencia: BOE-A-2003-15598.

Decreto 40/2014, de 25 de marzo, d'ordenació de les explotacions ramaderes. Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural. Referencia: DOGC-6591.

Deelstra, T., & Girardet, H. (2000). Urban agriculture and sustainable cities. Bakker N., Dubbeling M., Gündel S., Sabel-Koshella U., de Zeeuw H. (Eds). Growing cities, growing food. Urban agriculture on the policy agenda. Feldafing, Germany: Zentralstelle für Ernährung und Landwirtschaft (ZEL), 43-66.

Değirmenci, L., Thamm, M., & Scheiner, R. (2018). Responses to sugar and sugar receptor gene expression in different social roles of the honeybee (Apis mellifera). Journal of insect physiology, *106*, 65-70.

Deinzer, M. L., Thomson, P. A., Burgett, D. M., & Isaacson, D. L. (1977). Pyrrolizidine alkaloids: their occurrence in honey from tansy ragwort (*Senecio jacobaea* L.). Science, *195*(4277), 497-499.

Delmoro, J., Muñoz, D., Nadal, V., Clementz, A., & Pranzetti, V. (2010). El color en los alimentos: determinación de color en mieles*. Invenio: Revista de investigación académica,* (25), 145-152.

DeLong, D. (1996). Defining Biodiversity. Wildlife Society Bulletin (1973-2006), 24(4), 738-749.

Demianowicz, Z. (1964). Charakteristik der Einartenhonige. Les Annales de l'Abeille, INRA Editions, 7 (4), 273-288.

De-Miguel, S., Pukkala, T., & Yeşil, A. (2014). Integrating pine honeydew honey production into forest management optimization. European Journal of Forest Research, 133(3), 423-432.

Detzel, A., & Wink, M. (1993). Attraction, deterrence or intoxication of bees (*Apis mellifera*) by plant allelochemicals. Chemoecology, 4(1), 8-18.

Devesa, J. A., Ortiz, P., & Muñoz, A. (1987). Breve reseña histórica de la apicultura en España. Vida apícola, 25, 63-65.

Di Marco, G., Manfredini, A., Leonardi, D., Canuti, L., Impei, S., Gismondi, A., & Canini, A. (2016). Geographical, botanical and chemical profile of monofloral Italian honeys as food quality guarantee and territory brand. Plant Biosystems-An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology, 151(3), 450-463.

Di Pasquale, G., Alaux, C., Le Conte, Y., Odoux, J. F., Pioz, M., Vaissière, B. E., Belzunces, L. P. & Decourtye, A. (2016). Variations in the availability of pollen resources affect honey bee health. PloS one, 11(9).

Di Pasquale, G., Salignon, M., Le Conte, Y., Belzunces, L. P., Decourtye, A., Kretzschmar, A., Suchail, S., Brunet, J-L. & Alaux, C. (2013). Influence of pollen nutrition on honey bee health: do pollen quality and diversity matter?. *PloS one*, *8*(8).

Di Rosa, A. R., Leone, F., Scattareggia, C. & Chiofalo, V. (2018). Botanical origin identification of Sicilian honeys based on artificial senses and multi-sensor data fusion. European Food Research and Technology, 244(1), 117-125.

Dias, L. G., Pereira, A. P., & Estevinho, L. M. (2012). Comparative study of different Portuguese samples of propolis: Pollinic, sensorial, physicochemical, microbiological characterization and antibacterial activity. *Food and Chemical Toxicology*, *50*(12), 4246-4253.

Díaz, E., González, A., Fernández, E., & Saa, M.P. (1995). Contribución al estudio de la utilización selectiva por Apis mellifera L. de la flora local en un colmenar del NW de la Península Ibérica (Galicia). Acta Botánica Malacitana, 20, 115-122.

Dimou, M., & Thrasyvoulou, A. (2007). Seasonal variation in vegetation and pollen collected by honeybees in Thessaloniki, Greece. Grana, 46(4), 292-299.

Dimou, M., & Thrasyvoulou, A. (2009). Pollen analysis of honeybee rectum as a method to record the bee pollen flora of an area. Apidologie, 40(2), 124-133.

Dimou, M., Thrasyvoulou, A., & Tsirakoglou, V. (2006). Efficient use of pollen traps to determine the pollen flora used by honey bees. Journal of Apicultural Research, 45(1), 42-46.

Directiva 2001/110/CE del Consejo de la Unión Europea, de 20 de diciembre de 2001, relativa a la miel. Diario Oficial de las Comunidades Europeas.

Domsch, K. H., Gams, W., & Anderson, T. H. (2007). Compendium of Soil Fungi. 2nd taxonomically revised edition by W. Gams. Ed. IHW Verlag. Eching, Germany.

Doner, L. (1977): "The sugars of honey—a review." Journal of the Science of Food and Agriculture 28.5 443-456.

Drescher, N., Klein, A. M., Schmitt, T., & Leonhardt, S. D. (2019). A clue on bee glue: New insight into the sources and factors driving resin intake in honeybees (*Apis mellifera*). *PloS one*, *14*(2).

Duffy, J.E. (2009). Why biodiversity is important to the functioning of real-world ecosystems. Frontiers in Ecology and the Environment, 7(8), 437–444.

Edgar, J. A., Roeder, E., & Molyneux, R. J. (2002). Honey from plants containing pyrrolizidine alkaloids: a potential threat to health. Journal of agricultural and food chemistry, 50(10), 2719-2730.

Eisikowitch, D., & Masad, Y. (1982). Preferences of honeybees for different ornamental nectar-yielding plants during the dearth period in Israel. Bee World, 63(2), 77-82.

Erbar, C., & Leins, P. (2013). Nectar production in the pollen flower of *Anemone nemorosa* in comparison with other Ranunculaceae and *Magnolia* (Magnoliaceae). Organisms Diversity & Evolution, 13(3), 287-300.

Escuredo, O, Fernández-González, M. & Seijo, M.C. (2012a). Differentiation of blossom honey and honeydew honey from Northwest Spain. Agriculture, 2(1), 25-37.

Escuredo, O., Silva, L. R., Valentão, P., Seijo, M. C., & Andrade, P. B. (2012b). Assessing *Rubus* honey value: Pollen and phenolic compounds content and antibacterial capacity. Food Chemistry, 130(3), 671-678.

European Union (2010). Making our cities attractive and sustainable. How the EU contributes to improving the urban environment. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 36 pp.

Fahn, A. (1979). Ultrastructure of nectaries in relation to nectar secretion. *American Journal of Botany*, *66*(8), 977-985.

Fahrig, L., Baudry, J., Brotons, L., Burel, F. G., Crist, T. O., Fuller, R. J., Sirami, C., Siriwardena, M. & Martin, J. L. (2011). Functional landscape heterogeneity and animal biodiversity in agricultural landscapes. Ecology letters, 14(2), 101-112.

FAOSTAT (Food and Agriculture Organization Statistics) (2017) www.fao.org/faostat/es/ [Consulta 5/12/2019]

Farkas, Á. & Zajácz, E. (2007). Nectar production for the Hungarian honey industry. The European Journal of Plant Science and Biotechnology, *1*(2), 125-151.

Fernández-Llamazares, Á., Belmonte, J., Delgado, R., & De Linares, C. (2014). A statistical approach to bioclimatic trend detection in the airborne pollen records of Catalonia (NE Spain). International journal of biometeorology, 58(3), 371-382.

Ferrauto, G., & Pavone, P. (2013). Palynological, physico-chemical and organoleptic characteristics of carob tree (*Ceratonia siliqua* L.) honey from Sicily. International Journal of Food Science & Technology, 48(8), 1596-1602.

Ferreira, J. M., Fernandes-Silva, C. C., Salatino, A., Negri, G., & Message, D. (2017). New propolis type from north-east Brazil: chemical composition, antioxidant activity and botanical origin. Journal of the Science of Food and Agriculture, *97*(11), 3552-3558.

Ferreras, C. G. (1989). Contribución al análisis polínico de mieles de la provincia de Zamora (España). *Botanica complutensis*, (14), 157-166.

Flores, M. S. R. (2015). Estudio de las características de las mieles de castaño y de melada producidas en Galicia. Ph. D. thesis, Universidade de Vigo.

Flores, M. S. R., Escuredo, O., & Seijo, M. C. (2015). Assessment of physicochemical and antioxidant characteristics of *Quercus pyrenaica* honeydew honeys. *Food chemistry*, *166*, 101-106.

Fontana, J. D., Adelmann, J., Passos, M., Maraschin, M., de Lacerda C. A. & Lanças M. F. (2004). Propolis: Chemical Micro-Heterogeneity and Bioactivity. In Methods in Biotechnology, Environmental Microbiology: Methods and Protocols, Ed: Spencer J. F. T. & Ragout de Spencer A. L. Humana Press, Totowa, New Jersey (pp. 203-218).

Forcone, A., Aloisi, P. V., Ruppel, S., & Muñoz, M. (2011). Botanical composition and protein content of pollen collected by Apis mellifera L. in the north-west of Santa Cruz (Argentinean Patagonia). Grana, 50(1), 30-39.

Fortunato, L., Gazziola, F., Barbattini, R., & Frilli, F. (2006). A study on the pollen sources for honey bees in Udine province (northern Italy). Bulletin of Insectology, *59*(1), 39.

Free, J. B. (1963). The flower constancy of honeybees. *The Journal of Animal Ecology*, 119-131.

Frisch, K. von (1984). La vida de las abejas. Ed. Labor. Barcelona.

Fritz, U., (2003). Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry. Wiley-VCH (Eds.). Vol 40 ISBN 978-3-527-30385-4.

Fussell, M., & Corbet, S. A. (1991). Forage for bumble bees and honey bees in farmland: a case study. Journal of apicultural Research, 30(2), 87-97.

Galán-Soldevilla, H., Ruiz-Pérez-Cacho, M. P., Jimenez, S. S., Villarejo, M. J., & Manzanares, A. B. (2005). Development of a preliminary sensory lexicon for floral honey. Food Quality and Preference, *16*(1), 71-77.

Galen, C. (2005). It never rains but then it pours the diverse effects of water on flower integrity and function. In Reproductive allocation in plants (pp. 77-95). Academic Press.

Galetto, L. (1995). Nectary structure and nectar characteristics in some Bignoniaceae. Plant Systematics and Evolution, 196(1-2), 99-121.

Galetto, L., & Bernardello, G. (2003). Nectar sugar composition in angiosperms from Chaco and Patagonia (Argentina): an animal visitor's matter?. Plant Systematics and Evolution, 238(1-4), 69-86.

Garbuzov, M., & Ratnieks, F. L. W. (2014). Quantifying variation among garden plants in attractiveness to bees and other flower-visiting insects. Functional Ecology, 28(2), 364–374.

García-García, M. C., Ortiz, P. L., & Dapena, M. J. D. (2004). Variations in the weights of pollen loads collected by *Apis mellifera* L. *Grana*, *43*(3), 183-192.

Gardener, M. C., & Gillman, M. P. (2002). The taste of nectar–a neglected area of pollination ecology. Oikos, 98(3), 552-557.

Gardener, M.C., & Gillman, M.P. (2001). The effect of soil fertilizer on amino acids in thefloral nectar of corncockle, *Agrostemma githago* (Caryophyllaceae). Oikos, 92, 101–106.

Garratt, M. P., Breeze, T. D., Jenner, N., Polce, C., Biesmeijer, J. C., & Potts, S. G. (2014). Avoiding a bad apple: Insect pollination enhances fruit quality and economic value. Agriculture, ecosystems & environment, 184, 34-40.

Geldmann, J. & González-Varo, J. P. (2018). Conserving honey bees does not help wildlife. Science, vol. 359, 392-393.

George, H., & Vansell, W. H. (1952). Honey bees as agents of pollination. In A. Stefferud. Insects, The yearbook of agriculture. United States Department of Agriculture, Washington (EUA).

Geslin, B., Gauzens, B., Thebault, E., & Dajoz, I. (2013). Plant pollinator networks along a gradient of urbanisation. PloS one, 8(5), e63421.

Ghisalberti, E. L. (1979). Propolis: a review. Bee world, *60*(2), 59-84.

Gillespie, L. H., & Henwood, M. J. (1994). Temporal changes of floral nectar-sugar composition in *Polyscias sambucifolia* (Sieb. ex DC.) Harms (Araliaceae). Annals of botany, 74(3), 227-231.

Giner, M. M., & García, J. (1994). Analisis polinico de mieles de azahar de la Veja del Segura (Alicante e Murcia). Alimentaria, 37, 37-42.

Giovanetti, M., & Aronne, G. (2013). Honey bee handling behaviour on the papilionate flower of *Robinia pseudoacacia* L. Arthropod-Plant Interactions, 7(1), 119-124.

Girón, V. M. (1995). Análisis palinológico de la miel y la carga de polen colectada por *Apis mellifera* en el suroeste de Antioquia, Colombia. Boletín Del Museo de Entomología de La Universidad Del Valle., 3(2), 35–54.

Godwin, H. (1943). *Frangula alnus* Miller. Journal of Ecology, 31(1), 77-92.

Gómez Ferreras, C. & Sáenz de Rivas, C. (1980). Análisis polínico de mieles de Cáceres (España). Anales Jardín Botánico de Madrid 36: 191-201

Gong, F., Wu, X., & Wang, W. (2015). Diversity and function of maize pollen coat proteins: from biochemistry to proteomics. Frontiers in plant science, 6, 199.

Gonzalez, A., Rowe, C. L., Weeks, P. J., Whittle, D., Gilbert, F. S., & Barnard, C. J. (1995). Flower choice by honey bees (*Apis mellifera* L.): sex-phase of flowers and preferences among nectar and pollen foragers. *Oecologia*, *101*(2), 258-264.

Gonzalez, M. V., Coque, M. & Herrero, M. (1998). Influence of pollination systems on fruit set and fruit quality in kiwifruit (*Actinidia deliciosa*). Annals of Applied Biology, 132: 349–355.

Gordón, M. Á. R., Atlántico, J. B., & Ornosa, C. (2002). Polinizadores y biodiversidad. Asociación española de Entomología, Jardín Botánico Atlántico y Centro Iberoamericano de la Biodiversidad Eds. 159 p.

Greco, C. F., Holland, D., & Kevan, P. G. (1996). Foraging behaviour of honey bees (*Apis mellifera* L.) on staghorn sumac [*Rhus hirta* Sudworth (ex-Typhina L.)]: differences and dioecy. The Canadian Entomologist, 128(3), 355-366.

Greenaway, W., Scaysbrook, T., & Whatley, F. R. (1990). The composition and plant origins of propolis: a report of work at Oxford. *Bee world*, *71*(3), 107-118.

Guillèn, R. F., Codinach, T. F., & Camarasa, J. M. (1986). Història natural dels Països Catalans: Vol. 7. Vegetació. Barcelona. Enciclopèdia Catalana.

Guitián, J. & Fuentes, M. (1992). Reproductive biology of *Crataegus monogyna* in northwestern Spain. Acta Oecologica, 13(1), 3-11.

Guitihn, J. (1995). Sex ratio, reproductive investment and flowering phenology in dioecious *Rhamnus alaternus* (Rhamnaceae). Nordic Journal of Botany, 15(2), 139-143.

Han, F., Wallberg, A., & Webster, M. T. (2012). From where did the Western honeybee (*Apis mellifera*) originate?. *Ecology and evolution*, *2*(8), 1949-1957.

Harrison, T. & Winfree, R. (2015). Urban drivers of plant-pollinator interactions. Functional Ecology, 29(7), 879-888.

Henderson, A. (1986). A review of pollination studies in the Palmae. The Botanical Review, 52(3), 221-259.

Hendrix, D. L., Wei, Y. A., & Leggett, J. E. (1992). Homopteran honeydew sugar composition is determined by both the insect and plant species. Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Comparative Biochemistry, 101(1-2), 23-27.

Herce, P. (1941). Flora y regiones melíferas de España. Madrid, Sección de Publicaciones, Prensa y Propaganda del Ministerio de Agricultura, 38, 76 p.

Herguido, J. M. (2017). Caracterización polínica de mieles procedentes de la apicultura urbana en los Jardines del Real de la ciudad de Valencia. Grade Thesis, Escuela Técnica Superior De Ingeniería Agronómica Y Del Medio Natural, Universitat Politècnica de València, València.

Herrera, J. (1985). Nectar secretion patterns in southern Spanish Mediterranean scrublands. Israel Journal of Plant Sciences, 34(1), 47-58.

Herrera, J. (1986). Flowering and fruiting phenology in the coastal shrublands of Doñana, south Spain. Vegetatio, 68(2), 91-98.

Herrera, J. (1988). Datos sobre biología floral en la flora de Andalucía Oriental. Lagascalia, 15, 607-614.

Herrero, B., & Valencia-Barrera, R. M. (2001). Palynological analysis of honeys from Palencia Province (Spain). Acta Botanica Croatica, 60(1), 11-24.

Hidalgo, M. I., Bootello, M. L., & Pacheco, J. (1990). Origen floral de las cargas de polen recogidas por *Apis mellifera* L. en Abra (Malaga, España). Acta Botánica Malacitana 15: 33-44.

Hidalgo, M. I., & Cabezudo, B. (1994). Fenología y volumen de floración del matorral de la Sierra de Mijas (Málaga, S. España). Acta Botanica Malacitana, 19: 123-136.

Hidalgo, M. I., & Cabezudo, B. (1995). Producción de néctar en matorrales del sur de España (Andalucía). Acta Botánica Malacitana 20:123–132.

Hidalgo, M. I., Recio, M. & Cabezudo, B. (1996). Producción de polen en un matorral del Sur de España. Acta Botanica Malacitana, 21: 49-55.

Hill, P. S., Wells, P. H., & Wells, H. (1997). Spontaneous flower constancy and learning in honey bees as a function of colour. Animal Behaviour, *54*(3), 615-627.

Hoffman, M. T. (1988). The pollination ecology of *Aloe ferox* Mill. South African Journal of Botany, 54(4), 345-350.

Howell, V., & Jesson, L. K. (2013). The effect of bird and bee visitation on pollination and reproductive success in *Phormium tenax*. New Zealand journal of botany, 51(3), 194-205.

Howes, F. N. (1945). Plants and beekeeping - An account of those plants, wild and cultivated, of value to the hive bee, and for honey production in the British Isles. Faber & Faber, London, UK.

Hu, S., Dilcher, D. L., Jarzen, D. M., & Taylor, D. W. (2008). Early steps of angiosperm–pollinator coevolution. Proceedings of the National Academy of Sciences, 105(1), 240-245.

IDESCAT (Institut D'Estadística de Catalunya) (2017) https://www.idescat.cat [Consulta: 5/12/2019]

Iglesias, M. T., de Lorenzo, C., Polo, M. D. C., Martín-Álvarez, P. J., & Pueyo, E. (2004). Usefulness of amino acid composition to discriminate between honeydew and floral honeys. Application to honeys from a small geographic area. Journal of agricultural and food chemistry, 52(1), 84-89.

INE (Instituto Nacional de Estadística) (2017) https://www.ine.es [Consulta 5/12/2019]

Ismail, A. H. M., Owayss, A. A., Mohanny, K. M., & Salem, R. A. (2013). Evaluation of pollen collected by honey bee, *Apis mellifera* L. colonies at Fayoum Governorate, Egypt. Part 1: Botanical origin. Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences, 12(2), 129-135.

Jablonski, B., & Koltowski, Z. (2004). Nectar secretion and honey potential of honey-plants growing under Poland's conditions. Part XIV. Journal of Apicultural Science, 48(1).

Jacobs, J. H., Clark, S. J., Denholm, I., Goulson, D., Stoate, C., & Osborne, J. L. (2009). Pollination biology of fruit-bearing hedgerow plants and the role of flower-visiting insects in fruit-set. Annals of Botany, 104, 1397–1404.

Jain, K. L., & Dhingra, H. R. (1991). Physical and biochemical characteristics of *Parkinsonia aculeata* L. and *Pongamia pinnata* Vent. flowers. Journal of Apicultural Research, 30(3-4), 146-150.

Jamil Noor, M., Ahmad, M., Ashraf, M. A., Zafar, M., & Sultana, S. (2016). A review of the pollen analysis of South Asian honey to identify the bee floras of the region. Palynology, 40(1), 54–65.

Jones, I. M., Koptur, S., & von Wettberg, E. J. (2017). The use of extrafloral nectar in pest management: overcoming context dependence. Journal of applied ecology, 54(2), 489-499.

Juan-Borrás, M. (2016). Herramientas analíticas en la clasificación de mieles en base a criterios de calidad e inocuidad (Ph.D. thesis). Universitat Politècnica de València.

Kaškonienė, V., & Venskutonis, P. R. (2010). Floral markers in honey of various botanical and geographic origins: a review. Comprehensive reviews in food science and food safety, 9(6), 620-634.

Kawaguchi, L. G., Ohashi, K., & Toquenaga, Y. (2007). Contrasting responses of bumblebees to feeding conspecifics on their familiar and unfamiliar flowers. Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences, 274(1626), 2661-2667.

Kawano, S., Azuma, H., Ito, M., & Suzuki, K. (1999). Extrafloral nectaries and chemical signals of *Fallopia japonica* and *Fallopia sachalinensis* (Polygonaceae), and their roles as defense systems against insect herbivory. Plant Species Biology, 14(2), 167-178.

Kearns, C. A., Inouye, D. W., & Waser, N. M. (1998). Endangered mutualisms: the conservation of plant-pollinator interactions. *Annual review of ecology and systematics*, *29*(1), 83-112.

Keasar, T., & Shmida, A. (2009). An evaluation of Israeli forestry trees and shrubs as potential forage plants for bees. Israel journal of plant sciences, 57(1-2), 49-64.

Keller, I., Peter F., and Anton I. (2005). Pollen nutrition and colony development in honey bees: part 1. Bee world 86.1 3-10.

Kelly, C. A. (1986). Extrafloral nectaries: ants, herbivores and fecundity in *Cassia fasciculata.* Oecologia, 69(4), 600-605.

Kenoyer, Leslie A. (1917) "Environmental influences on nectar secretion." *Botanical Gazette* 63.4: 249-265.

Kerchner, A., Darók, J., Bacskay, I., Felinger, A., Jakab, G., & Farkas, Á. (2015). Protein and alkaloid patterns of the floral nectar in some solanaceous species. Acta Biologica Hungarica, 66(3), 304-315.

Kevan, P. G. (1999). Pollinators as bioindicators of the state of the environment: species, activity and diversity. Agriculture, Ecosystems and Environment 74, 373–393.

Khan, Z., Santpere, G., & Traveset, A. (2012). Breeding system and ecological traits of the critically endangered endemic plant *Limonium barceloi* (Gil and Llorens) (Plumbaginaceae). Plant systematics and evolution, 298(6), 1101-1110.

Kieliszek, M., Piwowarek, K., Kot, A. M., Błażejak, S., Chlebowska-Śmigiel, A., & Wolska, I. (2018). Pollen and bee bread as new health-oriented products: A review. Trends in Food Science & Technology, 71, 170-180.

Klatt, B.K., Holzschuh A., WestphalC., Clough Y., Smit I., Pawelzik E. & Tscharntke T. (2014). Bee pollination improves crop quality, shelf life and commercial value. Proceedings of the Royal Society B 281, 20132440.

Klein, A. M., Steffan-Dewenter, I., & Tscharntke, T. (2003). Fruit set of highland coffee increases with the diversity of pollinating bees. Proceedings of the Royal Society B, 270, 955–961.

Komosińska-Vassev, K., Olczyk, P., Kaźmierczak, J., Mencner, L., & Olczyk, K. (2015). Bee pollen: chemical composition and therapeutic application. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine, 2015.

Konarska, A. (2015). Comparison of the structure of floral nectaries in two *Euonymus* L. species (Celastraceae). Protoplasma, 252(3), 901-910.

König, B. (1985). Plant sources of propolis. Bee world, 66(4), 136-139.

Köppler, K., Vorwohl, G., & Koeniger, N. (2007). Comparison of pollen spectra collected by four different subspecies of the honey bee Apis mellifera. Apidologie, 38(4), 341-353.

Kosalec, I., Bakmaz, M., & Pepeljnjak, S. T. (2003). Analysis of propolis from continental and Adriatic region of Croatia. Acta Pharmaceutica-Zagreb-, 53(4), 275-286.

Kram, B. W., Bainbridge, E. A., Perera, M. A. D., & Carter, C. (2008). Identification, cloning and characterization of a GDSL lipase secreted into the nectar of Jacaranda mimosifolia. Plant molecular biology, 68(1-2), 173.

Krebs, C., Mahy, G., Matthies, D., Schaffner, U., Tiébré, M. S., & Bizoux, J. P. (2010). Taxa distribution and RAPD markers indicate different origin and regional differentiation of hybrids in the invasive *Fallopia* complex in central-western Europe. Plant Biology, 12(1), 215-223.

Krunic', M.D., Terzic', L.R. & Kulincevic', J.M. (1989). Honey resistance to air contamination with arsenic from a copper processing plant. Apidologie 20, 251–255.

Kumazawa, S., Bonvehí, J. S., Torres, C., Mok-Ryeon, A., & Bermejo, F.J.O. (2013). Chemical and functional characterisation of propolis collected from East Andalusia (southern Spain). Phytochemical analysis, 24(6), 608-615.

Kuropatnicki, A. K., Szliszka, E., & Krol, W. (2013). Historical aspects of propolis research in modern times. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine, 2013.

La Serna Ramos, I. E., & Gómez Ferreras, C. (2011). An example of the role of exoticflora in the geographical characterisation of honey: *Schinus molle* L. in the Canary Islands (Spain).Grana, 50, 136–149.

Lagerlöf, J., Stark, J., & Svensson, B. (1992). Margins of agricultural fields as habitats for pollinating insects. Agriculture, Ecosystems and Environment, 40(1–4), 117–124.

Langellotto, G., Melathopoulos, A., Messer, I., Anderson, A., McClintock, N., & Costner, L. (2018). Garden pollinators and the potential for ecosystem service flow to urban and peri-urban agriculture. Sustainability, 10(6), 2047.

Langenheim, J. H. (2003). Plant resins: chemistry, evolution, ecology and ethnobotany. Timber Press, Cambridge.

Laurian L. (2012) Paris, France: A 21st-Century Eco-City. In: Beatley T. (eds) Green Cities of Europe. Island Press/Center for Resource Economics.

Laurian, L. (2019). Planning for Street Trees and Human–Nature Relations: Lessons from 600 Years of Street Tree Planting in Paris. Journal oXuf Planning History.

Lavergne, S., Debussche, M., & Thompson, J. D. (2005). Limitations on reproductive success in endemic *Aquilegia viscosa* (Ranunculaceae) relative to its widespread congener *Aquilegia vulgaris*: the interplay of herbivory and pollination. Oecologia, 142(2), 212-220.

Lawrence, T. J., Culbert, E. M., Felsot, A. S., Hebert, V. R., & Sheppard, W. S. (2016). Survey and risk assessment of *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) exposure to neonicotinoid pesticides in urban, rural, and agricultural settings. Journal of economic entomology, 109(2), 520-528.

Leech, M. (2012). Bee friendly: a planting guide for European honeybees and Australian native pollinators. Rural Industries Research and Development Corporation, Australian Government. Publication 12/014.

Lefcheck, J. S., Byrnes, J. E. K., Isbell, F., Gamfeldt, L., Griffin, J. N., Eisenhauer, N., Hensel, M., Hector, A., Cardinale B.J. & Duffy, J. E. (2015). Biodiversity enhances ecosystem multifunctionality across trophic levels and habitats. Nature Communications, 6, 1–7.

Leong, M., Ponisio, L. C., Kremen, C., Thorp, W., & Roderick, K. (2016). Temporal dynamics influenced by global change: bee community phenology in urban, agricultural, and natural landscapes. Global change biology, 22(3), 1046-1053.

Levin, M. D., & Glowska-Konopacka, S. (1963). Responses of foraging honeybees in alfalfa to increasing competition from other colonies. Journal of Apicultural Research, 2(1), 33-42.

Liaud, C., Schwartz, J. J., & Millet, M. (2017). Comparison of atmospheric concentrations of currently used pesticides between urban and rural areas during intensive application period in Alsace (France) by using XAD-2® based passive samplers. Journal of Environmental Science and Health, Part B, 52(7), 458-465.

Lieux, M. H. (1978). Minor honeybee plants of Louisiana indicated by pollen analysis. Economic Botany, 32(4), 418-432.

Lieux, M. H. (1981). An analysis of Mississipi (USA) honey: Pollen, color and moisture. Apidologie, 12(2), 137-158.

Linder, H.P. (1998). Morphology and the evolution of wond pollination. En: S.J. Owns & P.J. Rudall (eds.) Reproductive Biology in Systematics, Conservation and Economy Botanya. Royal Botanic Gardens, Kew: 123-135.

Liolios, V., Tananaki, C., Dimou, M., Kanelis, D., Goras, G., Karazafiris, E., & Thrasyvoulou, A. (2016). Ranking pollen from bee plants according to their protein contribution to honey bees. Journal of Apicultural Research*, 54(*5), 582-592.

Lopez, J. M. V., Vives, L. G. & Boi, M. (2013) Estimation of the polleniferous potential of a Mediterranean landscape through the analysis of pollen harvested by *Apis mellifera* L. Grana 52, 147–159.

Lorenz, S., & Stark, K. (2015). Saving the honeybees in Berlin? A case study of the urban beekeeping boom. Environmental Sociology, 1(2), 116-126.

Louveaux, J., Maurizio, A., & Vorwohl, G. (1978). Methods of melissopalynology. Bee world, 59(4), 139-157.

Lozina, L., Peichoto M., Acosta O., y Granero E., (2010). "Estandarización y caracterización organoléptica y físico-química de 15 propóleos argentinos." Lat. Am. J. Pharm 29.1 102-10.

Macior, L. W. (1966). Foraging behavior of *Bombus* (Hymenoptera: Apidae) in relation to *Aquilegia* pollination. American Journal of Botany, 53(3), 302-309.

MacIvor, J. S. (2016). Building height matters: nesting activity of bees and wasps on vegetated roofs. Israel Journal of Ecology & Evolution, 62(1-2), 88-96.

Malika, M., Mohamed, F., & Chakib, E. (2005). Microbiological and physicochemical properties of Moroccan honey. International Journal of Agriculture and Biology, 7(5), 773-776.

MAPAMA (Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación Y Medio Ambiente) (2018) https://www.mapa.gob.es [Consulta: 5/12/2019]

Marcazzan, G. L., Mucignat-Caretta, C., Marina Marchese, C., & Piana, M. L. (2018). A review of methods for honey sensory analysis. *Journal of Apicultural Research*, *57*(1), 75-87.

Marlès Magre, J. (2017). Biodiversitat Urbana, La Ciutat Com Un Ecosistema. El Cas De Les Ciutats De Barcelona i De Valls. PhD Thesis, Institute of Environmental Science and Technology, Barcelona, Spain.

Mathews, C. R., Bottrell, D. G., & Brown, M. W. (2009). Extrafloral nectaries alter arthropod community structure and mediate peach (*Prunus persica*) plant defense. Ecological Applications, 19(3), 722-730

Matos, V. R., & Dos Santos, F. de A. R. (2019). Melissopalynology in an area of Atlantic Forest (northeast region, Brazil). Grana, 58(2), 144–155.

Matteson, C., Grace, B., & Minor, S. (2013). Direct and indirect effects of land use on floral resources and flower-visiting insects across an urban landscape. Oikos, 122(5), 682-694.

Matteson, K. C., Ascher, J. S., & Langellotto, G. A. (2008). Bee richness and abundance in New York City urban gardens. Annals of the Entomological Society of America, 101(1), 140-150.

Maurizio, A. (1939). Untersuchungen zur quantitativen Pollenanalyse des Honigs. Mitteilungen Aus Dem Gebiete Der Lebensmittel-untersuchung un Hygiene. 30, 27-69.

Mayrand, F., & Clergeau, P. (2018). Green roofs and green walls for biodiversity conservation: a contribution to urban connectivity? Sustainability, 10(4), 985.

McBride, R. (1986). "Sweetness of binary mixtures of sucrose, fructose, and glucose." Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance 12.4 584.

McPherson, E. G., & Nilon, C. (1987). A habitat suitability index model for gray squirrel in an urban cemetery. Landscape Journal, 6(1), 21–30.

Medan, D. (1994). Reproductive biology of *Frangula alnus* (Rhamnaceae) in southern Spain. Plant Systematics and Evolution, 193(1-4), 173-186.

Meena, N. K., Singh, B., Kant, K., Meena, R. D., & Solanki, R. K. (2015). Role of insect pollinators in pollination of seed spices-A review. International Journal of Seed Spices, 5(1), 1-17.

Menz, M. H. M., Phillips, R. D., Winfree, R., Kremen, C., Aizen, M. A., Johnson, S. D., & Dixon, K. W. (2011). Reconnecting plants and pollinators: Challenges in the restoration of pollination mutualisms. Trends in Plant Science, 16(1), 4–12.

Mercuri, A. M., & Grandi, G. T. (1990). Indagini ambientali e melisso palinologiche in un'area particolare: l'Orto Botanico di Modena (anni 1984-1988). Apicoltura, 6, 11-31.

Mercuri, A. M., & Porrini, C. (1991). Melissopalynological analysis applied to air pollution studies in urban areas of Modena and Reggio Emilia (Italy). Aerobiologia, 7(1), 38-48.

Meyer, W., & Ulrich, W. (1956). 'Propolis Bees' and Their Activities. *Bee World*, *37*(2), 25-36.

Miguel, M. G. (2013). Chemical and biological properties of propolis from the western countries of the Mediterranean basin and Portugal. International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences, *5*(3), 403-409.

Milfont, M. O., Freitas, B. M., Rizzardo, R. G., & Guimarães, M. O. (2009). Produção de mel por abelhas africanizadas em plantio de mamoneira. Ciência Rural, 39(4).

Möller, M., & Stukenbrock, E. H. (2017). Evolution and genome architecture in fungal plant pathogens. Nature Reviews Microbiology, 15(12), 756.

Mooney, A., Parsons, J., & Kummerow, J. (1974). Plant development in Mediterranean climates. In Phenology and seasonality modeling (pp. 255-267). Springer, Berlin, Heidelberg.

Moore, D. (2001). Insects of palm flowers and fruits. Insects on palms, 233-266.

Moore, L. J., & Kosut, M. (2013). Buzz: Urban beekeeping and the power of the bee. NYU Press.

Moore, P. D., Webb J. A. & Collinson M. E. (1991). Pollen Analysis. Blackwell Scientific Publications, 216 pp., Oxford.

Morandin, L. A., & Winston, M. L. (2005). Wild Bee abundance and seed production in conventional, organic, and genetically modified canola. Ecological Applications Stable 15: 871–881.

Morandin, L. A., & Kremen, C. (2013). Bee preference for native versus exotic plants in restored agricultural hedgerows. Restoration Ecology, 21(1), 26-32.

Morgano, M. A., Martins, M. C. T., Rabonato, L. C., Milani, R. F., Yotsuyanagi, K., & Rodriguez-Amaya, D. B. (2010). Inorganic contaminants in bee pollen from southeastern Brazil. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 58(11), 6876–6883.

Morton, J. F. (1964). Honeybee plants of South Florida. Florida State Horticultural Society. Miami. 77 (3-6): 415-436.

Motten, A. F., & Antonovics, J. (1992). Determinants of outcrossing rate in a predominantly self-fertilizing weed, *Datura stramonium* (Solanaceae). American Journal of Botany, 79(4), 419-427.

Mugnaini, S., Nepi, M., & Pacini, E. (2001). Biennial monitoring of honeybee diet. In XXXVII International Apicultural Congress, Durban (South Africa). Vol. 28, pp. 142-143.

Nagamitsu, T., & Inoue, T. (1999). Differences in pollen sources of Apis cerana and Apis mellifera at a primary beech forest in central Japan. Journal of Apicultural Research, 38(1-2), 71-78.

Ndakidemi, B., Mtei, K., & Ndakidemi, P. A. (2016). Impacts of synthetic and botanical pesticides on beneficial insects. Agricultural Sciences, 7(06), 364.

Nedić, N., Mačukanović-Jocić, M., Rančić, D., Rørslett, B., Šoštarić, I., Stevanović, Z. D., & Mladenović, M. (2013). Melliferous potential of *Brassica napus* L. subsp. *napus* (Cruciferae). Arthropod-Plant Interactions, 7(3), 323-333.

Nepi, M. (2007). Nectary structure and ultrastructure. In: S.W. Nicolson, M. Nepi, & E. Pacini (Eds.), Nectaries and nectar (pp. 129–166). Dordrecht: Springer.

Nepi, M., Pacini, E., Nencini, C., Collavoli, E., & Franchi, G. G. (2003). Variability of nectar production and composition in *Linaria vulgaris* (L.) Mill. (Scrophulariaceae). Plant Systematics and Evolution, 238(1-4), 109-118.

Nepi, M., Pacini, E., & Willemse, M. T. M. (1996). Nectary biology of *Cucurbita pepo*: ecophysiological aspects. Acta Botanica Neerlandica, 45(1), 41-54.

Ness, J. (2003). *Catalpa bignonioides* alters extrafloral nectar production after herbivory and attracts ant bodyguards. *Oecologia*, *134*(2), 210-218.

Nicholls, I., & Altieri, A. (2013). Plant biodiversity enhances bees and other insect pollinators in agroecosystems. A review. Agronomy for Sustainable development, 33(2), 257-274.

Nicholson, C. (2012). An analysis of local honey: foraging effects and colony fitness of Philadelphia honeybees (*Apis mellifera* L.) Flora of Pennsylvania Intern. University of Pennsylvania, Philadelphia, United States.

Nicolson, S. W. (1995). Direct demonstration of nectar reabsorption in the flowers of *Grevillea robusta* (Proteaceae). Functional Ecology, 584-588.

Nicolson, S. W. & Human, H. (2008). Bees get a head start on honey production. Biology letters, 4(3), 299-301.

Nicolson, S. W., & Nepi, M. (2005). Dilute nectar in dry atmospheres: nectar secretion patterns in Aloe castanea (Asphodelaceae). International Journal of Plant Sciences, 166 (2), 227-233.

Nicolson, S. W., & Thornburg, R. W. (2007). Nectar chemistry. In Nectaries and nectar (pp. 215-264). Springer, Dordrecht, The Netherlands.

Nicolson, S. W., De Veer, L., Köhler, A., & Pirk, C. W. (2013). Honeybees prefer warmer nectar and less viscous nectar, regardless of sugar concentration. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, *280*(1767), 20131597.

Nicolson, S. W., Nepi, M., & Pacini, E. (Eds.). (2007). Nectaries and nectar (Vol. 4). Dordrecht: Springer.

Niemirski, R., & Zych, M. (2011). Fly pollination of dichogamous *Angelica sylvestris* (Apiaceae): how (functionally) specialized can a (morphologically) generalized plant be?. Plant Systematics and Evolution, 294(3-4), 147-158.

Nikolova, T., Petrova, A., & Yordanova, A. (2018). Study of the honey productivity of some tree species. Scientific Papers. Series D. Animal Science, Vol. LXI, Issue 2, ISSN 2285-5750, 216-219.

Nocentini, D., Pacini, E., Guarnieri, M., & Nepi, M. (2012). Flower morphology, nectar traits and pollinators of *Cerinthe major* (Boraginaceae-Lithospermeae). Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants, 207(3), 186-196.

Normas IRAM-INTA 15935-1 (2008) Productos del Noroeste Argentino. Parte 1: Propóleos en bruto. Primera Edición.

Nowak, D. J., Rowntree, R. A., McPherson, E. G., Sisinni, S. M., Kerkmann, E. R., & Stevens, J. C. (1996). Measuring and analyzing urban tree cover. Landscape and Urban Planning, 36(1), 49-57.

Núñez, J. (1977). Nectar flow by melliferous flora and gathering flow by *Apis mellifera* ligustica. Journal of Insect Physiology, 23(2), 265-275.

Nyeko, P., Edwards-Jones, G., & Day, R. K. (2002). Honeybee, Apis mellifera (Hymenoptera: Apidae), leaf damage on *Alnus* species in Uganda: a blessing or curse in agroforestry?. Bulletin of entomological research, 92(5), 405-412.

Oddo, L. P., & Bogdanov, S. (2004). Determination of honey botanical origin: problems and issues. *Apidologie*, *35* (Suppl. 1), S2-S3.

Oddo, L. P., Piana, L., Bogdanov, S., Bentabol, A., Gotsiou, P., Kerkvliet, J., Martin P., Morlot M., Ortiz Valbuena A., Ruoff K., & Von Der Ohe, K. (2004a). Botanical species giving unifloral honey in Europe. Apidologie, 35 (Suppl. 1).

Oddo, L. P., Piro, R., Bruneau, É., Guyot-Declerck, C., Ivanov, T., Piskulová, J., Flamini C., Lheritier J., Morlot M., Russmann H., Von Der Ohe W., Von Der Ohe K., Gotsiou P., Karabournioti S., Kefalas P., Passaloglou-Katrali M., Thrasyvoulou A., Tsigouri A., Marcazzan J. L., Piana M. L., Piazza M. G., Sabatini A. G.,Kerkvliet J., Godinho J., Bentabol A., Ortiz Valbuena A., Bogdanov S. & Ruoff K. (2004b). Main European unifloral honeys: descriptive sheets. Apidologie, 35 (Suppl. 1), S38-S81.

Odoux, J. F., Feuillet, D., Aupinel, P., Loublier, Y., Tasei, J. N., & Mateescu, C. (2012). Territorial biodiversity and consequences on physico-chemical characteristics of pollen collected by honey bee colonies. Apidologie, 43(5), 561–575.

Oke, T. R. (1972). City size and the urban heat island. Atmospheric Environment Pergamon Press, Vol. 7, pp. 769-779.

OMAIIAA (Ordenança municipal d'activitats i d'intervenció integral de l'administració ambiental de Barcelona) del 30 de març de 2001. Ajuntament de Barcelona, España.

Omoto, O. & Aono, Y. (1990) Effect of Urban Warming on Blooming of *Prunus yedoensis*. Energy and Buildings, 15- 16, 205 – 212.

Orden ARP/7/2019, de 15 de enero, del DOGC por la cual se establece y se regula la declaració única agraria (DUN) del 2019. Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació. Catalunya, España.

Ortiz, P. L. & Fernández, I. (1992). Estudio microscópico de miel y polen apícola de la provincia de Sevilla. Acta Botanica Malacitana, 17, 183-193.

Ortiz, P. L. (1990). Aportación melitopalinológica al conocimiento de la flora apícola del Norte de Córdoba. Lagascalia, 15(2), 165-177.

Ortiz, P. L., Arista, M. & Talavera, S. (1996). Producción de néctar y frecuencia de polinizadores en *Ceratonia siliqua* L. (Caesalpiniaceae). Anales del Jardín Botánico de Madrid 54: 540–546.

Pacini, E., & Nepi, M. (2007). Nectar production and presentation. In Nectaries and nectar (pp. 167-214). Springer, Dordrecht.

Pacini, E., Sciannandrone, N., & Nepi, M. (2014). Floral biology of the dioecious species *Laurus nobilis* L. (Lauraceae). Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants, 209(3-4), 153-163.

Pajuelo, A. G., & Galindo, J. G. (2016). Origen de las mieles de mielada mediterráneas. Melas de encina/roble. Apicultura ibérica, (17), 43-48.

Peeters, A. G., & Zoller, H. (1988). Long range transport of *Castanea sativa* pollen. Grana, 27(3), 203-207.

Pemberton, R. W. (1990). The occurrence of extrafloral nectaries in Korean plants. The Korean Journal of Ecology, 13(4), 252-266.

Percival, M. (1947). Pollen collection by *Apis mellifera*. Nezo Phytologist 46, 142

Percival, M. S. (1955). The presentation of pollen in certain angio-sperms and its collection by Apis mellifera. New Phytologist, 54(3), 353-368.

Percival, M. S. (1961). Types of nectar in angiosperms. New Phytologist, 60(3), 235-281.

Pérez De Zabalza, A. & Ariño, A. (1990). Estudio palinológico de algunas mieles de la montaña de Navarra. Botánica pirenaico-cantábrica: 695-703.

Pernal, S. F., & Currie, R. W. (2002). Discrimination and preferences for pollen-based cues by foraging honeybees, *Apis mellifera* L. Animal Behaviour, *63*(2), 369-390.

Perugini, M., Di Serafino, G., Giacomelli, A., Medrzycki, P., Sabatini, A. G., Oddo. L. P., Marinelli E. & Amorena, M. (2009). Monitoring of polycyclic aromatic hydrocarbons in bees (*Apis mellifera*) and honey in urban areas and wildlife reserves. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 57, 7440–7444.

Petanidou, T. (2005). Sugars in Mediterranean floral nectars: an ecological and evolutionary approach. Journal of chemical ecology, 31(5), 1065-1088.

Petanidou, T. (2007). Ecological and evolutionary aspects of floral nectars in Mediterranean habitats. In: S.W. Nicolson, M. Nepi, & E. Pacini (Eds.), Nectaries and nectar (pp. 347–379). Dordrecht: Springer.

Petanidou, T., & Lamborn, E. (2005). A land for flowers and bees: studying pollination ecology in Mediterranean communities. Plant Biosystems-An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology, 139(3), 279-294.

Petanidou, T., Ellis, N., Margaris, S., & Vokou, D. (1995). Constraints on flowering phenology in a phryganic (East Mediterranean shrub) community. American Journal of Botany, 82(5), 607-620.

Pflumm, W. (1985). Influence of nectar-supply rate on the number of flowers visited by a honeybee on each collecting flight. Oecologia, *66*(2), 207-210.

Piana, M. L., Oddo, L. P., Bentabol, A., Bruneau, E., Bogdanov, S., & Declerck, C. G. (2004). Sensory analysis applied to honey: state of the art. *Apidologie*, *35*(Suppl. 1), S26-S37.

Pita-Calvo, C., & Vázquez, M. (2017). Differences between honeydew and blossom honeys: A review. Trends in food science & technology, 59, 79-87.

Pons, M. (1904). Flora apícola de España. Ed. Administración de el Apicultor, Barcelona, España. 176pp.

Portmann, M. O., Serghat, S., & Mathlouthi, M. (1992). Study of some factors affecting intensity/time characteristics of sweetness. Food chemistry, 44(2), 83-92.

Pozo, M. I., Herrera, C. M., & Bazaga, P. (2011). Species richness of yeast communities in floral nectar of southern Spanish plants. Microbial Ecology, 61(1), 82-91.

Rabinowitch, H. D., Fahn, A., Meir, T. A. L., & Lensky, Y. (1993). Flower and nectar attributes of pepper (*Capsicum annuum* L.) plants in relation to their attractiveness to honeybees (*Apis mellifera* L.). Annals of applied biology, 123(2), 221-232.

Raguso, R. A. (2004). Why are some floral nectars scented?. Ecology, 85(6), 1486-1494.

Raju, J. (1990). Observations on the floral biology of certain mangroves. Proceedings Indian National Science Academy. Section B (Biological Sciences), 56, 367–374.

Real Decreto 209/2002, de 22 de febrero, por el que se establecen normas de ordenación de las explotaciones apícolas. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación «BOE» núm. 62. Referencia: BOE-A-2002-5016

REGA (Registro general de explotaciones ganaderas) (2017) https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/servicios/

Reille, M. (1992). Pollen et Spores d'Europe et d'Afrique du Nord. Laboratoire de Botanique Historique et de Palynologie. Marseille, France, 543 pp.

