



Blanca Rodriguez, Ramon Muntane, Mireya Santos i Josep M Torné
Il·lustracions de Luisa Almunia

Treball de 3er curs Campus de la Experiència
UIC Barcelona. Maig 2022
Tutor: Dr. Javier Jimenez



Abeja doméstica (*Apis mellifera*)



Avispa alfarera



Abejorro común



HIPÓTESIS DE TRABAJO

En este trabajo pretendemos mostrar que las abejas forman parte integral y sustancial de la vida en la tierra. Su función especializada de polinizadoras resulta esencial para el mantenimiento y reproducción de un número importante de especies vegetales con flores (angiospermas), básicas tanto para el entorno ecológico como para la supervivencia del hombre y los animales.

Así, la especialización de estos insectos implica que la falta de algunas o muchas de sus familias, afecte negativamente a la biodiversidad vegetal y, por tanto, a la extinción de muchas especies vegetales.

Por otra parte, la existencia de las abejas melíferas representa para el ser humano la posibilidad de utilizar la miel como un producto nutricional y de otras aplicaciones, todas de alto valor añadido. Que podamos disfrutar o no de la miel natural, dependerá también del impacto del ser humano sobre el medioambiente.

Se ha visto que el establecimiento de una agricultura extensiva y homogénea perturba la supervivencia de muchas familias de abejas, tanto por la uniformidad de las especies vegetales cultivadas, como por el uso extendido de herbicidas que impiden el crecimiento de plantas distintas en el entorno de los cultivos. Por tanto, en este trabajo pretendemos demostrar que la supervivencia de estos insectos implica una necesaria toma de conciencia sobre el cuidado de nuestro entorno y el mantenimiento de la variabilidad vegetal.

Si añadimos el hecho totalmente actual de la globalización, que supone una transferencia de genomas de distintos tipos a través del planeta, de una forma acelerada y eficaz, veremos que este fenómeno puede afectar a la estabilidad y pervivencia de los ecosistemas, incluyendo el de las propias abejas.

El cambio climático, supone además una nueva variable, capaz de perturbar el desarrollo normal o la localización de plantas y abejas en un determinado territorio. Con ello se modifican las condiciones más idóneas para establecer un ecosistema estable, capaz de pervivir en el tiempo.

INDICE

INTRODUCCIÓN	pags. 4-37
1- Las abejas y su historia evolutiva	
2- Breve historia arqueológica de las abejas. fósiles conocidos	
3- Morfología de las abejas	
4- La polinización y los usos del polen	
5- La abeja europea. Selección genética natural.	
6- Las abejas melíferas	
RESULTADOS	pags. 37-45
CONCLUSIONES	pag. 46
BIBLIOGRAFÍA	pags. 46-49
ANEXOS	pags. 50-59

INTRODUCCIÓN

Para profundizar en la importancia de las abejas, insectos con los que el hombre ha aprendido a convivir desde tiempo inmemorial, estudiaremos su origen evolutivo, su morfología, su forma de vida, su variedad en nuestro planeta, así como la incidencia de estos insectos en la vida del hombre y su trascendencia en el futuro próximo y lejano de nuestro entorno natural.