Reiter, R. (1947). The coloration of anther and corbicular pollen. Ohio Journal of Science 47:137.

Rho, J. R., & Choe, J. C. (2003). Floral visitors and nectar secretion of the Japanese camellia, *Camellia japonica* L. Korean Journal of Biological Sciences, 7(2), 123-125.

Ribbands, C. R. (1949). The foraging method of individual honey-bees. The Journal of Animal Ecology, 47-66.

Ribbands, C. R. (1951). The flight range of the honey-bee. The Journal of Animal Ecology, 220-226.

Ricciardelli D'Albore, G. & Intoppa F. (2000). Fiori e Api - La flora visitata dalle api e dagli altri apoidei in Europa.- Versione bilingüe italiana-inglese. Calderini Edagricole, Bologna, Italy. 253pp.

Ricciardelli D'Albore, G. & Oddo L., (1978). Flora apística italiana. Istituto Sperimentale per la Zoología Agraria, Firenze, 189 pp. 1-79.

Roberts, R. B., & Vallespir, S. R. (1978). Specialization of hairs bearing pollen and oil on the legs of bees (Apoidea: Hymenoptera). Annals of the Entomological Society of America, 71(4), 619-627.

Robles, M. (1977) La abeja productiva. Métodos modernos de apicultura práctica. Miel, cera y subproductos. Ed. Sintes, Barcelona.

Rodríguez, D., Sánchez, E., Sánchez J.A., Vega, E. Sánchez, S. & Sánchez, J. (2018). Acerca del papel melífero de las cistáceas. Comunicación V Congresso Ibérico de Apicultura. Coimbra, Portugal.

Roulston, T. H., Cane, J. H., & Buchmann, S. L. (2000). What governs protein content of pollen: pollinator preferences, pollen–pistil interactions, or phylogeny?. Ecological monographs, 70(4), 617-643.

Salgado-Laurenti, C. R., Tellería, M. C., & Coronel, J. M. (2017). Botanical and geographical origin of honey from the dry and humid Chaco ecoregions (Argentina). Grana, 56(6), 450–461.

Salonen, A., Ollikka, T., Grönlund, E., Ruottinen, L., & Julkunen-Tiitto, R. (2009). Pollen analyses of honey from Finland. *Grana*, *48*(4), 281-289.

Sanderson, C. E., Orozco, B. S., Hill, P. S., & Wells, H. (2006). Honeybee (Apis mellifera ligustica) response to differences in handling time, rewards and flower colours. Ethology, 112(10), 937-946.

Santas, L. A. (1983). Insects producing honeydew exploited by bees in Greece. Apidologie, 14(2), 93-103.

Santos, E., Invernizzi, C., García, E., Cabrera, C., Di Landro, R., Saadoun, A., & Daners, G. (2009). Contenido de proteína cruda del polen de las principales especies botánicas utilizadas por las abejas melíferas en Uruguay. Agrociencia Uruguay, 13(2), 9-13.

Sanz, M. L., González, M., De Lorenzo, C., Sanz, J., & Martínez-Castro, I. (2005). A contribution to the differentiation between nectar honey and honeydew honey. Food Chemistry, 91(2), 313-317.

Schade, J. E., Marsh, G. L., & Eckert, J. E. (1958). Diastase activity and hydroxy-methyl-furfural in honey and their usefulness in detecting heat alteration. Journal of Food Science, 23(5), 446-463.

Schnabel, A., & Hamrick, J. L. (1990). Organization of genetic diversity within and among populations of *Gleditsia triacanthos* (Leguminosae). American journal of botany, 77(8), 1060-1069.

Seijo, M. C., Jato, M. V., Aira, M. J., & Iglesias, I. (1997). Unifloral honeys of Galicia (north-west Spain). Journal of apicultural research, 36(3-4), 133-140.

Seijo, M.; Aira, M. & Jato, V. (1992). Evolución del espectro polínico de muestras de miel y néctar de un colmenar de Tomiño (Pontevera). Botánica complutensis (España) 17: 87-98

Serra, J. (1988). Origen botánico del polen producido en España. Anales de la Asociación de Palinólogos de Lengua Española. 4: 73-78.

Shang, Y., Venail, J., Mackay, S., Bailey, P. C., Schwinn, K. E., Jameson, P. E., Martin, C. & Davies, K. M. (2011). The molecular basis for venation patterning of pigmentation and its effect on pollinator attraction in flowers of *Antirrhinum*. New Phytologist, 189(2), 602-615.

Shaw, D. E. (1999). Bees and fungi, with special reference to certain plant pathogens. Australasian Plant Pathology, 28(4), 269-282.

Shuel, R.W. (1955). Nectar secretion in relation to nitrogen supply, nutritional status, and growth of the plant. Canadian Journal of Agricultural Science, 35, 124–138.

Shwartz, A., Turbé, A., Simon, L., & Julliard, R. (2014). Enhancing urban biodiversity and its influence on city-dwellers: An experiment. Biological Conservation, 171, 82-90.

Silberbauer-Gottsberger, I. (1990). Pollination and evolution in palms. Phyton, 30(2), 213-233.

Simon-Delso, N., San Martin, G., Bruneau, E., Delcourt, C., & Hautier, L. (2017). The challenges of predicting pesticide exposure of honey bees at landscape level. Scientific Reports, 7(1), 3801.

Simone-Finstrom, M., & Spivak, M. (2010). Propolis and bee health: the natural history and significance of resin use by honey bees. Apidologie, 41(3), 295-311.

Sintes Pros, J. (1987). Las plantas melíferas y la alimentación de las abejas. Ed. Sintes, Barcelona.

Sirohi, M. H., Jackson, J., Edwards, M., &Ollerton, J. (2015). Diversity and abundance of solitary and primitively eusocial bees in an urban centre: a case study from Northampton (England). Journal of Insect Conservation, 19(3), 487-500.

Smit J. & Nasr J., (1992). Urban agriculture for sustainable cities: using wastes and idle land and water bodies as resources. Environment and Urbanization, Vol 4, No. 2:141-152.

Smith, E. G. (1990). Sampling and identifying allergenic pollens and molds. An illustrated manual for physicians and lab technicians. Blewstone Press, San Antonio.

Smith, T. J., & Saunders, M. E. (2016). Honey bees: the queens of mass media, despite minority rule among insect pollinators. Insect Conservation and Diversity, 9(5), 384-390.

Song, X. Y., Yao, Y. F., & Yang, W. De. (2012). Pollen Analysis of Natural Honeys from the Central Region of Shanxi, North China. Plos One, 7(11), 1–11.

Stamets, P. E., Naeger, N. L., Evans, J. D., Han, J. O., Hopkins, B. K., Lopez, D., Moershel, H.M., Nally, R., Sumerlin, D., Taylor, A.W., Carris L.M & Sheppard W.S. (2018). Extracts of polypore mushroom mycelia reduce viruses in honey bees. Scientific reports, 8(1), 13936.

Stange, E., Zulian, G., Rusch, G., Barton, D., & Nowell, M. (2017). Ecosystem services mapping for municipal policy: ESTIMAP and zoning for urban beekeeping. One Ecosystem, 2, e14014.

Steffan-Dewenter, I., & Kuhn, A. (2003). Honeybee foraging in differentially structured landscapes. Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences, 270(1515), 569-575.

Steffan-Dewenter, I., & Tscharntke, T. (2000). Resource overlap and possible competition between honey bees and wild bees in central Europe. *Oecologia*, *122*(2), 288-296.

Stephenson, A. G. (1982). Iridoid glycosides in the nectar of *Catalpa speciosa* are unpalatable to nectar thieves. Journal of Chemical Ecology, 8(7), 1025-1034.

Strzalkowska-Abramek, M., Tymoszuk, K., Jachula, J., & Bozek, M. (2016). Nectar and pollen production in *Arabis procurrens* Waldst. and Kit. and *Iberis sempervirens* L.(Brassicaceae). Acta Agrobotanica, 69(1).

Synge, A. D. (1947). Pollen collection by honeybees (*Apis mellifera*). The Journal of Animal Ecology, 122-138.

Talavera, S., Herrera J., Arroyo, J., Ortiz, P. L. & Devesa, J. A (1988). Estudio de la flora apícola de Andalucía Occidental. Lagascalia, 15(1), 567-592.

Taylor, K. (1997). *Geum urbanum* L. Journal of ecology, 85(5), 705-720.

Teixeira, É. W., Meira, R.M.S.A. & Salatino, A. (2003). Indicadores da origem botânica da própolis: importância e perspectivas. Boletim de Indústria Animal, 60(1), 83-106.

Telleria, M. C.; Devesa J. A. (1995). A contribution to the honeys from Extremadura (Spain). [Contribucion al estudio de las mieles de Extremadura (Espana). Acta Botánica Malacitana, 20, 107-113.

Terrab, A., Andres, C., & Diez, M. J. (2003). Análysis polínico de mieles de los Parques Naturales de Los Alcornocales y Sierra de Grazalema. Acta botánica malacitana, 28, 79-87.

Terrab, A., Pontes, A., Heredia, F. J., & Diez, M. J. (2004). A preliminary palynological characterization of Spanish thyme honeys. Botanical journal of the Linnean Society, 146(3), 323-330.

Terrab, A., Valdés, B., & Díez, M. J. (2005). Study of plants visited by honeybees (*Apis mellifera* L.) in the Central Rif Region (N. Morocco) using pollen analysis. *Grana*, *44*(3), 209-215.

Thapa, R. B. (2006). Honeybees and other insect pollinators of cultivated plants: a review. Journal of the Institute of Agriculture and Animal Science, 27, 1-23.

Thompson, J. S. (2008). Pollination biology of *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle (Tree-of-Heaven) in the Mid-Atlantic United States. PhD Thesis, Department of Entomology, Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg: 55 pp.

Thorp, R. W., & Estes, J. R. (1975). Intrafloral behavior of bees [*Bombus*, *Xylocopa*, *Svastra*] on flowers of *Cassia fasciculata* [Pollen vectors]. Journal of the Kansas Entomological Society. 48:175-184.

Threlfall, C. G., Walker, K., Williams, N. S., Hahs, A. K., Mata, L., Stork, N., & Livesley, S. J. (2015). The conservation value of urban green space habitats for Australian native bee communities. Biological Conservation, 187, 240-248.

Tirado, R., Simon G., & Johnston P. (2013). El declive de las abejas. "Peligros para los polinizadores y la agricultura de Europa. Unidad Científica de Greenpeace, Universidad de Exeter, Reino Unido.

Todd, F. E., & Vansell, G. H. (1942). Pollen grains in nectar and honey. Journal of Economic Entomology, 35(5), 728-731.

Toreti, V. C., Sato, H. H., Pastore, G. M., & Park, Y. K. (2013). Recent progress of propolis for its biological and chemical compositions and its botanical origin. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine, 697390.

Torné-Noguera, A., Rodrigo, A., Osorio, S., & Bosch, J. (2016). Collateral effects of beekeeping: Impacts on pollen-nectar resources and wild bee communities. Basic and Applied Ecology, 17(3), 199–209.

Torreguitart, A. (1986). Caracterització pol·línica de mels de fruiter de Catalunya i Aragó.Tesis de Licenciatura, Universitat Autònoma de Barcelona.

Trabaud, L. (1994). Postfire plant community dynamics in the Mediterranean Basin. In The role of fire in Mediterranean-type ecosystems (pp. 1-15). Springer, New York, NY.

Traveset, A., & Sáez, E. (1997). Pollination of *Euphorbia dendroides* by lizards and insects: spatio-temporal variation in patterns of flower visitation. Oecologia, 111(2), 241-248.

Tuberoso, C. I., Bifulco, E., Caboni, P., Sarais, G., Cottiglia, F., & Floris, I. (2011). Lumichrome and phenyllactic acid as chemical markers of thistle (*Galactites tomentosa* Moench) honey. Journal of agricultural and food chemistry, 59(1), 364-369.

United States Department of Agriculture (1985). United States Standards for Grades of Extracted Honey. Washington, D.C., 20090-6456.

Ünal, S., Ayan, S., Karadeniz, M., & Yer, E. N. (2017). Some forest trees for honeydew honey production in turkey. Sibirskij Lesnoj Zurnal/Siberian Journal of Forest Science, (4), 101-110.

United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2016). Policies on Spatial Distribution and Urbanization: Data Booklet (ST/ESA/ SER.A/394).

Valcic, S., Montenegro, G., Mujica, A. M., Avila, G., Franzblau, S., Singh, M. P., William M. M. & Timmermann, B. N. (1999). Phytochemical, morphological, and biological investigations of propolis from Central Chile. *Zeitschrift für Naturforschung C*, *54*(5-6), 406-416.

Valdés, B., Díez, M. J., & Fernández, I. (1987). Atlas polínico de Andalucía occidental. Instituto de Desarrollo Regional, Universidad de Sevilla, Excma. Diputacion de Cadiz.

Valencia-Barrera, R. M., Herrero, B., & Molnár, T. (2000). Pollen and organoleptic analysis of honeys in León province (Spain). Grana, 39(2–3), 133–140.

Van Handel, E., Haeger, J. S., & Hansen, C. W. (1972). The sugars of some Florida nectars. American Journal of Botany, 59(10), 1030-1032.

Vasquez, A., & Olofsson, T. C. (2009). The lactic acid bacteria involved in the production of bee pollen and bee bread. Journal of apicultural research, 48(3), 189-195.

Vázquez, J. C. (2010). Caracterización botánica de los propóleos producidos en distinto origen geográfico en la región apícola i-cuenca del salado, provincia. de Buenos Aires (Ph. D. thesis).

Vázquez, J., Basilio, A., Baldi, B. (2005). Caracterización botánica de los propóleos de la Cuenca del Salado, Región Apícola I, Provincia de Buenos Aires. I Congreso de Apicultura del Mercosur. Punta del Este, Uruguay.

Velthuis, H. H. W. & van Doorn, A. (2006). A century of advances in bumblebee domestication and the economic and environmental aspects of its commercialization for pollination. Apidologie, 37, 421–451.

Vesprini, J.L., Nepi, M., & Pacini, E. (1999). Nectary structure, nectar secretion patterns and nectar composition in two *Helleborus* species. Plant Biology, 1, 560–568.

Villarreal, A. G., & Freeman, C. E. (1990). Effects of temperature and water stress on some floral nectar characteristics in *Ipomopsis longiflora* (Polemoniaceae) under controlled conditions. Botanical Gazette, *151*(1), 5-9.

Visscher, P. K., & Seeley, T. D. (1982). Foraging strategy of honeybee colonies in a temperate deciduous forest. Ecology, 63(6), 1790-1801.

Von Der Ohe, W., Oddo, L. P., Piana, M. L., Morlot, M., & Martin, P. (2004). Harmonized methods of melissopalynology. Apidologie, 35(Suppl. 1), S18-S25.

Waller, G. D. (1972). Evaluating responses of honey bees to sugar solutions using an artificial-flower feeder. Annals of the Entomological Society of America, 65(4), 857-862.

Warakomska, Z., & Maciejewicz, W. (1992). Microscopic analysis of propolis from Polish regions. Apidologie, 23(4), 277-283.

Waser, N. M., & Price, M. V. (2016). Drought, pollen and nectar availability, and pollination success. Ecology, *97*(6), 1400-1409.

Waters, R. (1915). Pollen grains as source-indicators of honey. The Journal of Agriculture 11: 213–215.

Wells, H., Hill, P. S., & Wells, P. H. (1992). Nectarivore foraging ecology: rewards differing in sugar types. Ecological Entomology, *17*(3), 280-288.

Westerkamp, C. (1991). Honeybees are poor pollinators—why?. Plant Systematics and Evolution, *177*(1-2), 71-75.

White, J. W., & Doner, L. W. (1980). Honey composition and properties. Beekeeping in the United States Agriculture Handbook, *335*, 82-91.

Widrlechner, M. P., & Senechal, N. P. (1992). Relationships between nectar production and honey bee preference. Bee World, 73(3), 119-127.

Wiermann, R., & Gubatz, S. (1992). Pollen wall and sporopollenin. In International Review of Cytology (Vol. 140, pp. 35-72). Academic Press.

Winston, M. L. (1991). The biology of the honey bee. Cambridge, MA: Harvard University Press. 281 pp.

Woodcock, B. A., Bullock, J. M., Shore, R. F., Heard, M. S., Pereira, M. G., Redhead, J., Ridding L., Dean H., Sleep D., Henrys P., Peyton J., Hulmes S., Hulmes L., Sárospataki M., Saure C., Edwards M., Genersch E., Knäbe S. & Peywell R. F. (2017). Country-specific effects of neonicotinoid pesticides on honey bees and wild bees. Science, 356(6345), 1393-1395.

Wykes, G. R. (1952). The preferences of honeybees for solutions of various sugars which occur in nectar. Journal of Experimental Biology, 29(4), 511-519.

Xiloyannis, C., Sofo, A., Celano, G., & Nuzzo, V. (2007). Absorption of atmospheric CO2 in peach trees and partitioning in the different plant organs. VIII International Symposium on Canopy, Rootstocks and Environmental Physiology in Orchard Systems 732 (pp. 519-524).

Yang, G., Xu, J., Wang, Y., Wang, X., Pei, E., Yuan, X., Wang, Z. (2015). Evaluation of microhabitats for wild birds in a Shanghai urban area park. Urban Forestry and Urban Greening, 14(2), 246–254.

Yang, Y., Battesti, M. J., Costa, J., & Paolini, J. (2014a). Characterization of botanical and geographical origin of Corsican “spring” honeys by melissopalynological and volatile analysis. Foods, 3(1), 128-148.

Yang, H., Wu, J., & Yan, S. (2014b). Effects of erectable glossal hairs on a honeybee's nectar-drinking strategy. Applied Physics Letters, 104(26), 263701.

Yang, Y., Battesti, M. J., Djabou, N., Muselli, A., Paolini, J., Tomi, P., & Costa, J. (2012). Melissopalynological origin determination and volatile composition analysis of Corsican “chestnut grove” honeys. Food Chemistry, 132(4), 2144–2154.

Zhang, Q., He, S., Zhai, X., & Huang, Q. (2015). Does persistence of showy calyces in *Limonium leptolobum* enhance pollinator attraction? Journal Of Plant Ecology, 8(2), 182-186.

Zimmerman, M. (1983). Plant reproduction and optimal foraging: experimental nectar manipulations in *Delphinium nelsonii*. Oikos, 57-63.

Zuber, D. (2004). Biological flora of central Europe: *Viscum album* L. Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants, 199(3), 181-203.

Anexos

Anexo 1. Lista de plantas útiles para *Apis mellifera*. Por columnas se muestra: **Taxón** (orden alfabético); **Familia**; **Es.**: estrato (A, arbóreo; M, arbustivo/mata; H, herbáceo; L, lianoide); **Or.**: Origen (A, autóctono o silvestre; C, Cultivado; C/S, cultivado y/o silvestre; E., exótico); **Fl.**: época de floración (según los meses I (enero) – XII (diciembre)); **Recolección**: material recolectado por *A. mellifera* clasificado en **Néctar, Polen, Exudado** (exudado azucarado)**, Resinas; Visita** (observada la presencia de *A. mellifera* en el taxón sin especificar qué recurso recolecta); **Interés**: grado de interés de *A. mellifera* para el néctar (N) y el polen (P) categorizados de 0 (raramente visitado) a 3 (visitado muy frecuentemente) y para los exudados azucarados (M) y resinas (Pp); **Ref. Melis.**: aparición de ese taxón en estudios melisopalinológicos. Los números corresponden a las referencias bibliográficas; O.P. indica las observaciones personales en campo y Φ indica observaciones al microscopio en esta tesis doctoral. *Las especies exóticas han sido marcadas con fondo gris*

Taxón	Familia	Es.	Or.	Fl.	Recolección				Visita	Interés	Ref. Melis.
					Néctar	Polen	Exudado	Resinas			
Abelia x grandiflora	Caprifoliaceae	M	E	VI-IX	155;164; 267	267				N1P1	
Abutilon sp. (*A. arborescens*)	Malvaceae	M	E	V-VIII	57;147;155;164					N1	
Acacia dealbata	Fabaceae	A	E	II-III		86;164	196	186		P1MPp	237;238
Acacia sp.	Fabaceae	A	E	II-III	1;5	1;5;93;109		194		N2P1Pp	161;Φ
Acanthus sp.	Acanthaceae	H	E	V-VIII	164					N0	Φ
Acer negundo	Aceraceae	A	E	IV-V		48;58				P1	
Acer sp. (*A. campestre; A. monspessulanum*)	Aceraceae	A	A	III-V	77;87;164; 170	17;62;63;145;153 164;170;176;182 216;217; 276	37			N1;3P3M	42;217;245;247; Φ
Achillea sp.	Asteraceae	H	A	V-VIII	4;155;164	4;153;164				N1P1	217;234
Actinidia sp.	Actinidiaceae	M	E	V-VI		48;276			74;189	P1	237;247
Adonis annua	Ranunculaceae	H	E	IV-VI		48;164				P1	
Aesculus sp. (*A. hippocastanum; A. x carnea*)	Hippocastanaceae	A	E	IV-V	23;70;121; 155;210	48;63;145;153; 154;170;182;217; 276		20;186;194; 273		N1P2Pp	217;Φ
Agastache sp.	Lamiaceae	H	E	IV-VI	109;155; 164;210	109;164				N3P2	
Agave sp. (*A.americana...*)	Agavaceae	H	E	VII-VIII	36;164;166	164; 198;O.P.				N2P1	104;Φ
Agonis flexuosa	Myrtaceae	A	E	IV-IX	O.P.					N2	
Ailanthus altissima	Simaroubaceae	A	E	VI-VII	58;87;152; 164;191; O.P.	58;87;164 ;O.P.				N3P2	217;248;278;Φ
Ajuga reptans	Lamiaceae	H	A	IV-VI	70;155;164;170	153;164;170				N1P1	
Albizia julibrissin	Fabaceae	A	E	VI-VIII	18;92;152; 164;280	18;48;164				N1P1	
Alisma plantago-aquatica	Alismataceae	H	A	IV-IX	197;164	153;154;164;275				N1P1	
Allium sp. (*A. cepa; A. sativum; A. triquetrum; A. ursinum; A. roseum*…)	Liliaceae	H	C/S	IV-VI	58;79;101; 119;120; 155;164; 170;210; 221;O.P.	48;58;62;100;120 ;153;154;164;170 ;198;217;O.P.			189	N2P3	42;104;161;237; 241;248;Φ
Alnus sp.	Betulaceae	A	A	II-IV		40;164	173	20;186;194; 201		P1MPp	217;233;237; 245;Φ

Taxón	Familia	Es.	Or.	Fl.	Recolección				Visita	Interés	Ref. Melis.
					Néctar	Polen	Exudado	Resinas			
Aloe sp.	Liliaceae	H	E	V-VIII	80;84;135; 268;269	84;135;198;269; 270				N1P2	104;161
Aloysia citrodora (=*A. triphylla*; =*Lippia triphylla*)	Verbenaceae	M	E	VI-VIII	164;O.P.					N2	
Althaea sp. (*A. officinalis; A. hirsuta; A. rosea (=Alcea rosea)*)	Malvaceae	H	A	VI-IX	120;164	164;182		186		N1P1Pp	
Amaranthus sp.	Amaranthaceae	H	A	VI-XI		48;164				P1	248;Φ
Amelanchier ovalis	Rosaceae	M	A	IV-V	77				168	N1	
Amorpha fruticosa	Fabaceae	M	E	V-VIII	87;121;141;164 ;280	87;121;164			74	N3P2	
Anarrhinum sp.	Scrophulariaceae	H	A	IV-VI		143;169				P1	143;239;243; 248
Anchusa sp. (A. italica; A. arvensis; A. undulata)	Boraginaceae	H	A	V-VII	79;164;184;210	164;182				N1P1	42;237;245;Φ
Anemone sp. (*A. coronaria…*)	Ranunculaceae	H	A	IV-V		4;40;93;153;154; 164;182				P1	248
Angelica sp.	Apiaceae	H	A	VI-IX	155;164	164;216			136	N1P1	
Anthyllis sp. (*A. hermanniae; A. cytisoides; A. vulneraria; A. montana)*	Fabaceae	H	A	IV-IX	77;157;164;184 ;257	48;79;164;169				N3P2	42;234;248;250; Φ
Antirrhinum sp.	Scrophulariaceae	H	A	V-X	33;77;76; 155;164;210	153;164			33	N1P1	
Aquilegia sp. (*A. vulgaris*)	Ranunculaceae	H	A	V-VII		153;164				N0P1	
Arabis sp.	Brassicaceae	H	A	IV-IX		154;164			181	P1	
Arbutus unedo	Ericaceae	M	A	X-XII	26;46;76;141; 164;184;188; 264	164;184;188				N3	245;Φ
Arctium sp.	Asteraceae	H	A	VII-IX	155;164	105;153;154;164; 209				N1P3	
Armeria sp. (*A. alliaceae ...*)	Plumbaginaceae	H	A	IV-IX	79;164	164;182				N2P1	
Artemisia sp.	Asteraceae	H/M	A	VII-IX		17;164;275				P1	104;235;238;Φ
Asclepias sp. (A. incarnata; A. syriaca)	Asclepiadaceae	H	E	V-VI	58;164					N3	
Asparagus sp. (*A. acutifolius; A. officinalis*)	Liliaceae	M	A	VI-IX	141;157;164	164			189	N2P3	104;161;234; 248;250;Φ
Asphodelus aestivus	Liliaceae	H	A	II-VI	4;93;157;184	4;93;157;184				N2P2	
Asphodelus albus	Liliaceae	H	A	V-VIII	77;79;164; 184	164				N1P2	
Asphodelus cerasiferus	Liliaceae	H	A	III-VII	46;164	46;164				N1P2	
Asphodelus fistulosus	Liliaceae	H	A	II-V		164;O.P.				P2	42

Taxón	Familia	Es.	Or.	Fl.	Recolección				Visita	Interés	Ref. Melis.
					Néctar	Polen	Exudado	Resinas			
Asphodelus sp.	Liliaceae	H	A	IV-IX	93;157;184; 198	93;157;184;198				N1P2	161;248;Φ
Aster sp.	Asteraceae	H	A	IV-IX	155;164	164;217				N1P1	217
Astragalus sp. (*A. monspesulanus; A. depressus; A. sempervirens; A. glycophyllos; A. echinatus*...)	Fabaceae	H	A	IV-IX	46;76;120; 157;164;264	46;164			189	N1P1	Φ
Aubrieta sp.	Brassicaceae	H	E	IV-VI		153;182				P1	
Bauhinia sp.	Fabaceae	A	E	IV-VI	3;18;93	18;93;102				N2P1	
Begonia sp.	Begoniaceae	H	E	II-XII		97;99;164				P1	
Bellis perennis	Asteraceae	H	A	II-XII	120;170	121;153;164;170				N1P1	246;247
Berberis sp. (*B. julianae; B. thunbergii; B. wilsoniae; B. lycium; B. microphylla*)	Berberidaceae	M	E	IV-VII	18;70;120; 155;164	18;153;154;164; 182; 275				N1P1	
Berberis vulgaris	Berberidaceae	M	A	IV-VI	120;155;164	164				N1P1	
Betula pendula	Betulaceae	A	A	IV-V				11;186;194; 201;273		Pp	Φ
Borago officinalis	Boraginaceae	H	A	III-VI	25;38;70;79; 109;120;155; 164;184;210; O.P.	109;164;176; O.P.				N3P3	235;249;Φ
Brassica napus	Brassicaceae	H	C	IV-IX	25;58;105; 145;164;170; 210	58;164;170;183				N3P3	
Brassica nigra	Brassicaceae	H	C	IV-VII	58;93;164	58;63;93;164				N3P3	
Brassica spp. (*B.olearacea; B.rapa; B.juncea*...)	Brassicaceae	H	C/S	IV-VI	5;18;58;120; 121;155;164; 210;220	5;18;58;105;120; 121;153;154;164 ;182;174			189	N3P3	237;Φ
Brugmansia sp.	Solanaceae	A	E	V-X	45;95	O.P.				P1	Φ
Bryonia dioica	Cucurbitaceae	L	A	IV-VIII	64;164;O.P.	63;64;97;164;182 ;O.P.				N1P2	
Buddleja davidii	Budlejaceae	M	E	VII-XI	18	18;153;154;182				N0P1	217
Bupleurum sp. (*B.fruticosum*)	Apiaceae	H	A	VI-VIII	76;164;184; 220					N2	
Butia sp. (*B. yatay; B. capitata*)	Arecaceae	A	E	IV-IX	13;177;218	13 ;177				N2P2	
Buxus sp. (*B. sempervirens ; B. balearica)*	Buxaceae	M	A	II-IV		164;182			74	P2	234;253;Φ
Calendula arvensis	Asteraceae	H	A	III-V	48;79;93;157; 164	48;86;93;138;164 ;198				N1P2	42;236;238;248
Calicotome sp. (*C. villosa* (=*C.spinosa*)...)	Fabaceae	M	A	III-V(VI)	79	78				N1P1	

Taxón	Familia	Es.	Or.	Fl.	Recolección				Visita	Interés	Ref. Melis.
					Néctar	Polen	Exudado	Resinas			
Callistemon sp.	Myrtaceae	A	E	VI-VIII	75;93;109; 119;128;155 O.P.	109;119;128;138; O.P..				N2P1	
Calluna vulgaris	Ericaceae	M	A	VIII-XI	44;76;141;164; 170; 184;255	44;145;164;170; 176;217				N3P2	217;235; 237;240;242; 245;246;247; 248;249;Φ
Calystegia sp. (=*Convolvulus* sp.) (*C. sepium; C. soldanella*)	Convolvulaceae	H	A	V-X	4;155;164	62;153;164;182; 198				N1P2	
Camellia japonica	Theaceae	M	E	II-III	162					N1	
Campanula sp. (*C. rapunculus; C. glomerata; C. patula; C. persicifolia; C. rapunculoides; C. rotundifolia...*)	Campanulaceae	H	A	V-VIII	79;155;184	143;153;176;182; 217				N1P2	42;143;217;233; 234;238;243; 245;248;249; 250; Φ
Campsis radicans (= *Tecoma radicans*)	Bignoniaceae	M	E	VII-VIII	66;164	48;164			202	N1P1	
Cannabis sativa	Cannabaceae	H	C	VIII-IX		164				P1	251;Φ
Capparis spinosa (*C. ovata*)	Capparidaceae	M	A	VI-VII	4;77;76;93; 157;164;184	4;93;164				N2P1	
Capsicum sp.	Solanaceae	H	C	VII-IV	3 ;119	3;86;164;219			189	N1P1	
Cardamine sp. (*C. hirsuta; C. pratensis ...*)	Brassicaceae	H	A	IV-IX	121	121;153;154				N1P1	
Carduus sp.	Asteraceae	H	A	IV-IX	46;139;155; 164	46;48;164;198; 224;275;276	172			N3P3M	217;234;237; 238;248
Carlina sp. (*C. corymbosa; C. acaulis; C. vulgaris ...*)	Asteraceae	H	A	VIII-IΦ	164	79;141;164				N1P1	104;161;248
Carpobrotus sp.	Aizoaceae	H	E	IV-VII	40;164	40;164			127	P1	249;238
Carthamus sp. (*C. arborescens; C. lanatus*)	Asteraceae	H	A	V-VIII	4;79;164;189	4;164;176;189				N2P1	
Carthamus tinctorius	Asteraceae	H	E	VI-VIII	19;108;119; 164	19;108;164				N2P1	
Carum carvi	Apiaceae	H	A	VI-VIII	107	106;107				N2P2	
Caryota urens	Arecaceae	A	E	VI-VIII	177					N1	
Cassia sp.	Fabaceae	A	E	VI-XI		94;152;192				P1	
Castanea sativa	Fagaceae	A	A	VI-VII	40;46;58;130; 164;170;255	40;46;58;63;97; 145;164;169;170; 176;182	37;130;148	47;103;186	189	N3P3MPp	42;104;143;161; 235;236;237; 240;241;242; 243;244;246; 247;248;252;Φ
Casuarina equisetifolia	Casuarinaceae	A	E	IX-XI		86		186		P1Pp	Φ

Taxón	Familia	Es.	Or.	Fl.	Recolección				Visita	Interés	Ref. Melis.
					Néctar	Polen	Exudado	Resinas			
Catalpa sp. (*C. ovata; C. bignonoides; C. speciosa*)	Bignoniaceae	A	E	VI-VIII	87;164;180	87;164;180				N1P1	
Ceanothus sp.	Rhamnaceae	M	E	V-VIII	109;217	109;217				N2P1	
Centaurea sp. (*C. aspera; C. cyanus; C. sempervirens; C. montana ...)*	Asteraceae	H	A	VI-VII	4;17;22;46;70; 79;109;120;141 ;164;170;210; O.P.	4;22;46;48;109; 153;154;164;170; 176;182;198; 221 ;O.P.			32	N3P3	42;233;234;235; 237;238;239; 240;242;243; 245;248;249; 250;Φ
Cephalaria sp.	Dipsacaceae	H	A	VII-IX	4;79;93;120	4;48;93;276				N2P2	
Cerastium sp.	Caryophyllaceae	H	A	VI-VII		130;164;182;275				P2	
Ceratonia siliqua (m/f)	Fabaceae	A	C/S	IX-XII	4;93;144;164; 188;254;264	4;52;93;164;188; 198	172;196		189	N3P3M	42;234;241;249; 250;Φ
Cercis siliquastrum	Fabaceae	A	E	IV-V	4;93;120;121; 164;280;O.P.					N3	Φ
Cerinthe major	Boraginaceae	H	A	III-VI	137;164;184					N1	
Chaenomeles sp. (=*Cydonia* sp.) (*C. x superba; C. japonica; C. speciosa*)	Rosaceae	M	E	I-V	16;121;O.P.	48;121;O.P.	172		189	N1P2M	
Chamaerops humilis (f)	Arecaceae	A	A	III-V		48;177;184;198; 276				P2	
Chelidonium majus	Papaveraceae	H	A	III-IX		120;121;164;O.P.				P2	
Chenopodiaceae	Chenopodiaceae	H	A	V-IX		48;138;170;275; 276				P1	42;104;233;234; 235;236;237; 238;242;243
Chimonanthus praecox	Calycanthaceae	M	E	II	155;164	164			112	N1	
Chrysanthemum sp.	Asteraceae	H	E	VII-XI		48;164;276;O.P.			189	P2	
Cichorium endivia	Asteraceae	H	C/S	II		48;93				P1	
Cichorium intybus	Asteraceae	H	C/S	VI-IX	109;164;176; 210	48;109;164;275; 276			189	N2P1	248;Φ
Cirsium sp. (*C. vulgare...*)	Asteraceae	H	A	V-IX	64;70;141; 164	64;153;154;164; 275				N2P2	233
Cistus albidus	Cistaceae	M	A	IV-VI		143;198;224;O.P.				P3	143;234;Φ
Cistus ladanifer	Cistaceae	M	A	IV-VI		169;170;176;224				P3	42;234;235;236; 250;252
Cistus monspeliensis	Cistaceae	M	A	IV-VI		143				P3	143;234;250;Φ
Cistus salviifolius	Cistaceae	M	A	IV-VI		198;224;O.P.				P2	235;245;250;Φ
Cistus sp.	Cistaceae	M	A	IV-VI		48;93;164;176; 184;188;276		122		N0P3Pp	143;161;234; 235;238;241; 243;244;246; 248;249;252

Taxón	Familia	Es.	Or.	Fl.	Recolección				Visita	Interés	Ref. Melis.
					Néctar	Polen	Exudado	Resinas			
Citrullus lanatus	Cucurbitaceae	H	C	V-IX	58;119;164	58;119;164				N2P2	
Citrus sp.	Rutaceae	A	C	IV-V	4;57;75;109; 119;141;164; O.P.	4;86;109;119;138 164; 198;224 ;O.P.			189	N3P3	42;104;234;237; 238;249;Φ
Clematis sp. (*C. vitalba; C. cirrhosa; C. fammula; C. recta*)	Ranunculaceae	L	A	V-VIII	4;93;130;164	4;93;130;153;154 ;164; 217				N1P3	143;217;242; Φ
Clinopodium nepeta (=*Calamintha nepeta; Calamintha sylvatica; Satureja calamintha*)	Lamiaceae	H	A	VI-XI	40;79;164;170; 184	40;164;170				N1P1	234
Colchicum sp. (*C. autummale*)	Colchicaceae	H	A	VIII-X	164;232	62;164				N1P1	
Colutea sp.	Fabaceae	M	E	IV-VI	140;164	140;164				N1P1	
Convolvulus sp. (*C. arvenisis; C. cantabrica; C. althaeoides)*	Convolvulaceae	H	A	IV-IX	70;79;93;155; 157;164;170	17;48;63;86;93; 164;170;182;275 ;O.P.				N1P2	42;161;235;238; 242;Φ
Coriandrum sativum	Apiaceae	H	C	V-VIII	46;50 ;109;119;14116 4;223	46;86;109;119; 138;164;223				N3P2	
Coris monspeliensis	Primulaceae	H	A	IV-VII	76;79;184					N1	234;238
Cornus sp. (*C. sanguinea; C. mas)*	Cornaceae	M	A	IV-VII	58;120;130; 164;202	46;58;97;120;153 164;182;202		186		N2P3Pp	242;Φ
Coronilla sp.	Fabaceae	M/H	A	IV-IX	46;164	46;143;164			189	N2P2	248;Φ
Corydalis sp.	Papaveraceae	H	A	IV-VI		40;153;164				P1	
Corylus avellana	Betulaceae	A	C/S	I-III		40;46;62;182	173			P1M	245;Φ
Cotoneaster sp. *(C. integerrimus; C.horizontalis; C.lacteus...)*	Rosaceae	M	E	IV-VII	16;34;159; 204;O.P.	34;63 ;217;O.P.	172		168	N2P2M	217
Crataegus sp. (*C. monogyna*)	Rosaceae	M	A	III-VI	16;46;58;76;77; 120;141; 164;170;210	46;58;62;120;153 ;154;164;170;176 ;182;198;210;224			168	N2P3	42;143;217;233; 234;235;237; 242;244;248; 252;Φ
Crepis sp. (*C. sancta...*)	Asteraceae	H	A	IV-VI		93;164;170;221				P3	42
Crocus sp.	Iridaceae	H	A	IX-VI		182				P3	
Cucumis sp. (*C. melo; C. sativus*)	Cucurbitaceae	H	C	VII-IX	5;58;109;119; 147	58;109;153			189	N2P3	248;250
Cucurbita sp. (*C. pepo; C. maxima; C. moschata*)	Cucurbitaceae	H	C	IV-IX	8;58;133;164	58;86;153;154; 164;182;183				N2P3	104
Cupressus sp.; Juniperus sp.; Thuja sp.)	Cupressaceae	A	E	II		40;48;164;182; 275	37;173;196	122		P1MPp	237;Φ
Cydonia oblonga	Rosaceae	A	A	IV-V	58;155;164	58;164				N2P1	
Cynara sp. (*C. cardunculus; C. scolymus*)	Asteraceae	H	A	VI-VIII	164;189	164;182;189;198		186		N1P1Pp	248

Taxón	Familia	Es.	Or.	Fl.	Recolección				Visita	Interés	Ref. Melis.
					Néctar	Polen	Exudado	Resinas			
Cynoglossum sp. (*C. officinale; C. cheirifolium; C. creticum*)	Boraginaceae	H	A	VI-VIII	4;76;79;93; 155;164;184 O.P.	164				N3P1	234;245;250;Φ
Cyperaceae (*Carex* sp.; *Cyperus* sp.)	Cyperaceae	H	A	III-IX		40;48;164;170; 274				P1	234;235;238; 242;248
Cytisus sp. (*C. scoparius* (=*Sarothamus scoparius*)...)	Fabaceae	M	A	IV-VII		143;153;154;170; 184; 188				P3	42;143;234;235; 236;237;240; 243;244;246; 248;252; Φ
Dahlia sp.	Asteraceae	H	E	VII-X	257	153;182				N1P1	
Daphne gnidium	Thymelaeaceae	M	A	VIII-X	76;170	170				N1P1	
Datura sp.	Solanaceae	H	E	VII-X	95;155;164	97;164			129	N0P1	104;161
Daucus carota	Apiaceae	H	C	IV-XI	22;93;141; 164;170	48;93;164;170			189	N2P3	42
Dianthus sp.	Caryophyllaceae	H	A	IV-VI		40;120;164				P1	
Digitalis sp.	Scrophulariaceae	H	A	V-VII	23;155;164; 210	153;154;164				N1P1	
Diospyros kaki	Ebenaceae	A	C	V-VI	152;164	164			189	N1P1	
Diplotaxis erucoides	Brassicaceae	H	A	V-X	4;46;79;93; 131;141;164	46;164;198				N3P3	
Diplotaxis sp. (*D.harra; D.muralis; D.tenuifolia…*)	Brassicaceae	H	A	IV-VI	57;93;131; 164	164				N2P3	234;235;242
Dipsacus sp.	Dipsacaceae	H	A	VII-IX	32;164					N1	
Dittrichia viscosa (=*Inula viscosa*)	Asteraceae	H	A	IX-X	4;79;93;130; 164;184	4;48;93;130;164; 184;198				N2P2	161
Doronicum sp.	Asteraceae	H	A	V-VI		153				P1	
Dorycnium sp. (*D. hirsutum; D. Pentaphyllum*)	Fabaceae	M	A	IV-VIII	77;120;141; 164;184;O.P.	40;120;164;184; 198				N3P1	238
Dracocephalum moldavica	Lamiaceae	H	E	VI-VII	51	51				N3P2	
Echinaceae purpurea	Asteraceae	H	C	VI-XI	207;208;257; O.P.	207				N2P2	
Echinops sp. (*E. sphaerocephalus; E. ritro)*	Asteraceae	H	A	VII-IX	155;164;257	17;153;164				N1P2	Φ
Echium sp. (*E. vulgare ; E. plantagineum; E. creticum(rr); E. candicans*)	Boraginaceae	H	A	VI-VIII	4;46;76;79;93; 139;155;164; 167;170;184; 188;255;256; O.P.	4;46;93;143;145; 164;167;169;170; 176;184;188;221; 224				N3P3	42;104;143;161; 234;235;236; 237;238;240; 241;242;243; 244;245;246; 247;248;249; 250;252;Φ

Taxón	Familia	Es.	Or.	Fl.	Recolección				Visita	Interés	Ref. Melis.
					Néctar	Polen	Exudado	Resinas			
Elaeagnus angustifolia	Elaeagnaceae	A	E	V-VII	58;87;155; 164	48;58;87;155;164 ;276				N2P1	Φ
Epilobium sp. (*E. hirsutum; E. montanum; E. angustifolium...*)	Onagraceae	H	A	V-IX	64;70;80;93; 155;164;210	17;48;63;64;93; 97;105;153;154; 164;182;217		186		N2P3Pp	42;217;242
Erica arborea	Ericaceae	M	A	II-V	46;77;164; 170;188	46;145;164;170 ;188				N3P3	42;104;143;161; 236;247;248; 249;252
Erica multiflora	Ericaceae	M	A	VIII-I	164;188	164;188;198				N3P3	234;238
Erica sp.	Ericaceae	M	A	IV-VI	59;170	169;170;176				N3P3	234;235;240; 242;243;244; 245;246;247; 248;249;250; 252;Φ
Eriobotrya japonica	Rosaceae	A	C	X-I	40;52;164	40;52;164;198			189	N3P2M	
Eruca vesicaria (*E.v. var. versicaria; E.v. var. sativa*)	Brassicaceae	H	A	III	4;5;79;93; 119;131;157; 189	4;5;93;119;189				N1P1	
Erucastrum nasturiifolium	Brassicaceae	H	A	III-XI	21;131	21;131				N1P1	
Eryngium sp. *(E. maritimum; E. campestre...)*	Apiaceae	H	A	VII-IX	4;93;155;164 O.P.	4;93;164;O.P.			74	N2P1	239
Erythrina sp.	Fabaceae	A	E	V-VIII	18;69	18;69			74	N2P2	
Escallonia sp. (*E.rubra; E.illinita; E.pulverulenta...*)	Saxifragaceae	M	E	IV-VI	28;155;164	164				N1P1	
Eschscholzia californica	Papaveraceae	H	E	IV-VI		40;154;163;217				P1	
Eucalyptus sp. (*E. amygdalina ; E. globulus; E. camaldulensis*)	Myrtaceae	A	E	III-IX	4;41;52;93; 109;164;170 O.P.	52;86;93;109;138 ;143;145;164;169 ;170;176;198;224 ;274;O.P.		186		N3P3Pp	104;143;161; 234;236;237; 238;241;243; 244;245;246; 247;248;249; 250;Φ
Euonymus sp. (*E. japonicus; E. europaeus; E. fortunei...*)	Celastraceae	M	E	V	96;155;164;211 ;O.P.	164;216				N2P1	Φ
Eupatorium cannabinum	Asteraceae	H	A	VII-IX	4;18;93;155; 164;167;257	4;18;93;153;164; 167				N2P1	71
Euphorbia sp.	Euphorbiaceae	H	A	IV-VI	22;155;164;260 ;264	48;164				N1P1	42;161;237;238; 245;Φ
Euryops pectinatus	Asteraceae	M	E	XI-V	O.P.	115				N1P1	
Fagopyrum esculentum	Polygonaceae	H	C	VII-IX	18;40;58;109; 164;210	18;40;48;58;164				N1P2	
Fagus sylvatica	Fagaceae	A	A	III-V		40;46;153;217	37;173			P1M	

Taxón	Familia	Es.	Or.	Fl.	Recolección				Visita	Interés	Ref. Melis.
					Néctar	Polen	Exudado	Resinas			
Fallopia japonica (= *Polygonum cuspidatum; Reynoutria japonica*)	Polygonaceae	M	E	VII-IX	6;14;92;175	276				N2P1	
Ferula communis	Apiaceae	H	A	IV-VII	46;79;93;164; 264	46;93;164				N2P1	
Filipendula ulmaria	Rosaceae	H	A	V-VIII	46;164	46;97;105;153; 164;182;217				N1P2	217;233;240; 242;252
Foeniculum vulgare	Apiaceae	H	A	VI-XI	22;29	29;93			189	N1P1	161;Φ
Forsythia suspensa	Oleaceae	M	E	II-IV		164;182				P1	
Fragaria vesca	Rosaceae	H	C/S	III-XIII		63;153;170;182; 217;224				P1	217
Frangula alnus (= *Rhamnus frangula*)	Rhamnaceae	M	A	IV-VII	118;170	145;170;217				N1P1	217;237;244; 247
Fraxinus sp.	Oleaceae	A	A	III-V		62;182;217	172;Φ	20;186		P2MPp	217;234;235; 241;Φ
Fumana sp. (*F. thymifolia...*)	Cistaceae	M	A	III-X		93				P1	234
Galactites tomentosa	Asteraceae	H	A	V-VI	22;79;184; 225;O.P.	22;79;184;225				N2P1	161;Φ
Galanthus nivalis	Amaryllidaceae	H	A	II-III	155;164;210	164				N1P1	
Genista sp. (*G. balansae...*)	Fabaceae	M	A	IV-VI		153;170;184				P3	242;250
Gentiana lutea	Gentianaceae	H	A	VII	155;164;O.P.	164;170:O.P.				N1P1	
Geranium sp.	Geraniaceae	H	A	IV-IX	98;155;164	48;98;145;153; 182;221				N1P2	104;242;244; 161
Geum sp.	Rosaceae	H	A	V-IX	164;185	164				N1P1	233
Glaucium flavum	Papaveraceae	H	A	IV-IX		4;40;195				P1	
Gleditsia tricanthos	Fabaceae	A	E	VI-VII	40;110;164; 202; 280	15;40;164;202				N2P2	
Globularia alypum	Plantaginaceae	H	A	II-V(XII)	155;157;164	164				N1P1	235
Glycine max	Fabaceae	H	E	VII-VIII	53;54;81	53				N2P2	
Glycyrrhiza glabra	Fabaceae	H	C	V-VI	40;164					N1	
Gossypium hirsutum	Malvaceae	M	C	II-XII	119;141;155; 164;264	48;119;164	172		189	N2P1M	161
Grevillea sp.	Proteaceae	M	E	I-VI	75;109;128;155	109;128				N1P1	
Halimium sp.	Cistaceae	M	A	IV-VI		145;170;184;221; 224				P3	234;235;241; 245;246;248; 250
Hedera helix	Araliaceae	L	A	IX-XI	4;46;93;120; 155;164;170; 184;200;210 ;O.P.	4;46;48 ;93;97;120;164; 170;176;182;198; 217;O.P.				N3P3	217;239;240; 242;Φ

Taxón	Familia	Es.	Or.	Fl.	Recolección				Visita	Interés	Ref. Melis.
					Néctar	Polen	Exudado	Resinas			
Hedysarum coronarium	Fabaceae	H	C	IV-VI	141;164;184	164;176			189	N3P3	
Helianthemum sp.	Cistaceae	M	A	III-VII		4;48;153;154;170 ;176; 184;217				P3	234;235;237; 238;239;240; 242;243;245; 249;250;252;Φ
Helianthus annuus	Asteraceae	H	C	VII-X	5;58;164;264	5;17;48;58;86; 154;164;183		186	189	N3P3Pp	233;234;235; 239;240;241; 143;248;252;Φ
Helianthus tuberosus	Asteraceae	H	C	VII-X	91;164	48;164				N3P3	
Heliotropium sp. (*H.europaeum*)	Boraginaceae	H	A	V-IX	93;155;164	48;164				N1P1	238
Helleborus sp.	Ranunculaceae	H	A	III-IV	57;77;155; 164;199	154;164				N1P1	
Heracleum sp.	Apiaceae	H	A	VII-VIII	159;206;O.P.	64;153;217;O.P.				N1P2	217
Hibiscus sp. (*H. syriacus; H. rosa-sinensis* ...)	Malvaceae	M	E	VI-VIII	75;119;152			186	189	N1Pp	
Hippocrepis comosa	Fabaceae	H	A	IV-VII	164;179	130;164;179				N2P2	235
Hyoscyamus sp.	Aolanaceae	H	A	V-IX	95;164	193				N1P1	250
Hypecoum sp. (*H. procumbens; H. Pendulum*)	Papaveraceae	H	A	III-VII		40;48;164;176				P2	42;143;234;235; 236;238;239; 240;248;Φ
Hypericum sp. (*H. perforatum; H. triquetrifolium*...)	Guttiferae	H	A	IV-IX		4;93;105;145;153 ;154;164;170;176 ;184;217				P3	104;217;237; 242;247;Φ
Hyssopus officinalis	Lamiaceae	M	A	VII-X	117;164	117;164				N1P1	
Iberis sp.	Brassicaceae	H	A	IV-VI	40;155;164; 181	40;164;181				N1P1	
Ilex aquifolium	Aquifoliaceae	A/M	A	IV-VII	155;158;164; 170	153;154;164;170; 182; 274				N1P1	217;237;242; 243;248;Φ
Impatiens glandulifera	Balsaminaceae	H	E	V-VIII	147;164	164				N2P1	217; Φ
Ipomoea sp.	Convolvulaceae	H	C	VI-XI	25;61;67;119; 152;155	86				N1P1	
Jacaranda mimosefolia	Bignoniaceae	A	E	VI-VIII	66;70;93;109; 150					N2	71
Jasione montana	Campanulaceae	H	A	VI-IX	151;164	145;164;221				N1P1	235;239;240; 241;242;246; 248;252
Jasminum sp.	Oleaceae	L	E	IV-VIII	76;170	17;170				N1P1	104;161
Juglans sp.	Juglandaceae	A	C/S	IV-V		18;40;48;164;276				P1M	235;245

Taxón	Familia	Es.	Or.	Fl.	Recolección				Visita	Interés	Ref. Melis.
					Néctar	Polen	Exudado	Resinas			
Knautia sp. (*K. arvensis; K. integrifolia*)	Dipsacaceae	H	A	V-IX	32;93;155; O.P.	17;32;93;182	172			N2P3M	
Koelreuteria paniculata	Sapindaceae	A	E	V-VII	202;O.P.	48;202				N2P1	
Lagerstroemia indica	Lythraceae	A	E	VII-IX	120;121;164	48;120;121;164			74	N1P2	
Lagunaria sp.	Malvaceae	A	E	V-VIII	277					N1	
Lamium sp. (*L. maculatum; L. amplexicaule; L. album; L. purpureum* (rrr) ...)	Lamiaceae	H	A	IV-IX	4;46;70;120; 155;156;157; 164;170;O.P.	46;48;120;121; 145;164;170;182; 210;217;276				N2P3	42;217;234;238; 244;245;Φ
Lantana sp. (*L. camara; L. montevidensis; Lantana x strigocamara*)	Verbenaceae	M	E	IV-IX	70;93;119					N0	
Lathyrus sp. (*L. latifolius; L. clymenum; L. sylvestris; L. odoratus*)	Fabaceae	H	A	IV-IX	22;70;120; 164;257	164				N1P1	233;242;248;Φ
Laurus nobilis	Lauraceae	A	A	III-V	40;146;164; 170	40;48;146;164; 170		186		N1P2Pp	244;Φ
Lavandula sp. (*L. angustifolia; L. latifolia; L. dentata; L. x intermedia*)	Lamiaceae	M	C/S	I-VIII	77;93;117; O.P.	176;198			189	N3P1	235;239;241; 245;Φ
Lavandula stoechas	Lamiaceae	M	A	V-VIII	4;46;76;77; 93;170;184;255 O.P.	143;170;176				N3P1	42;234;236;237; 249;248;252;Φ
Lavatera sp. (*L. cretica; L. maritima...*)	Malvaceae	M	A	IV-VI	70;77;79;155; 164	164				N1	
Leonurus cardica	Lamiaceae	H	E	VI-IX	120;164					N3	
Leptospermum sp. (*L. scoparium...*)	Myrtaceae	M	E	III-VI	85;109;149	85;109;149				N3P2	
Ligustrum sp. (*L. lucidum; L. ovalifolium; L. japonicum*)	Oleaceae	A	E	IV-VII	75;120;121 ;O.P.	17;46;48;111;120 ;121;182;276				N1P3	104;161;Φ
Ligustrum vulgare	Oleaceae	A	A	IV-VII		48;63;120;154; 164;176;182;217				P3	42;217;235;242; Φ
Limonium sp.	Plumbaginaceae	H	A	VI-VIII	77;164;O.P.	48;164;276				N1P1	
Linaria vulgaris	Scrophulariaceae	H	A	VII-IX	134;155					N1	
Linum sp.	Linaceae	H	A	III-VIII	205	205;221			189	N1P1	233;238;242
Liriodendron tulipifera	Magnoliaceae	A	E	VI-VII	24;83;109;214; O.P.	109				N3P1	
Lithospermum sp. (= *Buglossoides* sp.; = *Lithodora* sp.) (*L. fruticosum; L. purpureocaeruleum* ...)	Boraginaceae	H	A	III-VI	76;155;164; 170 ;184	60;130;169;170				N2P2	234;237;243;Φ
Lonicera sp. (*L. implexa; L. etrusca; L. petriclymenum...*)	Caprifoliaceae	M	A	IV-VII	57;76;160; 164;184	17;48;153;164; 182;217				N1P2	234;242;Φ

Taxón	Familia	Es.	Or.	Fl.	Recolección				Visita	Interés	Ref. Melis.
					Néctar	Polen	Exudado	Resinas			
Lotus sp. (*L. corniculatus; L. creticus*...)	Fabaceae	H	A	IV-IX	4;46;58;70;77; 93;120;170;184 ;O.P.	46;48;58;93;153; 169;170;182;198; 217			189	N3P3	42;104;161;217; 233;234;235; 237;239;240; 242;243;245; 248;252;Φ
Lycium sp. (*L. barbarum; L. chinese; L. afrum*...)	Solanaceae	M	E	III-X	68;77	48;97				N1P1	
Lycium sp. (*L. intricatum; L. europaeum*)	Solanaceae	M	A	III-X	68;77	48;97				N1P2	
Lythrum salicaria	Lythraceae	M	A	V-IX	32;70;93;120; 155;188	48;176;182;188; 217				N2P2	217;241;242; 248;250
Magnolia sp.	Magnoliaceae	A	E	IV-VII		120;121;154;170; 190;O.P.				P2	Φ
Mahonia sp. (*M. aquifolium; M. japonica*)	Berberidaceae	M	E	II-V	120;121;155	120;121				N2P2	
Malus domestica (=*Pyrus malus* subsp. *mitis*)	Rosaceae	A	C/S	IV-V	58;63;120;130	58;63;120;130				N3P2M	Φ
Malus sylvestris (=*Pyrus malus* subsp. *malus*)	Rosaceae	A	A	IV-V	16	16	172			N3P2M	
Malva sp. (*M. sylvestris*...)	Malvaceae	H	A	III-X	32:70;93;121; 164;170;O.P	93;97;153;164; 170;176				N2P2	104;235;242; 246
Marrubium sp. (*M. Supinum*; *M. vulgare*)	Lamiaceae	H	A	V-IX	77;155;160 ;184					N2	238
Matricaria recutita (=*M. chamomilla*; = *Chamomilla recutita*)	Asteraceae	H	A	V-X	120;164	48;86;153;164				N1P2	
Matthiola sp.	Brassicaceae	H	E	IV-VI	120;164					N1	
Medicago sp. (*M. sativa; M. lupulina* ...)	Fabaceae	H	C/S	II-XII	4;93;120;130; 139;164;170; 210	4;93;120;130;164 ;170;217;275	164;172		189	N3P1M	238;248;Φ
Melaleuca sp. (*M. armillaris; M. nesophila; M. ericifolia; M. lanceolata; M. eliptica; M. leucandendra*)	Myrtaceae	M	A	IV-IX	109;128	109;128				N3P2	
Melia azedarach	Meliaceae	A	E	V-VII	18;109;128; 164	48				N1P1	Φ
Melilotus sp. (*M. albus* (= *M. alba*) ; *M. officinalis*)	Fabaceae	H	E	V-X	4;46;58;93;164 ;O.P.	4;46;58;93;105; 130;164;182;275; O.P.			189	N2P3	235;239;248;Φ
Mentha sp. (*M. spicata; M. piperita; M. longifolia; M. pulegium; M. viridis; M. suaveolans* ...)	Lamiaceae	H	A	VII-X	4;46;93;120; 130;170;210; 264	46;93;153;170; 198;221			189	N3P1	42;233;234;235; 242;243;246; 249;248;252
Mercurialis sp.	Euphorbiaceae	H	A	III-X		164;182				P1	104;238;Φ
Mespilus germanica	Rosaceae	A	A	V-VI	155;187;210; 230					N2	
Monarda sp.	Lamiaceae	H	E	VI-VIII	109 ;167					N3	

Taxón	Familia	Es.	Or.	Fl.	Recolección				Visita	Interés	Ref. Melis.
					Néctar	Polen	Exudado	Resinas			
Muscari sp. (*M. neglectum; M. comosum*)	Liliaceae	H	A	III-VII	130;155;157; 164	164;221				N1P2	248;250;Φ
Myosotis sp. (*M. arvensis*...)	Boraginaceae	H	A	IV-IX	40;109;155; 164;120	40;109;153;164				N3P1	42;237;248; Φ
Myrtus communis	Myrtaceae	M	A	V-VII		46;48;93;143;198			72	P3	42;143;236;241; Φ
Narcissus sp.	Amaryllidaceae	H	A	III-IV		12;145;164				P1	
Nepeta sp.	Lamiaceae	H	A	IV-VIII	77;109;155; 164	153				N3	
Nicotiana sp. (*N. glauca; N. tabacum*)	Solanaceae	H	E	VII-IX	95;178				189	N2	
Nigella damascena	Ranunculaceae	H	A	IV-VI	40;164;212	40;164;212				N2P2	
Ocimum basilicum	Lamiaceae	H	C	VI-IX	5;30;164;O.P	5;48;O.P.			189	N2P2	Φ
Odontites sp. (*O. albus; O. lutea*...)	Scrophulariaceae	H	A	VIII-X	155;164;O.P.	130;164;O.P.				N2P3	Φ
Oenothera sp.	Oenotheraceae	H	E	VI-VIII	23;67;164; 155	97;153;164;275				N2P1	Φ
Olea europaea	Oleaceae	A	C/S	V-VI		46;48;86;164;169 ;176;184;198;276	172;196		189	P3M	42;143;234;236; 237;238;241; 245;248;249; 250;Φ
Onobrychis viciifolia	Fabaceae	H	C/S	III-XII	46;120;164;210 264;O.P.	17;46;164;182 ;O.P.			189	N3P3	42;234;235;239; 240;242;250;Φ
Ononis sp. (*O. natrix; O. spinosa; O. pubescens*...)	Fabaceae	H	A	IV-IX		4;93;164				P2	240;241;242; 244;248;250; 252
Onopordum sp.	Asteraceae	H	A	V-IX	4;257	4;183				N1P1	
Opuntia ficus-indica	Cactaceae	H	E	V-VII	164				113	N1	104;161;238
Origanum sp. (*O. vulgare; O. virens; O. majorana*)	Lamiaceae	H	A	VII-IX	109;155;164; 167					N2	161;242
Osyris alba	Santalaceae	M	A	IV-VII	7;40;164;184; O.P.	198;O.P.				N1P1	
Oxalis sp. (*O. pes-caprea*...)	Oxalidaceae	H	E	IV-IX	79;85;155; 170	170;182;198;224				N1P1	42;234;237;238
Paeonia sp.	Paeoniaceae	H	E	V-VI		120;153;164				P2	
Paliurus spina-christi (=*Ziziphus* spina-christi)	Rhamnaceae	M	A	VI-IX	4;46;52;93	4;17;46;48;52;86; 93				N3P2	
Papaver sp.	Papaveraceae	H	A	V-VII		17;46;48;62;120; 121;143;153;163; 164;176;182;198; 217;276				P3	42;143;217;234; 235;237;239; 240;241;242; 248;250;252;Φ
Parkinsonia aculeata	Fabaceae	A	E	VII-IX	31;52;89;128	52				N2P1	104;Φ

Taxón	Familia	Es.	Or.	Fl.	Recolección				Visita	Interés	Ref. Melis.
					Néctar	Polen	Exudado	Resinas			
Parthenocissus sp. (*P. inserta. P. quinquefolia; P. tricuspidata*)	Vitaceae	L	E	V-VIII	128;164	48;49;97;120;164 ;217			O.P.	N1P3	
Passiflora sp. (*P. caerulea; P. edulis*...)	Passifloraceae	M	E	VII-IX	65;67;109; 119;128; 155;164	109;119;128;164			189	N2P1	161
Pastinaca sativa	Apiaceae	H	C	VII-IX	155;164	49;276				N1P1	
Paulownia tomentosa	Bignoniaceae	A	E	V-VI	120;121;164; 229;279	120;121;164;229				N3P1	
Persea americana	Lauraceae	A	C	V-VI	109	109;119;149;274			189	N3P2	
Phacelia tanacetifolia	Boraginaceae	H	C	IV-VII	58;109;164; 210	58;97;109;154; 275				N3P1	
Phaseolus sp.	Fabaceae	H	C	VI-IX	119;152;164; 203	153;164;203			189	N1P1	
Philadelphus coronarius	Hydrangeaceae	A	E	V-VI	40;114;O.P.	40				N1P1	
Phillyrea sp.	Oleaceae	M	A	III-V		164				P1	234;238;248; Φ
Phlomis lychnitis	Lamiaceae	M	A	V-VII	76;77;184					N1	243
Phoenix sp. (*P. dactylifera; P. canariensis*)	Arecaceae	A	E	III-V		48;86;128;164; 183;198			218 ;189	P2	104;161;Φ
Phormium tenax	Xanthorrhoeaceae	M	E	VI-VIII	35;82					N1	
Photinia x fraseri	Rosaceae	M	E	IV-VI	O.P.	O.P.				N2P1	
Pimpinella anisum	Apiaceae	H	A	VII-VIII	119;164;264	119			189	N1P1	
Abies spp.; *Cedrus* sp.; *Larix* sp.; *Picea abies*; *Pinus* sp.	Pinaceae	A	A			17;40;48;153;164 ;176;182;276	37;43;141;142; 172;196;264;275	;20;47;186; 194;273		P1MPp	104;161;217; 233;234;235; 236;237;238; 243;244;245; 246;247;Φ
Pistacia sp. (*P. lentiscus* ; *P. terebinthus*)	Anacardiaceae	M	A	III-VII		17;46;184;198; 224				P1	234;238;241; 248;Φ
Pisum sp.	Fabaceae	H	A	IV-VII	164	86;164			189	N1P1	
Pittosporum sp. (*P. tobira; P. crassifolium*...)	Pittosporaceae	M	E	IV-VI	40;85;164 ;O.P.	48;85				N2P1	
Plantago sp.	Plantaginaceae	H	A	IV-XI		17;48;97;105;145 ;153;154;169;170 ;176;182;198;221 ;217;O.P.				P2	104;143;161; 217;233;234; 235;237;238; 239;240;242; 243;245;246; 247;248;250; 252;Φ
Platanus x hispanica (=P. hybrida)	Platanaceae	A	E	IV		121				P0	;Φ

Taxón	Familia	Es.	Or.	Fl.	Recolección				Visita	Interés	Ref. Melis.
					Néctar	Polen	Exudado	Resinas			
Poaceae (*Zea mays* ...)	Poaceae	H	C/S	VII-IX		5;17;48;86;97; 145;154;169;170; 182;217;274; 276	37;172			P3M	42;104;161;217; 234;235;238; 239;242;243; 245;246;248; 250;252;Φ
Polygonum sp. (*P. bistorta; P. aviculare; P. persicaria* (=*Persicaria maculosa*))	Polygonaceae	H	A	IV-XI		48;153;170;276				P1	42;104
Populus spp.	Salicaceae	A	A	II-IV		62;164;176;182; 275; 276	37;172	11;20;47;103; 122;186;194; 273		P1MPp	248;Φ
Portulaca oleracea	Portulacaceae	H	A	V-X		48;40;274;276				P1	71
Potentilla sp. (*P.reptans*...)	Rosaceae	H	A	V-VIII	120;164	120 ;121;130;164				N1P3	242;247;Φ
Primula veris	Primulaceae	H	A	IV-V	70;120	120				N1P1	234;247
Prunella sp. (*P. vulgaris; P. grandiflora*)	Lamiaceae	H	A	VI-IX	70;155;160; 164;170;184					N2	
Prunus armeniaca	Rosaceae	A	C	II-IV	16;58;87;164	58;164	172	186;194	189	N2P1MPp	
Prunus avium	Rosaceae	A	C/S	III-IV	4;58;77;155; 164;170	4;58;164;170		186;194		N3P1Pp	243
Prunus cerasus	Rosaceae	A	A	IV-VI	46;58;170; 210	46;58;153;154 ;170		186;194	189	N3P1Pp	
Prunus domestica	Rosaceae	A	C	IV-V	4;58;120;155; 164;170	4;164;170		194		N2P1Pp	
Prunus dulcis (=*Amygdalus communis*)	Rosaceae	A	C/S	I-III	4;58;79;119; 164	4;58;164;198	173	194		N3P1MPp	243
Prunus laurocerasus	Rosaceae	A	E	IV-VI	121;164;210 O.P.	121;154;164		186;194		N2P2Pp	
Prunus lusitanica	Rosaceae	A	E	V-VI	109	109;153		194		N1P1Pp	
Prunus mahaleb	Rosaceae	A	A	III-V	77;164	164		194	168	N2P2Pp	
Prunus persica (=*Persica vulgaris*)	Rosaceae	A	C	II-IV	4;16;58;79; 87;116;119; 155;164	4;58;116;119;154 ;164	172	194		N3P2MPp	
Prunus spinosa	Rosaceae	M	A	II-V	164;170	145;164;170;221		194	168	N2P3Pp	42;Φ
Prunus sp.	Rosaceae	A	A		46;120;164	46;48;164;176; 182;198;217;276	172	186;194		N3P2MPp	104;161;217; 234;235;238; 242;244;245; 246;247;248;Φ
Psoralea sp.	Fabaceae	H	A	III-XI	22;76;157					N0	42;Φ
Punica granatum	Punicaceae	M	A	VI-VIII	2;119	2;17;111;119;198 ;O.P.				N2P2	

Taxón	Familia	Es.	Or.	Fl.	Recolección				Visita	Interés	Ref. Melis.
					Néctar	Polen	Exudado	Resinas			
Pyracantha coccinea	Rosaceae	M	A	IV-VI	16;40;164	40;164;198				N1P1	
Pyrus communis (=*P. pyraster*)	Rosaceae	A	C/S	IV-V	16;58;120;164; 170;210;O.P.	48;58;63;120;154 ;164;170;176;182 ;276;O.P.	164			N2P3M	245
Quercus sp. (*Q. ilex; Q.suber*; *Q.coccifera*...)	Fagaceae	A	A	IV-VI	40;46;143;145; 164;176;182; 184;216;217; 221	40;46;143;145; 176;182;184;216; 217;221	37;90;141;142; 148;172;173;196; 271;272;	20;47;186		P3MPp	42;143;217;234; 235;236;237; 238;239;241; 243;244;247; 248;249;250; 252;Φ
Quillaja saponaria	Quillajaceae	A	E	V-VIII	125;126					N3	
Ranunculus sp. (*R. bulbosus*...)	Ranunculaceae	H	A	IV-VI		48;62;63;145;153 ;154;164;170;182 ;217;221;276				P3	217;234;237; 244;246;247; 248;Φ
Raphanus sp. (*R. raphanistrum; R. sativum*)	Brassicaceae	H	C	II-VII	4;93;119;131; 210;170	93;119;145;153; 154;170;198;210; 221			189	N2P3	42;239
Reseda sp. (*R. lutea; R. alba; R. luteola*...)	Resedaceae	H	A	IV-X	4;93;157;164 O.P.	4;48;93;145;154; 164;169;224;276 O.P.				N3P2	104;143;161; 234;237;238; 240;241;244; 247;248;250;Φ
Retama monosperma (=*Lygos monosperma*)	Fabaceae	M	A	II-V	76;77;132;184	184				N2P1	
Retama sphaerocarpa (= *Lygos sphaerocarpa*)	Fabaceae	M	A	IV-VII	76;141;184	184				N2P1	
Rhamnus sp. (*R. alaternus; R. lycioides*...)	Rhamnaceae	M	A	II-V	27;93;155;164	27;52;93;164;198			228	N1P3	42;104;143;234; 238;248;250;Φ
Rhododendron sp. (R. ferrugineum)	Ericaceae	M	A	V-VII	38;55;56;164; 170;264;265 O.P.	55;153;164;170; 217;O.P.				N3P1	Φ
Rhus sp.	Anacardiaceae	M	E	VI-VII	73;164;261	73;164;216				N1P1	
Ribes nigrum	Grossulariaceae	M	C	III-V	58;164;210	58;154;164				N2P1	
Ribes sp. (*R. uva-crispa; R. rubrum*)	Grossulariaceae	M	A	III-V	58;109;164	58;109;217			189	N3P1	42;243
Ricinus communis	Euphorbiaceae	M	E	V-X	10;57;119; 123;124;147	123;128;165;227				N1P2	104;227;Φ
Robinia pseudoacacia	Fabaceae	A	E	IV-VI	120;121;164; 210;280;264; O.P.	15;121;164;276	37			N3P1M	234;237;Φ
Roldana petasitis (=*Senecio petasitis*)	Asteraceae	M	E	II-III	O.P.					N1	
Rosa canina	Rosaceae	A	A	V-VII		93;79;153;164; 170;O.P.			168	P2	
Rosa sp.	Rosaceae	M	C/S	V-VII		46;153;164;182; 198; 217			168	P2	217;Φ

Taxón	Familia	Es.	Or.	Fl.	Recolección				Visita	Interés	Ref. Melis.
					Néctar	Polen	Exudado	Resinas			
Rosmarinus officinalis	Lamiaceae	M	A	X-V	4;39;52;76; 77;79;155; 164;170;184	52;164;170;176; 198				N3P1	234;235;236; 237;238;241; 248;Φ
Rubus idaeus	Rosaceae	M	A	VI-VIII	58;155;210	58;153;154				N2P3	
Rubus sp. (*R. caesius; R. idaeus; R. fruticosus*...)	Rosaceae	M	A	V-VI	46;58;64;130; 170;210;226;26 2;263;O.P.	46;48;58;63;64; 145;153;168;169; 170;176;182; 198;216;217;221 ;226;276;O.P.			189	N2P3	143;217;235; 237;239;240; 241;243;244; 245;246;247; 248;252;Φ
Rubus ulmifolius	Rosaceae	M	A	V-VI		48				P2	42;
Rudbeckia sp. (*R. fulgida*)	Asteraceae	H	E	VI-IX	128;167	167				N1P1	
Rumex sp.	Polygonaceae	H	A	III-VIII		40;48;120;182				P1	104;161;217; 233;235;236; 238;237;239; 242;245;247; 252;Φ
Ruta graveolans	Rutaceae	H	A	VI-VIII	120;155;157; 164;O.P.					N1	
Sabal sp. (*S. mauritiiformis; S. mexicana; S. minor*)	Arecaceae	A	E	V-VIII	177;218	218				N2P2	
Salix spp.	Salicaceae	A	A	I-VII	4;58;93;120; 121;155;164; 170	4;17;58;62;93; 143;145;164;169; 170;176;182;217; 221;275	37	20;186		N2P3MPp	42;104;143;217 ;234;235;237; 238;239;242; 243;244;246; 247;248;249; 250;252;Φ
Salvia sp. (*S. verbenaca; S. viridis*(rrr)*; S. Nemorosa* (rrr)*; S. Verticillata* (rrr)*; S.sclarea*(rr)*; S. glutinosa; S. pratensis*...)	Lamiaceae	M	A	VI-IX	4;38;46;70; 77;79;93; 109;117;120; 155;156;164; 184;O.P.	4;46;93;109;153; 182; 276		186		N3P1Pp	42;Φ
Sambucus sp. (*S. nigra* ...)	Caprifoliaceae	M	A	VI-VIII		9;63;120;145;153 ;154;170;217				P2	217;242;252;Φ
Sanguisorba minor	Rosaceae	H	A	V-IX		17;40;221				P2	
Satureja sp. (=*Calamintha* sp.; *Acinos* sp.; *Clinopodium* sp.; *Micromeria* sp.) *(S.montana...)*	Lamiaceae	M	A	VII-XI	93;109;156; 164;O.P.					N2P0	234
Saxifraga sp.	Saxifragaceae	H	A	V-VII	155;164;170	40;164;170				N1P1	235;245;247
Scabiosa sp. (*S. atropurpurea; S. columbaria*...)	Dipsacaceae	H	A	V-VIII	22;79;155; 157;164;170	17;48;164;170; 198			32	N2P2	104;161;234; 241;242;Φ
Schinus sp. (*S. molle; S. terebinthifolius*)	Anacardiaceae	A	E	III-XII	52;75;104; 128;164;O.P.	52;104;164;274; 275 ;O.P.		186		N2P2Pp	71;161;Φ

Taxón	Familia	Es.	Or.	Fl.	Recolección				Visita	Interés	Ref. Melis.
					Néctar	Polen	Exudado	Resinas			
Scrophularia sp. (*S.nodosa; S.canina*...)	Scrophulariaceae	H	A	IV-IX	64;76;155; 164	145;153;164			64	N1P1	234;239;240; 248;252;Φ
Sedum sp. (*S. sediforme; S. acre*...)	Crassulaceae	H	A	VI-VII	22;79;164;170 ;155	40;164;169;170; 221				N1P3	234;237;239; 240;243;244; 252;Φ
Sempervivum sp. (*S. monanum*)	Crassulaceae	H	A	VII-VIII	164;171	40;164				N1P1	
Senecio sp. (*S. jacobea; S. vulgaris; S. erucifolius*...)	Asteraceae	H	A	V-VII	4;130;155; 164	4;48;130;145;153 ;154;164;221;274 ;275				N2P2	42;236;242;246
Sida sp. (*S. hermaphrodita*...)	Malvaceae	H	E	VII-VIII	257;258;259	259;275				N3P2	
Sideritis sp.	Lamiaceae	H	A	IV-IX	77;141;164 ;O.P.					N2	104;234;238;Φ
Silybum marianum	Asteraceae	H	A	VI-VIII	4;79;93;164 O.P.	4;48;93;120;164; 198; 276 ;O.P.				N2P2	Φ
Sinapis alba	Brassicaceae	H	A	III-VII	4;46;58;93; 131	4;46;48;58;93; 153			189	N2P2	42;235;239
Sinapis arvensis	Brassicaceae	H	A	I-XII	4;46;93;120; 121;131;155; 164	4;46;48;93;154; 164				N2P2	
Sisymbrium sp. (*S. officinale*...)	Brassicaceae	H	A	III-VIII	170	48;170;276				N1P2	
Smilax aspera	Smilacacea	L	A	VIII-XI	79	164;198;276				P1	Φ
Solidago canadensis	Asteraceae	H	E	IX-X	58	58				N2P2	
Solidago gigantea	Asteraceae	H	E	VII-X	58	58				N2P2	
Solidago sp.	Asteraceae	H	A	IX-X	46;141;159; 164	46;164;153				N2P1	
Sonchus sp. (*S. arvensis; S. oleraceus; S. asper*...)	Asteraceae	H	A	II-XII		48;130;153;154; 164;170;198;276				P2	161;246
Sophora sp. (*S. japonica; S. microphylla*)	Fabaceae	A	E	VII-VIII	58;85;164; 202;278	15;48;58;85;164; 202		186		N2P1Pp	278;Φ
Sorbus sp.	Rosaceae	A	A	III-VII	87;164;217	87;153;164;216; 217				N3P1	217;Φ
Spergularia sp.	Caryophyllaceae	H	A	III-VIII	40;164;170	40;145;164;170; 221				N1P2	244
Stachys annua	Lamiaceae	H	A	VI-XI	46;58;120; 141;155;164	46;58;164				N3P1	
Stachys sp. (*S. sylvatica*...)	Lamiaceae	H	A	IV-IX	46;58;70;76; 155;164;120	46;58;164				N3P1	239
Stellaria sp. (*S. media; S. holostea; S. graminea*...)	Caryophyllaceae	H	A	II-XII	23;164;170; 231	48;145;153;164; 170				P2	
Syagrus romanzoffiana	Arecaceae	A	E	IV-IX	177	274				N1P1	
Symphoricarpos albus	Caprifoliaceae	M	E	V-VII	164;210	153;164;182;210; 217				N2P1	

Taxón	Familia	Es.	Or.	Fl.	Recolección				Visita	Interés	Ref. Melis.
					Néctar	Polen	Exudado	Resinas			
Symphytum sp.	Boraginaceae	H	A	III-VII	164	153;164;182				P1	
Syringa vulgaris	Oleaceae	M	E	IV-V		63;164				P1	
Tagetes sp.	Asteraceae	H	E	VII-IX	18;33;119	18;119			33	N1P1	71
Tamarix sp.	Tamaricaceae	M	A	IV-V	4;46;93;164; O.P.	4;46;93;153;164; 276;O.P.				N2P1	238;241;Φ
Taraxacum officinale (=*T.vulgare*)	Asteraceae	H	A	III-VII	46;155;164; 170;210	48;62;63;105;138 ;153;154;164;170 ;275;276				N3P3	233;234;236; 237;238;246; 247;Φ
Taxus baccata	Taxaceae	A	A	III-IV		40;46;164	196			P1M	
Teucrium fruticans	Lamiaceae	M	E	III-VI	76;79;184;O.P.					N2	217
Teucrium sp. (*T. polium; T. chamaedrys; T. scorodonia* ...)	Lamiaceae	M	A	VII-IX	4;155;156; 157;164;170 O.P.	4;76;153;164;170				N2P1	217;234;235; 250
Thymbra capitata (=*Thymus capitatus; Coridothymus capitatus*)	Lamiaceae	M	A	V-X	39;79;156; 157;184				189	N3	241
Thymus sp. (*T. vulgaris; T. mastichina (rrr p.c.); T. serpyllum*...)	Lamiaceae	M	A	II-VI	76;79;155;164; 184; 210 O.P.	164;176;O.P.				N3P1	234;235;236; 238;242;250;Φ
Tilia cordata	Tiliaceae	A	A	VI-VIII	38;58;120;164; 202	38;58;105;120; 164;202				N3P1	Φ
Tilia platyphyllos	Tiliaceae	A	A	VI-VIII	38;58;164;170 ;O.P.	38;58;164;170 ;O.P.				N1P1	42;242;Φ
Tilia sp. (*T. tomentosa; T. americana; T. petiolaris; T. orbicularis*)	Tiliaceae	A	E	VI-VIII	58;121;164; 202;206	49;58;121;153; 164;182;198;202; 276	37;172			N3P1M	217;233;241;Φ
Trachycarpus fortunei	Arecaceae	A	E	IV-VII		O.P.				P2	Φ
Tribulus terrestris	Zygophyllaceae	H	A	IV-IX		48;49;276 ;O.P.				P1	
Trifolium alpinum	Fabaceae	H	A	VI-VIII	149;164	149;164				N2P1	
Trifolium campestre	Fabaceae	H	A	VI-VIII	130					N1P1	
Trifolium hybridum	Fabaceae	H	A	VI-VIII	58;155;164	58;164			189	N2P1	
Trifolium incarnatum	Fabaceae	H	A	IV-VII	58;164;257	58;164				N2P1	
Trifolium pratense	Fabaceae	H	A	VI-VIII	38;58;70;155; 164;170;184; 210	17;58;105;153; 164;170;217;275				N3P2	42;217;239;242; 248;Φ
Trifolium repens	Fabaceae	H	A	IV-XI	4;58;93;130; 139;155;164; 170;210;O.P.	17;58;63;97;145; 153;164;170;217; O.P.			189	N2P3	42;217;234;239; 240;242;243; 245;248;252
Trifolium spp.	Fabaceae	H	A	IV-IX	58;93;120; 164	48;58;93;164;275 ;276	172			N3P3	233;244;247; 250
Tropaeolum majus	Tropaeolaceae	H	E	VI-VIII		33;153;154;163; 182;275				P2	104;161;Φ

Taxón	Familia	Es.	Or.	Fl.	Recolección				Visita	Interés	Ref. Melis.
					Néctar	Polen	Exudado	Resinas			
Tussilago farfara	Asteraceae	H	A	II	155;164	154;155;164				N1P2	
Ulex sp. (*U. europaeus; U. parviflorus*)	Fabaceae	M	A	II-VI; XII-II		153;154;170;176; 182; 184				P3	246;248;Φ
Ulmus spp.	Ulmaceae	A	A	II-IV		40;46;62;121;182 ;275				P2	238;Φ
Urtica sp.	Urticaceae	H	A	III-X		170;217				P1	217;234;238; 245;248
Vaccinum sp. (*V. myrtillus; V. uliginosum; V.vitis-idaea*)	Ericaceae	M	A	IV-VII	88;109;164	88;109			189	N3P2	245;Φ
Valeriana sp.	Valerianaceae	H	A	VI-VIII	155;164					N1	
Verbascum sp.	Scrophulariaceae	H	A	V-VIII		4;48;93;153;170; 198; 276				P3	234;237
Verbena officinalis	Verbenaceae	H	A	VI-VIII	109;164					N1	238
Veronica sp.	Scrophulariaceae	H	A	III-VI	48;120;155; 164	153;164;182;198; 217				N1P2	238;248
Viburnum sp. (*V. tinus*; *V. lantana*; *V. opulus*)	Caprifoliaceae	M	A	XI-VIII	46;76;77;93; 164;170;	46;48;52;93;153; 164; 170;198;217				N2P2	104;161;217; 249;Φ
Vicia cracca	Fabaceae	H	A	IV-IX	130;O.P.	130				N2P2	
Vicia faba	Fabaceae	H	A	II-V(VII)	57;58;210	48;58;86;153;154 ;182				N3P3	242;249
Vicia sativa	Fabaceae	H	A	IV-VII	70;164	164			189	N2P2	239
Vicia sp.	Fabaceae	H	A	IV-IX	58;164	17;48;58;164;176				N3P3	161;233;234; 235;242;248;Φ
Vicia villosa	Fabaceae	H	A	III-VIII	58;160;164 O.P.	48;58;164			189	N3P3	236
Viola sp.	Violaceae	H	A	IV-VI	33;155;164	33;120;155;164; 182				N1P2	233;245
Viscum album	Loranthaceae	H	A	III-VII	164;215	164;215				N1P1	
Vitex agnus-castus	Verbenaceae	M	A	VI-IX	93;164;264	46;48;93;164				N1P1	
Vitis vinifera	Vitaceae	M	C/S	IV-VI		48;170;198			189	P1	42;234;237;245; 248;Φ
Washingtonia sp.	Arecaceae	A	E	IV-VIII		174;198				P1	
Weigela florida	Caprifoliaceae	M	E	IV-VI	121;164	120;121;164				N1P1	
Westringia fruticosa	Lamiaceae	M	E	IV-IX	155;O.P.					N1	
Wisteria sinensis	Fabaceae	M	E	IV-V	155;164;222	164			74	N1	
Ziziphus jujuba	Rhamnaceae	A	C	IV-V	18;119;213	18;213			189	N3P1	
Typha sp.	Typhaceae	H	A	V-VIII		275				P1	247

Bibliografía Anexo 1

1 Adgaba, N., Al-Ghamdi, A., Tadesse, Y., Getachew, A., Awad, A. M., Ansari, M. J., Owayss, A. A., Mohammed, S. E. & Alqarni, A. S. (2017). Nectar secretion dynamics and honey production potentials of some major honey plants in Saudi Arabia. Saudi journal of biological sciences, 24(1), 180-191.

2 Adhikari, S., & Adhikari, M. K. (2010). Floral phenology and pollination ecology of *Punica granatum* L. in Kathmandu, Nepal. Nepal Journal of Science and Technology, 11, 115-124.

3 Adjaloo, M. K. & Yeboah-Gyan, K. (2003). Foraging of the African honeybee, *Apis mellifera adansonii*, in the humid semi-deciduous forest environment of Ghana. Journal of Science and Technology (Ghana), 23(1), 16-25.

4 Albaba, I. (2015). A list of important honeybee nectariferous and polleniferous plant species in the West Bank Governorates, Palestine. Journal of Agricultural Science and Technology, 5, 114-121.

5 Al-Ghamdi, A. A. (2007). Evaluation of various honeybee foraging activities for identification of potential bee plants in Riyadh, Saudi Arabia. Annal of Agricultural Science-Cairo, 52(2), 487.

6 Andros, C. F., & Apiaries, L. (2000). *Polygonum cuspidatum* (Japanese knotweed, Mexican bamboo). American Bee Journal, 140(11), 854-854.

7 Aronne, G., Wilcock, C. C., & Pizzolongo, P. (1993). Pollination biology and sexual differentiation of Osyris alba (Santalaceae) in the Mediterranean region. Plant Systematics and Evolution, 188(1-2), 1-16.

8 Ashworth, L., & Galetto, L. (2002). Differential nectar production between male and female flowers in a wild cucurbit: *Cucurbita maxima* ssp. andreana (Cucurbitaceae). Canadian Journal of Botany, 80(11), 1203-1208.

9 Atkinson, M.D. & Atkinson, E. (2002) Biological flora of the British Isles. *Sambucus nigra* L. Journal of Ecology, 90, 895–923.

10 Baker, D. A., Hall, J. L., & Thorpe, J. R. (1978). A study of the extrafloral nectaries of *Ricinus communis*. New Phytologist, 81(1), 129-137.

11 Bankova, V. S., de Castro, S. L., & Marcucci, M. C. (2000). Propolis: recent advances in chemistry and plant origin. Apidologie, 31(1), 3-15.

12 Barrett, S. C., & Harder, L. D. (2005). The evolution of polymorphic sexual systems in daffodils (*Narcissus*). New Phytologist, 165(1), 45-53.

13 Bazzurro, D., Díaz, R., & Sánchez, M. (1995). Tipificación de miel: un uso sustentable de la palmera butiá (*Butia capitata*). Documentos de Trabajo nº 6. Probides, Facultad de Agronomía. 26p.

14 Beerling, D. J., Bailey, J. P., & Conolly, A. P. (1994). *Fallopia japonica* (Houtt.) ronse decraene. Journal of Ecology, 82(4), 959-979.

15 Nicholson, C. (2012). An Analysis of Local Honey: Foraging Effects and Colony Fitness of Philadelphia (*Apis Mellifera* L.). Flora of Pennsylvania Intern. University of Pennsylvania, Philadelphia, United States.

16 Bieleski, R. L., & Redgwell, R. J. (1980). Sorbitol metabolism in nectaries from flowers of Rosaceae. Functional Plant Biology, 7(1), 15-25.

17 Biisik, A., Cakmak, I., Bicakci, A., & Malyer, H. (2008). Seasonal variation of collected pollen loads of honeybees (*Apis mellifera* L. anatoliaca). Grana, 47(1), 70-77.

18 Bista, S., & Shivakoti, G. P. (2001). Honeybee Flora at Kabre, Dolakha District. Nepal Agriculture Research Journal, 18-25.

19 Boch, R. (1961). Honeybee activity on safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Canadian Journal of Plant Science, 41(3), 559-562.

20 Bonvehí, J. S., & Coll, F. V. (1994). The composition, active components and bacteriostatic activity of propolis in dietetics. Journal of the American Oil Chemists' Society, 71(5), 529-532.

21 Bosch, J. (1992). Floral biology and pollinators of three co-occurring *Cistus* species (Cistaceae). Botanical Journal of the Linnean Society, 109(1), 39-55.

22 Bosch, J., Retana, J., & Cerdá, X. (1997). Flowering phenology, floral traits and pollinator composition in a herbaceous Mediterranean plant community. Oecologia, 109(4), 583-591.

23 Burck, W. (1906). On the influence of the nectaries and other sugarcontaining tissues in the flower on the opening of the anthers. Proceedings of the Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen, 9, 390.

24 Burns, R. M. & Honkala B. H., tech. coords. (1990). Silvics of North America: 2. Hardwoods; Agriculture Handbook 654. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Washington, DC. 877pp.

25 Burquez, A., & Corbet, S. A. (1991). Do flowers reabsorb nectar?. Functional ecology, 369-379.

26 Cabras, P., Angioni, A., Tuberoso, C., Floris, I., Reniero, F., Guillou, C., & Ghelli, S. (1999). Homogentisic acid: a phenolic acid as a marker of strawberry-tree (*Arbutus unedo*) honey. Journal of agricultural and food chemistry, 47(10), 4064-4067.

27 Canale, A., Benvenuti, S., Raspi, A., & Benelli, G. (2015). Insect pollinators of the late winter flowering *Rhamnus alaternus* L., a candidate for honeybee-friendly scrubland spots in intensively managed agricultural areas. Plant Biosystems-An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology, 150(4), 611-615.

28 Chalcoff, V. R., Aizen, M. A., & Galetto, L. (2005). Nectar concentration and composition of 26 species from the temperate forest of South America. Annals of Botany, 97(3), 413-421.

29 Chaudhary, O. P. (2006). Diversity, foraging behaviour of floral visitors and pollination ecology of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). Journal of Spices and Aromatic Crops, 15(1), 34-41.

30 Chwil, M. (2007). Flowering pattern, the structure of nectary surface and nectar secretion in two varieties of *Ocimum basilicum* L. Acta Agrobotanica, 60(1).

31 Cocucci, A. A., Galetto, L., & Sersic, A. (1992). El sindrome floral de *Caesalpinia gillesii* (Fabaceae Caesalpinioideae). Darwiniana, 111-135.

32 Comba, L., Corbet, S. A., Hunt, L., & Warren, B. (1999). Flowers, nectar and insect visits: evaluating British plant species for pollinator-friendly gardens. Annals of Botany, 83(4), 369-383.

33 Comba, L., Corbet, S. A., Barron, A., Bird, A., Collinge, S., Miyazaki, N., & Powell, M. (1999). Garden flowers: insect visits and the floral reward of horticulturally-modified variants. Annals of Botany, 83(1), 73-86.

34 Corbet, S. A., & Westgarth-Smith, A. (1992). Cotoneaster for bumble bees and honey bees. Journal of Apicultural Research, 31(1), 9-14.

35 Craig, J. L., & Stewart, A. M. (1988). Reproductive biology of *Phormium tenax*: a honeyeater-pollinated species. New Zealand journal of botany, 26(3), 453-463.

36 Crane, E. (1973). Honey sources in some tropical and subtropical countries. Bee World, 54(4), 177-186.

37 Crane, E., & Walker, P. (1985). Important honeydew sources and their honeys. Bee World, 66(3), 105-112.

38 Crane, E. (1975). A book of honey. Oxford University Press, Oxford, New York, Toronto, Melbourne.

39 Dafni, H., Lensky, Y. & Fahn, A. (1988). Flower and nectar characteristics of nine species of Labiatae and their influence on honeybee visits. Journal of Apicultural Research, 27(2), 103-114.

40 Ricciardelli D'Albore, G. & Oddo L., (1978). Flora apística italiana. Istituto Sperimentale per la Zoología Agraria, Firenze, 189 pp. 1-79.

41 Davis, A. R., Pylatuik, J. D., Paradis, J. C., & Low, N. H. (1998). Nectar-carbohydrate production and composition vary in relation to nectary anatomy and location within individual flowers of several species of Brassicaceae. Planta, 205(2), 305-318.

42 De la Cruz, D. R., Reyes, E. S., Durán, S. S., & Sánchez, J. S. (2013). Análisis palinológico de mieles comerciales monoflorales. Botanica Complutensis, 37, 171.

43 De-Miguel, S., Pukkala, T., & Yeşil, A. (2014). Integrating pine honeydew honey production into forest management optimization. European Journal of Forest Research, 133(3), 423-432.

44 Descamps, C., Moquet, L., Migon, M., & Jacquemart, A. L. (2015). Diversity of the insect visitors on *Calluna vulgaris* (Ericaceae) in Southern France heathlands. Journal of Insect Science, 15(1), 130.

45 Detzel, A., & Wink, M. (1993). Attraction, deterrence or intoxication of bees (*Apis mellifera*) by plant allelochemicals. Chemoecology, 4(1), 8-18.

46 Di Marco, G., Manfredini, A., Leonardi, D., Canuti, L., Impei, S., Gismondi, A., & Canini, A. (2016). Geographical, botanical and chemical profile of monofloral Italian honeys as food quality guarantee and territory brand. Plant Biosystems-An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology, 151(3), 450-463.