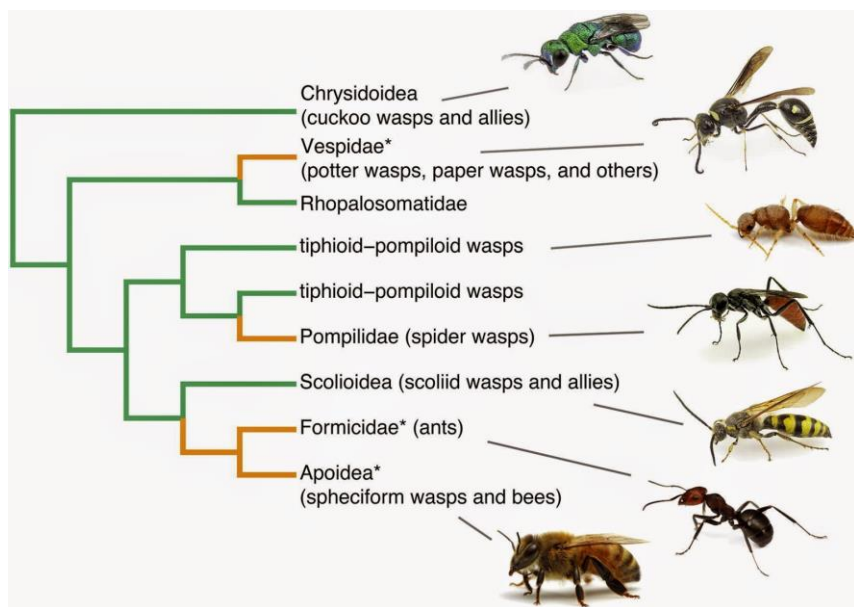
1- LAS ABEJAS Y SU HISTORIA EVOLUTIVA

Las abejas son insectos himenópteros, como las hormigas y las avispas (Ver Esquema 1).

Los ancestros de las abejas eran avispas de la familia Crabronidae, depredadores de otros insectos. El cambio de insecto de presa a insecto de polen puede ser el resultado del consumo de insectos visitantes florales, los cuales estaban parcialmente cubiertos con polen cuando fueron el alimento de las larvas de la avispa. Este mismo escenario evolutivo también se ha producido dentro de las avispas *Vespoid*, donde el grupo conocido como “avispa de polen”, también evolucionó a partir de ancestros depredadores. [1] El primer análisis global de la variación del genoma de las abejas revelado por los científicos indica que en ellas existe un nivel sorprendentemente alto de diversidad genética y que la especie más probablemente se origina en Asia, y no en África como se pensaba anteriormente [2] Las abejas productoras tanto de cera como de miel, constituyen el conjunto de los **antófilos** (*Anthophila*, “que ama las flores”) conocidos comúnmente como abejas, son un *clado* de insectos himenópteros, sin ubicación en categoría taxonómica, dentro de la superfamilia *Apoidea* (ver Esquemas I y II). De hecho existen, según los expertos, cerca de 20 mil especies de abejas identificadas, que se localizan en todos los continentes, a excepción de la Antártida, y se alimentan de polen y néctar. Aproximadamente el 85 % de las cuales son solitarias y no viven en colmenas.

La especie actualmente conocida como abeja europea, abeja doméstica o abeja melífera (para los científicos, *Apis mellifera*) tiene su origen en un antiguo linaje de abejas que anidan en cavidades y que llegó a Europa desde Asia hace unos 300.000 años [2]. Estas abejas de origen asiático se extendieron y adaptaron rápidamente a través de Europa y África hasta convertirse en un insecto de vital importancia en los procesos de polinización en diversas partes del planeta (Ver Apartado 3: La abeja europea).

Clasificación taxonomica de los hexapodos basada en su filogenia. Arbol resultante de las secuencias de ADN que hayan variado poco a lo largo de la evolución, comparadas entre todos los insectos.



Esquema II. Evolución de las abejas (*Apoidea*) [4]

2- BREVE HISTORIA ARQUEOLÓGICA DE LAS ABEJAS. FOSILES CONOCIDOS

2.1 - La abeja fósil

La abeja fósil más antigua conocida (encontrada en ámbar de Birmania y descrita en 2006) pertenece al Cretácico temprano y presenta caracteres muy primitivos que la relacionan con las avispa. Se la denominó *Melittosphex burmensis* y se calcula que tiene alrededor de 100 millones de años [5].

Tiene caracteres especializados, llamados apomorfias, típicos de Anthophila, pero además conserva dos caracteres ancestrales o plesiomorfias de las patas (dos espolones tibiales y un *basitarso* delgado), que son caracteres de transición entre las abejas y otros grupos de himenópteros.



Melittosphex burmensis

Otra abeja fósil descubierta en ámbar es *Cretotrigona prisca* de Nueva Jersey, Estados Unidos; su edad se calcula entre 65 y 75 millones de años, a fines del Cretáceo, o sea, alrededor de 30 millones de años más reciente que *Melittosphex burmensis*. Es un miembro de la subfamilia *Meliponinae* en la familia Apidae y es

considerada como la abeja social fósil más antigua [6]. De los grupos vivientes se considera que *Melittidae* es el más primitivo y que es el taxón hermano de todas las otras abejas. Anteriormente se creía que Colletidae era el grupo basal por tener una lengua corta, considerada primitiva por ser similar a la de las avispas, pero hoy en día se piensa que se trata de evolución convergente y no una condición plesiomórfica [7].