47 Dias, L. G., Pereira, A. P., & Estevinho, L. M. (2012). Comparative study of different Portuguese samples of propolis: pollinic, sensorial, physicochemical, microbiological characterization and antibacterial activity. Food and Chemical Toxicology, 50(12), 4246-4253.

48 Dimou, M., & Thrasyvoulou, A. (2007). Seasonal variation in vegetation and pollen collected by honeybees in Thessaloniki, Greece. Grana, 46(4), 292-299.

49 Dimou, M., & Thrasyvoulou, A. (2009). Pollen analysis of honeybee rectum as a method to record the bee pollen flora of an area. Apidologie, 40(2), 124-133.

50 Dinkov, D., & Ivanov, T. (2009). Sensorial characteristics and composition of Bulgarian's coriander (*Coriandrum sativum* L.) honey. In Proceedings of the 41st Apimondia congress (pp. 15-20).

51 Dmitruk, M., Weryszko-Chmielewska, E., & Sulborska, A. (2018). Flowering and nectar secretion in two forms of the Moldavian dragonhead (*Dracocephalum moldavica* L.)–A plant with extraordinary apicultural potential. Journal of Apicultural Science, 62(1), 97-110.

52 Eisikowitch, D., & Masad, Y. (1982). Preferences of honeybees for different ornamental nectar-yielding plants during the dearth period in Israel. Bee World, 63(2), 77-82.

53 Erickson, E. H. (1975). Variability of floral characteristics influences honey bee visitation to soybean blossoms. Crop Science, 15(6), 767-771.

54 Erickson, E. H. (1975). Effect of Honey Bees on Yield of Three Soybean Cultivars. Crop Science, 15(1), 84-86.

55 Escaravage, N., & Wagner, J. (2004). Pollination effectiveness and pollen dispersal in a *Rhododendron ferrugineum* (Ericaceae) population. Plant Biology, 6(05), 606-615.

56 Escaravage, N., Pornon, A., Doche, B., & Till-Bottraud, I. (1997). Breeding system in an alpine species: *Rhododendron ferrugineum* L. (Ericaceae) in the French northern Alps. Canadian Journal of Botany, 75(5), 736-743.

57 Fahn, A. (1979). Ultrastructure of nectaries in relation to nectar secretion. American Journal of Botany, 66(8), 977-985.

58 Farkas, Á., & Zajácz, E. (2007). Nectar production for the Hungarian honey industry. The European Journal of Plant Science and Biotechnology, 1(2), 125-151.

59 Ferreres, F., Andrade, P., & Tomás-Barberán, F. A. (1996). Natural occurrence of abscisic acid in heather honey and floral nectar. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 44(8), 2053-2056.

60 Ferrero, V., Castro, S., Sánchez, J. M., & Navarro, L. (2011). Stigma–anther reciprocity, pollinators, and pollen transfer efficiency in populations of heterostylous species of *Lithodora* and *Glandora* (Boraginaceae). Plant Systematics and Evolution, 291(3-4), 267-276.

61 Figier, J. (1972). Localisation infrastructurale de la phosphatase acide dans les glandes pétiolaires d'Impatiens holstii. Planta, 108(3), 215-226.

62 Fortunato, L., Gazziola, F., Barbattini, R., & Frilli, F. (2006). A study on the pollen sources for honey bees in Udine province (northern Italy). Bulletin of Insectology, 59(1), 39.

63 Free, J. B. (1963). The flower constancy of honeybees. The Journal of Animal Ecology, 119-131.

64 Fussell, M., & Corbet, S. A. (1991). Forage for bumble bees and honey bees in farmland: a case study. Journal of apicultural Research, 30(2), 87-97.

65 Varassin, I. G., Trigo, J. R., & Sazima, M. (2001). The role of nectar production, flower pigments and odour in the pollination of four species of *Passiflora* (Passifloraceae) in south-eastern Brazil. Botanical Journal of the Linnean Society, 136(2), 139-152.

66 Galetto, L. (1995). Nectary structure and nectar characteristics in some Bignoniaceae. Plant Systematics and Evolution, 196(1-2), 99-121.

67 Galetto, L., & Bernardello, G. (2003). Nectar sugar composition in angiosperms from Chaco and Patagonia (Argentina): an animal visitor's matter?. Plant Systematics and Evolution, 238(1-4), 69-86.

68 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.

69 Galetto, L., Bernardello, G., Isele, I. C., VelV-Vlini, J., Speroni, G., & Berduc, A. (2000). Reproductive biology of *Erythrina crista-galli* (Fabaceae). Annals of the Missouri Botanical Garden, 127-145.

70 Gardener, M. C., & Gillman, M. P. (2002). The taste of nectar–a neglected area of pollination ecology. Oikos, 98(3), 552-557.

71 Girón, V. (1995). Análisis Palinológico de la Miel y la Carga de Polen Colectada por *Apis mellifera* en el suroeste de Antioquia, Colombia. Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle. 3 (2): 35-54.

72 González-Varo, J. P., Arroyo, J., & Aparicio, A. (2009). Effects of fragmentation on pollinator assemblage, pollen limitation and seed production of Mediterranean myrtle (*Myrtus communis*). Biological Conservation, 142(5), 1058-1065.

73 Greco, C. F., Holland, D., & Kevan, P. G. (1996). Foraging behaviour of honey bees (*Apis mellifera* L.) on staghorn sumac [*Rhus hirta* Sudworth (ex-Typhina L.)]: differences and dioecy. The Canadian Entomologist, 128(3), 355-366.

74 Gurini, L. B., & Basilio, A. (1995). Flora apícola en el Delta del Paraná. Darwiniana, 337-346.

75 Van Handel, E., Haeger, J. S., & Hansen, C. W. (1972). The sugars of some Florida nectars. American Journal of Botany, 59(10), 1030-1032.

76 Herrera, J. (1985). Nectar secretion patterns in southern Spanish Mediterranean scrublands. Israel Journal of Plant Sciences, 34(1), 47-58.

77 Herrera, J. (1988). Datos sobre biología floral en la flora de Andalucía Oriental. Lagascalia, 15, 607-614.

78 Hidalgo, M. I., Bootello, M. L., & Pacheco, J. (1990). Origen floral de las cargas de polen recogidas por *Apis mellifera* L. en Abra (Malaga, España). Acta Botánica Malacitana 15: 33-44.

79 Hidalgo, M. I., & Cabezudo, B. (1995). Producción de néctar en matorrales del sur de España (Andalucía). Acta Botánica Malacitana 20:123–132.

80 Hiebert, S. M., & Calder Jr., W. A. (1983). Sodium, potassium, and chloride in floral nectars: energy-free contributions to refractive index and salt balance. Ecology, 64(2), 399-402.

81 Horner, H. T., Healy, R. A., Cervantes-Martinez, T., & Palmer, R. G. (2003). Floral nectary fine structure and development in *Glycine max* L. (Fabaceae). International Journal of Plant Sciences, 164(5), 675-690.

82 Howell, V., & Jesson, L. K. (2013). The effect of bird and bee visitation on pollination and reproductive success in *Phormium tenax*. New Zealand journal of botany, 51(3), 194-205.

83 Howes, F. N. (1945). Plants and beekeeping - An account of those plants, wild and cultivated, of value to the hive bee, and for honey production in the British Isles. Ed. Faber & Faber, London, UK.

84 Human, H., & Nicolson, S. W. (2006). Nutritional content of fresh, bee-collected and stored pollen of Aloe greatheadii var. davyana (Asphodelaceae). Phytochemistry, 67(14), 1486-1492.

85 Huryn, V. M. B. (1995). Use of native New Zealand plants by honey bees (*Apis mellifera* L.): a review. New Zealand journal of botany, 33(4), 497-512.

86 Ismail, A. H. M., Owayss, A. A., Mohanny, K. M., & Salem, R. A. (2013). Evaluation of pollen collected by honey bee, *Apis mellifera* L. colonies at Fayoum Governorate, Egypt. Part 1: Botanical origin. Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences, 12(2), 129-135.

87 Jablonski, B., & Koltowski, Z. (2004). Nectar secretion and honey potential of honey-plants growing under Poland's conditions. Part XIV. Journal of Apicultural Science, 48(1).

88 Jacquemart, A. L. (1993). Floral visitors of *Vaccinium* species in the High Ardennes, Belgium. Flora, 188, 263-273.

89 Jain, K. L. & Dhingra, H. R. (1991). Physical and biochemical characteristics of *Parkinsonia aculeata* L. and *Pongamia pinnata* Vent. flowers. Journal of Apicultural Research, 30(3-4), 146-150.

90 Jerković, I., & Marijanović, Z. (2010). Oak (*Quercus frainetto* Ten.) honeydew honey—Approach to screening of volatile organic composition and antioxidant capacity (DPPH and FRAP assay). Molecules, 15(5), 3744-3756.

91 Jones, I. M., Koptur, S., & von Wettberg, E. J. (2017). The use of extrafloral nectar in pest management: overcoming context dependence. Journal of applied ecology, 54(2), 489-499.

92 Kawano, S., Azuma, H., Ito, M., & Suzuki, K. (1999). Extrafloral nectaries and chemical signals of *Fallopia japonica* and *Fallopia sachalinensis* (Polygonaceae), and their roles as defense systems against insect herbivory. Plant Species Biology, 14(2), 167-178.

93 Keasar, T., & Shmida, A. (2009). An evaluation of Israeli forestry trees and shrubs as potential forage plants for bees. Israel journal of plant sciences, 57(1-2), 49-64.

94 Kelly, C. A. (1986). Extrafloral nectaries: ants, herbivores and fecundity in *Cassia fasciculata*. Oecologia, 69(4), 600-605.

95 Kerchner, A., Darók, J., Bacskay, I., Felinger, A., Jakab, G., & Farkas, Á. (2015). Protein and alkaloid patterns of the floral nectar in some solanaceous species. Acta Biologica Hungarica, 66(3), 304-315.

96 Konarska, A. (2015). Comparison of the structure of floral nectaries in two *Euonymus* L. species (Celastraceae). Protoplasma, 252(3), 901-910.

97 Köppler, K., Vorwohl, G., & Koeniger, N. (2007). Comparison of pollen spectra collected by four different subspecies of the honey bee *Apis mellifera*. Apidologie, 38(4), 341-353.

98 Kozuharova, E. (2002). Co-evolutionary trends in the pollination of *Geranium* L. species in the Bulgarian Flora. Comptes rendus de l'Académie bulgare des Sciences, 55(8), 8-69.

99 Kraai, A. (1962). How long do honey-bees carry germinable pollen on them? Euphytica, 11(1), 53-56.

100 Kumar, J., Mishra, R. C., & Gupta, J. K. (1985). The effect of mode of pollination on *Allium* species with observation on insects as pollinators. Journal of Apicultural Research, 24(1), 62-66.

101 Kumar, J., & Gupta, J. K. (1993). Nectar sugar production and honeybee foraging activity in 3 species of onion (*Allium* species) [Allium cepa, *Allium fistulosum*, *Allium cepa fistulosum*]. Apidologie, 24, 391-396.

102 Kumar, A., & Srivastava, P. (2014). The study of pollen biology of *Bauhinia variegata* L. at Agra (UP). Indian Journal of Scientific Research, 83-88.

103 Kumazawa, S., Yoneda, M., Shibata, I., Kanaeda, J., Hamasaka, T., & Nakayama, T. (2003). Direct evidence for the plant origin of Brazilian propolis by the observation of honeybee behavior and phytochemical analysis. Chemical and Pharmaceutical Bulletin, 51(6), 740-742.

104 La Serna Ramos, I. E., & Gómez Ferreras, C. (2011). An example of the role of exotic flora in the geographical characterisation of honey: *Schinus molle* L. in the Canary Islands (Spain). Grana, 50(2), 136-149.

105 Lagerlöf, J., Stark, J., & Svensson, B. (1992). Margins of agricultural fields as habitats for pollinating insects. Agriculture, Ecosystems & Environment, 40(1-4), 117-124.

106 Langenberger, M. W. & Davis, A. R. (2002). Temporal changes in floral nectar production, reabsorption, and composition associated with dichogamy in annual caraway (*Carum carvi*; Apiaceae). American Journal of Botany, 89(10), 1588-1598.

107 Langenberger, M. W., & Davis, A. R. (2002). Honey bee pollen foraging in relation to flowering phenology of biennial caraway (*Carum carvi* L.). Canadian journal of plant science, 82(1), 203-215.

108 Langridge, D. F., & Goodman, R. D. (1980). A study on pollination of safflower (*Carthamus tinctorius*) cv. Gila. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry, 20: 105-107.

109 Leech, M. (2012). Bee friendly: a planting guide for European honeybees and Australian native pollinators. Rural Industries Research and Development Corporation, Australian Government. Publication 12/014

110 Lieux, M. H. (1981). An analysis of Mississipi (USA) honey: Pollen, color and moisture. Apidologie, 12(2), 137-158.

111 Liu, F. L., Zhang, X. W., Chai, J. P., & Yang, D. R. (2006). Pollen phenolics and regulation of pollen foraging in honeybee colony. Behavioral ecology and sociobiology, 59 (4), 582-588.

112 Xu, Y., & Yang, F. (1999). The flowering season and pollination agent of members belonging to Calycanthaceae. Journal of Beijing Forestry University, 21(2), 121-123.

113 Verde, G. L., & La Mantia, T. (2011). The role of native flower visitors in pollinating *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill. naturalized in Sicily. Acta oecologica, 37(5), 413-417.

114 Lüttge, U. (2013). Green nectaries: the role of photosynthesis in secretion. Botanical Journal of the Linnean Society, 173(1), 1-11.

115 Mailula, M. T. & Nofemela, R. S. (2017). Botanical origin of pollen collected by *Apis mellifera* scutellata Lepeletier (Hymenoptera: Apidae) in a suburb of Pretoria, South Africa. African entomology, 25(2), 417-428.

116 Mathews, C. R., Bottrell, D. G., & Brown, M. W. (2009). Extrafloral nectaries alter arthropod community structure and mediate peach (*Prunus persica*) plant defense. Ecological Applications, 19(3), 722-730.

117 Mačukanović-Jocić, M., Stevanović, Z. D., Mladenović, M., & Jocić, G. (2011). Flower morphophysiology of selected Lamiaceae species in relation to pollinator attraction. Journal of Apicultural Research, 50(2), 89-101.

118 Medan, D. (1994). Reproductive biology of *Frangula alnus* (Rhamnaceae) in southern Spain. Plant Systematics and Evolution, 193(1-4), 173-186.

119 Meena, N. K., Singh, B., Kant, K., Meena, R. D., & Solanki, R. K. (2015). Role of insect pollinators in pollination of seed spices-A review. International Journal of Seed Spices, 5(1), 1-17.

120 Mercuri, A. M., & Grandi, G. T. (1990). Indagini ambientali e melisso palinologiche in un'area particolare: l'Orto Botanico di Modena (anni 1984-1988). Apicoltura, 6, 11-31.

121 Mercuri, A. M., & Porrini, C. (1991). Melissopalynological analysis applied to air pollution studies in urban areas of Modena and Reggio Emilia (Italy). Aerobiologia, 7(1), 38-48.

122 Miguel, M. G. (2013). Chemical and biological properties of propolis from the western countries of the Mediterranean basin and Portugal. International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences, 5(3), 403-409.

123 Milfont, M. O., Freitas, B. M., Rizzardo, R. G., & Guimarães, M. O. (2009). Produção de mel por abelhas africanizadas em plantio de mamoneira. Ciência Rural, 39(4).

124 Millán-Cañongo, C., Orona-Tamayo, D., & Heil, M. (2014). Phloem sugar flux and jasmonic acid-responsive cell wall invertase control extrafloral nectar secretion in *Ricinus communis*. Journal of chemical ecology, 40(7), 760-769.

125 Montenegro, G., Gómez, M., Díaz-Forestier, J., & Pizarro, R. (2008). Aplicación de la Norma Chilena Oficial de denominación de origen botánico de la miel para la caracterización de la producción apícola. Ciencia e investigación agraria, 35(2), 181-190.

126 Montenegro, G., Díaz-Forestier, J., Fredes, C., & Rodríguez, S. (2013). Phenolic profiles of nectar and honey of *Quillaja saponaria* Mol. (Quillajaceae) as potential chemical markers. Biological research, 46(2), 177-182.

127 Moragues, E., & Traveset, A. (2005). Effect of Carpobrotus spp. on the pollination success of native plant species of the Balearic Islands. Biological Conservation, 122(4), 611-619.

128 Morton, J. F. (1964). Honeybee plants of South Florida. Florida State Horticultural Society. Miami. 77 (3-6): 415-436.

129 Motten, A. F., & Antonovics, J. (1992). Determinants of outcrossing rate in a predominantly self-fertilizing weed, *Datura stramonium* (Solanaceae). American Journal of Botany, 79(4), 419-427.

130 Mugnaini, S., Nepi, M., & Pacini, E. (2001). Biennial monitoring of honeybee diet. In XXXVII International Apicultural Congress, Durban (South Africa). Vol. 28, pp. 142-143).

131 Clemente-Muñoz, M. & Hernandez-Bermejo, J. E. (1978). El aparato nectarígeno en la tribu Brassiceae (Cruciferae). Anales del Jardín Botánico Madrid 35: 279–296.

132 Muñoz Vallés, S., Gallego Fernández, J. B., & Cambrollé, J. (2013). The biological flora of coastal dunes and wetlands: *Retama monosperma* (L.) Boiss. Journal of Coastal Research, 29(5), 1101-1110.

133 Nepi, M., Pacini, E., & Willemse, M.T.M. (1996). Nectar biology of *Cucurbita pepo*: ecophysiological aspects. Acta Botanica Neerlandica, 45, 41–54.

134 Nepi, M., Pacini, E., Nencini, C., Collavoli, E., & Franchi, G.G. (2003). Variability of nectar production and composition in *Linaria vulgaris* (L.) Mill. (Scrophulariaceae). Plant Systematics and Evolution, 238, 109–118

135 Nepi, M., Human, H., Nicolson, S. W., Cresti, L., & Pacini, E. (2006). Nectary structure and nectar presentation in *Aloe castanea* and *A. greatheadii* var. *davyana* (Asphodelaceae). Plant Systematics and Evolution, 257(1-2), 45-55.

136 Niemirski, R., & Zych, M. (2011). Fly pollination of dichogamous *Angelica sylvestris* (Apiaceae): how (functionally) specialized can a (morphologically) generalized plant be?. Plant Systematics and Evolution, 294(3-4), 147-158.

137 Nocentini, D., Pacini, E., Guarnieri, M., & Nepi, M. (2012). Flower morphology, nectar traits and pollinators of *Cerinthe major* (Boraginaceae-Lithospermeae). Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants, 207(3), 186-196.

138 Noor, M. J., Khan, M. A., & Camphor, E. S. (2009). Palynological analysis of pollen loads from pollen sources of honeybees in Islamabad, Pakistan. Pak J Bot, 41(2), 495-501.

139 Núñez, J. (1977). Nectar flow by melliferous flora and gathering flow by *Apis mellifera ligustica*. Journal of Insect Physiology, 23(2), 265-275.

140 Nye, W. P., & Bohart, G. E. (1962). Observations of the visits of honey bees and bumble bees to bladder senna (*Colutea arborescens* Lam.). Annals of the Entomological Society of America, 55(2), 259.

141 Oddo, L. P., Piana, L., Bogdanov, S., Bentabol, A., Gotsiou, P., Kerkvliet, J., Martin, P., Morlot, M., Ortiz Valbuena, A., Ruoff, K., Von Der Ohe, K., (2004a). Botanical species giving unifloral honey in Europe. Apidologie, 35 (Suppl. 1) S82-S93.

142 Oddo, L. P., Piro, R., Bruneau, É., Guyot-Declerck, C., Ivanov, T., Piskulová, J.,Flamini C.,Lheritier J., Morlot, M., Russmann, H., Von Der Ohe, W., Von Der Ohe, K., Gotsiou, P., Karabournioti, S., Kefalas, P., Passaloglou-Katrali, M., Thrasyvoulou, A.,Tsigouri, A., Marcazzan, J.L., Piana, M.L., Piazza, M.G., Sabatini, A.G., Kerkvliet, J., Godinho, J., Bentabol A., Ortiz Valbuena, A., Bogdanov, S., Ruoff, K., (2004b). Main European unifloral honeys: descriptive sheets. Apidologie, 35 (Suppl. 1) S38-S81.

143 Ortiz, P. L. (1990). Aportación melitopalinológica al conocimiento de la flora apícola del norte de Córdoba. Lagascalia, 15(2), 165-177.

144 Ortiz, P. L., Arista, M. & Talavera, S. (1996). Producción de néctar y frecuencia de polinizadores en *Ceratonia siliqua* L. (Caesalpiniaceae). Anales del Jardín Botánico de Madrid 54: 540–546

145 Díaz, E., González, A., Fernández, E., & Saa, M.P. (1995). Contribución al estudio de la utilización selectiva por *Apis mellifera* L. de la flora local en un colmenar del NW de la Península Ibérica (Galicia). Acta Botánica Malacitana, 20, 115-122.

146 Pacini, E., Sciannandrone, N., & Nepi, M. (2014). Floral biology of the dioecious species *Laurus nobilis* L. (Lauraceae). Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants, 209(3-4), 153-163.

147 Pacini, E., & Nepi, M. (2007). Nectar production and presentation. In nectaries and nectar (pp. 167-214). Springer, Dordrecht.

148 Pajuelo, A. G., & Galindo, J. G. (2016). Origen de las mieles de mielada mediterráneas. Melas de encina/roble. Apicultura ibérica, (17), 43-48.

149 Gómez-Pajuelo, A. (2004). “Mieles de España y Portugal. Conocimiento y cata”. Montagud Editores, Barcelona. 151 pp. ISBN 84-7212-109-7.

150 Kram, B. W., Bainbridge, E. A., Perera, M. A. D., & Carter, C. (2008). Identification, cloning and characterization of a GDSL lipase secreted into the nectar of *Jacaranda mimosifolia*. Plant molecular biology, 68(1-2), 173.

151 Parnell, J. N. (1985). Jasione Montana L. Journal of Ecology, 73(1), 341-358.

152 Pemberton, R. W. (1990). The occurrence of extrafloral nectaries in Korean plants. The Korean Journal of Ecology, 13(4), 252-266.

153 Percival, M. (1947). Pollen collection by *Apis mellifera*. Nezo Phytol. 46, 142.

154 Percival, M. S. (1955). The presentation of pollen in certain angio-sperms and its collection by *Apis mellifera*. New Phytologist, 54(3), 353-368.

155 Percival, M. S. (1961). Types of nectar in angiosperms. New Phytologist, 60(3), 235-281.

156 Petanidou, T., Goethals, V., & Smets, E. (2000). Nectary structure of Labiatae in relation to their nectar secretion and characteristics in a Mediterranean shrub community—Does flowering time matter?. Plant Systematics and Evolution, 225(1-4), 103-118.

157 Petanidou, T. (2005). Sugars in Mediterranean floral nectars: an ecological and evolutionary approach. Journal of chemical ecology, 31(5), 1065-1088.

158 Peterken, G. F., & Lloyd, P. S. (1967). *Ilex aquifolium* L. Journal of Ecology, 55(3), 841-858.

159 Pflumm, W. (1985). Influence of nectar-supply rate on the number of flowers visited by a honeybee on each collecting flight. Oecologia, 66(2), 207-210.

160 Pozo, M. I., Herrera, C. M., & Bazaga, P. (2011). Species richness of yeast communities in floral nectar of southern Spanish plants. Microbial Ecology, 61(1), 82-91.

161 Ramos, I. L. S., Pérez, B. M., & Ferreras, C. G. (2002). Pollen spectra of different unifloral honeys from La Palma (Canary Islands, Spain). Grana, 41(1), 48-57.

162 Rho, J. R., & Choe, J. C. (2003). Floral visitors and nectar secretion of the Japanese camellia, *Camellia japonica* L. Korean Journal of Biological Sciences, 7(2), 123-125.

163 Ribbands, C. R. (1949). The foraging method of individual honey-bees. The Journal of Animal Ecology, 47-66.

164 Ricciardelli D'Albore G. & Intoppa, F. (2000).- Fiori e Api - La flora visitata dalle api e dagli altri apoidei in Europa.- Versione bilingüe italiana-inglese. Calderini Edagricole, Bologna, Italy. 253pp.

165 Rizzardo, R. A., Milfont, M. O., Silva, E., & Freitas, B. M. (2012). *Apis mellifera* pollination improves agronomic productivity of anemophilous castor bean (*Ricinus communis*). Anais da Academia Brasileira de Ciências, 84(4), 1137-1145.

166 Rodríguez, B., Siverio, F., Siverio, M., Barone, R., & Rodríguez, A. (2015). Nectar and pollen of the invasive century plant *Agave americana* as a food resource for endemic birds. Bird study, 62(2), 232-242.

167 Rollings, R. (2016). Which 'bee-friendly' plants attract the most bees?. Laboratory of Apiculture and Social Insects (LASI), University of Sussex, United Kingdom.

168 Ruiz, J. L. (2016). La abeja de la miel y los abejorros (*Bombus*, *Xylocopa*), polinizadores potenciales de doce especies de Rosaceae en los espinares y zarzales de la orla de los bosques caducifolios (*Prunetalia spinosae* Tüxen 1952) del macizo Cazorla-Segura (Jaén, SE Península Ibérica) (Insecta, Hymenoptera, Apidae). Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural. Sección biológica, (110), 1-7.

169 De Sá-Otero, M. P. De, Marcial-Bugarín, S., Armesto-Baztán, S., & Díaz-Losada, E. (2002). Método de determinación del origen geográfico del polen apícola comercial. Lazaroa, 23, 25–34.

170 De Sá-Otero, M. P., Díaz, E., & Armesto, S. (2004). Flower election by honeybee and floral morphology. Lazaroa, 25, 113-123.

171 Said, C. (1982). Les nectaires floraux des Crassulacées Etude morphologique, histologique et anatomique. Bulletin de la Société Botanique de France. Lettres Botaniques, 129(3), 231-240.

172 Santas, L. A. (1983). Insects producing honeydew exploited by bees in Greece. Apidologie, 14(2), 93-103.

173 Santas, L. A. (1989). Species of honeydew producing insects useful to apiculture in Greece. Entomologia Hellenica, 7, 47-48.

174 Schmidt, J. O., Thoenes, S. C., & Levin, M. D. (1987). Survival of honey bees, *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae), fed various pollen sources. Annals of the Entomological Society of America, 80(2), 176-183.

175 Schnitzler, A., & Muller, S. (1998). Ecologie et biogéographie de plantes hautement invasives en Europe: les renouées géantes du Japon (*Fallopia japonica* et F. *sachalinensis*). Revue d'aecologie: la terre et la vie 53: 3–38.

176 Serra, J. (1988). Origen botánico del polen producido en España. Anales de la Asociación de Palinólogos de Lengua Española. 4:73-78

177 Silberbauer-Gottsberger, I. (1990). Pollination and evolution in palms. Phyton, 30(2), 213-233.

178 Singaravelan, N., Nee'man, G., Inbar, M., & Izhaki, I. (2005). Feeding responses of free-flying honeybees to secondary compounds mimicking floral nectars. Journal of chemical ecology, 31(12), 2791-2804.

179 Steffan-Dewenter, I., & Tscharntke, T. (2000). Resource overlap and possible competition between honey bees and wild bees in central Europe. Oecologia, 122(2), 288-296.

180 Stephenson, A. G. (1982). Iridoid glycosides in the nectar of Catalpa speciosa are unpalatable to nectar thieves. Journal of Chemical Ecology, 8(7), 1025-1034.

181 Strzalkowska-Abramek, M., Tymoszuk, K., Jachula, J., & Bozek, M. (2016). Nectar and pollen production in *Arabis procurrens* Waldst. and Kit. and *Iberis sempervirens* L. (Brassicaceae). Acta Agrobotanica, 69(1).

182 Synge, A. D. (1947). Pollen collection by honeybees (*Apis mellifera*). The Journal of Animal Ecology, 122-138.

183 Taha, E. A. (2015). A study on nectar and pollen sources for honeybee, *Apis mellifera* L. in Al-Ahsa Saudi Arabia. Journal of Entomology and Zoology Studies, 3(3), 272-277.

184 Talavera, S., Herrera, J., Arroyo, J., Ortiz, P. L., & Devesa, J. A. (1988). Estudio de la flora apícola de Andalucía Occidental. Lagascalia, 15, 567–591.

185 Taylor, K. (1997). *Geum urbanum* L. Journal of ecology, 85(5), 705-720.

186 Teixeira, E. W., Messsage, D., Meira, R. M. S. A., & Salatino, A. (2003). Indicadores da origem botânica da própolis, importância e perspectivas. Revisão bibliográfica. Boletim da Indústria Animal, 60, 83-106.

187 Tenore, G. C., Ritieni, A., Campiglia, P., & Novellino, E. (2012). Nutraceutical potential of monofloral honeys produced by the Sicilian black honeybees (*Apis mellifera* ssp. *sicula*). Food and chemical toxicology, 50(6), 1955-1961.

188 Terrab, A., Díez, M., & Valdés, B. (2000). Análisis polínico de mieles de la zona noroccidental de Marruecos: Región del Rif Occidental Lagascalia 21(2): 309-322

189 Thapa, R. B. (2006). Honeybees and other insect pollinators of cultivated plants: a review. Journal of the Institute of Agriculture and Animal Science, 27, 1-23.

190 Thien, L. B., Heimermann, W. H., & Holman, R. T. (1975). Floral odors and quantitative taxonomy of *Magnolia* and *Liriodendron*. Taxon, 557-568.

191 Thompson J. S., (2008). Pollination biology of *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle (Tree-of-Heaven) in the Mid-Atlantic United States. — PhD Thesis, Department of Entomology, Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg: 55 pp

192 Thorp, R. W., & Estes, J. R. (1975). Intrafloral behavior of bees [*Bombus*, *Xylocopa*, *Svastra*] on flowers of *Cassia fasciculata* [Pollen vectors]. Journal of the Kansas Entomological Society. 48:175-184.

193 Toopchi-Khosroshahi, Z. & Lotfalizadeh, H. A. (2011). Identification of honey plants and their attractiveness to honeybee in Kandovan, Northwest of Iran. Biharean Biologist, 5(1).

194 Toreti, V.C., Sato, H.H., Pastore, G M. & Park, Y.K. (2013). Recent progress of propolis for its biological and chemical compositions and its botanical origin. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine, 697390.

195 Tscheulin, T., Petanidou, T., Potts, S. G., & Settele, J. (2009). The impact of *Solanum elaeagnifolium*, an invasive plant in the Mediterranean, on the flower visitation and seed set of the native co-flowering species *Glaucium flavum*. Plant Ecology, 205(1), 77-85.

196 Ünal, S., Ayan, S., Karadeniz, M., & Yer, E. N. (2017). Some forest trees for honeydew honey production in turkey. Sibirskij Lesnoj Zurnal/Siberian Journal of Forest Science, (4), 101-110.

197 Van Heel, W.A. (1988). On the development of some Gynoecia with septal. Blumea, 33(2), 477-504.

198 Lopez, J. M. V., Vives L. G., Boi M. (2013). Estimation of the polleniferous potential of a Mediterranean landscape through the analysis of pollen harvested by *Apis mellifera* L. Grana 52, 147–159.

199 Vesprini, J.L., Nepi, M., & Pacini, E. (1999). Nectary structure, nectar secretion patterns and nectar composition in two *Helleborus* species. Plant Biology, 1, 560–568.

200 Vezza, M., Nepi, M., Guarnieri, M., Artese, D., Rascio, N., & Pacini, E. (2006). Ivy (*Hedera helix* L.) flower nectar and nectary ecophysiology. International Journal of Plant Sciences, 167(3), 519-527.

201 Warakomska, Z., & Maciejewicz, W. (1992). Microscopic analysis of propolis from Polish regions. Apidologie, 23(4), 277-283.

202 Wattles, K. (2007). Trees and Shrubs for Bees. 3rd rev. 2017 for the Philadelphia Beekeepers Guild. Philadelphia, U.S.A.

203 Webster, B. D., Ross, R. M., & Evans, T. (1982). Nectar and the nectary of *Phaseolus vulgaris*. Journal of the American Society for Horticultural Science, 107, 497-503.

204 Weryszko-Chmielewska, E., Chwil, M., & Konarska, A. (2004). Anatomical traits of nectaries and nectar secretion by the flowers of Cotoneaster lucidus Schlecht. and C. nanshan Mottet. Journal of Apicultural Science, 48(1).

205 Williams, I.H., Carreck, N., & Little, D. J. (1993). Nectar sources for honey bees and the movement of honey bee colonies for crop pollination and honey production in England. Bee World, 74(4), 160-175.

206 Willmer, P.G. (1983). Thermal constraints on activity patterns in nectar-feeding insects. Ecological Entomology, 8(4), 455-469.

207 Wist, T.J. (2005). Pollination biology of *Echinacea angustifolia* and *E. purpurea* (Asteraceae) in Saskatchewan (PhD Thesis, University of Saskatchewan).

208 Wist, T.J., & Davis, A. R. (2005). Floral nectar production and nectary anatomy and ultrastructure of *Echinacea purpurea* (Asteraceae). Annals of Botany, 97(2), 177-193.

209 Wróblewska, A., & Stawiarz, E. (2012). Flowering of two *Arctium* L. species and their significance as a source of pollen for visiting insects. Journal of Apicultural Research, 51(1), 78-84.

210 Wykes, G. R. (1952). An investigation of the sugars present in the nectar of flowers of various species. New Phytologist, 51(2), 210-215.

211 Yao, C., Zuo, Y., Du, C., & Ma, J. (2018). Morphological study of floral nectaries in Euonymus and the probable origin of the echinate fruit surface. Plant diversity, 40(1), 35-40.

212 Zaitoun, S., Al-Ghzawi, A. A. M., Samarah, N., & Alqudah, A. (2008). Comparative study in seed yield and flowers attractivity to bee visitors between *Nigella sativa* L. and *Nigella damascena* L. (Ranunculaceae) grown under semiarid conditions. Italian Journal of Agronomy, 3(2), 125-130.

213 Zhou, J., Suo, Z., Zhao, P., Cheng, N., Gao, H., Zhao, J., & Cao, W. (2013). Jujube honey from China: physicochemical characteristics and mineral contents. Journal of Food science, 78(3), C387-C394.

214 Zhou, Y., Li, M., Zhao, F., Zha, H., Yang, L., Lu, Y., Wang, G., Shi, J. & Chen, J. (2016). Floral Nectary Morphology and Proteomic Analysis of Nectar of *Liriodendron tulipifera* Linn. Frontiers in plant science, 7, 826.

215 Zuber, D. (2004). Biological flora of central Europe: *Viscum album* L. Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants, 199(3), 181-203.

216 Nagamitsu, T., & Inoue, T. (1999). Differences in pollen sources of *Apis cerana* and *Apis mellifera* at a primary beech forest in central Japan. Journal of Apicultural Research, 38(1-2), 71-78.

217 Coffey, M. F., & Breen, J. (1997). Seasonal variation in pollen and nectar sources of honey bees in Ireland. Journal of Apicultural Research, 36(2), 63-76.

218 Henderson, A. (1986). A review of pollination studies in the Palmae. The Botanical Review, 52(3), 221-259.

219 Rabinowitch, H. D., Fahn, A., Meir, T. A. L., & Lensky, Y. (1993). Flower and nectar attributes of pepper (Capsicum annuum L.) plants in relation to their attractiveness to honeybees (Apis mellifera L.). Annals of applied biology, 123(2), 221-232.

220 Ballantyne, G. & Willmer, P.A.T. (2012). Floral visitors and ant scent marks: noticed but not used?. Ecological Entomology, 37(5), 402-409.

221 De Sá-Otero, M. P., Armesto-Baztan, S., & Diaz-Losada, E. (2009). Analysis of protein content in pollen loads produced in north-west Spain. Grana, 48(4), 290-296.

222 Nicolson, S. W. (1990). Osmoregulation in a nectar-feeding insect, the carpenter bee *Xylocopa capitata*: water excess and ion conservation. Physiological Entomology, 15(4), 433-440.

223 Bendifallah, L., Louadi, K., & Doumandji, S. (2013). Bee fauna potential visitors of coriander flowers *Coriandrum sativum* L. (Apiaceae) in the Mitidja area (Algeria). Journal of Apicultural Science, 57(2), 59-70.

224 García-García, M. C., Ortiz, P. L., & Diez, M. J. (1998). Recolección de polen durante un día por *Apis mellifera* L. (Hymenoptera, Apidae), II. Lagascalia, 20(2), 195-210.

225 Tuberoso, C.I., Bifulco, E., Caboni, P., Sarais, G., Cottiglia, F., & Floris, I. (2011). Lumichrome and phenyllactic acid as chemical markers of thistle (Galactites tomentosa Moench) honey. Journal of agricultural and food chemistry, 59(1), 364-369.

226 Raw, G. R. (1953). The effect on nectar secretion of removing nectar from flowers. Bee World, 34(2), 23-25.

227 Barth, O. M. (1990). Pollen in monofloral honeys from Brazil. Journal of Apicultural Research, 29(2), 89-94.

228 Guitihn, J. (1995). Sex ratio, reproductive investment and flowering phenology in dioecious *Rhamnus alaternus* (Rhamnaceae). Nordic Journal of Botany, 15(2), 139-143.

229 Bikfalvi, M. (2014). *Paulownia* – The intelligent tree. Paulownia GreenE, Romania.

230 Attanzio, A., Tesoriere, L., Allegra, M., & Livrea, M. A. (2016). Monofloral honeys by Sicilian black honeybee (*Apis mellifera* ssp. *sicula*) have high reducing power and antioxidant capacity. Heliyon, 2(11).

231 Dailey, T. B. & Scott, P. E. (2006). Spring nectar sources for solitary bees and flies in a landscape of deciduous forest and agricultural fields: production, variability, and consumption. The Journal of the Torrey Botanical Society, 133(4), 535-548.

232 Butcher, R. W. (1954). *Colchicum autumnale* L. Journal of Ecology, 42(1), 249-257.

233 Atanassova, J., Bozilova, E., & Todorova, S. (2004). Pollen analysis of honey from the region of three villages in West Bulgaria. Phytologia Balcanica, 10(2-3), 247-252.

234 Caselles, J. R., Moreno, M. E. B., Andrés, I. M., & Ferreras, C. G. (1998). Espectro polínico de mieles de labiadas valencianas. Botanica Macaronesica, (23), 155-166.

235 Ferreras, C.G. (1989). Contribución al análisis polínico de mieles de la provincia de Zamora (España). Botanica complutensis, (14), 157-166.

236 Ferreras, C.G., & de Rivas, C. S. (1979). Análisis polínico de mieles de Cáceres (España). In Anales del Jardín Botánico de Madrid, 36(1), 191-201

237 Rodríguez-Flores, M. S., Seijo-Coello, M. C., & Pérez, O. E. (2012). Diferencias en los espectros polínicos de las mieles monoflorales de eucalipto del noroeste de la Península Ibérica en función de su procedencia biogeográfica. Polen, 22, 39-51.

238 Giner, M. M., & García, J. (1994). Análisis polínico de mieles de azahar de la Veja del Segura (Alicante e Murcia). Alimentaria, 37, 37-42.

239 Herrero, B., Valencia-Barrera, R. M., San-Martín, R., & Pando, V. (2002). Characterization of honeys by melissopalynology and statistical analysis. Canadian Journal of Plant Science, 82(1), 75-82.

240 Herrero, B., & Valencia-Barrera, R. M. (2001). Palynological analysis of honeys from Palencia Province (Spain). Acta Botanica Croatica, 60(1), 11-24.

241 Ortiz, P. L. & Fernández, I. (1992). Estudio microscópico de miel y polen apícola de la provincia de Sevilla. Acta Botanica Malacitana, 17, 183-193.

242 Pérez De Zabalza, A. & Ariño, A. (1990). Estudio palinológico de algunas mieles de la montaña de Navarra. Botánica pirenaico-cantábrica: 695-703.

243 De Sá-Otero, M., Armesto-Baztan, S., & DÍaz-Losada, E. (2006). A study of variation in the pollen spectra of honeys sampled from the Baixa Limia-Serra do Xurés Nature Reserve in north-west Spain. Grana, 45(2), 137-145.

244 De Sá-Otero, M. P., Díaz Losada, E., & Armesto Baztan, S. (2011). Caracterización de mieles de obtención artesanal y comerciales producidas en Galicia (NO de España) a partir de su espectro polínico y contenido proteico. Botanica Complutensis. 35: 131-140.

245 Saa-Otero, M. P., Ramil-Rego, P., Aira, M. J. (1991). Análisis polínico de mieles procedentes de las provincias de Lugo y Orense (Galicia, España). Nova Acta Científica Compostelana (Bioloxía). 2: 57-63

246 Sánchez, C., & Sáenz, C. (1982). Análisis polínico de mieles de Pontevedra (España). Lazaroa, 4, 253-268.

247 Coello, M. D. C. S., Rodríguez, M. J. A., & Rodríguez, M. V. J. (1992). Evolución del espectro polínico en muestras de miel y néctar de un colmenar de Tomiño (Pontevedra). Botanica complutensis, (17), 87-98.

248 Tellería, M. C., & Devesa Alcaraz, J. A. (1995). Contribución al estudio de las mieles de Extremadura (España). Acta Botánica Malacitana, 20, 107-113.

249 Terrab, A., Andres, C., & Diez, M. J. (2003). Análysis polínico de mieles de los Parques Naturales de Los Alcornocales y Sierra de Grazalema. Acta botánica malacitana, 28, 79-87.

250 Terrab, A., Pontes, A., Heredia, F. J., & Diez, M. J. (2004). A preliminary palynological characterization of Spanish thyme honeys. Botanical journal of the Linnean Society, 146(3), 323-330.

251 Terrab, A., Valdés, B., & Díez, M. J. (2005). Study of plants visited by honeybees (*Apis mellifera* L.) in the Central Rif Region (N. Morocco) using pollen analysis. Grana, 44(3), 209-215.

252 Valencia-Barrera, R. M., Herrero, B., & Molnar, T. (2000). Pollen and organoleptic analysis of honeys in León province (Spain). Grana, 39(2-3), 133-140.

253 Yang, Y., Battesti, M. J., Djabou, N., Muselli, A., Paolini, J., Tomi, P., & Costa, J. (2012). Melissopalynological origin determination and volatile composition analysis of Corsican "chestnut grove" honeys. Food Chemistry, 132(4), 2144-2154.

254 Ferrauto, G., & Pavone, P. (2013). Palynological, physico-chemical and organoleptic characteristics of carob tree (*Ceratonia siliqua* L.) honey from Sicily. International Journal of Food Science & Technology, 48(8), 1596-1602.

255 Bermejo, F. J. O. & Pajuelo, A. G. (2008). "Mieles monoflorales de la Península Ibérica. Fichas Técnicas: c). Calluna (biércol, *Calluna vulgaris*), cantueso (*Lavandula stoechas*), castaño (*Castanea sativa*), chupamieles (viborera, *Echium* ssp). Vida Apícola. nº 151: 25-30.

256 Arroyo, T. M., González-Porto, A. V., & Esteban, C. B. (2017). Viper's bugloss (*Echium* spp.) honey typing and establishing the pollen threshold for monofloral honey. PloS one, 12(10).

257 Jablonski, B., & Koltowski, Z. (2005). Nectar secretion and honey potential of honey-plants growing under Poland's conditions. Part XV. Journal of Apicultural Science, vol. 49 (1), pp. 59-63.

258 Nahm, M., & Morhart, C. (2018). Virginia mallow (*Sida hermaphrodita* (L.) Rusby) as perennial multipurpose crop: biomass yields, energetic valorization, utilization potentials, and management perspectives. GCB Bioenergy, 10(6), 393-404.

259 Morato, E. F., & Campos, L. A. D. O. (2000). Floral resource partitioning on *Sida* Linnaeus and *Malvastrum coromandelianum* (Linnaeus) Garcke (Malvaceae) between *Cephalurgus anomalus* Moure & Oliveira (Hymenoptera, Andrenidae, Panurginae) and *Melissoptila cnecomala* (Moure)(Hymenoptera, Apidae, Eucerini). Revista Brasileira de Zoologia, 17(3), 705-727.

260 Malika, M., Mohamed, F., & Chakib, E. (2005). Microbiological and physicochemical properties of Moroccan honey. International Journal of Agriculture and Biology, 7(5), 773-776.

261 Shimoda, M., Wu, Y., & Osajima, Y. (1996). Aroma compounds from aqueous solution of haze (*Rhus succedanea*) honey determined by adsorptive column chromatography. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 44(12), 3913-3918.

262 Escuredo, O., Seijo, M. C., & Fernández-González, M. (2011). Descriptive analysis of *Rubus* honey from the north-west of Spain. International journal of food science & technology, 46(11), 2329-2336.

263 Escuredo, O., Silva, L. R., Valentão, P., Seijo, M. C., & Andrade, P. B. (2012). Assessing *Rubus* honey value: Pollen and phenolic compounds content and antibacterial capacity. Food Chemistry, 130(3), 671-678.

264 Gül, A., & Pehlivan, T. (2018). Antioxidant activities of some monofloral honey types produced across Turkey. Saudi journal of biological sciences, 25(6), 1056-1065.

265 Silici, S., Sagdic, O., & Ekici, L. (2010). Total phenolic content, antiradical, antioxidant and antimicrobial activities of *Rhododendron* honeys. Food Chemistry, 121(1), 238-243.

266 Özcan, M. M., & Ölmez, Ç. (2014). Some qualitative properties of different monofloral honeys. Food chemistry, 163, 212-218.

267 Kawaguchi, L. G., Ohashi, K., & Toquenaga, Y. (2007). Contrasting responses of bumble bees to feeding conspecifics on their familiar and unfamiliar flowers. Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences, 274(1626), 2661-2667.

268 Nicolson, S. W., & Human, H. (2008). Bees get a head start on honey production. Biology letters, 4(3), 299-301.

269 Hoffman, M. T. (1988). The pollination ecology of *Aloe ferox* Mill. South African Journal of Botany, 54(4), 345-350.

270 Hagler, J. R., & Buchmann, S. L. (1993). Honey bee (Hymenoptera: Apidae) foraging responses to phenolic-rich nectars. Journal of the Kansas Entomological Society, 223-230.

271 Flores, M. S. R., Escuredo, O., & Seijo, M. C. (2015). Assessment of physicochemical and antioxidant characteristics of *Quercus pyrenaica* honeydew honeys. Food chemistry, 166, 101-106.

272 Flores, M. S. R. (2015). Estudio de las características de las mieles de castaño y de mielada producidas en Galicia. PhD. Thesis, Universidade de Vigo.

273 Drescher, N., Klein, A. M., Schmitt, T., & Leonhardt, S. D. (2019). A clue on bee glue: New insight into the sources and factors driving resin intake in honeybees (*Apis mellifera*). PloS one, 14(2).

274 Barth, O. M., Freitas, A. S., Oliveira, É. S., Silva, R. A., Maester, F. M., Andrella, R. R. & Cardozo, G. M. (2010). Evaluation of the botanical origin of commercial dry bee pollen load batches using pollen analysis: a proposal for technical standardization. Anais da Academia Brasileira de Ciências, 82(4), 893-902.

275 Forcone, A., Aloisi, P. V., Ruppel, S. & Muñoz, M. (2011). Botanical composition and protein content of pollen collected by Apis mellifera L. in the north-west of Santa Cruz (Argentinean Patagonia). Grana, 50(1), 30-39.

276 Liolios, V., Tananaki, C., Dimou, M., Kanelis, D., Goras, G., Karazafiris, E., & Thrasyvoulou, A. (2016). Ranking pollen from bee plants according to their protein contribution to honey bees. Journal of Apicultural Research, 54(5), 582-592.

277 Craven, L. A., Miller, C. & White, R. G. (2006). A new name, and notes on extra-floral nectaries, in *Lagunaria* (Malvaceae, Malvoideae). Blumea-Biodiversity, Evolution and Biogeography of Plants, 51(2), 345-353.

278 Song, X. Y., Yao, Y. F. & Yang, W. D. (2012). Pollen analysis of natural honeys from the central region of Shanxi, North China. PloS one, 7(11).

279 Icka, P., Damo, R. & Icka, E. (2016). *Paulownia tomentosa*, a fast growing timber. Annals ”Valahia” University of Targoviste-Agriculture, 10(1), 14-19.

280 Nikolova, T., Petrova, A., & Yordanova, A. (2018). Study of the honey productivity of some tree species. Scientific Papers. Series D. Animal Science, Vol. LXI, Issue 2, ISSN 2285-5750, 216-219.

Anexo 2. Fotos de plantas con interés apícola visitadas por *Apis mellifera.*

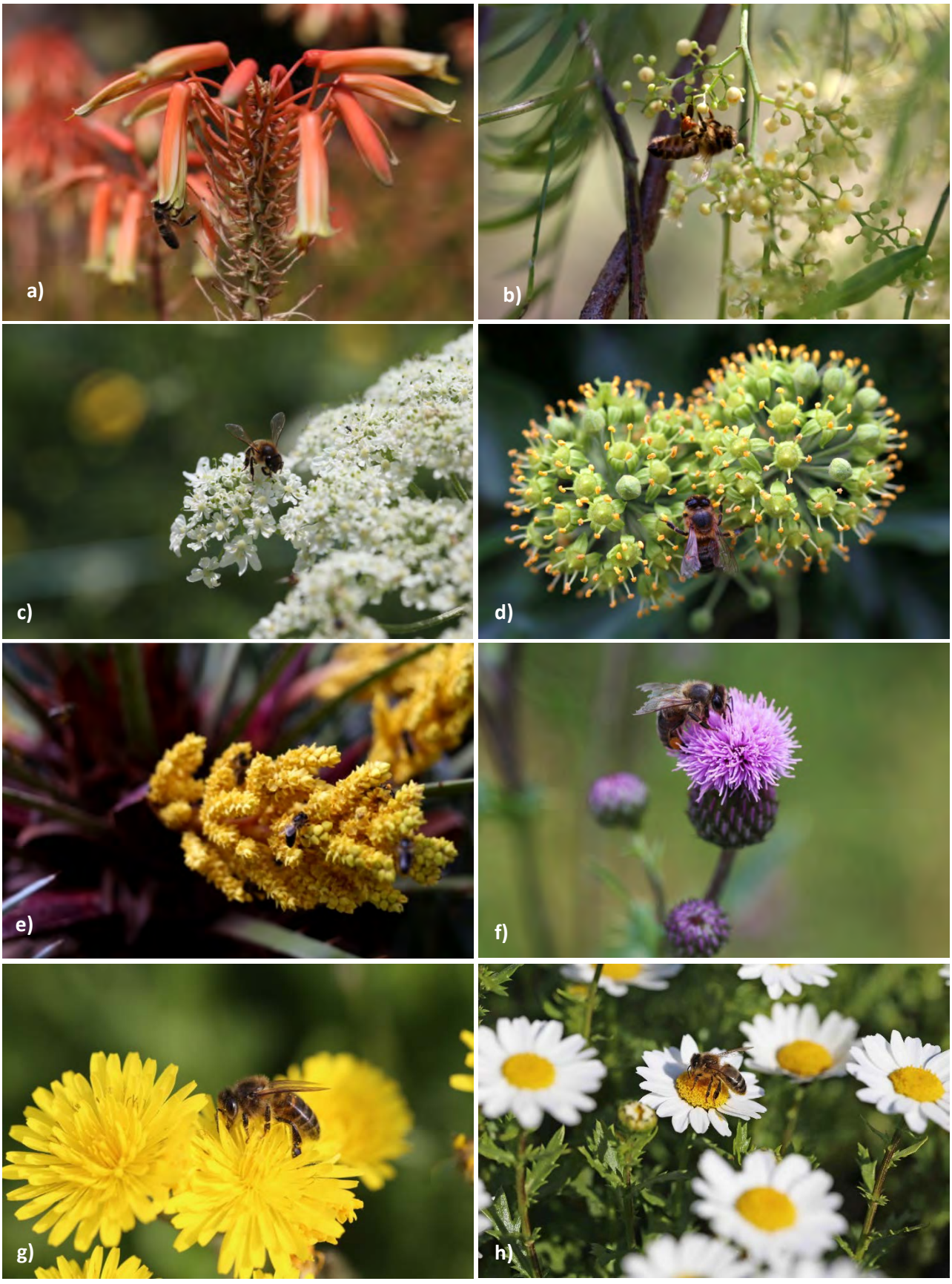


Foto 1. Agavaceae: **a)** *Aloe* sp.; **Anacardiaceae**: **b)** *Schinus* sp.; **Apiaceae: c)** *Heracleum* sp.; **Araliaceae**: **d)** *Hedera helix*; **Arecaceae: e)** *Trachycarpus fortunii*; **Asteraceae: f)** *Centaurea* sp.; g) *Crepis* sp.; **h)** *Chrysanthemum leucanthemum*

Foto 2. Asteraceae: a) *Dittrichia viscosa*, **b)** *Echinacea purpurea*; **c)** *Euryops pectinatus*; **d)** *Galactites tomentosa*; **e)** *Helianthus annus*; **f)** *Senecio inaquidens*; **g)** *Silybum marianum*; **h)** *Taraxacum officnalis*.

Foto 3. Asteraceae: a) *Roldana petasitis*; **Berberidaceae**: **b)** *Berberis aquifolium*; **Boraginaceae: c)** *Anchusa* sp.; **d)** *Borago officinalis*; **e)** *Cynoglossum creticum*; **f)** *Echium vulgare*; **Brassicaceae: g)** *Diplotaxis erucoides*; **h)** *Diplotaxis tenuifolia*.

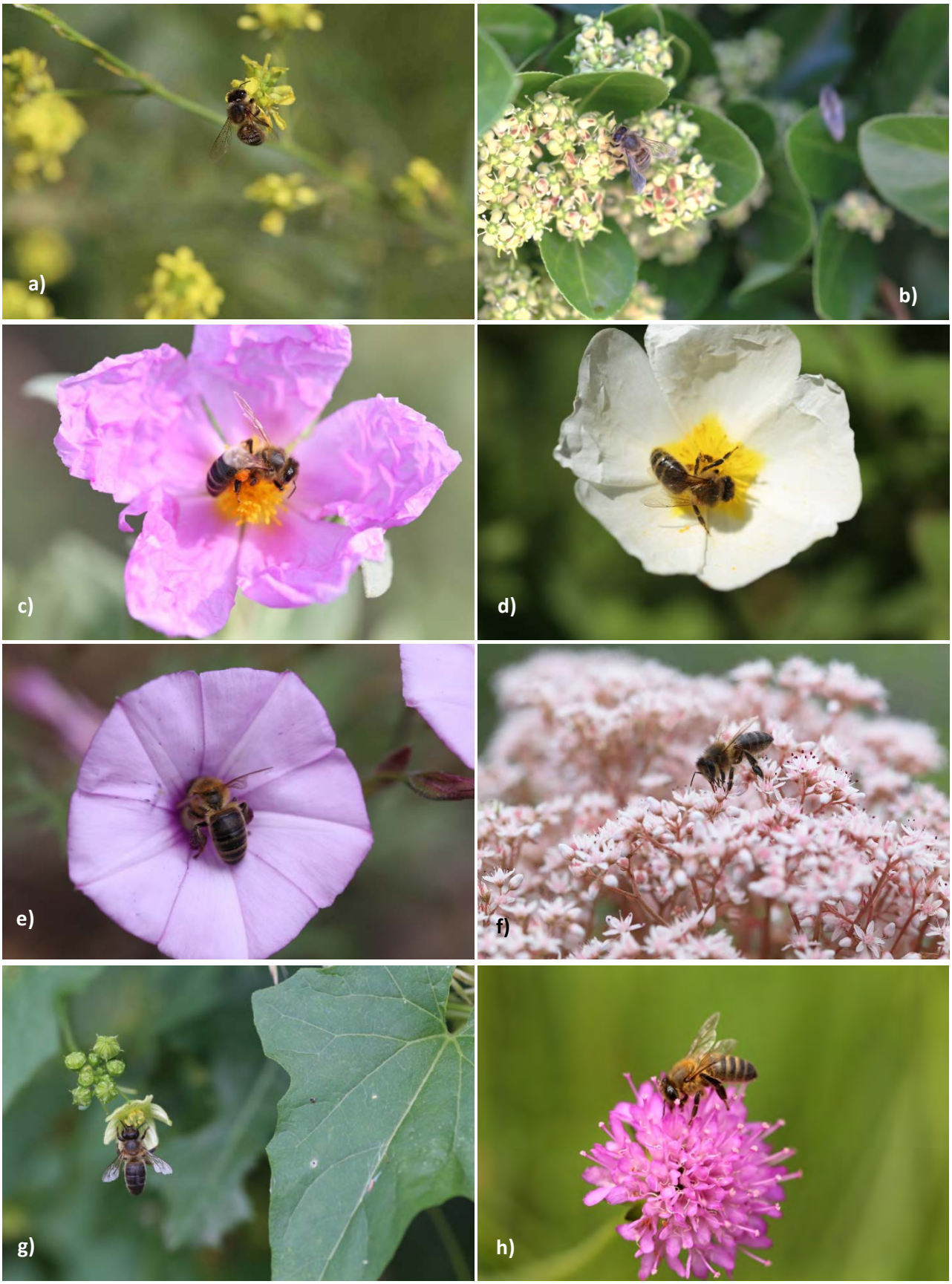


Foto 4. Brassicaceae: a) *Erucastrum nasturtiifolium*; **Celastraceae**: **b)** *Euonymus* sp.; **Cistaceae: c)** *Cistus albidus*; **d)** *Cistus salviifolius*; **Convolvulaceae: e)** *Convolvulus arvensis*; **Crassulaceae: f)** *Sedum album*; **Cucurbitaceae**: **g)** *Bryonia dioica*; **Dipsacaceae: h)** *Knautia arvensis*.

Foto 5. Ericaceae: a) *Arbutus unedo*; **b)** *Erica multiflora*; **c)** *Rhododendron ferrugineum*; **Fabaceae**: **d)** *Dorycnium pentaphyllum*; **e)** *Cercis siliquastrum*; **f)** *Lotus* sp.; **g)** *Melilotus albus*; **h)** *Melilotus officinalis*.

Foto 6. Fabaceae: **a)** *Onobrychis viciifolia*; **b)** *Robinia pseudoacacia*; **c)** *Trifolium repens*; **d)** *Ulex parviflorus*; **e)** *Vicia villosa*; **Gentianaceae: f)** *Gentiana lutea*; **Grossulariaceae: g)** *Escallonia pulverulenta*; **Hydrangeaceae: h)** *Philadelphus coronarius.*

Foto 7. Lamiaceae: a) *Aloysia citrodora*; **b)** *Lamium album*; **c)** *Lavandula officinalis*.; **d)** *Lavandula stoechas*; **e)** *Marrubium vulgare*; **f)** Mentha sp.; **g)** *Ocimun basilicum*; **h)** *Origanum vulgare*.

Foto 8. Lamiaceae: a) *Rosmarinus officinalis*; **b)** *Salvia* sp.; **c)** *Satureja montana*; **d)** *Satureja thymbra*; **e)** *Sideritis hirsuta*; **f)** *Teucrium fruticans*; **g)** *Teucrium polium*; **h)** *Thymus vulgaris*.

Foto 9. Lamiaceae: a) *Westringia fruticosa;* **Liliaceae: b)** *Allium trichetum*; **c)** *Asphodelus fistulosus* **Magnoliaceae: d)** *Liriodendron tulipifera*; **e)** *Magnolia* sp.; **Malvaceae: f)** *Malva sylvestris*; **Myrtaceae: g)** *Agonis flexuosa*; **h)** *Callistemon* sp.

Foto 10. Myrtaceae: a) *Eucalyptus camaldulensis*; **b)** *Melaleuca elliptica*; **Oleaceae: c)** *Ligustrum ovalifolium*; **d)** *Ligustrum lucidum* **Orobanchaceae: e)** *Odontites luteus*; **Papaveraceae**: **f)** *Hypecoum* sp.; **g)** *Chelidonium majus*; **Plantaginaceae: h)** *Plantago* sp.

Foto 11. Plumbaginaceae: a) *Limonium* sp.; **Punicaceae: b)** *Punica granatum*; **Quillajaceae: c)** *Quillaja saponaria*; **Rhamnaceae: d)** *Paliurus spina-christi*; **Resedaceae**: **e)** *Reseda lutea*; **Rosaceae: f)** *Chaenomeles* sp.; **g)** *Cotoneaster horizontalis*; **h)** *Cotoneaster lacteus*.

Foto 12. Rosaceae: a) *Eryobotria japonica*; **b)** *Photinia fraseri*, **c)** *Prunus domestica*; **d)** *Prunus persica*; **e)** *Prunus spinosa*; **f)** *Pyrus* sp.; **g)** *Rosa* sp.; **h)** *Rubus* sp.

Foto 13. Rutaceae: a) *Citrus* sp.; **b)** *Ruta graveolans*; **Salicaceae**: **c)** *Salix* sp.; **Simaroubaceae: d)** *Ailanthus altissima*; **Tamaricaceae**: **e)** *Tamarix* sp.; **Tiliaceae**: **f)** *Tilia* sp.; **Sapindaceae**: **g)** *Koelreuteria paniculata*; **Cactaceae: h)** *Opuntia* sp.

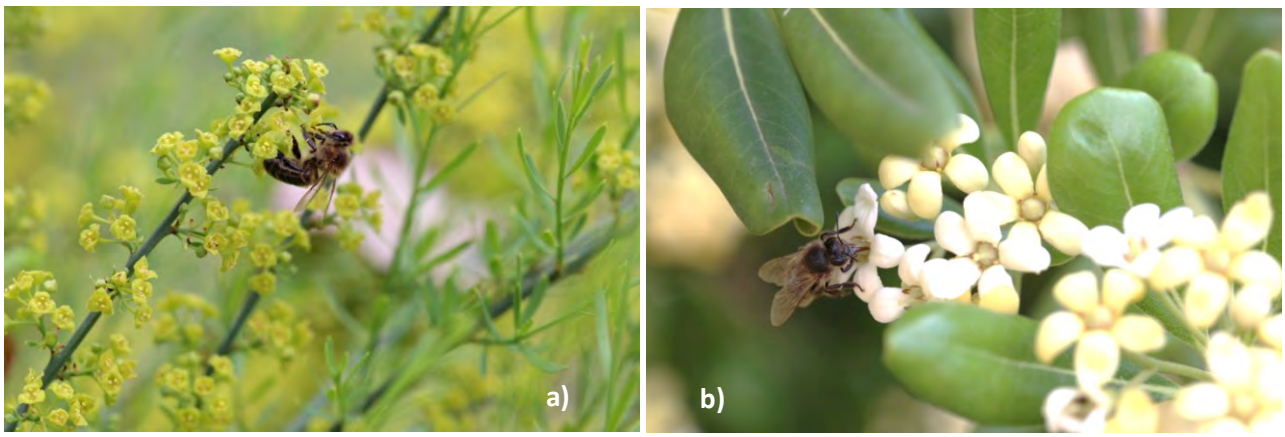


Foto 14. Santalaceae: a) *Osyris alba*; **Pittosporaceae: b)** *Pittosporum tobira*.

Anexo 3. Fotos de los tipos polínicos que aparecen en las mieles y propóleos de la presente tesis. Clasificados por familias en orden alfabético.

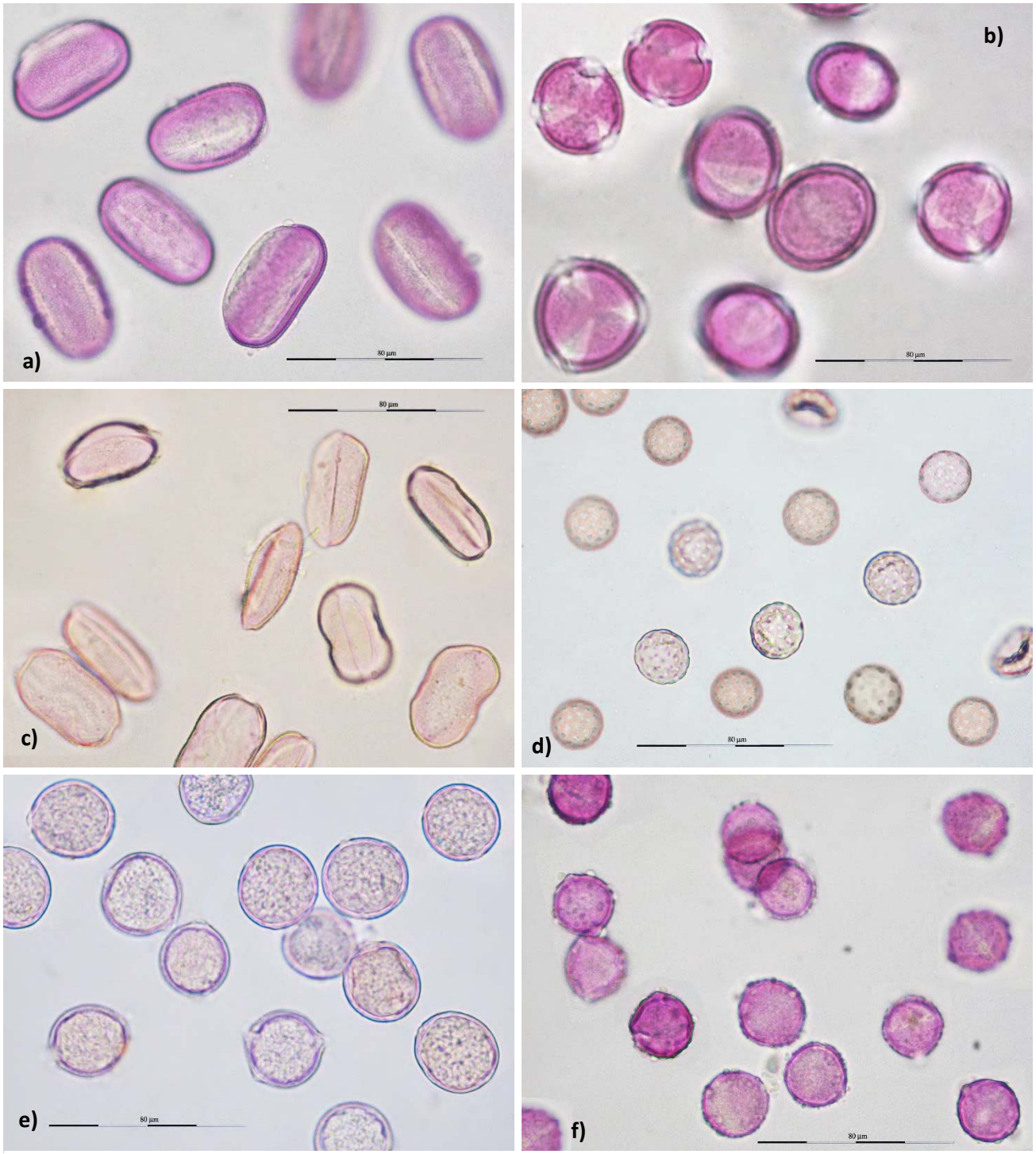


Foto 1: Acanthaceae: a) *Acanthus* sp.; **Aceraceae: b)** *Acer negundo*, tipo polínico *Acer*; **Agavaceae: c)** *Agave americana*, tipo polínico *Agave* (*Agave* sp., *Aloe* sp.); **Amaranthaceae/Chenopodiaceae: d)** *Chenopodium album*, tipo polínico Amaranthaceae.; **Anacardiaceae**: **e)** *Pistacia* sp.; **f)** *Schinus* sp.

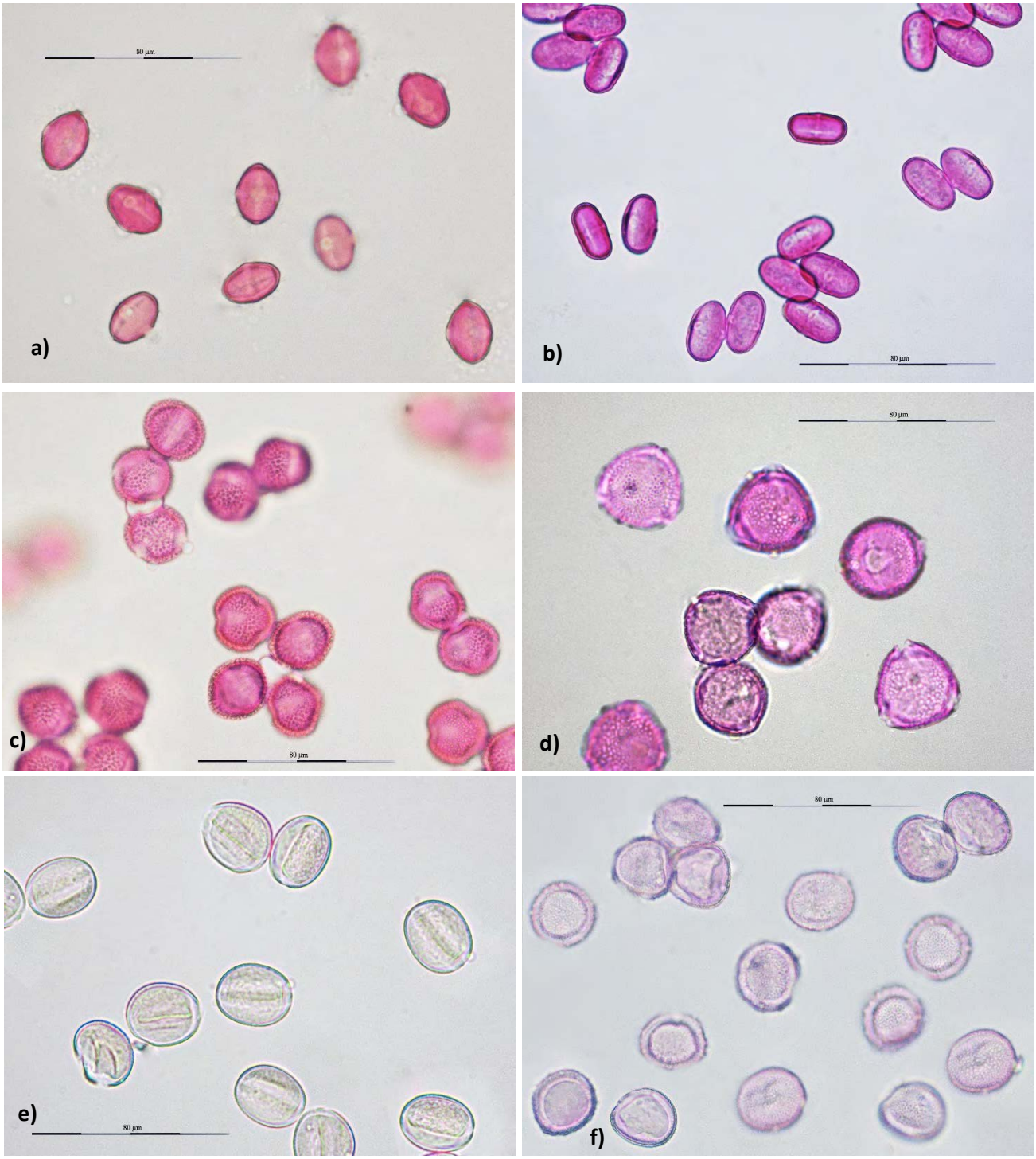


Foto 2: Apiaceae: **a)** *Bupleurum* sp.; **b)** *Foeniculum vulgare*, tipo polínico *Foeniculum* (*Angelica* sp., *Carum* sp., *Coriandrum sativum*, *Daucus carota*, *Ferula communis*, *Foeniculum vulgare*, *Heracleum* sp., *Pastinaca sativa*, *Pimpinella anisum*); **Aquifoliaceae**: **c)** *Ilex aquifolium*; **Araliaceae**: **d)** *Hedera helix*; **Arecaceae: e)** *Phoenix dactylifera, tipo polínico Phoenix* (*Chamaerops humilis*, *Phoenix* sp.); **f)** *Trachycarpus* sp. tipo *Trachycarpus* (*Trachycarpus* sp., *Washingtonia* sp.).

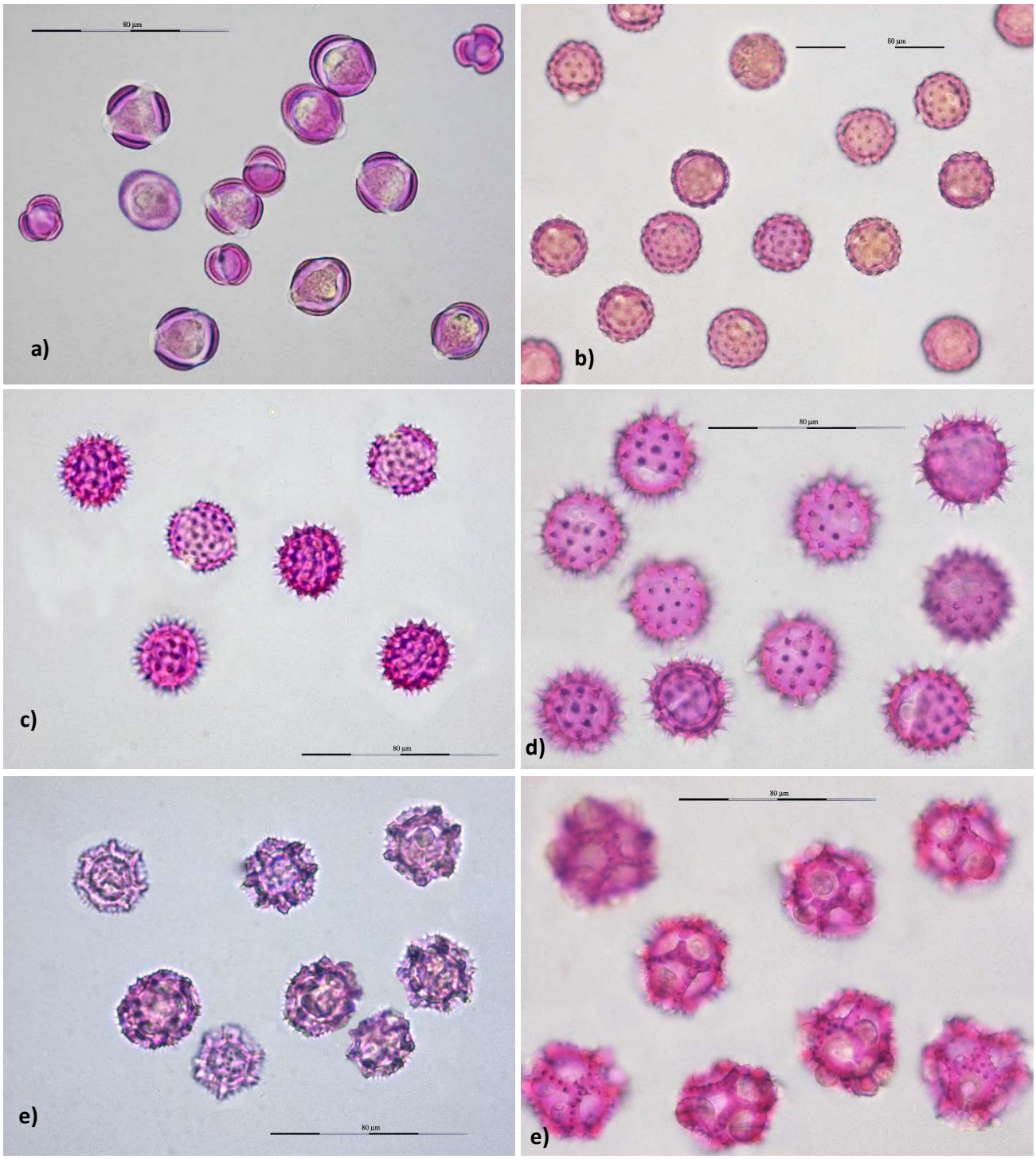


Foto 3: Asteraceae: a) *Artemisia* sp.; **b)** *Xanthium* sp.; **c)** *Dittrichia viscosa*, tipo polínico *Galactites* (*Achillea* sp., *Aster* sp., *Bellis* sp., *Calendula* sp., *Carlina* sp., *Dittrichia* sp., *Doronicum* sp., *Echinacea* sp., *Eupatorium* sp., *Euryops* sp., *Matricaria* sp., *Roldana* sp., *Rudbeckia* sp., *Senecio* sp., *Solidago* sp., *Tussilago farfara*); **d)** *Helianthus annus*, tipo polínico *Helianthus* (*Dahlia* sp., *Helianthus* sp., *Tagetes* sp.); **e)** *Taraxacum officinalis*, tipo polínico *Taraxacum* (*Crepis* sp., *Sonchus* sp., *Taraxacum* sp.); **f)** *Cichorium* sp.

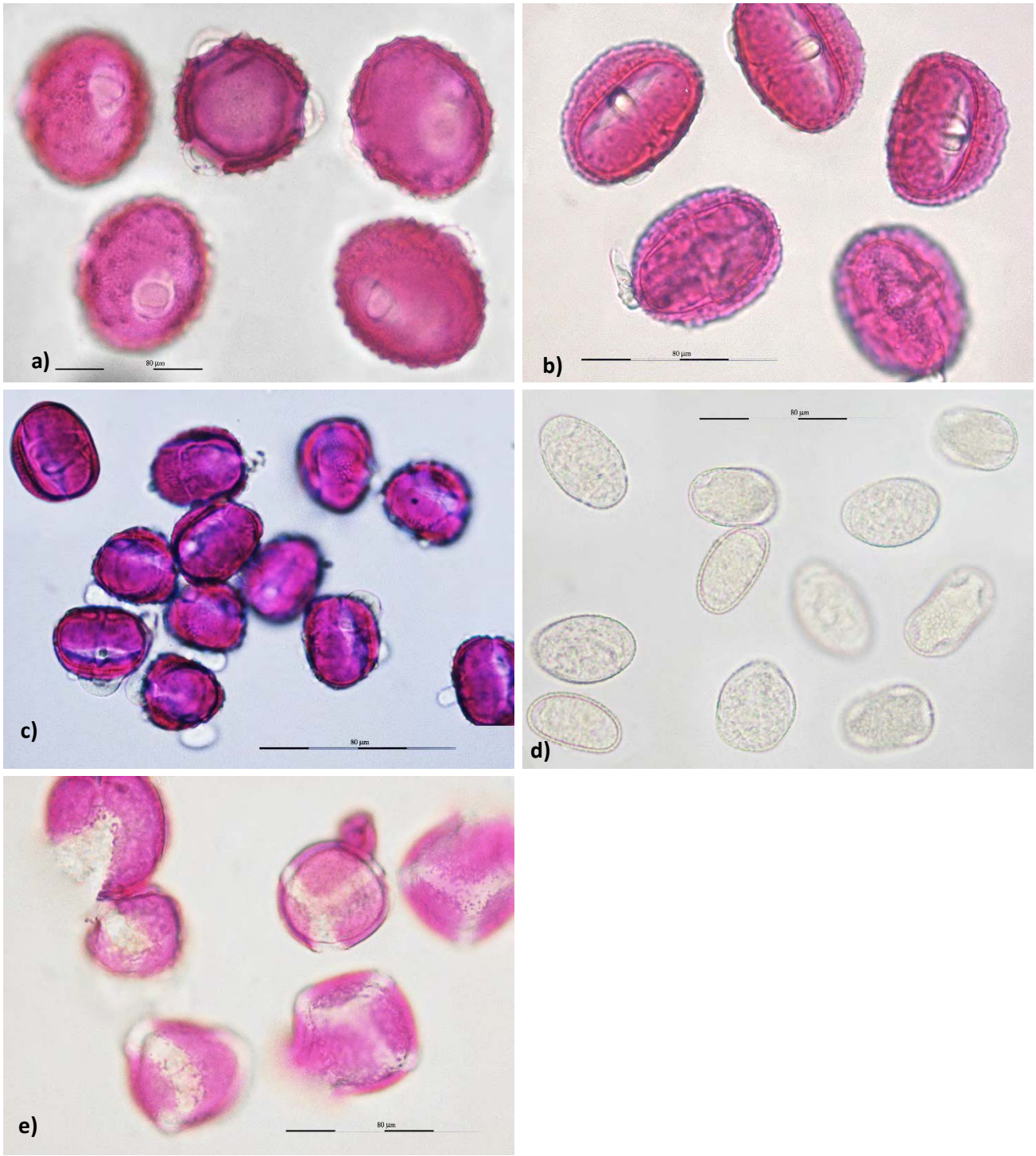


Foto 4: Asteraceae: a) *Carthamus* sp., tipo polínico *Silybum* (*Carduus* sp., *Carthamus* sp., *Cirsium* sp., *Cynara* sp., *Chrysanthemum* sp., *Onopordum* sp., *Silybum marianum*); **b)** *Echinops* sp.; **c)** *Centaurea* sp.; **Balsaminaceae: d)** *Impatiens* sp.; **Berberidaceae: e)** *Berberis* sp.

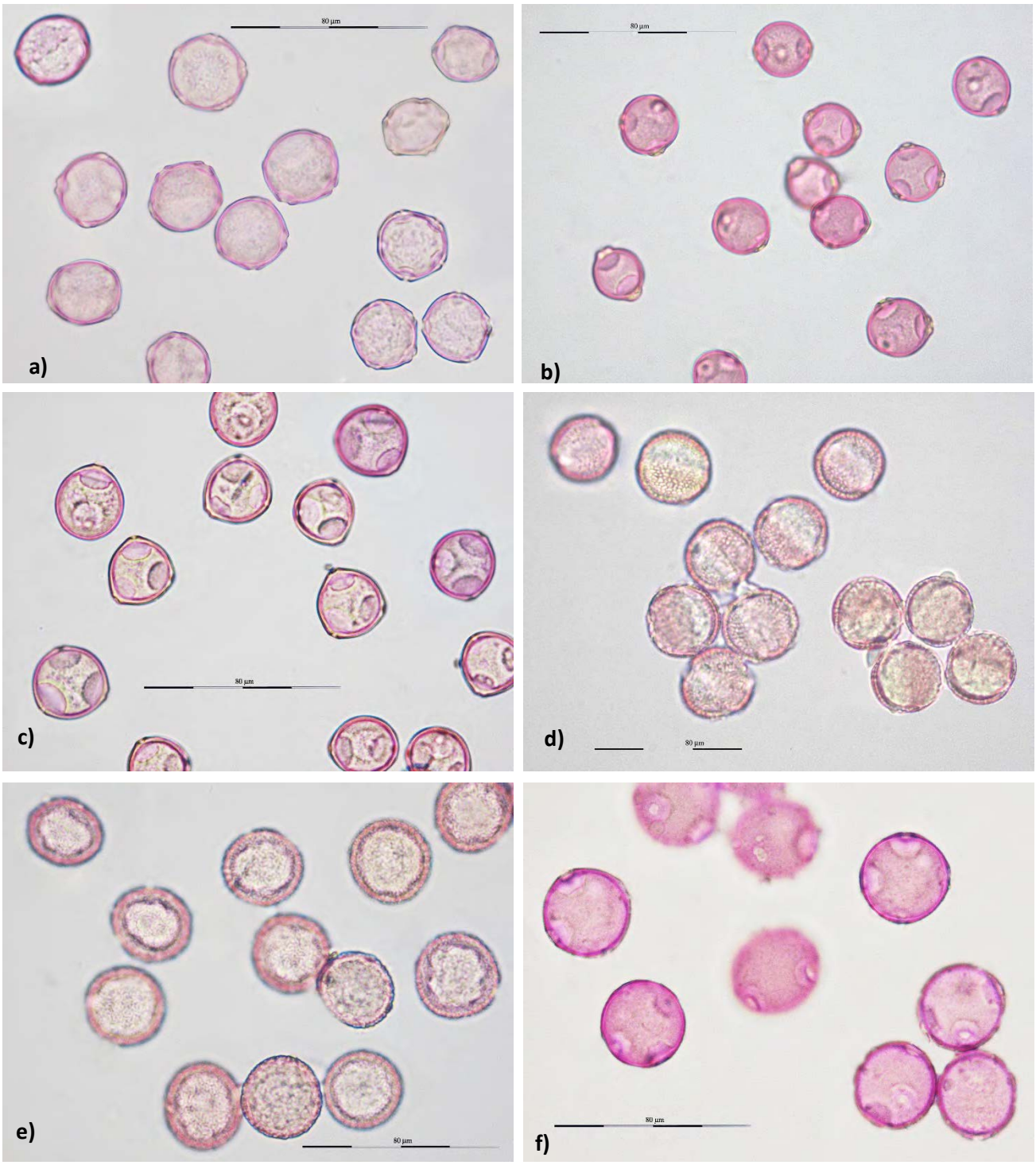


Foto 5: Betulaceae: a) *Alnus* sp.; **b)** *Betula* sp.; **c)** *Corylus avellana*.; **Brassicaceae: d)** *Diplotaxis erucoides*, tipo polínico Brassicaceae tipo (*Arabis* sp., *Brassica* sp., *Cardamine* sp., *Diplotaxis* sp., *Eruca* sp., *Erucasrtum* sp., *Iberis* sp., *Raphanus* sp., *Sinapis* sp., *Sisymbrium* sp.); **Buxaceae: e)** *Buxus sempervirens*; **Campanulaceae: f)** *Campanula* sp.

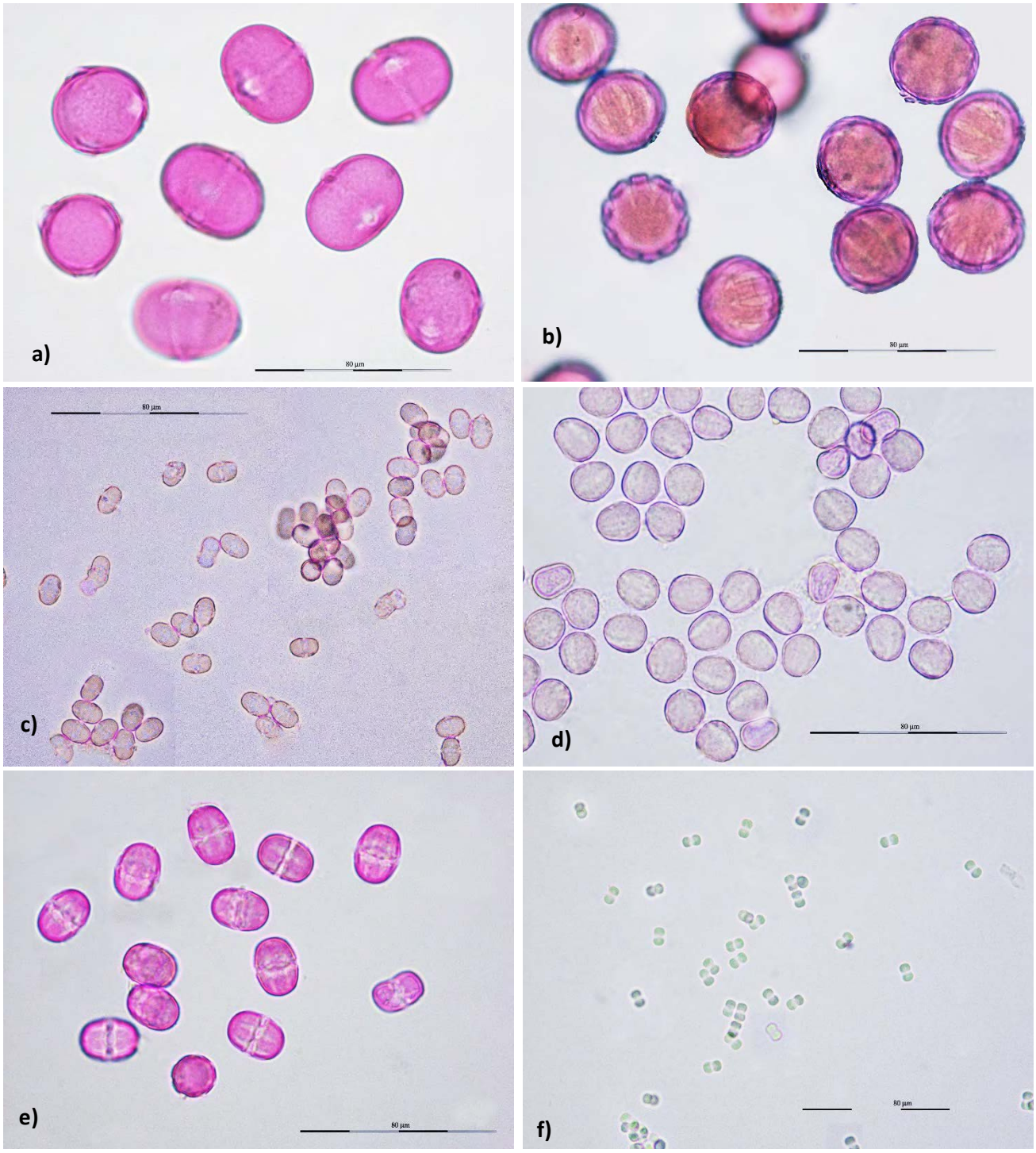


Foto 6: Boraginaceae: a) *Anchusa* sp.; **b)** *Borago officinalis*; **c)** *Cynoglossum* sp.; **d)** *Echium* sp.; **e)** *Lithospermum* sp.; **f)** *Myosotis* sp.

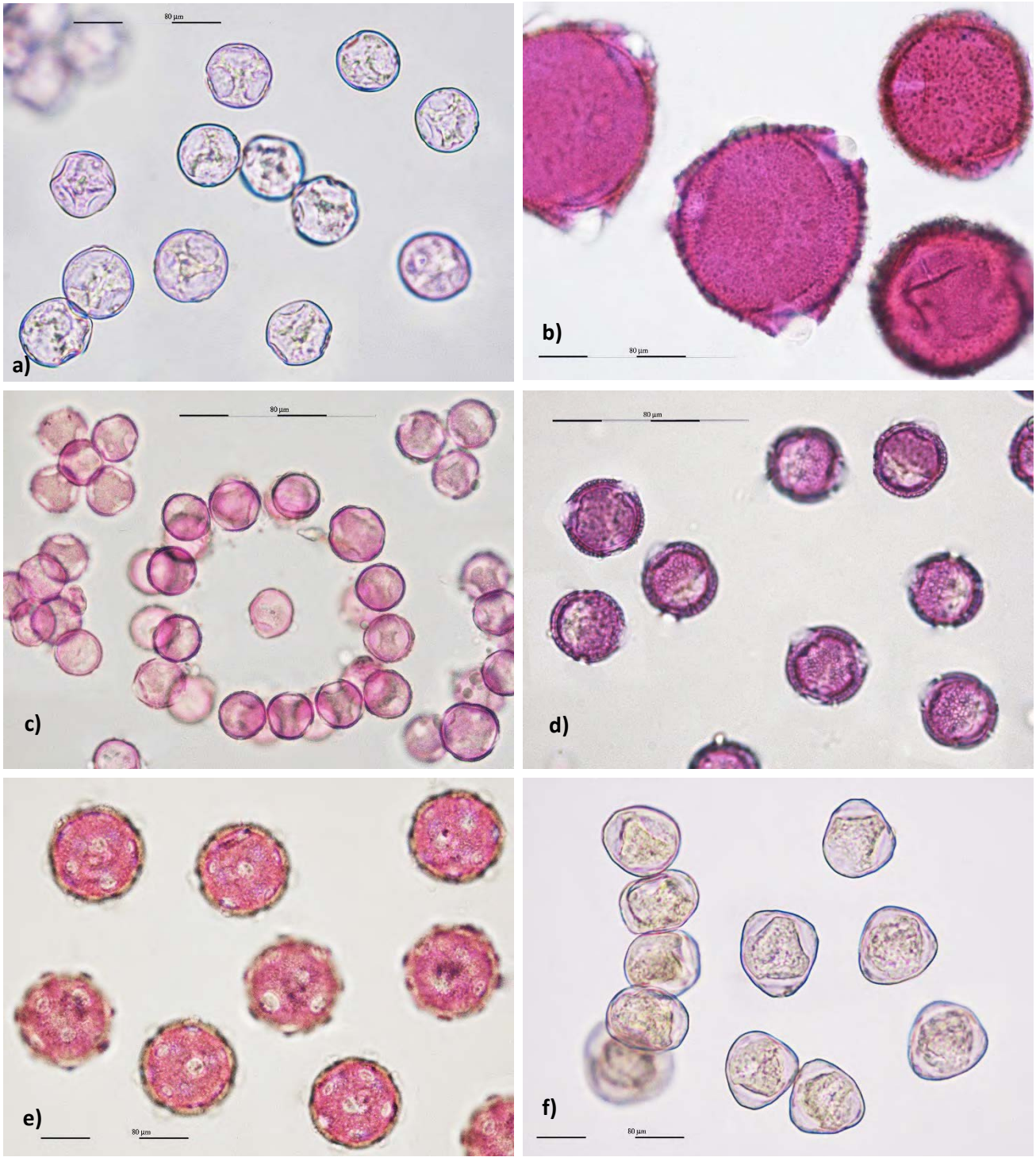


Foto 7: Cannabaceae: **a)** *Cannabis sativa*; **Caprifoliaceae**: **b)** *Lonicera* sp.; **c)** *Sambucus* sp.; **d)** *Viburnum* sp.; **Caryophyllaceae**: **e)** *Stellaria media*, tipo polínico Caryophyllaceae (*Cerastium* sp., *Dianthus* sp., *Spergularia* sp., *Stellaria* sp.); **Casuarinaceae: f)** *Casuarina* sp.