2.2 - La evidencia más antigua de la abeja moderna

En Argentina se hallaron nidos de abejas, tipo *Cellicalichnus krausei*, en las rocas de la formación llamada Castillo de Argentina. Hace más de 100 millones de años, las abejas que vivían en la actual Patagonia anidaron en ceniza volcánica relativamente reciente [8]. Los nidos constan de túneles repletos de nichos con forma de uva, donde las larvas de estas abejas primitivas habrían madurado tranquilas. El único grupo de insectos vivo que construye nidos de esta forma es la familia *Halictidae*, un gran grupo de himenópteros a las que a veces llaman «abejas del sudor». Estos nidos preservados representan los restos fósiles más antiguos de abejas modernas y confirman que las abejas se diversificaron junto a las primeras angiospermas (plantas con flores).



Nidos de *Cellicalichnus krausei*

2.3 .-Relación entre los seres humanos y las abejas

Esta relación se remonta a 9.000 años, casi desde la invención de la agricultura, según un análisis químico realizado en Turquía. Se sabe que la miel y la cera fueron utilizadas en todo el Mediterráneo oriental y más allá, como medio de conservación, tanto por babilonios como por asirios. Pinturas rupestres encontradas en las cuevas de la Araña, en Valencia, parecen mostrar también a personas recolectando miel.



Recolectora de miel. Arte rupestre levantino. Cueva de la Araña, Bicorp. 8000-6000 aC

2.4 - Simbología y mitología en distintas civilizaciones

En la Antigüedad, la abeja era un símbolo del trabajo y de la obediencia, de la elocuencia persuasiva y de la adulación. Era también la imagen de las colonias. Se conocen distintas simbologías y mitologías relacionadas con las abejas en numerosas civilizaciones.

Consagradas a la Luna en Grecia y a Ibis en Egipto, las abejas servían de feliz agüero en Beocia y en el Ática. Así, en el caso de Egipto, encontramos representaciones en la tumba de Senusret I, 2.400 años a.C.



Jeroglífico de abeja de la tumba de Senusret I, 2.400 a.C. Egipto

También la abeja se asoció con Éfeso. Según el escritor Filostratos, los atenienses que llegaron a colonizar Jonia, donde se encuentra Éfeso, fueron liderados por las Musas, que tomaron la forma de abejas. En esta ciudad usaron en sus monedas el símbolo de la abeja durante mucho tiempo, desde el tetradracma hasta las monedas de bronce muy pequeñas.

Existen numerosas referencias de abejas relacionadas con diversos personajes: las sacerdotisas de Artemisa se llamaban melissai o “abejas de la diosa” (Inscripfen von Ephesus 2109), y estaban dirigidas por “abejas reyes” (essenens), sacerdotes que servían durante un año bajo estrictas reglas de pureza (Pausanias 8.13.1); los antiguos griegos y romanos no se dieron cuenta de que el líder de una colmena es una reina, no un rey.

Se dice que Píndaro, abandonado en la espesura de un bosque, fue alimentado con miel por las abejas silvestres.

Asimismo, cuando Platón se hallaba aún en la cuna, descendieron las abejas del monte Himeto para depositar la miel en su boca, lo que hizo presagiar la dulzura de su estilo. Jenofonte fue apellidado la abeja ateniense.

Plutarco en la vida de Bruto dice que entre los romanos la aparición de las abejas al principio de una empresa anunciaba alguna fatalidad.

Apiano cuenta que en la víspera de la batalla de Farsalia un enjambre de abejas apareció sobre los altares. Una tradición de los habitantes de Delfos atribuía a las abejas la construcción del templo que se levantó en aquella ciudad y añadía que lo fabricaron de cera y de plumas de diferentes aves. Apolo envió este templo a los hiperbóreos, los cuales no teniendo domicilio fijo lo hallaron muy cómodo, porque era portátil.