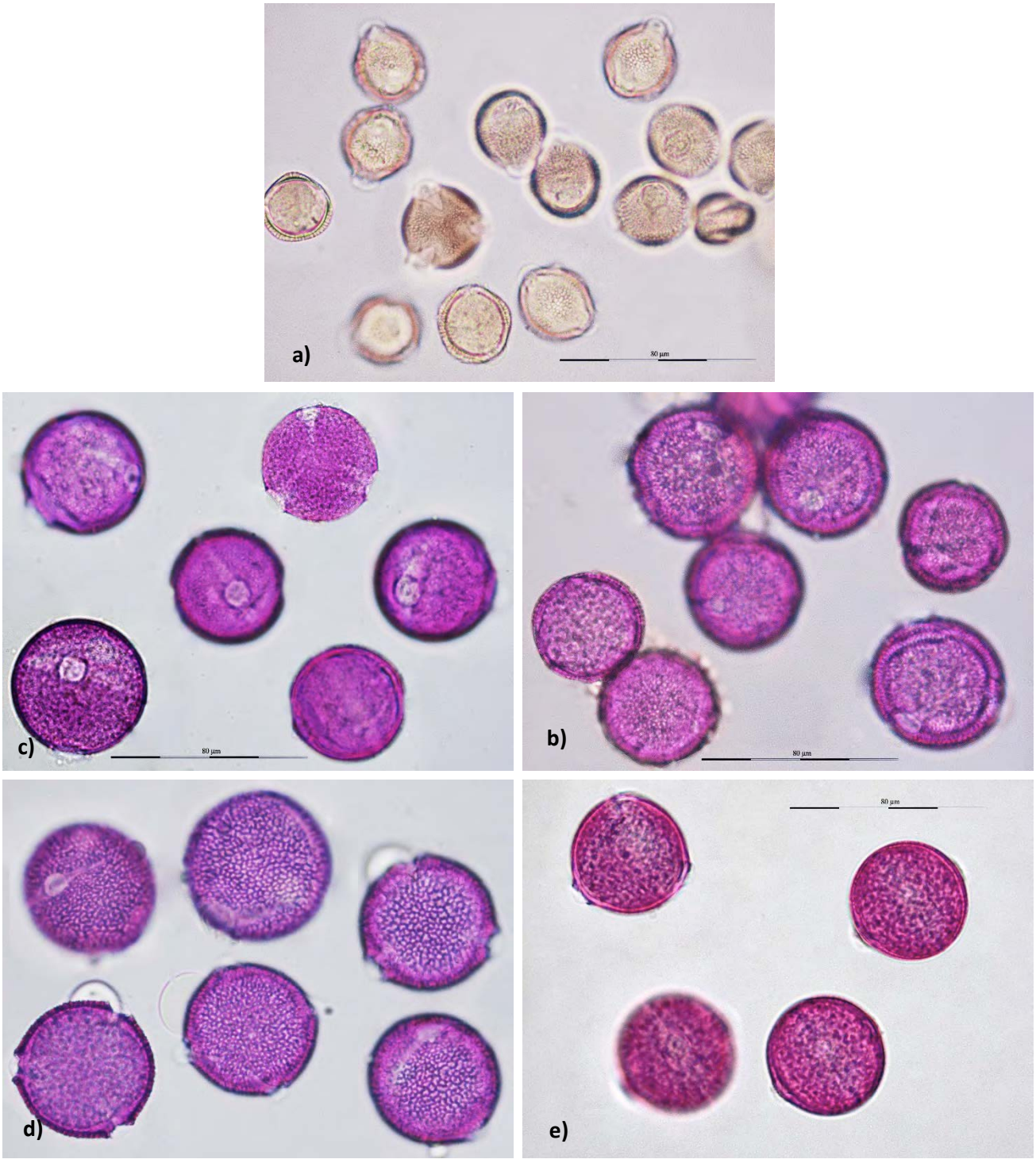


Foto 8: Celastraceae: a) *Euonymus* sp.; **Cistaceae**: **b)** *Cistus albidus;* **c)** *Cistus monspeliensis*; **d)** *Cistus salviifolius*; **e)** *Helianthemum* sp.

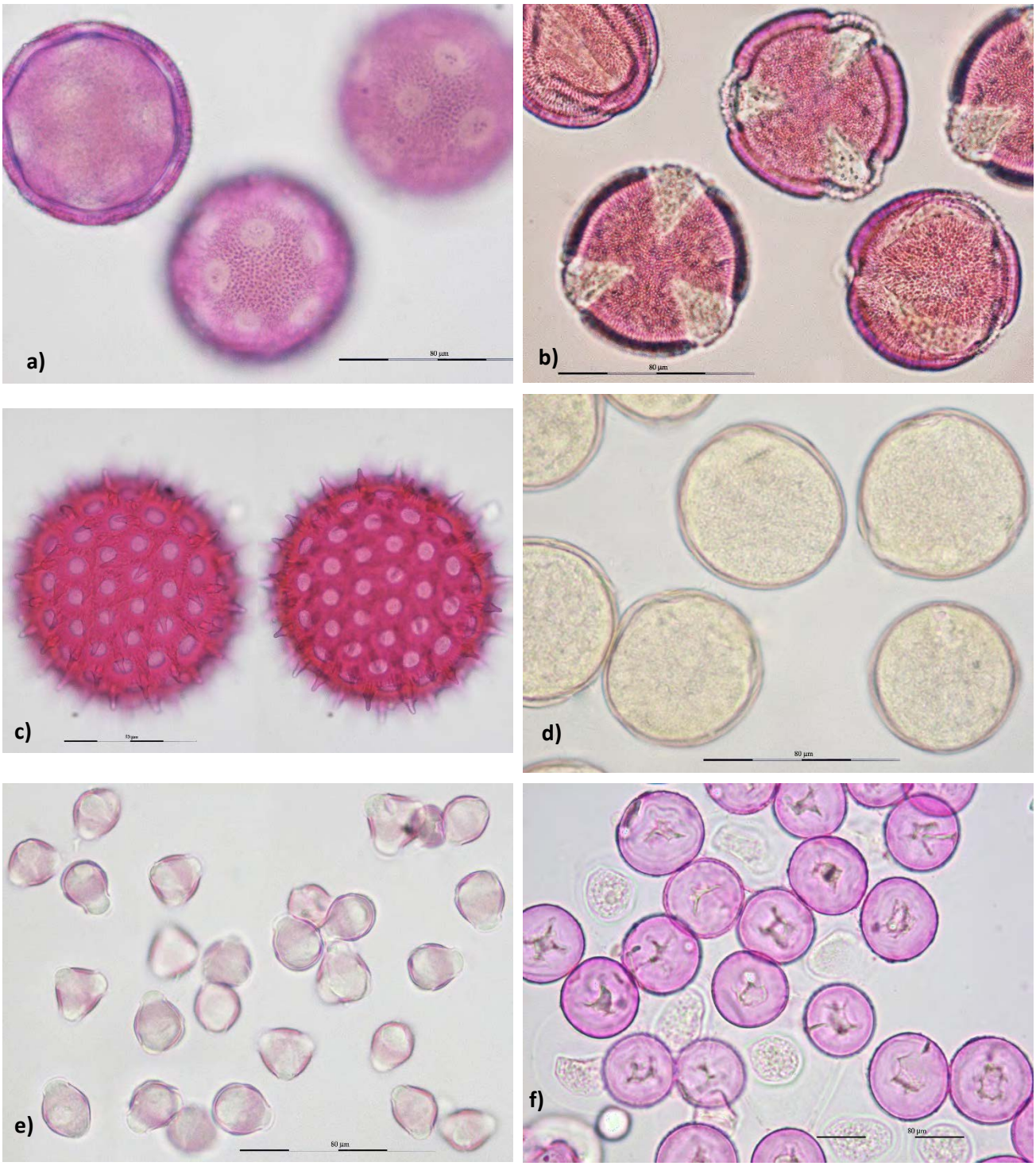


Foto 9: Convolvulaceae: **a)** *Calystegia* sp.; **b)** *Convolvulus* sp.; **c)** *Ipomoea* sp.; **Cornaceae**: **d)** *Cornus* sp.; **Crassulaceae**: **e)** *Sedum sediforme*, tipo polínico *Sedum* (*Sedum* sp., *Sempervivum* sp.); **Cupressaceae: f)** *Cupressus sempervirens*, tipo polínico Cupressaceae (*Cupressus* sp., *Juniperus* sp., *Thuja* sp.).

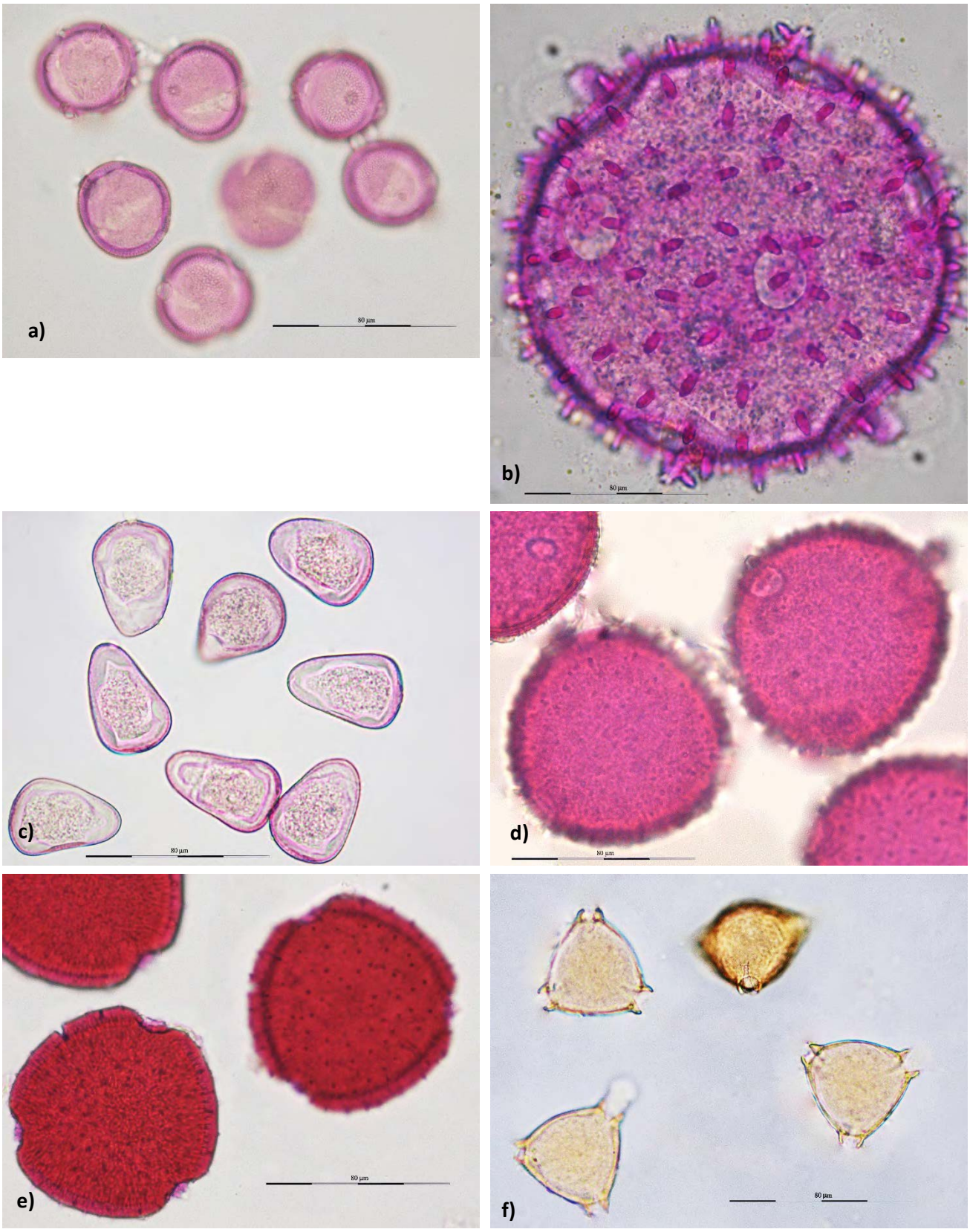


Foto 10: Cucurbitaceae: a) *Bryonia* sp.; **b)** *Cucurbita* sp.; **Cyperaceae**: **c)** *Carex* sp.; **Dipsacaceae: d)** *Scabiosa* sp.; **e)** *Knautia* sp; **Elaeagnaceae**: **f)** *Elaeagnus* sp.

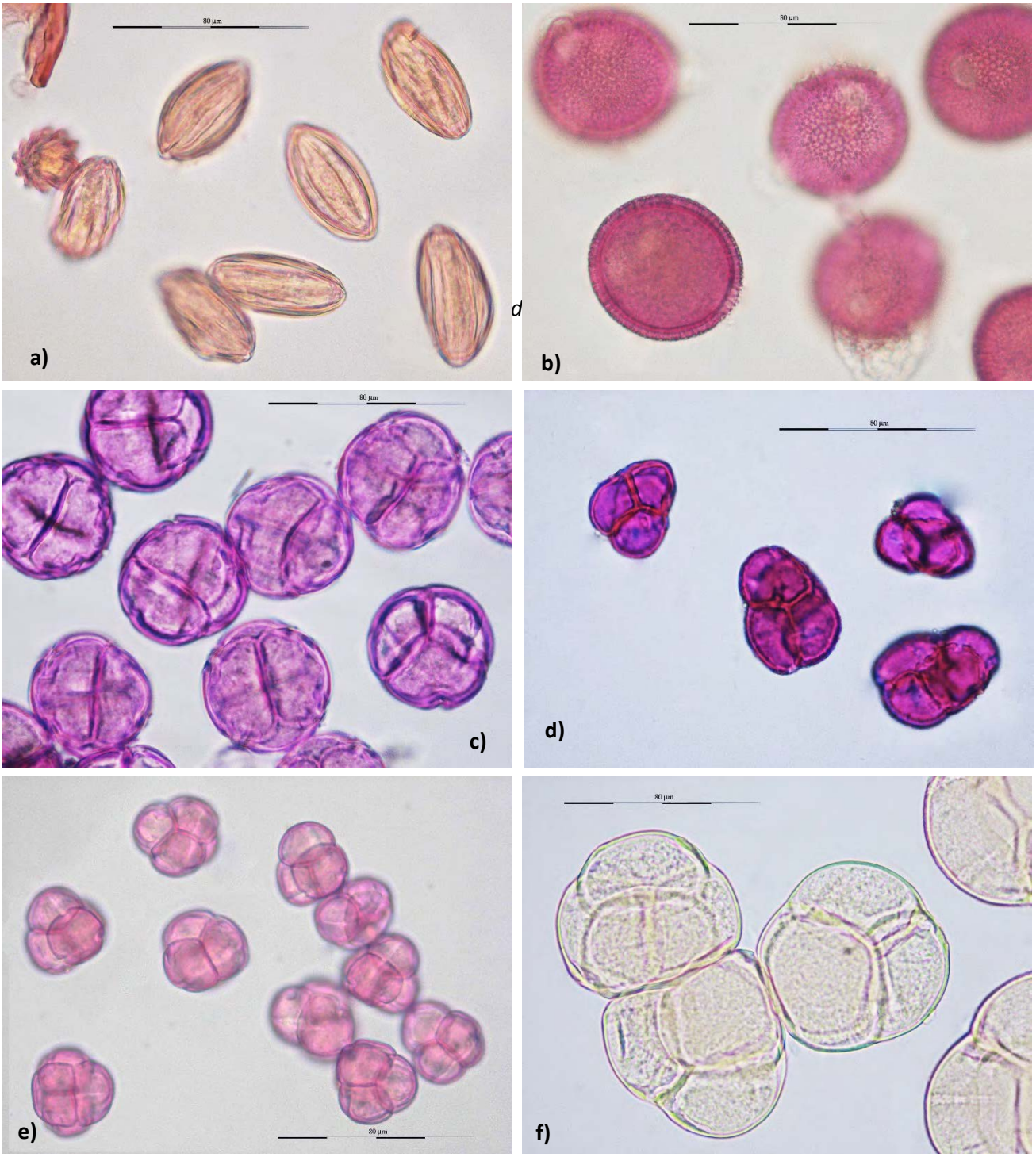


Foto 11: Ephedraceae: **a)** *Ephedra* sp.; **Geraniaceae**: **b)** *Geranium* sp.; **Ericaceae**: **c)** *Arbutus unedo*, tipo polínico *Arbutus* (*Arbutus unedo*, *Vaccinium* sp.); **d)** *Calluna* sp.; **e)** *Erica* sp.; **f)** *Rhododendron* sp.

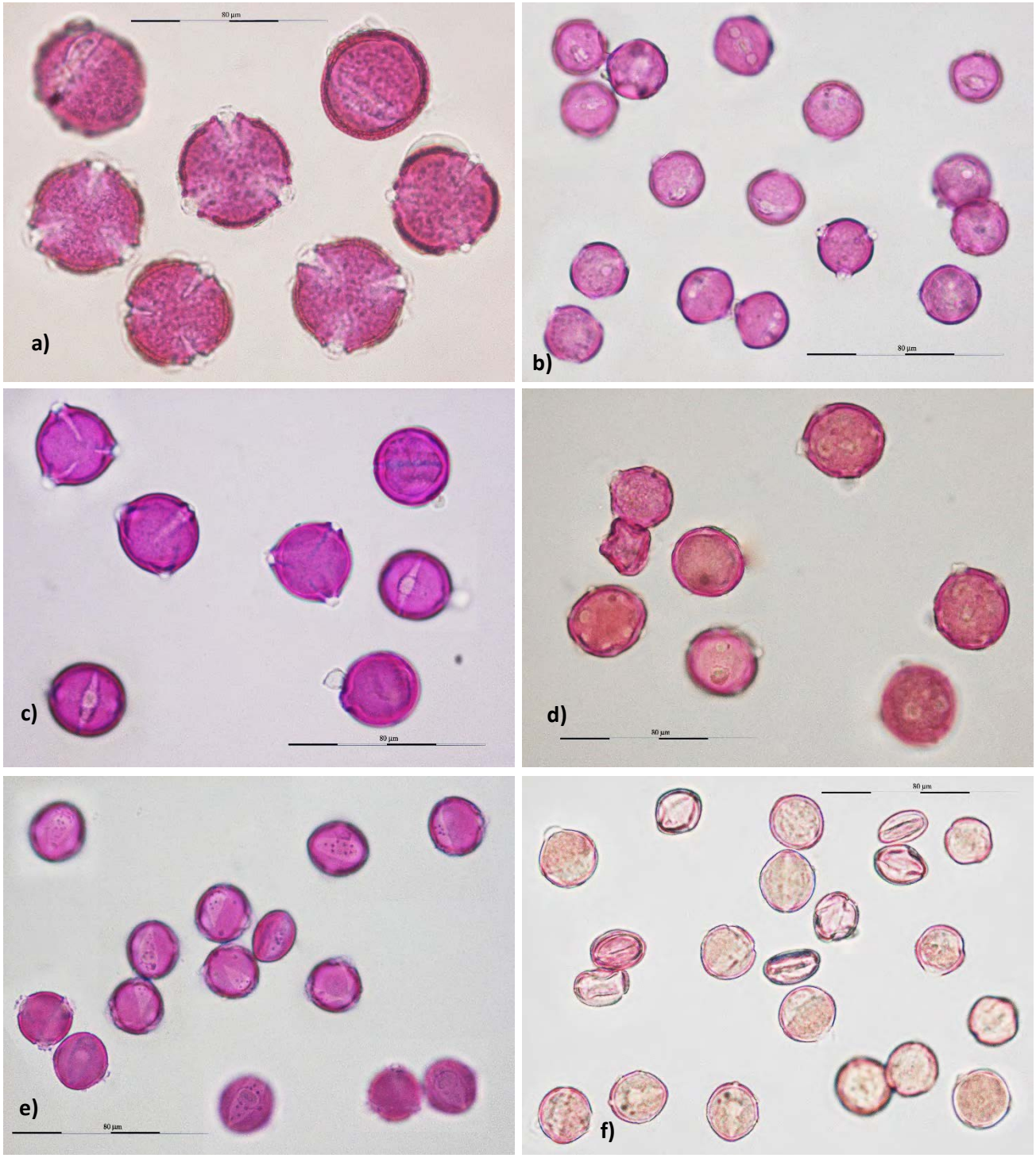


Foto 12: Euphorbiaceae: **a)** *Euphorbia* sp.; **b)** *Mercurialis* sp.; **c)** *Ricinus communis*; **Grossulariaceae**: **d)** *Ribes* sp.; **Hippocastanaceae**: **e)** *Aesculus* sp.; **Hypericaceae: f)** *Hypericum* sp.

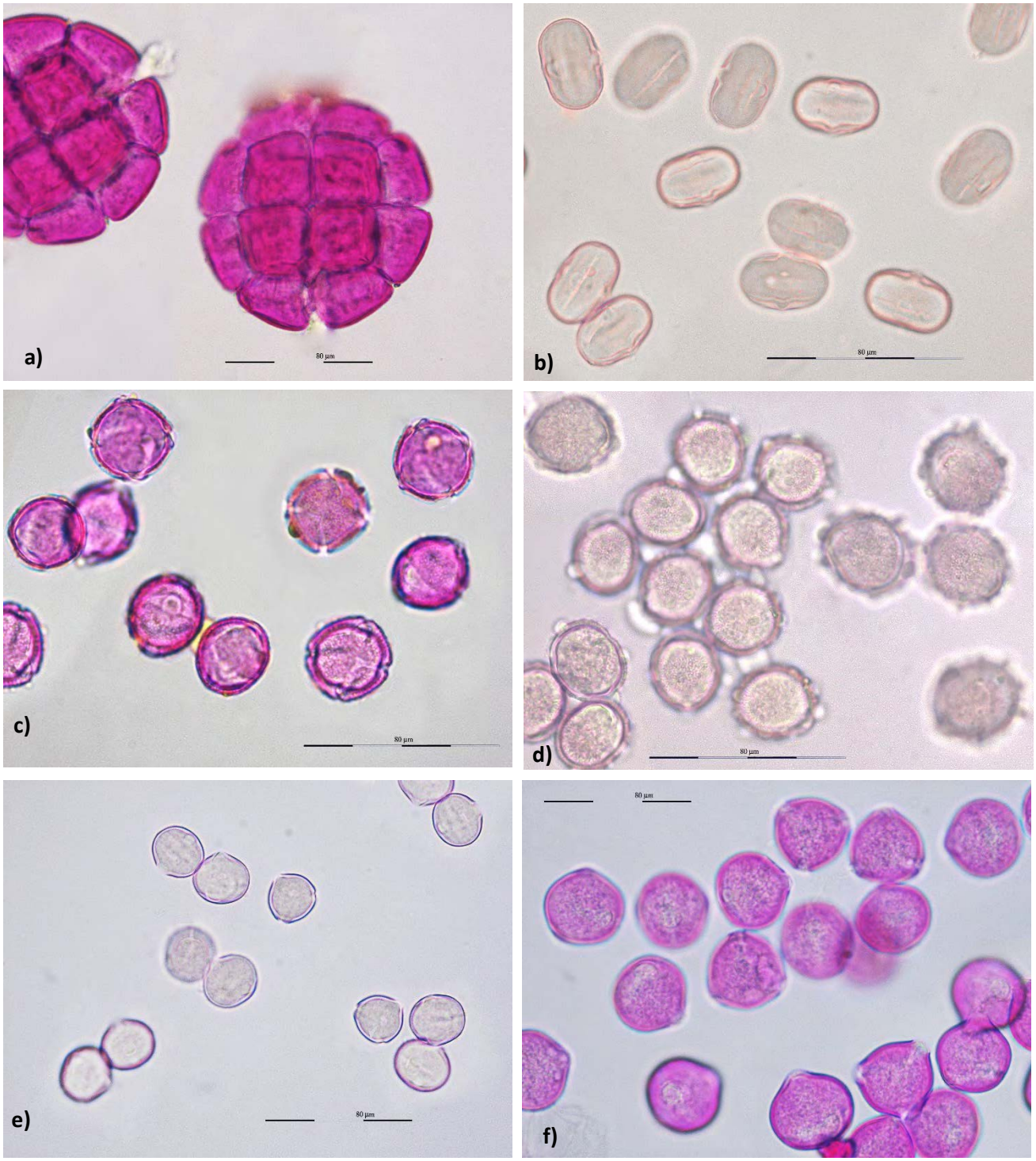


Foto 13: Fabaceae: **a)** *Albizia julibrissin,* tipo polínico *Acacia* (*Acacia* sp., *Albizia* sp.); **b)** *Astragalus* sp.; **c)** *Ceratonia siliqua;* **d)** *Gleditsia triacanthos,* tipo polínico *Cercis* (*Cercis siliquastrum*, *Gleditsia triacanthos*); **e)** *Coronilla* sp., tipo polínico *Coronilla* (*Coronilla* sp., *Dorycnium pentaphyllum*, *Hippocrepis* sp.); **f)** *Dorycnium hirsutum*, tipo polínico *Anthyllis* (*Anthyllis* sp., *Dorycnium hirsutum*, *Trifolium repens*).

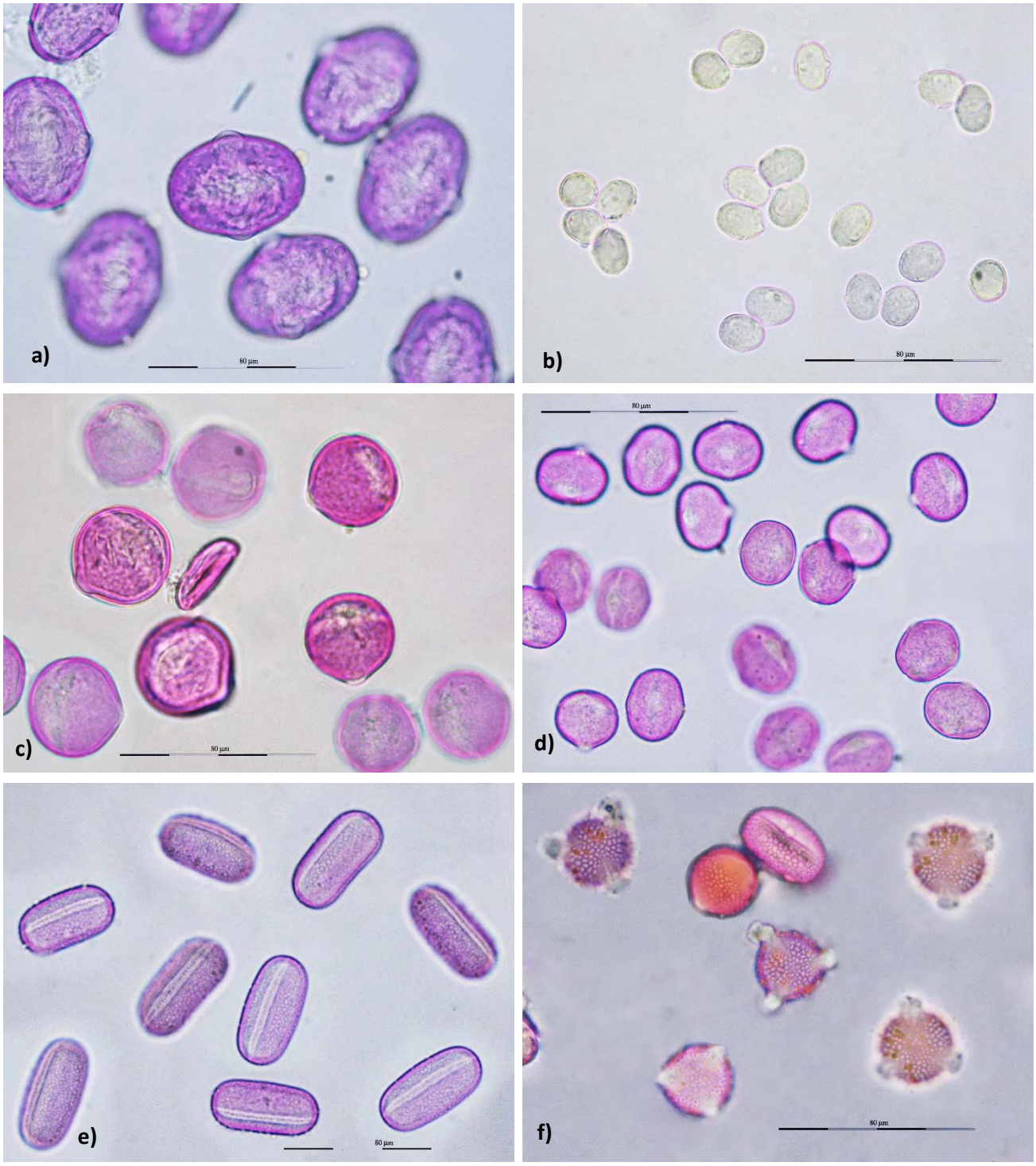


Foto 14: Fabaceae: **a)** *Lathyrus* sp.; **b)** *Lotus* sp.; **c)** *Medicago* sp.; **d)** *Melilotus officinalis,* tipo polínico *Melilotus* (*Melilotus* sp., *Hedysarum* sp.); **e)** *Onobrychis* sp.; **f)** *Parkinsonia aculeata*.

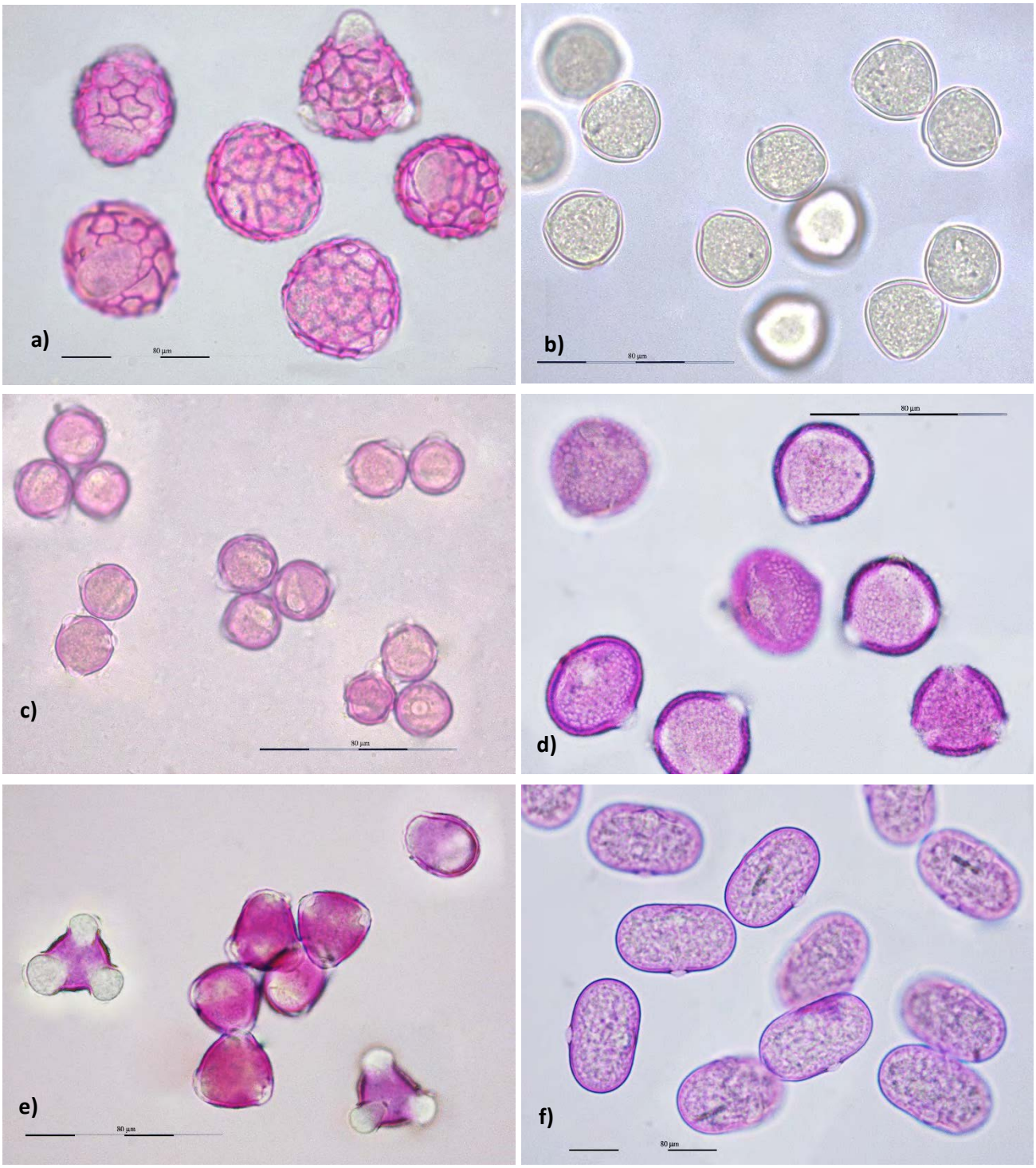


Foto 15: Fabaceae: a) *Psoralea* sp.; **b)** *Robinia pseudoacacia;* **c)** *Sophora* sp.; **d)** *Trifolium pratense*; **e)** *Retama monosperma,* tipo polínico *Ulex* (*Calicotome* sp., *Cytisus* sp., *Genista* sp., *Ulex* sp., *Retama* sp.); **f)** *Vicia villosa* tipo polínico *Vicia* (*Pisum* sp., *Vicia* sp.).

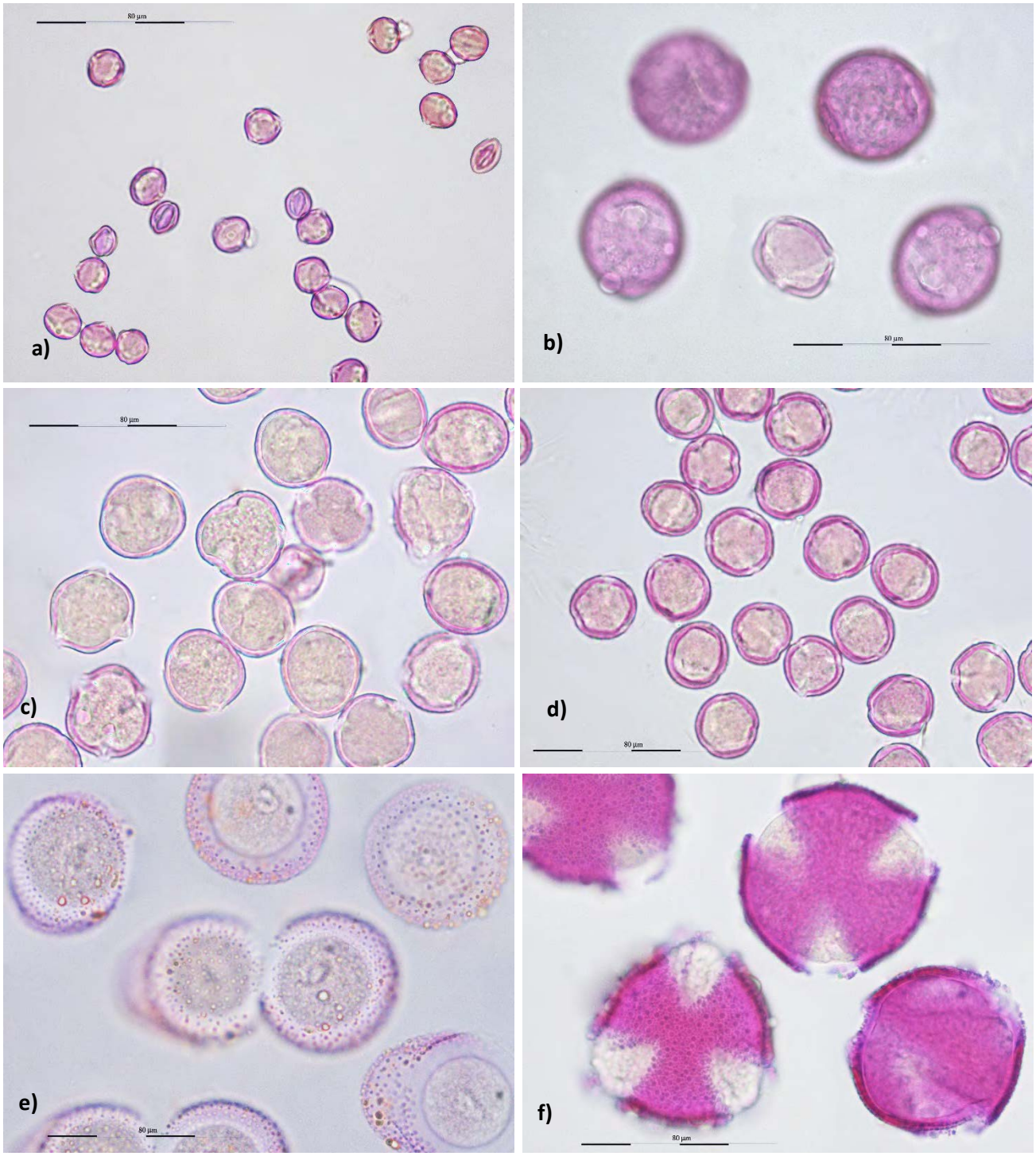


Foto 16: Fagaceae: **a)** *Castanea sativa*; **b)** *Fagus sylvatica*; **c)** *Quercus humilis,* tipo polínico *Quercus* caducifolio (*Q. faginea*, *Q. humilis*, *Q. petraea, Q. robur*, *Q. suber*); **d)** *Quercus ilex*, tipo polínico *Quercus* perennifolio (*Q. Ilex, Q. coccifera*).; **Laureaceae: e)** *Laurus nobilis*, tipo polínico *Laurus* (*Laurus nobilis*, *Persea americana*).; **Linaceae: f)** *Linum* sp.

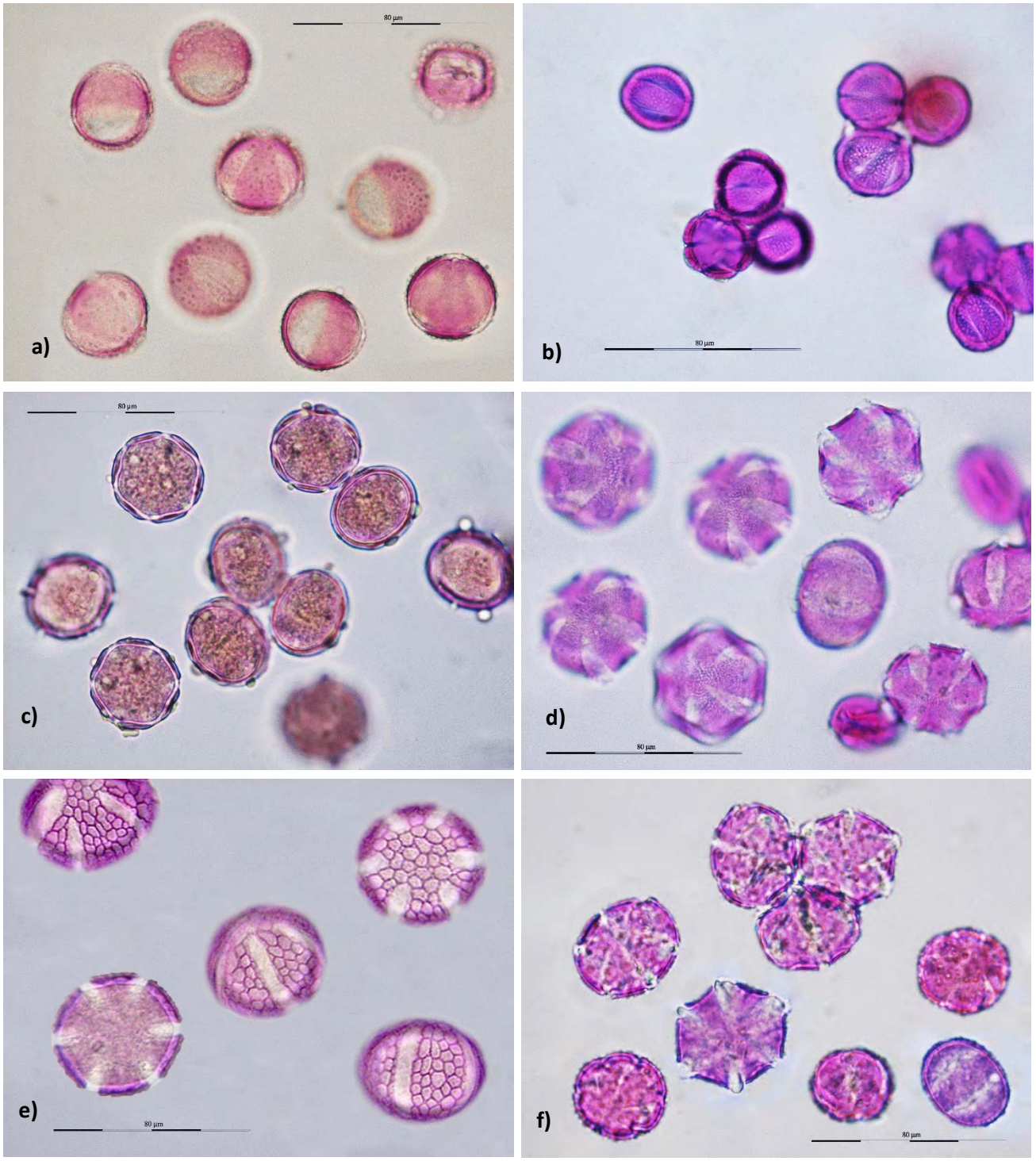


Foto 17: Lamiaceae: a) *Lamium amplexicaule*, tipo polínico *Lamium* (*Ajuga* sp., *Lamium* sp., *Stachys* sp., *Leonorus* sp.); **b)** *Lavandula* sp.; **c)** *Lavandula stoechas;* **d)** *Calamintha nepeta*, tipo polínico *Mentha* (*Calamintha* sp., *Mentha* sp., *Nepeta* sp., *Satureja* sp., *Prunella* sp.); **e)** *Ocimum basilicum*; **f)** *Rosmarinus officinalis*.

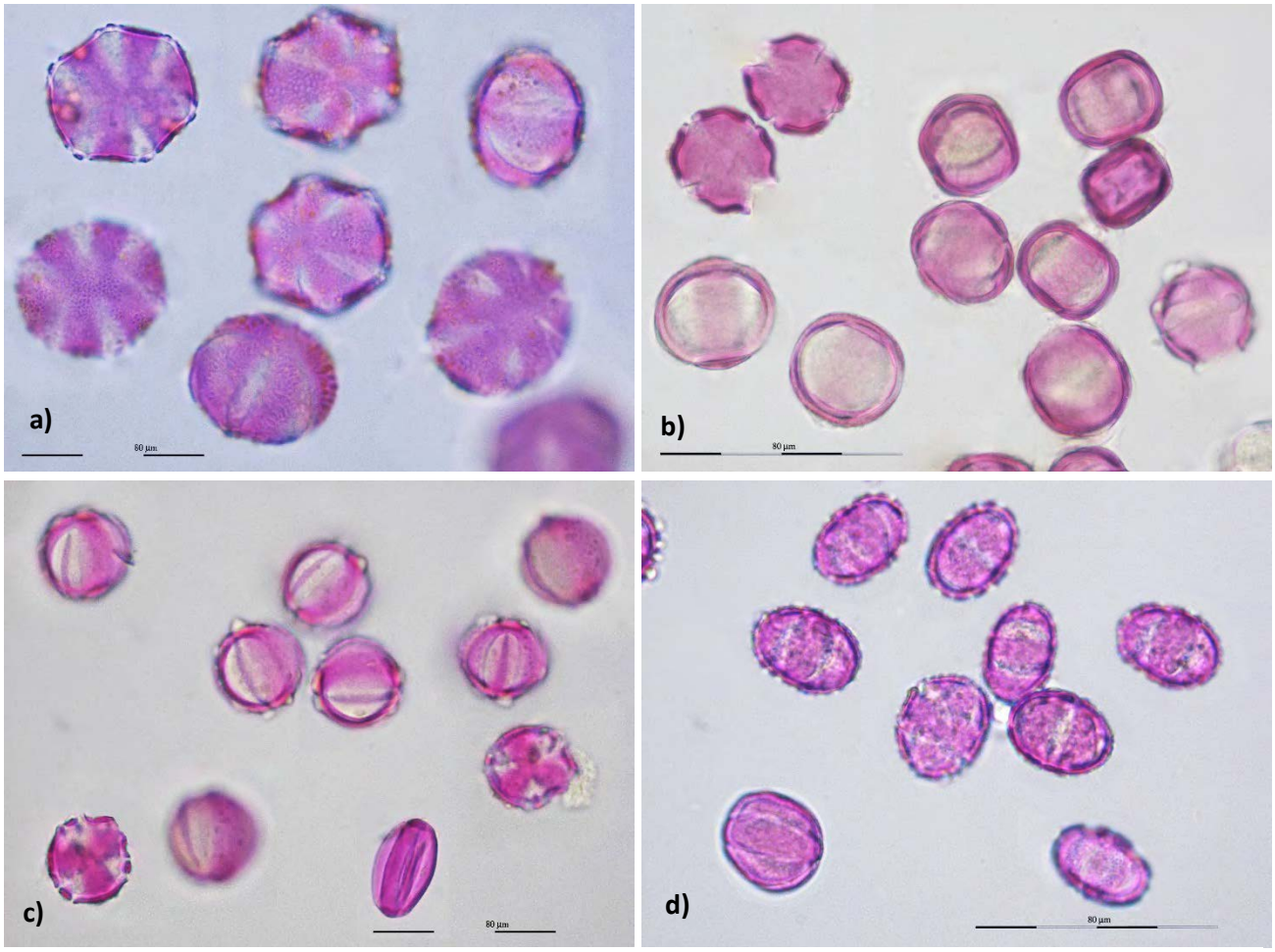


Foto 18: Lamiaceae: a) *Salvia* pratense, tipo polínico *Salvia* (*Salvia* sp., *Origanum* sp.); **b)** *Sideritis* sp.; **c)** *Teucrium polium*, tipo polínico *Teucrium* sp.; **d)** *Thymus* sp.

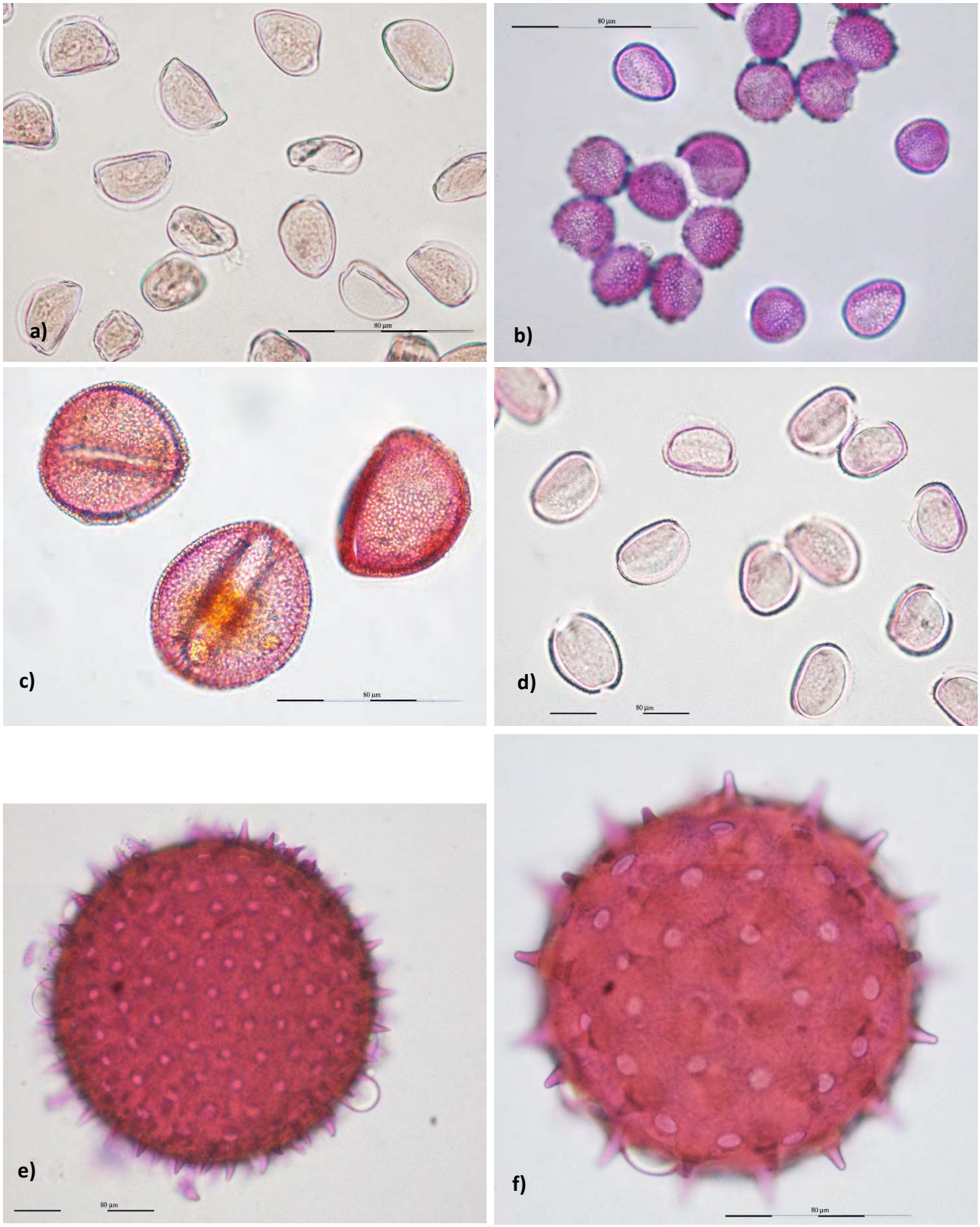


Foto 19: Liliaceae: a) *Allium cepa,* tipo polínico *Allium* (*Allium* sp., *Narcissus* sp.); **b)** *Asparagus* sp.; **c)** *Asphodelus* sp.; **d)** *Muscari* sp.; **Malvaceae***:* **e)** *Malva* sp.; **f)** *Hibiscus* sp.

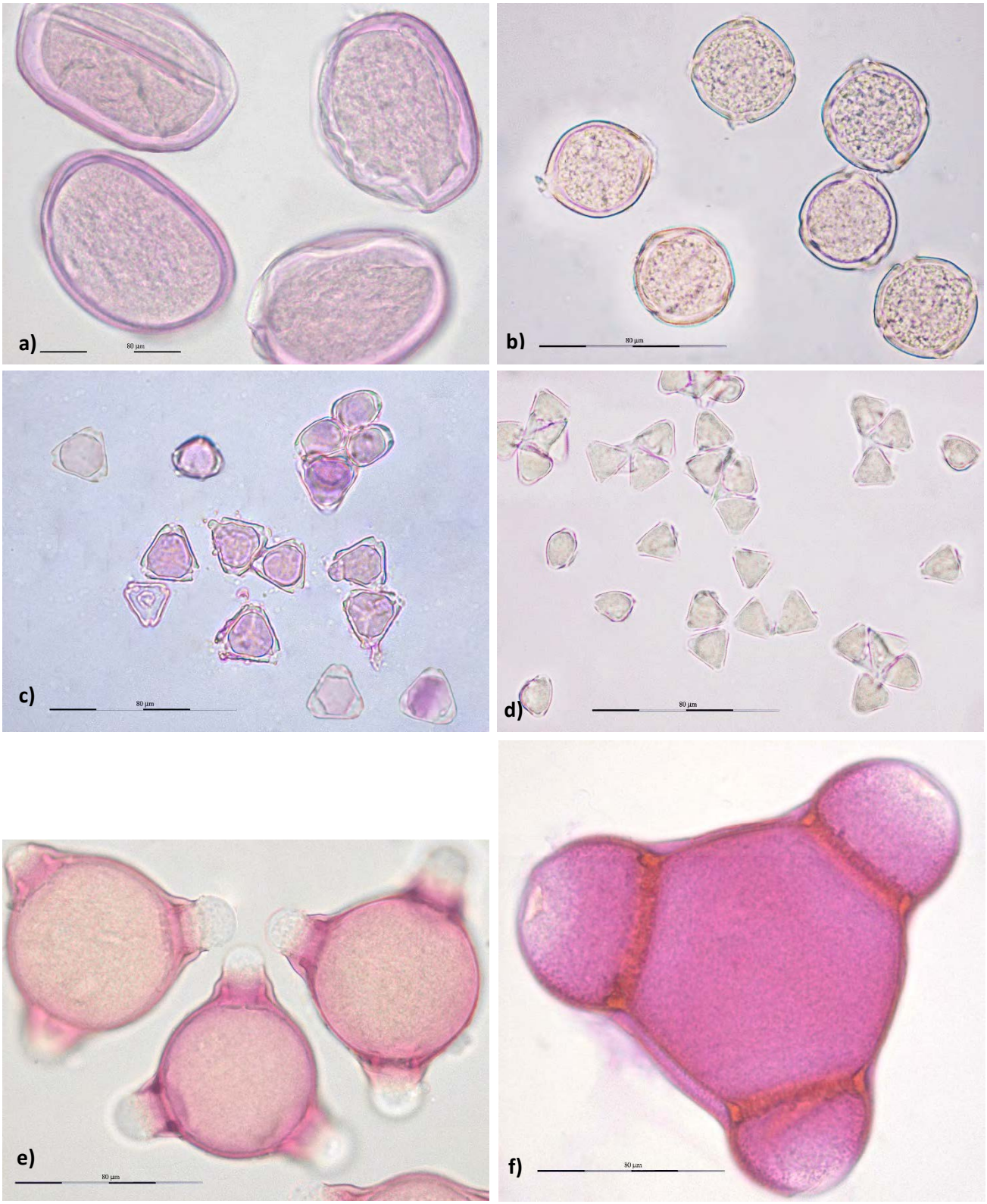


Foto 20: Magnoliaceae: **a)** *Magnolia grandiflora,* tipo polínico *Magnolia* (*Liriodendron tulipifera*, *Magnolia* sp.); **Meliaceae**: **b)** *Melia azedarach*; **Myrtaceae: c)** *Eucalyptus* sp.; **d)** *Myrthus* communis, tipo polínico *Myrthus* (*Callistemon* sp., *Myrthus communis*); **Onagraceae**: **e)** *Epilobium* sp.; **f)** *Oenothera* sp.

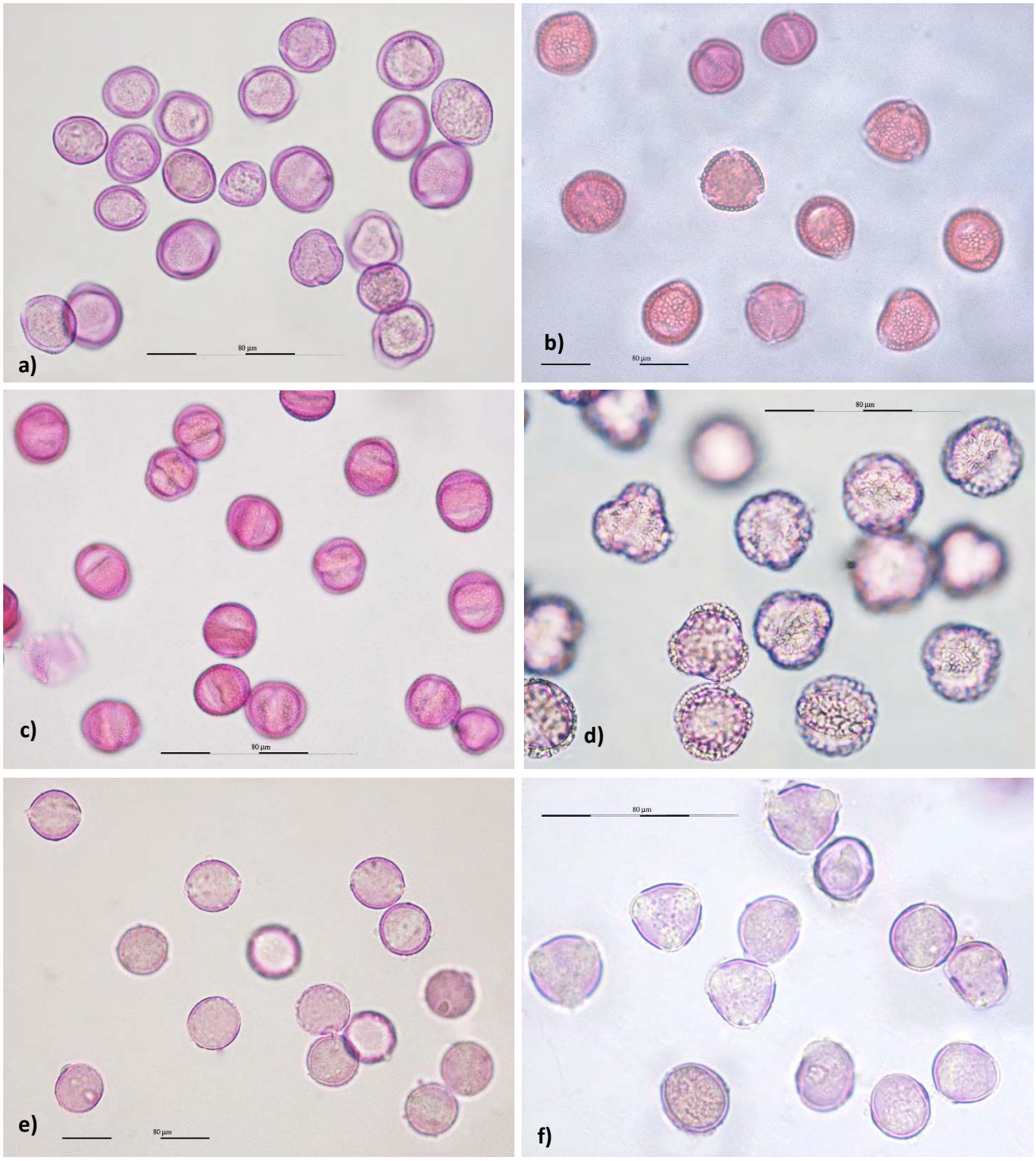


Foto 21: Oleaceae: **a)** *Fraxinus* sp.; **b)** *Olea europaea* **c)** *Phillyrea* sp.; **d)** *Ligustrum* sp.; **Papaveraceae**: **e)** *Hypecoum* sp.; **f)** *Papaver rhoeas*, tipo polínico *Papaver* (*Chelidonium* sp., *Glaucium* sp., *Papaver* sp.)

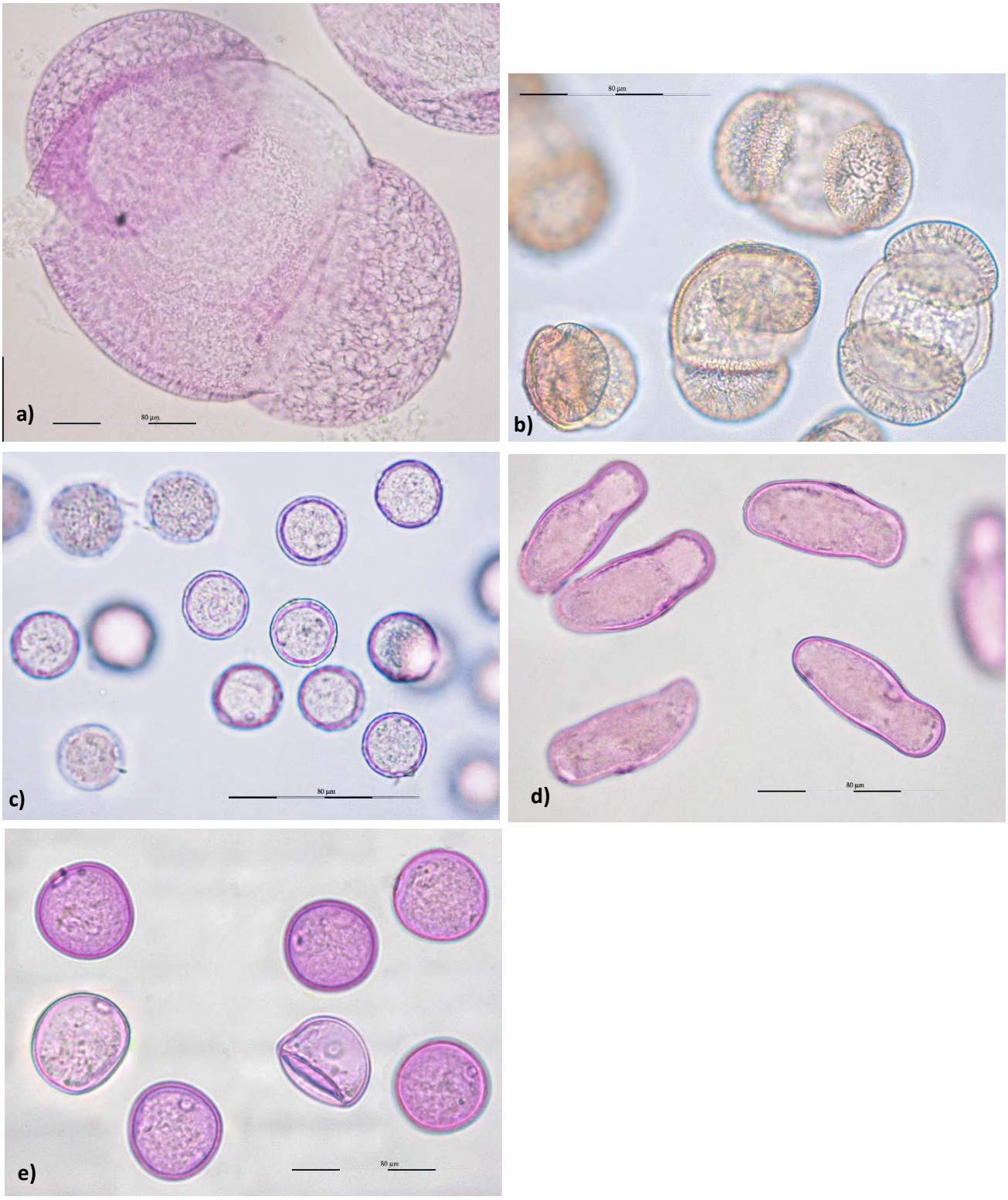


Foto 22: Pinaceae: **a)** *Abies* sp.; **b)** *Pinus* sp.; **Plantaginaceae: c)** *Plantago* sp.; **Poaceae**: **d)** *Lygeum* sp.; **e)** *Dactylis* sp., tipo polínico Poaceae.

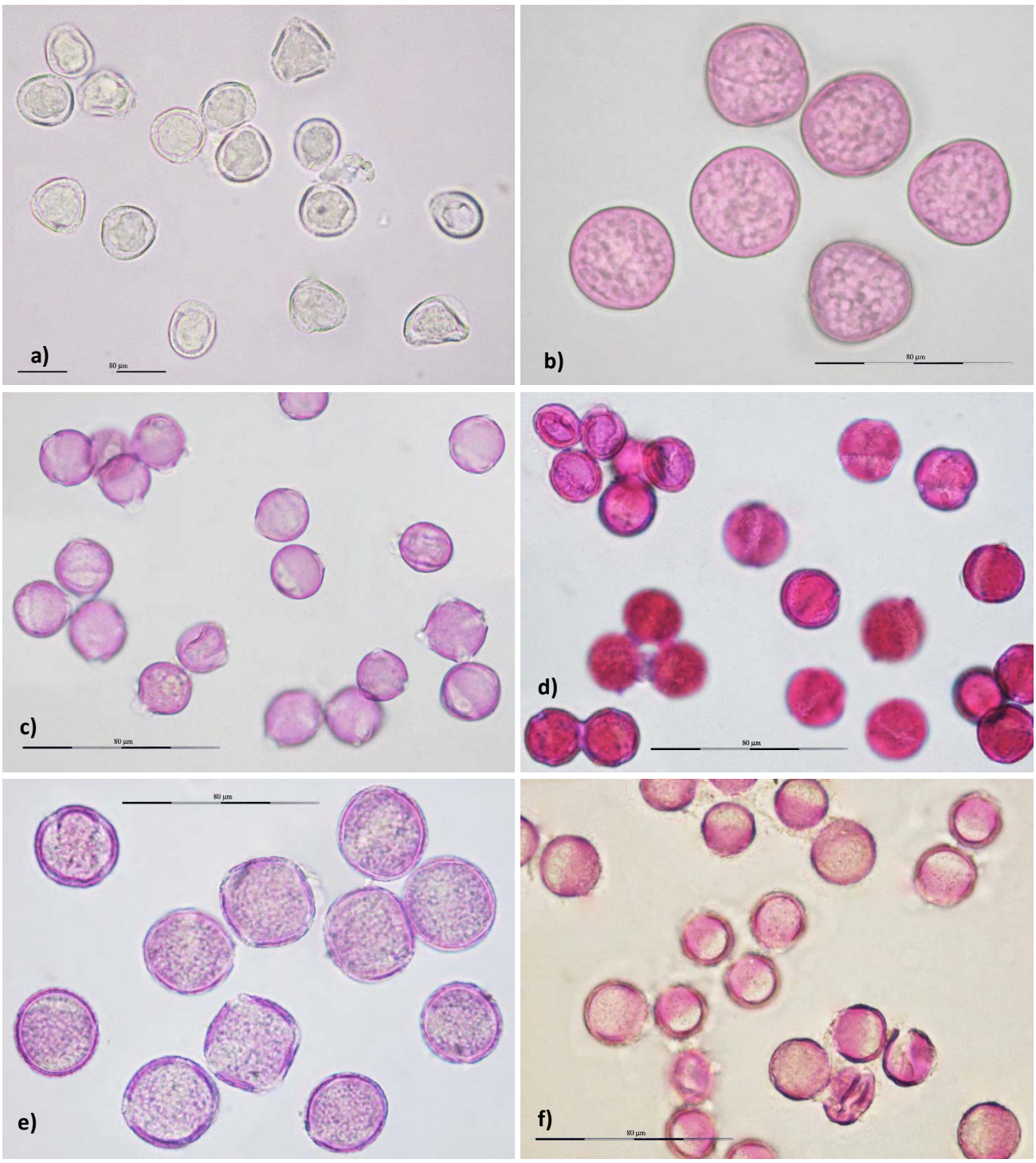


Foto 23: Platanaceae: **a)** *Platanus* sp.; **Polygonaceae**: **b)** *Rumex* sp.; **Punicaceae: c)** *Punica granatum*; **Ranunculaceae**: **d)** *Clematis* sp.; **e)** *Ranunculus* sp.; **Resedaceae: f)** *Reseda* sp.

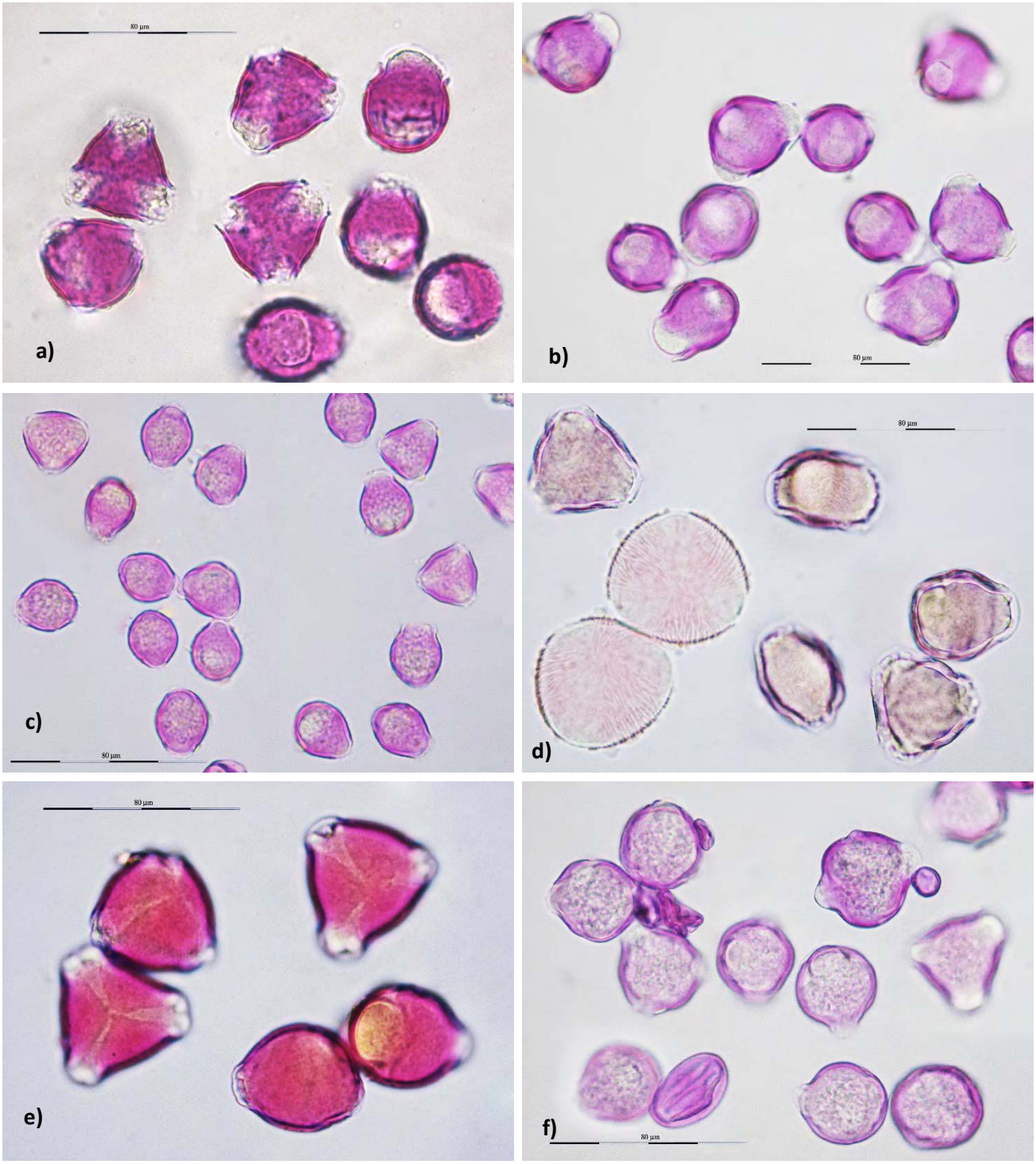


Foto 24: Rosaceae: a) *Crataegus monogyna*; **b)** *Cotoneaster* sp., tipo polínico *Malus* (*Amelanchier* sp., *Cotoneaster* sp., *Chaenomeles* sp., *Malus* sp., *Photinia* sp., *Pyrus* sp.); **c)** *Potentilla reptans*, tipo polínico *Potentilla* (*Fragaria* sp., *Potentilla* sp.); **d)** *Prunus spinosa*; **e)** *Prunus dulcis*, tipo polínico *Prunus* (*Prunus* sp., *Cydonia oblonga*); **f)** *Rosa* sp.

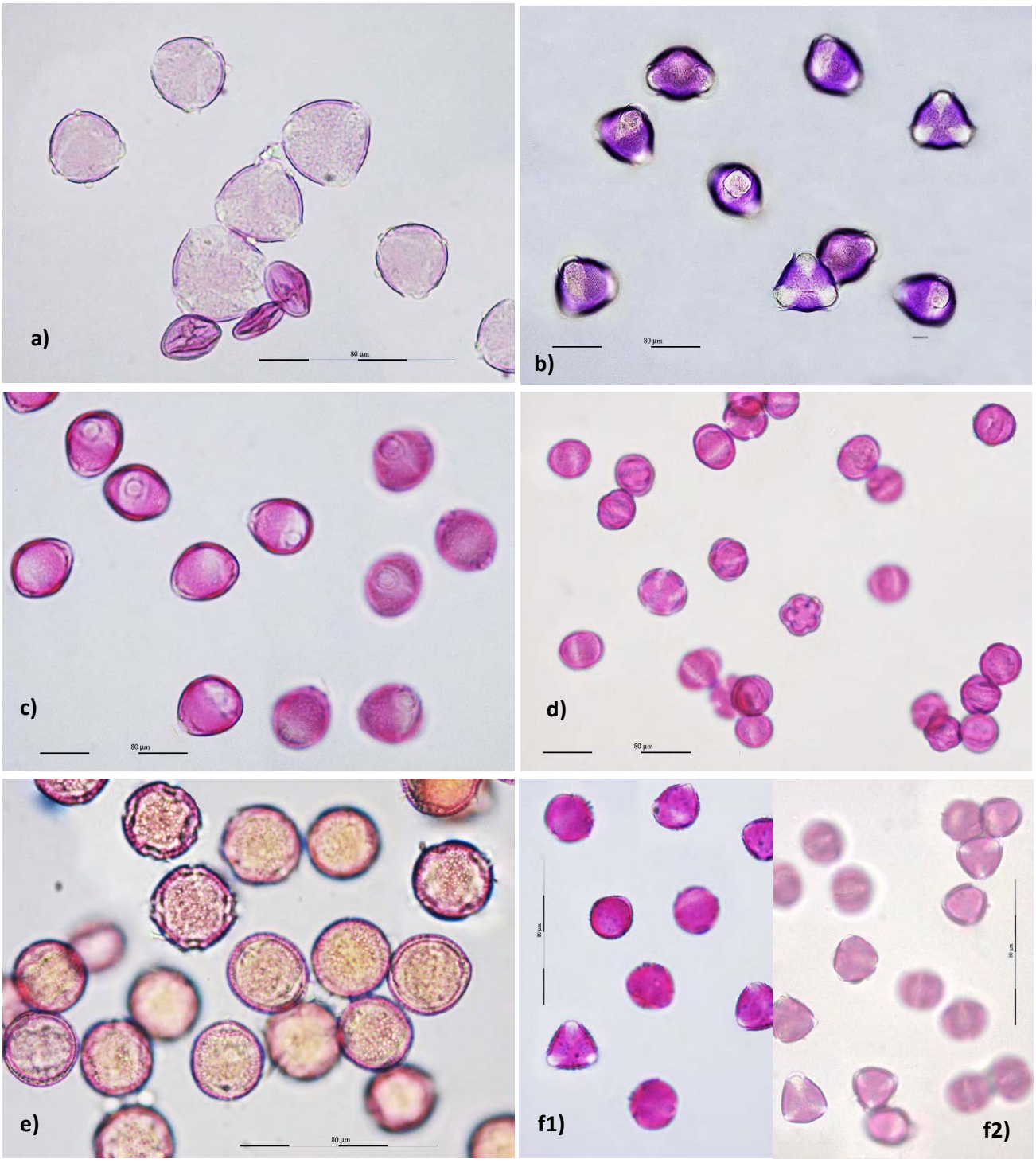


Foto 25: Rosaceae: a) *Rubus* sp., tipo polínico *Rubus* (*Eriobotrya japonica*, *Mespilus germanica*, *Geum* sp., *Pyracantha* sp., *Rubus* sp.); **b)** *Sorbus* sp.; **Rhamnaceae: c)** *Rhamnus alaternus*, tipo polínico *Rhamnus* (*Rhamnus* sp., *Frangula* sp.); **Rubiaceae**: **d)** *Rubia* sp.; **Rutaceae**: **e)** *Citrus* sp.; **Scrophulariaceae**: **f1)** *Verbascum* sp, tipo polínico Scrophulariaceae (*Antirrhinum* sp., *Digitalis* sp., *Linaria* sp., *Scrophularia* sp., *Verbascum* sp., *Veronica* sp.). **f2)** *Odontites* sp. tipo polínico *Odontites*.

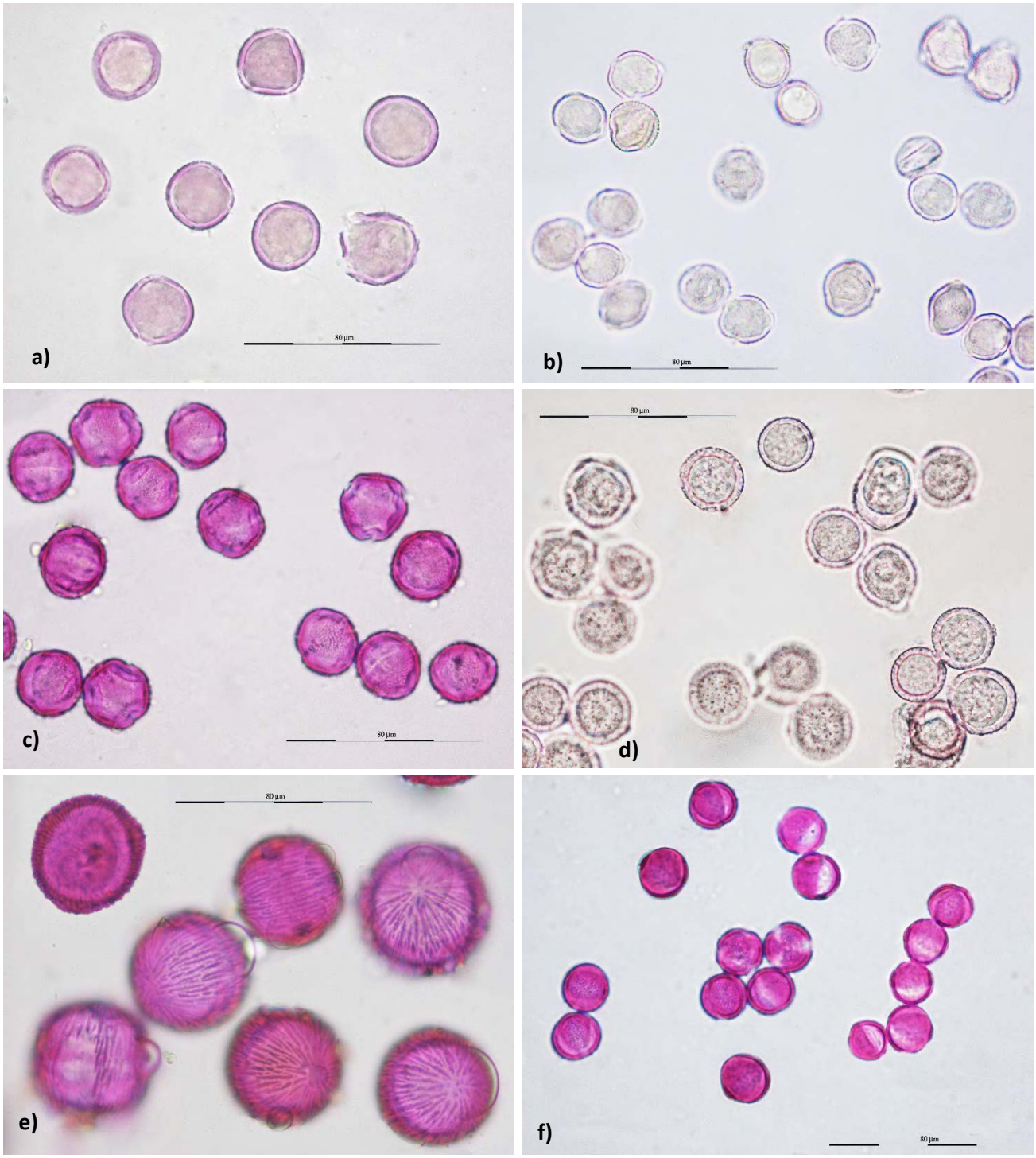


Foto 26: Salicaceae: a) *Populus* sp.; **b)** *Salix* sp.; **Simaroubaceae**: **c)** *Ailanthus altissima*; **Smilacaceae: d)** *Smilax aspera*, tipo polínico *Smilax*; **Solanaceae**: **e)** *Brugmansia* sp.; **Tamaricaceae**: **f)** *Tamarix* sp.

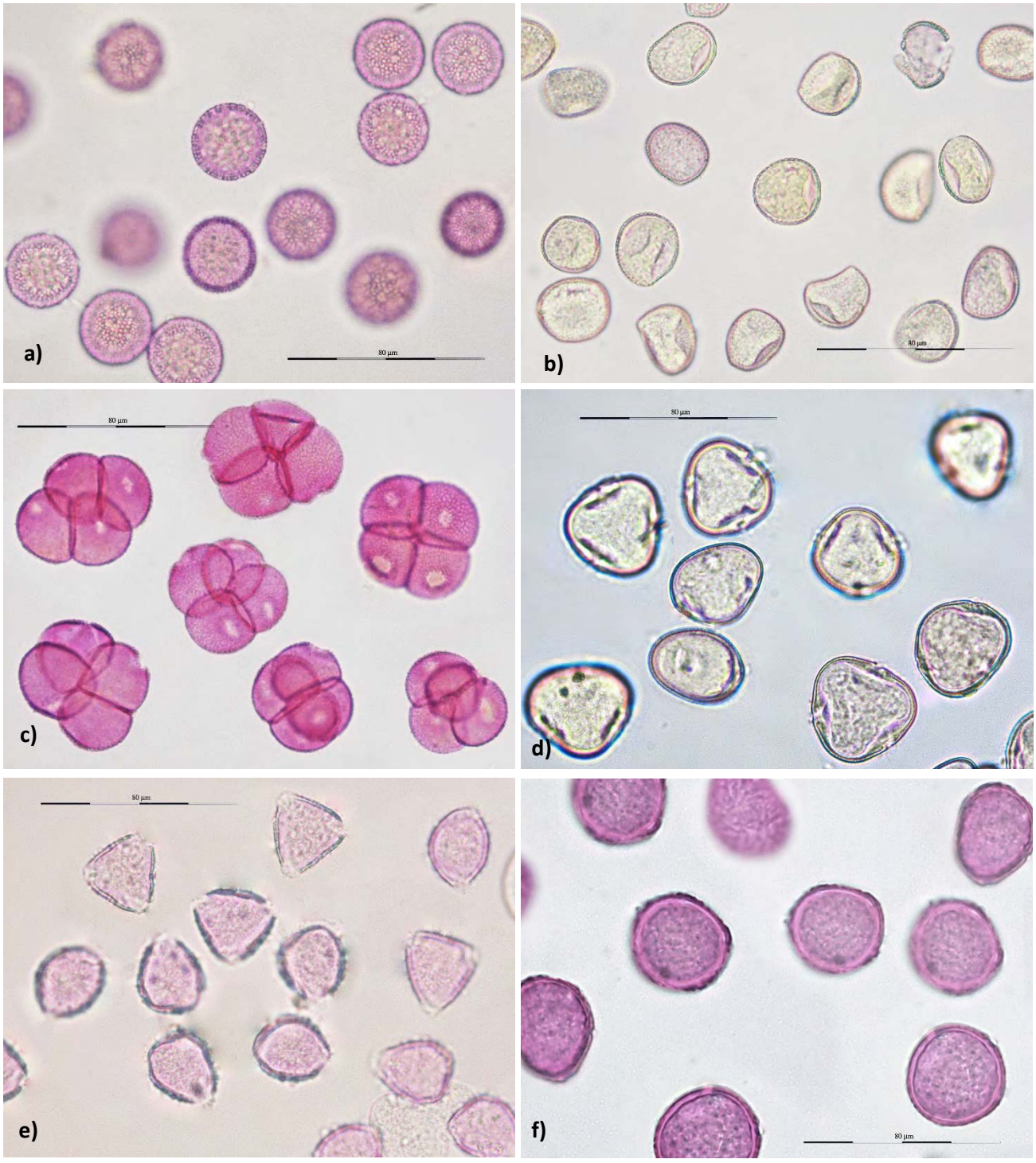


Foto 27: Thymelaeaceae: a) *Daphne* sp.; **Thyphaceae: b)** *Thypha angustifolia*; **c)** *Thypha latifolia*; **Tiliaceae: d)** *Tilia* sp.; **Tropaeolaceae**: **e)** *Tropaeolum* sp.; **Ulmaceae**: **f)** *Ulmus* sp.

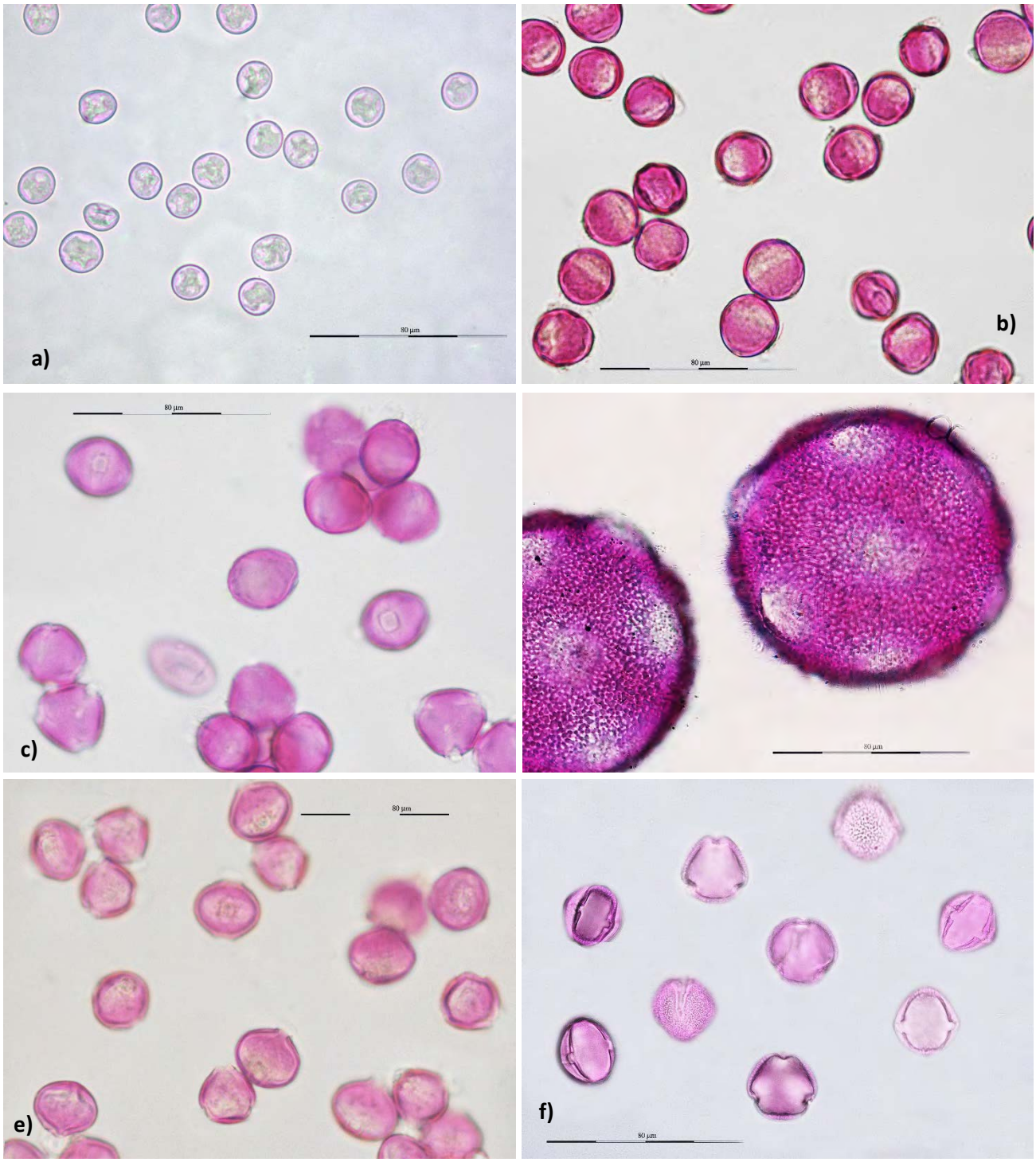


Foto 28: Urticaceae: a) *Urtica dioica*, tipo polínico Urticaceae (*Urtica* sp., *Parietaria* sp.); **Vitaceae**: **b)** *Vitis vinifera*; **Sapindaceae**: **c)** *Koelreuteria paniculata*; **Cactaceae: d)** *Opuntia* sp.; **Santalaceae: e)** *Osyris alba*; **Pittosporaceae: f)** *Pittosporum tobira*.

Anexo 4a. Clases de Louveaux de las mieles de la tesis teniendo en cuenta todo el espectro polínico. 1 (MCPins17No); 2 (MLGar17Oc); 3 (MGra16Jl); 4 (MMarg17Ajn); 5 (MMart16Jn); 6 (MMart17Jn); 7 (MOrri16Jl); 8 (MOrri17Jl); 9 (MSag16My); 10 (MTore16Mg); 11 (MTore16Se); 12 (MTore17Jl); 13 (MTore17Jn); 14 (MVMR15Oc); 15 (MVMR16Jn); 16 (MVMR17Jl); 17 (MVFil18Dc); 18 (MBCMd17Oc); 19 (MBVlld17Jl). Clases de Louveaux: Polen predominante, >45% (D); Polen secundario, 16–45% (C); Polen minoritario importante, 3–15% (B); Polen minoritario, < 3% (A).

Tipo polínico	No Urbanas																		
	Barcelona																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Acacia T.															A		A		
Acanthus sp.																			A
Acer sp.													A						
Aesculus sp.			A							B	A	A	A					A	
Agave T.							A		A										
Ailanthus altissima		B						B					A		A			B	
Allium T.																			A
Amaranthaceae T.		A			A							A							
Anchusa sp.		A																A	
Arbutus T.	A				A													A	
Artemisia sp.			A			A					A			A					
Asparagus sp.					B	A							A	A	A		C		
Asphodelus sp.									A										
Astragalus sp.	A													A	A	A			
Betula sp.																			
Borago officinalis			A		A									A	A	A			A
Brassicaceae T.		A	C	B	B	D	C	A	D	C	C	C	B		A	D	A	A	B
Brugmansia sp.																			
Buxus sempervirens				A								A	A	A					
Carex sp.																	A		
Castanea sativa		B	A				C	B			A	A	A						
Casuarina sp.																		A	
Centaurea sp.																			
Ceratonia siliqua														C	A		A		
Cercis T.	A		A		A					A	A			A	B			A	

Tipo polínico	No Urbanas																		
	Barcelona																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Cichorium sp.																			
Cistus albidus			A		A	A	B	A	A				A	A			A	A	A
Cistus monspeliensis	A						A	A					A		A			A	A
Citrus sp.														A					
Clematis sp.					A														
Cornus sp.					A														
Coronilla T.	B	C			C	A	B	B	A	A	A		A	B	A		B	A	A
Corylus avellana									A										
Crataegus sp.			A	A	A	A		A	A	B	B	A	B			A			A
Cupressaceae T.																	A		
Cynoglossum sp.																	A		A
Anthyllis T.	A	A	A	A	A		A	B	A		A	A	A	B	B	A	A	A	B
Echinops sp.																			
Echium sp.			B		A		A	A		A					A	A		B	B
Elaeagnus sp.																			
Erica sp.	B	A		B	B	C	A	A				A	A	A					A
Eucalyptus sp.			B		A				A					A	A			A	A
Euonymus sp.																		A	
Euphorbia sp.																			
Foeniculum T.			B							A							A		A
Fraxinus sp.				A					A										
Galactites T.			A		A	A	A		A	A			A	B		A	A		A
Hedera helix	D	A	A	A	B	A	A		A	A	A	A	A	B	A		A	A	
Helianthemum sp.					A	A			A		A		A					A	A
Helianthus T.				A															
Hypecoum sp.								A		A				A	A		A		A
Hypericum sp.							A	B											
Ilex aquifolium																			
Impatiens sp.												A							
Lathyrus sp.			A																
Laurus T.				A		A													
Lavandula sp.																			
Lavandula stoechas					A														

Tipo polínico	No Urbanas																		
	Barcelona																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Ligustrum sp.					A					A			A					A	
Lithospermun sp.			A																
Lonicera T.	A									A									A
Lotus sp.	A		A					A	A					A	B		A	A	B
Magnolia sp.			A				A								A				
Malus T.											A								
Medicago sp.			B						A										A
Melia azedarach					A			A											
Melilotus T.						A		A			A		A	A	A				
Mercurialis sp.			A			A								A	A				A
Muscari sp.																	A		
Myosotis sp.					A		A												
Myrthus T.		A			B	A	A	C					A				D	A	
Ocimun basilicum														A					
Oenothera sp.																			
Olea europaea	A	A	A		A	A					A		A					A	B
Onobrychis sp.	B				A	A	A	A		A	A	A	A						
Papaver T.			A		A		A	A	A		A							B	A
Parkinsonia aculeata															A				
Phoenix T.				A			A				A			A	B				
Pinus sp.				A					A	A		A	A			A			
Pistacia sp.																A	A		
Plantago sp.	A				A		A			A			A				A	A	A
Platanus sp.					A	A	A											A	
Poaceae T.			A		A		A	A		A			A	A	A			A	
Populus sp.				A	A					A		A	A		A				A
Potentilla T.															A				
Prunus spinosa				A	A														
Prunus T.		A	A	B		A							A		A	A	A		
Psoralea sp.																			
Quercus caduca	A	A		A		A	A	B			A	A	A	A	A	A		A	A
Quercus perenne	C	C	A	A	B	A	C	C	A	C	B	A	B	A	B	A		C	C
Reseda sp.	A			A	A					A								A	A

Tipo polínico	No Urbanas																		
	Barcelona																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Rhamnus T.		A	A	C	A	B	A			A	B	B	B		A		A	A	A
Robinia pseudoacacia			A					A	A				A					A	
Rosa sp.					A					A	B	A	A						
Rosmarinus officinalis	A			B	A	A	A		A	A		A	A	A		B			
Rubus T.	A	B	B	A	B	A	A	B	A	A	B	B	A	B	C	B	A	B	C
Rumex sp.																			A
Salix sp.			B	C	B	B	A	A	A	C	C	D	D	A	A	C	A		A
Salvia T.																			
Sambucus sp.								A						A					
Scabiosa sp.					A	A													
Schinus sp.		A			A		A							A	B		A		A
Scrophulariaceae T.																			A
Sedum T.					A			A		A	A		A		A				B
Sideritis sp.											A								
Silybum T.	A	A			A			A						A				B	A
Smilax sp.	A																		
Sophora sp.											B	A	A		A		A		B
Tamarix sp.					A		A								A			A	
Taraxacum T.	A				A	A				A						A	A	A	A
Thymus sp.	A			A		A			B	A	A	A	A			A			
Thypha angustifolia																			
Tilia sp.																		A	
Trachycarpus T.			A	A										A	A				
Trifolium pratense								A	A									A	A
Tropaeolum sp.															A				
Ulex T.		A	A	A	A		B	B		A	A	A	A	A	A				A
Ulmus sp.												A			A				
Urticaceae T.											A	A	A		A	A	A		
Viburnum sp.		A		B	A	A		A					A		A				A
Vicia T.					A		A	A		B	A	A	B					A	
Vitis vinifera												A							
Xanthium sp.	A	A															A		

Tipo polínico	No Urbanas																		
	Barcelona																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
INDETERMINABLES	A	A	B	A	A	A	A	A		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
INDETERMINADOS	A	A	A		A	A	A	A	A	A	A	A	A					A	A
Polen total contado (GP)	1161	2137	385	523	740	568	925	502	3210	479	564	910	850	731	713	234	547	557	963
Nº de TP totales	23	21	31	25	47	28	31	31	24	29	29	27	41	32	40	18	28	36	41
Nº de TP nectaríferos	16	13	19	13	32	17	16	19	16	19	17	14	24	19	23	12	16	23	24
Nº de TP poliníferos	7	8	12	12	15	11	15	12	8	10	12	13	17	13	17	6	12	13	17
GP/10g	421185	465154	20213	16741	40268	61817	55928	60705	26716	17698	68202	110043	92508	26519	29845	7958	35019	45465	116452
GPn/10g	328677	289497	15645	7010	27263	50934	37003	22371	26433	8802	37850	43775	27970	24488	18753	6326	14725	15672	75337
% GPn	78,0%	62,2%	77,4%	41,9%	67,7%	82,4%	66,2%	36,9%	98,9%	49,7%	55,5%	39,8%	30,2%	92,3%	62,8%	79,5%	42,0%	34,5%	64,7%
% GPp (poliníferos)	22,0%	37,8%	22,6%	58,1%	32,3%	17,6%	33,8%	63,1%	1,1%	50,3%	44,5%	60,2%	69,8%	7,7%	37,2%	20,5%	58,0%	65,5%	35,3%
HDE/10g	1088	4789	1050	736	707	327	1814	2781	1714	2514	1935	8465	1850	327	126	170	1344	327	1935
HDE/GPn	0,00	0,02	0,07	0,11	0,03	0,01	0,05	0,12	0,06	0,28	0,05	0,19	0,07	0,01	0,01	0,03	0,09	0,02	0,03
Clase de Maurizio	V	III	II	I	II	II	II	II	II	II	II	III	II	II	II	I	II	II	III

Anexo 4b. Clases de Louveaux de las mieles de la tesis teniendo en cuenta todo el espectro polínico. 20 (MGBat16Jn); 21 (MGBat17Ag); 22 (MGCJo16Oc); 23 (MGCJo17Jl); 24 (MGRiu16Oc); 25 (MGRiu17Ag); 26 (MStH17Oc); 27 (MTMP16Se); 28 (MTMS16Jl); 29 (MTMS17Jl); 30 (MVidD16Jn); 31 (MVidD17Jn); 32 (MVidM16Jn); 33 (MVidM17Jn). Clases de Louveaux: Polen predominante, >45% (D); Polen secundario, 16–45% (C); Polen minoritario importante, 3–15% (B); Polen minoritario, < 3% (A).