Las abejas son consideradas también como las nodrizas de Júpiter. Habiéndose encontrado en la cueva de Dictea, donde Júpiter fue criado, varias colmenas de abejas; por ello, inmediatamente se les atribuyó el honor de ser contadas en el número de las nodrizas de aquel dios. Se añade que como entrasen cierto día cuatro hombres en la misma cueva para robar las colmenas, Júpiter indignado hizo retumbar sus truenos y lanzó rayos contra los sacrílegos que osaron violar la santidad de aquel asilo.

Se dio también el nombre de abejas a las sacerdotisas de Ceres y a las de otras divinidades porque se exigía de todas ellas la actividad, la vigilancia y la pureza de las abejas [9].

La abeja está asociada también a la diosa del amor Afrodita (Venus, en la mitología romana), y también a Deméter (diosa de la agricultura), como símbolo de fecundidad [10] Existen extensos pasajes en que la abeja se asocia a Afrodita, por ejemplo en la muerte de Adonis. También se asocia a Anquises [11].

Monedas y joyas

La abeja fue uno de los primeros símbolos de las monedas griegas. Se encontraron monedas de Éfeso fabricadas entre el 600 y el 400 a. C.



Efeso, dracma entre 600-500 aC. Abeja gateando a la izquierda y Cuadripartito incuso cuadrado dividido uniformemente por líneas rectas y gruesas.



Éfeso, tetradracma de plata, una abeja en el anverso



Moneda de Misia, Kyzikos, Asia menor. 460ac-400aC

Asimismo, se encontraron en esas zonas joyas de diverso tamaño y uso, con simbología de abejas.



Placas de oro con diosas abejas aladas
(Camiros, Rodas. Siglo VII A.C. (Museo Británico))



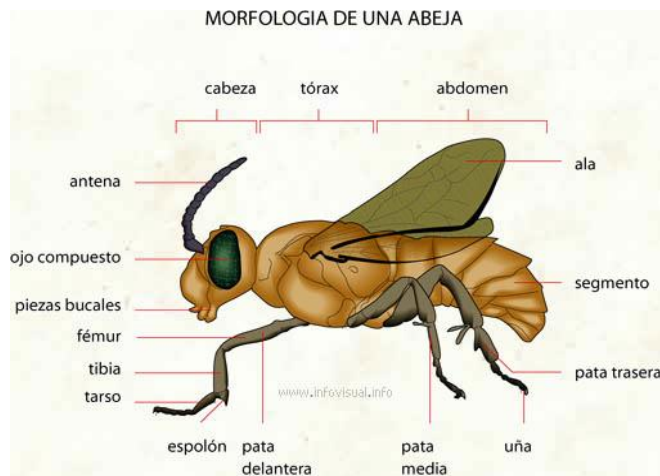
Necropolis de Krissolakos. Malia, Creta
Minoico Medio. 1800-1700 aC

3- MORFOLOGIA DE LAS ABEJAS

Estos insectos son artrópodos que tienen el cuerpo dividido en cabeza, tórax y abdomen. Experimentan una metamorfosis durante su desarrollo, disponen de un par de antenas, uno o dos pares de alas y tres pares de patas. Miden alrededor de quince milímetros de largo.

Una abeja tiene un par de ojos compuestos, que ocupan gran parte de la cabeza. Entre ellos hay tres ocelos u ojos simples, cuya función es determinar la intensidad de la luz. Las antenas tienen generalmente trece segmentos en el macho y solamente doce en la hembra y forman un codo (geniculadas). Las antenas llevan un gran número de órganos de los sentidos: quimiorreceptores, órganos del olfato y el gusto. También pueden percibir los movimientos del aire, lo cual les permite escuchar algunos sonidos de baja frecuencia. Las piezas bucales son chupadoras, masticadoras. La larga lengua o proboscis (compuesta de varias partes) les permite libar el néctar y las mandíbulas sirven para triturar [12] .El

tórax tiene tres segmentos, cada uno con un par de patas. Además el segundo y tercer segmento tienen un par de alas cada uno. Las patas delanteras de las abejas corbiculadas tienen peines para limpiar las antenas. Las patas posteriores de las hembras de muchas especies llevan cepillos o canastas para transportar el polen. Las alas se mueven en forma sincronizada durante el vuelo. Las alas anteriores y las posteriores se conectan por medio de una serie de ganchos pequeños en el borde posterior del ala anterior y surcos en el ala posterior. Al igual que en otros himenópteros apócritos el abdomen está muy modificado; el primer segmento está fusionado con el segmento final del tórax y se llama propodeo. En las hembras los últimos segmentos están modificados en un aguijón. En la abeja doméstica el abdomen tiene siete segmentos.