Tipo polínico	No Urbanas													
	Girona													
	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
Acacia T.													A	
Aesculus sp.	A	A							A				A	
Ailanthus altissima														A
Alnus sp.												A		
Arbutus T.												A		
Asparagus sp.		A					A					A	A	A
Betula sp.	A													
Borago officinalis										B				
Brassicaceae T.	D	B	B	B	B	B	A	A	B	C	B	C	C	A
Buxus sempervirens						A								
Caryophyllaceae T.											A	A		
Castanea sativa	A	D	D	D	B	C	D		A		B	B	A	A
Centaurea sp.											A			
Ceratonia siliqua										A				
Cercis T.	A	A												
Cichorium sp.					A									
Cistus albidus		A	A	A	A	A		B	B	B		A	A	
Cistus monspeliensis											B	A	A	A
Citrus sp.										A				
Clematis sp.			A	A	B									
Coronilla T.	A	B	B	A	D	B			A	A	B	B	A	B
Corylus avellana						A					A	A		
Crataegus sp.	A	A	A	A	A	A				A	B	A	A	A
Cupressaceae T.						A								
Anthyllis T.	A	A	A	A	A	B					A	A	A	A
Echinops sp.														
Echium sp.			A		A					B	A	A	B	A
Erica sp.				A			A				C	D	C	D
Eucalyptus sp.						A					A	A		A
Euphorbia sp.									A					

Tipo polínico	No Urbanas													
	Girona													
	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
Foeniculum T.						A								
Fraxinus sp.										A	A	A		B
Galactites T.	A	A	A	A	A	A					A			
Hedera helix	A				B	A	A			A			A	A
Helianthemum sp.								A						A
Helianthus T.									A					
Hypecoum sp.		A	A		A	A						A		
Hypericum sp.	A			A						A		A		A
Ilex aquifolium	A	A			A						A	A		A
Lavandula stoechas											A	A		A
Ligustrum sp.						A								
Lonicera T.					A									
Lotus sp.			B	A	A	A				B	A			A
Malus T.			A					C	D		A			
Medicago sp.													A	
Melilotus T.													A	
Myrthus T.												A		A
Olea europaea	A				A									
Onobrychis sp.														
Papaver T.		A		A		A		A		A	A		A	
Phillyrea sp.		A												
Phoenix T.											A			
Pinus sp.	A									A	A			
Pistacia sp.														A
Plantago sp.		A	A								A	A	A	
Platanus sp.											A	A		
Poaceae T.		A				A						A	A	A
Populus sp.	A				A	A					A	A	A	A
Potentilla T.														
Prunus spinosa					B							A	A	B
Prunus T.					A					A		A		A
Psoralea sp.														
Quercus caduca	A	A		A	A	A	A			A	A	A	A	B
Quercus perenne	B	B	B	B	B	C	A		A	B	A	A	A	A
Ranunculus sp.												A	A	
Reseda sp.	A	A	A			A	A	A	A					
Rhamnus T.	A	A	A	A	A	A			A	B	A	A	A	A
Rosa sp.	A	A	A			A			A		A	A	A	A

Tipo polínico	No Urbanas													
	Girona													
	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
Rosa sp.	A	A	A			A			A		A	A	A	A
Rosmarinus officinalis			A		A				A	A				
Rubus T.	B	A	A	A	A	A	A	A	B	B	A	B	A	A
Rumex sp.	A													
Salix sp.	B	A	A	A	B	B		C	C	C	B	B	B	B
Sambucus sp.	A	A	A	A							A			
Schinus sp.					A									
Sedum T.		A			A		A		A	A			A	A
Silybum T.		A								A		A		A
Sophora sp.										A				
Tamarix sp.								C						
Taraxacum T.	A					A		A		A	A			
Thymus sp.				A	A	A		A	A	A	A			
Tilia sp.		A		A	A	A	A						A	
Trachycarpus T.		A												
Trifolium pratense				A										
Ulex T.	A	A	A	A	A	A	A		A	A	A	A	A	A
Ulmus sp.	A						A					A		
Urticaceae T.				A		A						A		A
Viburnum sp.		A									A	A		B
Vicia T.	A					A						A		
INDETERMINABLES	A	A	A	A		A	A	A	A	A	A	A	A	A
INDETERMINADOS	A	A		A		A	A	A	A	A	A	A	A	A
Polen total contado (GP)	800	969	786	950	646	1029	1209	625	548	595	808	1104	638	1037
Nº de TP totales	29	31	23	23	30	33	13	11	19	27	36	40	31	36
Nº de TP nectaríferos	15	17	14	13	21	18	9	7	12	17	19	19	17	21
Nº de TP poliníferos	14	14	9	10	9	15	4	4	7	10	17	21	14	15
GP/10g	25608	105460	95048	103392	70306	111990	263159	75579	132535	19046	92566	60076	38575	112860
GPn/10g	19654	83258	85736	88699	62035	69871	258153	39059	88518	9027	74350	50063	31380	82931
% GPn	76,8%	78,9%	90,2%	85,8%	88,2%	62,4%	98,1%	51,7%	66,8%	47,4%	80,3%	83,3%	81,3%	73,5%
% GPp (poliníferos)	23,2%	21,1%	9,8%	14,2%	11,8%	37,6%	1,9%	48,3%	33,2%	52,6%	19,7%	16,7%	18,7%	26,5%
HDE/10g	704	3265	484	2394	980	5224	47669	1209	2660	416	3093	2449	2419	2721
HDE/GPn	0,04	0,04	0,01	0,03	0,02	0,07	0,18	0,03	0,03	0,05	0,04	0,05	0,08	0,03
Clase de Maurizio	II	III	II	III	II	III	III	II	III	II	II	II	II	III

Anexo 4c. Clases de Louveaux de las mieles de la tesis teniendo en cuenta todo el espectro polínico. 34 MSol16My; 35 MSol17My; 36 MSer17Jn; 37 MAll16Jn; 38 MAll17Jn; 39 MCam17Ab; 40 MVilC17Oc; 41 MAQuer17Jn; 42 MDaig16En; 43 MBCiu15Oc; 44 MBCiu16Jn; 45 MBCiu16My; 46 MBCiu17Ab; 47 MBCiu17Ag; 48 MBCiu17Oc; 49 MVAt16Jn; 50 MVAt17Jn; 51 MVAt18Ds. Clases de Louveaux: Polen predominante, >45% (D); Polen secundario, 16–45% (C); Polen minoritario importante, 3–15% (B); Polen minoritario, < 3% (A).

Tipo polínico	No urbanas									Urbanas								
	Lleida						Tarragona			Barcelona								
	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51
Acacia T.										A		A						
Acer sp.	A																	
Aesculus sp.										A	A	B						
Agave T.											A		A	B	B		A	
Ailanthus altissima							A				A	A		A	A	A	A	
Allium T.					A	A					A			B				
Amaranthaceae T.	A		A	A												A		
Arbutus T.																		A
Artemisia sp.				A	A		A									A		
Asparagus sp.	A						A	A	C	A		A				A	A	A
Astragalus sp.										A	A	A	B		A		A	
Borago officinalis												A	A		A	A	A	
Brassicaceae T.	C	B	B			B	A	C	A	B	A	A				B	C	B
Buxus sempervirens	A	A				A		A										
Calluna sp.				A														
Campanula sp.										A								
Cannabis sativa						A												
Castanea sativa			A	B	A			A	B		A			A	A			
Casuarina sp.															A			
Ceratonia siliqua							A			A					C			D
Cercis T.			B							B	B	B	A	A	A	A	B	
Cichorium sp.											A							
Cistus albidus			A	A	B		A	A	B		A		A		A	A		
Cistus monspeliensis			A						A	A								A
Cistus salviifolius												A						
Citrus sp.										B		A					A	
Convolvulus sp.										A								
Cornus sp.							A			A								
Coronilla T.	A	A	B	C	B		A	A	A									
Crataegus sp.	B	B	A				A	A			A					A	A	
Cupressaceae T.					A													
Cynoglossum sp.			A	A	A						A					C		

Tipo polínico	No urbanas									Urbanas								
	Lleida						Tarragona			Barcelona								
	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51
Anthyllis T.	A		A	A	A		A	A	A	A	A	A	A	A	A		A	A
Echinops sp.														A				
Echium sp.	A			A					A	A	B	B	B	A	B	A		
Elaeagnus sp.											A							
Erica sp.								B									A	B
Eucalyptus sp.							A			A	A			B	B		A	A
Euphorbia sp.								A										
Foeniculum T.			A	A	A				A								A	
Fraxinus sp.						D		A	A									
Galactites T.	A			A					A		A	A		A	A	A		B
Hedera helix	C	A		A	A			A	A		A				A		A	B
Helianthemum sp.			A	B											A			
Helianthus T.														A				
Hypecoum sp.				A	A		A	A				A		A	A	A		
Hypericum sp.	A			A														
Ilex aquifolium									A									
Lamium T.	A																	
Laurus T.										A								
Lavandula sp.												A						
Lavandula stoechas									A									
Ligustrum sp.							A				A	A			A			
Lonicera T.	A																	
Lotus sp.	A		A	A	A				A	B	B	A		A	A		A	A
Lygeum sp.			A															
Magnolia sp.							A				A	A		A	A			
Malus T.				B														
Medicago sp.																	A	
Melia azedarach			A								A							
Melilotus T.	A															A		
Mercurialis sp.													A				A	
Muscari sp.																		A
Myosotis sp.					A													
Myrthus T.							A				B	B	B		A	B		B
Ocimun basilicum									A									
Odontites sp.		B																
Oenothera sp.												A						

Tipo polínico	No urbanas									Urbanas								
	Lleida						Tarragona			Barcelona								
	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51
Olea europaea			B			A	A			A	A	A			A	A		
Onobrychis sp.	B	A																
Papaver T.						A			A	A	B	C	A	A	A	A	A	
Parkinsonia aculeata											A		A	A	A		A	
Phillyrea sp.										B								
Phoenix T.							A			B	A		D	B	A	A	A	
Pinus sp.	A	A		A	A			A			A							A
Pistacia sp.						B												A
Plantago sp.			A	A							A		A		A		A	
Platanus sp.											A			B	A			
Poaceae T.			A	A	A													
Populus sp.		A	A			B		A	A		A	A				A	A	A
Potentilla T.				A				A					A	A	A			
Prunus spinosa			A															
Prunus T.	A		B			A	A	A									A	A
Psoralea sp.									A									
Quercus caduca	B	B			A	A		B	A	A	A						A	
Quercus perenne	A	C	A	A		A	D	A	B	C	B	B	A	A	A	C	A	
Ranunculus sp.				A			A		A									
Reseda sp.	A		A			A	A	A										
Rhamnus T.		A	A	B	B	B		B	B	A	A	B	A		A	A		
Rhododendron sp.				B	B													
Ricinus communis																A		
Robinia pseudoacacia									A									
Rosa sp.	B	A		A		A			A								A	
Rosmarinus officinalis	A	A	A	A		B		B	A		A						A	B
Rubus T.	C	A	B	B	B	A	C	B	A	A	B	A	B	A	B	A	B	A
Rumex sp.		A			B								A					
Salix sp.	B	B	B	A	A	C		C	B	C	B	A	A	A	A	B	C	
Salvia T.				A										A				
Sambucus sp.		A		A	B													
Schinus sp.							A				B	A	A	A	A	A	A	
Scrophulariaceae T.													B					
Sedum T.			A	B	C	A			B	A			A				A	
Sideritis sp.																		
Silybum T.			A		A			A								A	A	
Sophora sp.											A		B	C	B			A

Tipo polínico	No urbanas									Urbanas								
	Lleida						Tarragona			Barcelona								
	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51
Sorbus sp.				A														
Tamarix sp.			C				B						A				A	
Taraxacum T.	A	A	B			A		A	A						A		A	A
Thymus sp.	A	A	A	A		A		A	A								A	A
Thypha angustifolia						A												
Tilia sp.							A							A	A			
Trachycarpus T.													A	C	A			
Trifolium pratense				A							A							
Tropaeolum sp.										A	A	A			A	A	A	
Ulex T.	A	C	A	B	A	A	A	A	A	A	A	A			A	A	A	A
Ulmus sp.		A										A						
Urticaceae T.					A			A	A	A	B	A				A	A	
Viburnum sp.			A	A	A	A				A		A			A		A	
Vicia T.	A																	
Vitis vinifera			A															
INDETERMINABLES	A		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	
INDETERMINADOS	A		A	A	B	A		A	A	A	A	A	A	A	A		A	
Polen total contado (GP)	1073	930	654	653	349	1189	1277	845	478	507	505	512	596	723	777	775	1635	904
Nº de TP totales	30	22	35	37	27	24	26	29	33	31	43	33	25	27	39	29	39	23
Nº de TP nectaríferos	21	10	21	21	14	10	16	17	20	18	26	18	13	18	22	14	27	16
Nº de TP poliníferos	9	12	14	16	13	14	10	12	13	13	17	15	12	9	17	15	12	7
GP/10g	58389	112461	71177	19741	7448	35945	138980	27048	15301	11354	16165	30957	18018	46286	49743	16400	213531	98385
GPn/10g	44676	28901	51696	13211	4375	7316	46798	14853	7394	3762	7874	9614	5291	29193	43341	6899	134257	87502
% GPn	76,5%	25,7%	72,6%	66,9%	58,7%	20,4%	33,7%	54,9%	48,3%	33,1%	48,7%	31,1%	29,4%	63,1%	87,1%	42,1%	62,9%	88,9%
% GPp (poliníferos)	23,5%	74,3%	27,4%	33,1%	41,3%	79,6%	66,3%	45,1%	51,7%	66,9%	51,3%	68,9%	70,6%	36,9%	12,9%	57,9%	37,1%	11,1%
HDE/10g	2449	5200	2830	1149	448	4051	68347	640	544	112	640	363	695	384	2049	190	653	327
HDE/GPn	0,05	0,18	0,05	0,09	0,10	0,55	1,46	0,04	0,07	0,03	0,08	0,04	0,13	0,01	0,05	0,03	0,00	0,00
Clase de Maurizio	II	III	II	II	I	II	III	II	I	I	I	II	I	II	II	I	III	II

Anexo 5a. Clases de Louveaux de las mieles de la tesis teniendo en cuenta solo los tipos polínico nectaríferos. 1 (MCPins17No); 2 (MLGar17Oc); 3 (MGra16Jl); 4 (MMarg17Ajn); 5 (MMart16Jn); 6 (MMart17Jn); 7 (MOrri16Jl); 8 (MOrri17Jl); 9 (MSag16My); 10 (MTore16Mg); 11 (MTore16Se); 12 (MTore17Jl); 13 (MTore17Jn); 14 (MVMR15Oc); 15 (MVMR16Jn); 16 (MVMR17Jl); 17 (MVFil18Dc); 18 (MBCMd17Oc); 19 (MBVlld17Jl). Clases de Louveaux: Polen predominante, >45% (D); Polen secundario, 16–45% (C); Polen minoritario importante, 3–15% (B); Polen minoritario, < 3% (A).

Tipo polínico	No Urbanas																		
	Barcelona																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Acer sp.													A						
Aesculus sp.			A							B	B	A	B					A	
Agave T.							A		A										
Ailanthus altissima		B						B					A		A			C	
Allium T.																			A
Anchusa sp.		A																A	
Arbutus T.	A				A													A	
Asparagus sp.					B	A							A	B	A		D		
Astragalus sp.	A													A	A	A			
Borago officinalis			A		A									A	A	A			A
Brassicaceae T.		A	C	C	B	D	C	B	D	D	D	D	C		A	D	B	A	B
Castanea sativa		C	A				D	B			A	A	B						
Ceratonia siliqua														C	A		A		
Cercis T.	A		A		A					A	A			A	B			A	
Citrus sp.														A					
Clematis sp.					A														
Cornus sp.					A														
Coronilla T.	B	D			C	A	B	C	A	A	A		B	B	A		C	A	A
Crataegus sp.			A	A	A	A		A	A	B	B	B	B			A			A
Cynoglossum sp.																	A		A
Anthyllis T.	A	A	A	A	A		A	C	A		A	A	B	B	B	A	A	B	B
Echium sp.			B		A		A	A		A					A	A		C	B
Erica sp.	B	A		B	B	C	B	A				B	A	A					A
Eucalyptus sp.			B		A				A					A	A			B	A
Euonymus sp.																		A	
Foeniculum T.			B							A							A		A
Galactites T.			A		A	A	A		A	A			A	B		B	A		A
Hedera helix	D	A	A	A	B	A	A		A	A	A	B	A	B	A		B	A	
Helianthus T.				A															
Impatiens sp.												A							
Lathyrus sp.			A																

Tipo polínico	No Urbanas																		
	Barcelona																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Laurus T.				A		A													
Lavandula stoechas					A														
Lithospermun sp.			A																
Lonicera T.	A									A									A
Lotus sp.	A		B					A	A					A	B		A	A	B
Malus T.											A								
Medicago sp.			B						A										A
Melia azedarach					A			B											
Melilotus T.						A		A			A		A	A	A				
Muscari sp.																	B		
Myosotis sp.					A		A												
Ocimun basilicum														A					
Onobrychis sp.	B				A	A	A	A		A	A	A	A						
Parkinsonia aculeata															A				
Potentilla T.															A				
Prunus spinosa				A	A														
Prunus T.		B	B	B		A							A		A	A	A		
Reseda sp.	A			A	A					A								A	A
Robinia pseudoacacia			A					A	A				A					A	
Rosmarinus officinalis	A			C	A	A	A		A	A		A	A	A		B			
Rubus T.	A	B	B	A	B	A	A	C	A	B	B	B	B	B	C	B	A	B	C
Scabiosa sp.					A	A													
Schinus sp.		A			A		A							A	C		A		A
Sedum T.					A			A		A	A		A		A				C
Sideritis sp.											A								
Silybum T.	A	A			A			A						A				B	A
Sophora sp.											B	A	A		A		A		B
Tamarix sp.					A		A								A			A	
Taraxacum T.	A				A	A				A						A	A	A	A
Thymus sp.	A			A		A			B	B	A	A	A			A			
Tilia sp.																		A	
Trifolium pratense								A	A									B	A
Viburnum sp.		A		C	B	A		A					A		A				A
Vicia T.					A		A	A		B	B	A	B					A	

Tipo polínico	No Urbanas																		
	Barcelona																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
INDETERMINABLES	A	A	B	A	B	A	A	B		B	A	A	A	A	B	A	B	B	B
INDETERMINADOS	A	A	A		A	A	A	A	A	A	A	A	A					A	A
Polen total contado (GP)	1161	2137	385	523	740	568	925	502	3210	479	564	910	850	731	713	234	547	557	963
Nº de TP totales	23	21	31	25	47	28	31	31	24	29	29	27	41	32	40	18	28	36	41
Nº de TP nectaríferos	16	13	19	13	32	17	16	19	16	19	17	14	24	19	23	12	16	23	24
Nº de TP poliníferos	7	8	12	12	15	11	15	12	8	10	12	13	17	13	17	6	12	13	17
GP/10g	421185	465154	20213	16741	40268	61817	55928	60705	26716	17698	68202	110043	92508	26519	29845	7958	35019	45465	116452
GPn/10g	328677	289497	15645	7010	27263	50934	37003	22371	26433	8802	37850	43775	27970	24488	18753	6326	14725	15672	75337
% GPn	78,0%	62,2%	77,4%	41,9%	67,7%	82,4%	66,2%	36,9%	98,9%	49,7%	55,5%	39,8%	30,2%	92,3%	62,8%	79,5%	42,0%	34,5%	64,7%
% GPp (poliníferos)	22,0%	37,8%	22,6%	58,1%	32,3%	17,6%	33,8%	63,1%	1,1%	50,3%	44,5%	60,2%	69,8%	7,7%	37,2%	20,5%	58,0%	65,5%	35,3%
HDE/10g	1088	4789	1050	736	707	327	1814	2781	1714	2514	1935	8465	1850	327	126	170	1344	327	1935
HDE/GPn	0,00	0,02	0,07	0,11	0,03	0,01	0,05	0,12	0,06	0,28	0,05	0,19	0,07	0,01	0,01	0,03	0,09	0,02	0,03
Clase de Maurizio	V	III	II	I	II	II	II	II	II	II	II	III	II	II	II	I	II	II	III

Anexo 5b. Clases de Louveaux de las mieles de la tesis teniendo en cuenta solo los tipos polínico nectaríferos. 20 (MGBat16Jn); 21 (MGBat17Ag); 22 (MGCJo16Oc); 23 (MGCJo17Jl); 24 (MGRiu16Oc); 25 (MGRiu17Ag); 26 (MStH17Oc); 27 (MTMP16Se); 28 (MTMS16Jl); 29 (MTMS17Jl); 30 (MVidD16Jn); 31 (MVidD17Jn); 32 (MVidM16Jn); 33 (MVidM17Jn). Clases de Louveaux: Polen predominante, >45% (D); Polen secundario, 16–45% (C); Polen minoritario importante, 3–15% (B); Polen minoritario, < 3% (A).

Tipos Polínicos	No Urbanas													
	Girona													
	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
Acer sp.														
Aesculus sp.	A	A							A				A	
Ailanthus altissima														A
Arbutus T.												A		
Asparagus sp.		A					A					A	A	A
Borago officinalis										B				
Brassicaceae T.	D	B	B	B	B	B	A	A	B	D	C	C	C	A
Castanea sativa	A	D	D	D	B	D	D		A		B	B	A	B
Centaurea sp.											A			
Ceratonia siliqua										A				
Cercis T.	A	A												
Cichorium sp.					A									
Citrus sp.										A				
Clematis sp.			A	A	B									
Coronilla T.	A	B	B	A	D	C			A	A	B	B	B	B
Crataegus sp.	B	A	A	A	B	A				A	B	A	A	A
Anthyllis T.	A	A	A	A	A	B					A	A	A	A
Echium sp.			A		A					B	B	A	B	A
Erica sp.				A			A				D	D	C	D
Eucalyptus sp.						A					A	A		A
Euphorbia sp.									A					
Foeniculum T.						A								
Galactites T.	A	A	A	A	A	A					A			
Hedera helix	A				B	A	A			A			A	A
Helianthus T.									A					
Ilex aquifolium	A	A			A						A	A		A
Lavandula stoechas											A	A		A
Lonicera T.					A									
Lotus sp.			B	B	A	A				B	A			A
Malus T.			A					C	D		A			

Tipos Polínicos	No Urbanas													
	Girona													
	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
Medicago sp.													A	
Melilotus T.													A	
Prunus spinosa					B							A	A	B
Prunus T.					A					A		A		A
Reseda sp.	A	A	A			A	A	A	A					
Rosmarinus officinalis			A		A				A	A				
Rubus T.	B	B	A	A	A	A	A	A	B	B	A	B	A	A
Schinus sp.					A									
Sedum T.		A			A		A		A	A			A	A
Silybum T.		A								A		A		A
Sophora sp.										A				
Tamarix sp.								D						
Taraxacum T.	A					A		A		B	A			
Thymus sp.				A	A	A		B	A	A	A			
Tilia sp.		A		A	A	A	A						A	
Trifolium pratense				A										
Viburnum sp.		A									A	A		B
Vicia T.	A					A						A		
INDETERMINABLES	A	A	A	A		A	A	A	A	A	A	A	A	A
INDETERMINADOS	A	A		A		A	A	A	A	A	A	A	A	A
Polen total contado (GP)	800	969	786	950	646	1029	1209	625	548	595	808	1104	638	1037
Nº de TP totales	29	31	23	23	30	33	13	11	19	27	36	40	31	36
Nº de TP nectaríferos	15	17	14	13	21	18	9	7	12	17	19	19	17	21
Nº de TP poliníferos	14	14	9	10	9	15	4	4	7	10	17	21	14	15
GP/10g	25608	105460	95048	103392	70306	111990	263159	75579	132535	19046	92566	60076	38575	112860
GPn/10g	19654	83258	85736	88699	62035	69871	258153	39059	88518	9027	74350	50063	31380	82931
% GPn	76,8%	78,9%	90,2%	85,8%	88,2%	62,4%	98,1%	51,7%	66,8%	47,4%	80,3%	83,3%	81,3%	73,5%
% GPp (poliníferos)	23,3%	21,1%	9,8%	14,2%	11,8%	37,6%	1,9%	48,3%	33,2%	52,6%	19,7%	16,7%	18,7%	26,5%
HDE/10g	704	3265	484	2394	980	5224	47669	1209	2660	416	3093	2449	2419	2721
HDE/GPn	0,04	0,04	0,01	0,03	0,02	0,07	0,18	0,03	0,03	0,05	0,04	0,05	0,08	0,03
Clase de Maurizio	II	III	II	III	II	III	III	II	III	II	II	II	II	III

Anexo 5c. Clases de Louveaux de las mieles de la tesis teniendo en cuenta solo los tipos polínico nectaríferos. 34 MSol16My; 35 MSol17My; 36 MSer17Jn; 37 MAll16Jn; 38 MAll17Jn; 39 MCam17Ab; 40 MVilC17Oc; 41 MAQuer17Jn; 42 MDaig16En; 43 MBCiu15Oc; 44 MBCiu16Jn; 45 MBCiu16My; 46 MBCiu17Ab; 47 MBCiu17Ag; 48 MBCiu17Oc; 49 MVAt16Jn; 50 MVAt17Jn; 51 MVAt18Ds. Clases de Louveaux: Polen predominante, >45% (D); Polen secundario, 16–45% (C); Polen minoritario importante, 3–15% (B); Polen minoritario, < 3% (A).

Tipo polínicos	No Urbanas									Urbanas								
	Lleida						Tarragona			Barcelona								
	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51
Acer sp.	A																	
Aesculus sp.										A	A	C						
Agave T.											A		B	C	B		A	
Ailanthus altissima							A				A	A		A	A	A	A	
Allium T.					A	A					A			B				
Arbutus T.																		A
Asparagus sp.	A						A	A	C	A		A				A	A	A
Astragalus sp.										A	A	A			A		A	
Borago officinalis												A	A		A	A	A	
Brassicaceae T.	C	D	C			C	B	D	A	B	B	B				C	D	B
Bupleurum sp.													B					
Calluna sp.				A														
Campanula sp.										A								
Castanea sativa			A	B	A			A	B		A			A	A			
Ceratonia siliqua							A			A					C			D
Cercis T.			B							C	C	B	B	A	A	B	B	
Cichorium sp.											A							
Citrus sp.										C		B					A	
Convolvulus sp.										A								
Cornus sp.							A			A								
Coronilla T.	A	A	B	C	B		B	A	A									
Crataegus sp.	B	C	A				A	B			A					A	A	
Cynoglossum sp.			A	B	B						A					D		

Tipo polínicos	No Urbanas									Urbanas								
	Lleida						Tarragona			Barcelona								
	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51
Anthyllis T.	A		B	A	A		A	A	A	A	A	B	A	A	A		A	A
Echinops sp.														A				
Echium sp.	A			A					A	A	B	B	C	A	B	A		
Elaeagnus sp.											A							
Erica sp.								B									A	B
Eucalyptus sp.							A			A	A			B	B		B	A
Euphorbia sp.								A										
Foeniculum T.			A	A	A				A								A	
Galactites T.	A			A					A		A	A		A	A	A		B
Hedera helix	C	A		A	A			A	A		A				A		A	B
Helianthus T.														A				
Ilex aquifolium									A									
Lamium T.	A																	
Laurus T.										A								
Lavandula sp.												B						
Lavandula stoechas									A									
Ligustrum sp.							A				A	A			A			
Lonicera T.	A																	
Lotus sp.	A		A	A	A				A	C	B	A		A	A		A	A
Malus T.				B														
Medicago sp.																	A	
Melia azedarach			A								A							
Melilotus T.	A															A		
Muscari sp.																		B
Myosotis sp.					A													
Ocimun basilicum									A									

Tipo polínicos	No Urbanas									Urbanas								
	Lleida						Tarragona			Barcelona								
	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51
Odontites sp.		C																
Oenothera sp.												A						
Onobrychis sp.	B	A																
Parkinsonia aculeata											A		A	A	A		A	
Potentilla T.				A				A					A	A	A			
Prunus spinosa			A															
Prunus T.	A		B			B	A	A									A	A
Psoralea sp.									B									
Reseda sp.	A		A			A	A	A										
Rhododendron sp.				B	B													
Ricinus communis																A		
Robinia pseudoacacia									B									
Rosmarinus officinalis	A	B	A	A		C		B	A		A						B	B
Rubus T.	C	A	B	B	C	B	D	B	A	B	B	B	C	A	C	B	B	A
Salvia T.				A										A				
Schinus sp.							A				C	B	B	B	A	A	A	
Sedum T.			A	B	C	A			C	B			A				A	
Silybum T.			A		A			A								A	A	
Sophora sp.											A		C	D	B			A
Sorbus sp.				A														
Tamarix sp.			C				C						A				A	
Taraxacum T.	A	A	B			B		A	A						A		A	A
Thymus sp.	A	A	A	A		A		A	A								A	A
Tilia sp.							A							A	A			
Trifolium pratense				A							A							
Viburnum sp.			A	A	A	B				A		A			A		A	

Tipo polínicos	No Urbanas									Urbanas								
	Lleida						Tarragona			Barcelona								
	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51
Vicia T.	A																	
INDETERMINABLES	A		A	A	B	A	A	A	B	B	B	B	B	A	A	A	A	
INDETERMINADOS	A		B	A	B	A		A	A	A	A	A	B	A	A		A	
Polen total contado (GP)	1073	930	654	653	349	1189	1277	845	478	507	505	512	596	723	777	775	1635	904
Nº de TP totales	30	22	35	37	27	24	26	29	33	31	43	33	25	27	39	29	39	23
Nº de TP nectaríferos	21	10	21	21	14	10	16	17	20	18	26	18	13	18	22	14	27	16
Nº de TP poliníferos	9	12	14	16	13	14	10	12	13	13	17	15	12	9	17	15	12	7
GP/10g	58389	112461	71177	19741	7448	35945	138980	27048	15301	11354	16165	30957	18018	46286	49743	16400	213531	98385
GPn/10g	44676	28901	51696	13211	4375	7316	46798	14853	7394	3762	7874	9614	5291	29193	43341	6899	134257	87502
% GPn	76,5%	25,7%	72,6%	66,9%	58,7%	20,4%	33,7%	54,9%	48,3%	33,1%	48,7%	31,1%	29,4%	63,1%	87,1%	42,1%	62,9%	88,9%
% GPp (poliníferos)	23,5%	74,3%	27,4%	33,1%	41,3%	79,6%	66,3%	45,1%	51,7%	66,9%	51,3%	68,9%	70,6%	36,9%	12,9%	57,9%	37,1%	11,1%
HDE/10g	2449	5200	2830	1149	448	4051	68347	640	544	112	640	363	695	384	2049	190	653	327
HDE/GPn	0,05	0,18	0,05	0,09	0,10	0,55	1,46	0,04	0,07	0,03	0,08	0,04	0,13	0,01	0,05	0,03	0,00	0,00
Clase de Maurizio	II	III	II	II	I	II	III	II	I	I	I	II	I	II	II	I	III	II

Anexo 6a. Clases de Louveaux de los propóleos de la tesis teniendo en cuenta todo el espectro polínico. 52 (PCpins17); 53 (PDaig17); 54 (PLGar17); 55 (PMarg17); 56 (PMart17); 57 (POrri17); 58 (PSag16); 59 (PTore16); 60 (PVAt16); 61 (PVMR16); 62 (PBCiu16); 63 (PBCMd17); 64 (PBVlld17). Clases de Louveaux: Polen predominante, >45% (D); Polen secundario, 16–45% (C); Polen minoritario importante, 3–15% (B); Polen minoritario, < 3% (A).

Tipo polínico	Barcelona												
	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64
Abies sp.									B				
Acacia T.					A							A	
Acer sp.		A					A	A	A		A		
Aesculus sp.								A			A		
Agave T.			A			A	A			A	A	A	
Ailanthus altissima					B							A	B
Allium T.					A	A	A	A		A			
Alnus sp.							A						
Amaranthaceae T.	A	A	A	A	A	A	A		A	A		A	A
Anchusa sp.												A	
Arbutus T.			A	A							A		B
Artemisia sp.		A		A	A		A	A			A		A
Asparagus sp.	A	C	C	A	A	A	A	A	A	A	A	B	A
Asphodelus sp.													
Astragalus sp.										A		A	
Betula sp.							A						
Borago officinalis					A		A			A	A		
Brassicaceae T.		A	A	B	A	A	C	B	C	B	A		A
Brugmansia sp.	A		A			A				A		A	
Bryonia sp.													
Bupleurum sp.		A			A								
Buxus sempervirens				A			A	A					
Calluna sp.									A				
Calystegia sp.													
Cannabis sativa											A		
Caryophyllaceae T.										A	A		
Castanea sativa	C	B	B	B		B							
Casuarina sp.											A	A	
Centaurea sp.	A				A	A		A		A		A	A
Ceratonia siliqua	B		A						A	B	A	A	A
Cercis T.									A	A	A		A
Cichorium sp.							A	A		A			
Cistus albidus	A	A	B	A	A	A	A	A	A				
Cistus monspeliensis	A	A	A	A	A	A		A				A	A
Cistus salviifolius									A	A			

Tipo polínico	Barcelona												
	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64
Citrus sp.											A		
Convolvulus sp.													
Cornus sp.									A	A			
Coronilla T.		A	A		A		A	B		A	A		
Corylus avellana					A			A					
Crataegus sp.													
Cupressaceae T.													
Cynoglossum sp.													
Daphne sp.		A											
Dorycnium T.		A		A	A		A	A	A	A	A		
Echium sp.							A	A	A	A	B	A	
Elaeagnus sp.								A					
Epilobium sp.				A					A				
Erica sp.	A	A	A	B	B	A	A	A		A	A		
Eucalyptus sp.	A		A	A	A	A	A		A	B	B	B	A
Euphorbia sp.				A					A		A		
Fagus sylvatica	A					A	A	A		A			
Foeniculum T.	A	B		A	A	A		A	A	A	B		A
Fraxinus sp.							A						
Galactites T.		A	A	A	A	A	A		A		A		A
Geranium sp.							A						
Hedera helix	B	C	A	B	A	A	B	B	C	B	B	A	B
Helianthemum sp.					A	A	A	A	A	A	A		
Helianthus T.						A	A		A	A	A		B
Hypecoum sp.									A				A
Hypericum sp.					A								
Ilex aquifolium	A	A		A						A			
Lamium T.													A
Lathyrus sp.												A	
Ligustrum sp.	A		A		B	A		A		A	B	B	A
Lonicera T.	A		A	A				A		A			A
Lotus sp.							A	A	A	A	A	A	
Magnolia sp.			A		A	A		A	A	A	A		A
Malus T.						A							
Malva sp.						A			A	A			A
Medicago sp.										A			
Melia azedarach					A			A			A		
Melilotus T.							A	A					
Mentha T.													

Tipo polínico	Barcelona												
	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64
Mercurialis sp.					A		A	A		A	A		
Muscari sp.					A						A		
Myrthus T.	A											A	
Olea europaea	A	A	B	B	B	A	A	A	A	A	A	A	A
Onobrychis sp.	A						A	A	A	A			
Papaver T.		A		A	A	A	A	A	B	A	A	A	A
Parkinsonia aculeata												A	
Phoenix T.							A			B	A	A	
Pinus sp.	B	A	B	C	B	B	B	C		B	A	B	A
Pistacia sp.								A					
Plantago sp.	A	A	A	A	A	A	A		A	A	A		A
Platanus sp.									A		A		
Poaceae T.	A	A	A	A	A	A	A	A	A	B	A	A	
Populus sp.	A		A	A	A	A	A	A					B
Potentilla T.			A										
Prunus T.			A	A	B	A	A	A	A	A		A	A
Psoralea sp.					A					A			
Quercus caduca	A	B	A	B	B	A	B	B			A	B	A
Quercus perenne	C	A	C	C	B	D	B	C	B	B	B	A	C
Ranunculus sp.	A								A	A			
Reseda sp.		A		A	A	A	A	A					A
Rhamnus T.		A	A	A	A	A		A	A	B	B	A	B
Rhododendron sp.													
Ribes sp.										A			
Ricinus communis								A	A				
Rosa sp.				A									
Rosmarinus officinalis	A	A	B	B	A	A	B	A	A	B	A	A	A
Rubia sp.										A			
Rubus T.	A	B	A	B	C	A	B	A				B	A
Rumex sp.	A							A		A	A		
Salix sp.	A		A	A	A		B	B	B	A	A		A
Salvia T.													
Sambucus sp.													A
Scabiosa sp.		A											
Schinus sp.			A						A	A	B	A	A
Scrophulariaceae T.					A			A	A				A
Sedum T.	A	A	A	A	A		A	A	A		A		B

Tipo polínico	Barcelona												
	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64
Sideritis sp.				A			A	A					
Silybum T.	A	A	A	A	B	A		A	A			A	A
Smilax sp.	A		A								A		
Sophora sp.													
Sorbus sp.													
Tamarix sp.								A				D	
Taraxacum T.	A	A	A	A	A	A	A		A	A		A	
Thymus sp.		A					A	A	A	A	A	A	
Thypha angustifolia									A				
Thypha latifolia						A							
Tilia sp.	A		A			A		A		A	A		A
Trachycarpus T.									A	A	A		
Tropaeolum sp.										A	A		
Ulex T.		A	A	A				A					
Ulmus sp.		A	A		A	A	B	A		A			
Urticaceae T.			A		A			A		A	A		A
Viburnum sp.			A	A	A	A	A		A	A	A		
Vicia T.			A	A				A	A				
Vitis vinifera							A	A		A	A		
Xanthium sp.						A							
Trifolium pratense		A					A			A			A
Ephedra sp.													
INDETERMINABLES	A	A	A	A	A	A	A	A	B	B	A	A	B
INDETERMINADOS		A		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Polen total contado (GP)	655	537	696	594	699	738	989	613	366	703	563	429	451
Nº de TP totales	35	36	42	41	49	42	51	57	48	61	54	36	42
Nº TP nectaríferos	17	22	23	24	25	22	27	30	29	34	30	21	24
Nº TP poliníferos	18	14	19	17	24	20	24	27	19	27	24	15	18
GP/10g	5702867	2460779	4379018	760553	1601568	1590800	6742400	1758263	1871374	5249067	5517400	2402400	5609581
% GPn/10g	54,2%	77,8%	51,1%	43,8%	56,8%	20,4%	55,8%	34,9%	58,5%	52,2%	56,7%	77,2%	46,6%
% GPp/10g	45,8%	22,2%	48,9%	56,2%	43,2%	79,6%	44,2%	65,1%	41,5%	47,8%	43,3%	22,8%	53,4%
HDE/10g	_	632379	643326	309585	79105	76958	1748923	1994632	1596000	807520	2242800	1212185	4324062

Anexo 6b. Clases de Louveaux de los propóleos de la tesis teniendo en cuenta todo el espectro polínico. 65 (PGBat17A); 66 (PGCJo17); 67 (PGRiu17); 68 (PTMP16); 69 (PTMS17); 70 (PVidM16); 71 (PStH17); 72 (PCam17); 73 (PSer17); 74 (PSol17); 75 (PAll17); 76 (PQuer17); 77 (PVilC17); Clases de Louveaux: Polen predominante, >45% (D); Polen secundario, 16–45% (C); Polen minoritario importante, 3–15% (B); Polen minoritario, < 3% (A).

Tipo polínico	Girona							Lleida				Tarragona	
	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77
Acacia T.			A										
Acer sp.						A	A				A		
Aesculus sp.												A	
Agave T.													B
Ailanthus altissima					A								
Allium T.		A						A		A		A	A
Alnus sp.	A		A	A	A	A				A			
Amaranthaceae T.	A			A	A	A	A	A	B	A		A	A
Arbutus T.		A				A							
Artemisia sp.					A	A		A	A	A	A		A
Asparagus sp.	A	A	A	A	A		A	B	B	A	A	A	B
Asphodelus sp.							A				A		
Astragalus sp.					A	A				A			
Betula sp.		A									A		
Borago officinalis													A
Brassicaceae T.	A	A	A	C	A	B	A	B	B	C	A	B	B
Brugmansia sp.					A								
Bryonia sp.						A							
Buxus sempervirens	A							A					
Calluna sp.						A					A		
Calystegia sp.				A									
Cannabis sativa													A
Caryophyllaceae T.												A	
Castanea sativa	B	C	B	A			D				A	A	B
Centaurea sp.		A	A	A			A	A	A	A			A
Ceratonia siliqua											A		A
Cistus albidus		A		A	A	A	A	A	A			A	A
Cistus monspeliensis		A		A			A		A	A			A
Cistus salviifolius		A		A					A				
Citrus sp.										A			
Convolvulus sp.										A			
Cornus sp.						A		A					A
Coronilla T.		A		A	A	A		A	A	A	A	A	A
Corylus avellana	B		A	A									

Tipo polínico	Girona							Lleida				Tarragona
	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77
Crataegus sp.		A				A							
Cupressaceae T.					A					A		A	
Cynoglossum sp.	A	A						A					
Dorycnium T.				A			A	A	A	A			A
Echium sp.						B							
Erica sp.	A	A	A	A		A	A	A	A			B	A
Eucalyptus sp.				B		A						A	A
Euphorbia sp.					A								
Fagus sylvatica		A	A			A							
Foeniculum T.				A	A	A	A	A	A	A	A		A
Fraxinus sp.	A	A	A			A	A	A				A	
Galactites T.	A			A	A	B	A	A	A	A		A	A
Geranium sp.													
Hedera helix	B	B	C	B	B	B	B	A		B	B	B	A
Helianthemum sp.		A			B			A	B		B		
Helianthus T.		A	A	A	A	A							A
Hypecoum sp.					A				A				
Ilex aquifolium		A					B				A		
Lamium T.													
Lathyrus sp.													
Ligustrum sp.		A				A		A	A			A	A
Lonicera T.	A	A			A	A		A			A		
Lotus sp.	A		A		A							A	A
Magnolia sp.												A	A
Malva sp.									A	A			
Melilotus T.		A				A							
Mentha T.			A				B				A	B	
Mercurialis sp.						A							A
Muscari sp.		A	A	A		A							
Myrthus T.					A				A				A
Olea europaea	A	A			B	A	A	B	B	A	A	A	B
Onobrychis sp.								A		B			
Papaver T.	A	A				B		A	A	A		A	C
Phoenix T.								A					
Pinus sp.	B	A	A	B	B	B	B	B	A	B	C	B	
Pistacia sp.								A		A			
Plantago sp.	A	A	A	A	B	A	A	A	A	A	A	A	A

Tipo polínico	Girona							Lleida					Tarragona	
	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	
Platanus sp.					A									
Poaceae T.	A	A	A	A	A	A		A	A	A	A	A		
Populus sp.	A	A	A	A	A			A		A	B	A	A	
Potentilla T.		A					A				A		A	
Prunus T.	A	A	A		A			A	B	A	A	A		
Psoralea sp.								A						
Quercus caduca	D	B	A			B	B	A	A	B	B	B	A	
Quercus perenne	A	A	C	B	A	B		C	A	C	B	B	B	
Quercus suber						A								
Ranunculus sp.			A			A								
Reseda sp.	A	A	A	A		A	A	A	A	A	A	B	A	
Rhamnus T.		A	A	A				A			A	A	A	
Rosa sp.	A		A		A			A						
Rosmarinus officinalis	A	A	A	B	B	A	A	B	C	A		B	A	
Rubia sp.														
Rubus T.	A	A	B	B	B	A	A	B	A	B	A	B	B	
Rumex sp.														
Salix sp.	A	B	C	B	C	B	A	A	A	B	C	A	A	
Salvia T.											A			
Sambucus sp.	A													
Scabiosa sp.									A					
Schinus sp.					A								B	
Scrophulariaceae T.	A			A		A		A		B	A			
Sedum T.								B		B	A	A	A	
Sideritis sp.								A	A	A	A	A		
Silybum T.				A	A	A		A	A			A	A	
Smilax sp.	A	A	A											
Sophora sp.												A		
Sorbus sp.	A													
Tamarix sp.														
Taraxacum T.	A	A	A	A	A	A		A	B	A	A		A	
Thymus sp.		A		A									A	
Tilia sp.	A	A	A		A		A						A	
Ulex T.		A		A				A		A	A			
Ulmus sp.	A	A	A	A				A			A		A	
Urticaceae T.		A		A	A	A								
Viburnum sp.	A	A	A			A		A					A	

Tipo polínico	Girona							Lleida				Tarragona	
	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77
Vicia T.	A		A	A		A				A			
Vitis vinifera						A						B	
Xanthium sp.	A				A								A
Trifolium pratense					A	A							
Ephedra sp.								A					
INDETERMINABLES	A	A	A	A		A	A	A	B		B	A	A
INDETERMINADOS	A	A	A	A		A	A	A	A		A	A	A
Polen total contado (GP)	791	915	538	368	187	520	448	713	543	397	474	674	719
Nº de TP totales	38	47	35	38	40	48	27	48	34	39	37	36	48
Nº TP nectaríferos	18	25	18	21	20	28	17	24	17	22	21	19	29
Nº TP poliníferos	20	22	17	17	20	20	10	24	17	17	16	17	19
GP/10g	1812361	1991650	2342093	801013	226131	1019417	3900587	3267291	2626511	934202	543021	862984	10433489
% GPn/10g	26,9%	67,0%	47,8%	65,8%	49,7%	55,2%	79,7%	43,8%	57,3%	49,9%	24,9%	56,4%	59,4%
% GPp/10g	73,1%	33,0%	52,2%	34,2%	50,3%	44,8%	20,3%	56,2%	42,7%	50,1%	75,1%	43,6%	40,6%
HDE/10g	1097753	1053023	562547	481158	41115	104533	80295	671584	61099	1469544	297860	461226	51696