3.1- Ciclo vital

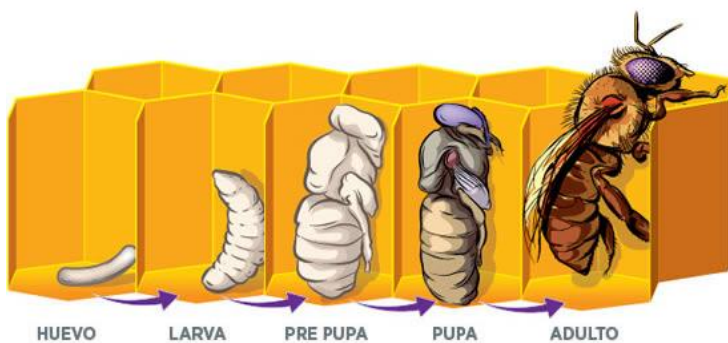
El ciclo vital de las abejas, ya sea de las especies solitarias o de las sociales, consiste en varias etapas, comenzando por el huevo. La larva carece de patas y pasa por varias mudas. Cuando llega al tamaño final se convierte en pupa. Durante este período tiene lugar la metamorfosis. El adulto alado emerge de la pupa. La mayoría de las abejas solitarias y semi sociales de climas templados pasan el invierno en el estadio adulto o el de pupa y emergen en la primavera, cuando numerosas plantas están floreciendo. Generalmente, los machos emergen primero y proceden a buscar hembras con quien aparearse. En el caso de los abejorros y algunas otras especies solo las hembras apareadas pasan el invierno. Los machos de la generación anterior todos mueren a la llegada del invierno.

El sexo de las abejas es determinado por el sistema de haplodiploidía en que los huevos fertilizados son hembras y los no fertilizados son machos. Después del apareamiento la hembra almacena el espermatozoides y puede controlar qué huevos son fecundados o no. Las abejas tropicales pueden tener varias generaciones al

año y no pasar por diapausa, como lo hacen la mayoría de las especies de abejas de otros climas [13] [14] [15].

El huevo es generalmente oblongo, ligeramente curvado y con un extremo más afilado que el otro. En el caso de abejas solitarias cada huevo es depositado en una celdilla que ha sido provisionada con una mezcla de polen y néctar. En las abejas sociales hay alimentación progresiva, es decir que la larva sigue recibiendo alimento durante su desarrollo. El nido puede ser un agujero en el suelo o en madera en las abejas solitarias o tener una estructura compleja con panales como los de los abejorros, abejas sin aguijón y abejas domésticas.

Las larvas generalmente tienen la apariencia de gusanillos blancuecinos ligeramente ovales, con quince segmentos y con espiráculos para la respiración en cada segmento. Carecen de patas pero pueden moverse dentro de la celdilla haciendo uso de tubérculos en sus costados. Tienen pequeños cuernos en la cabeza que representan las futuras antenas, mandíbulas para masticar la comida y un apéndice a cada lado de la boca terminado en una cerda. Detrás de la boca hay una glándula que secreta un líquido viscoso que se solidifica en forma de seda, la cual les sirve para construir un capullo. La pupa es visible a través del capullo semitransparente. En algunas especies el adulto emerge pocos días después, habiendo completado la metamorfosis. A ese punto se abre la cutícula que lo cubre y el adulto alado emerge dejando atrás la exuvia. En otras especies el adulto recién emerge la primavera siguiente después de hibernar sin haber completado la metamorfosis (ejemplo, Megachilidae).



Ciclo vital de la abeja

3.2- Castas

Las abejas eusociales son insectos sociales con tres diferentes tipos de individuos o castas en la colonia: La reina, las obreras y los zánganos (los machos).

Cada casta tiene su función especial y desarrollan un tipo de trabajo diferenciado en la colonia. La reina y las obreras son hembras y los zánganos son machos.

La reina es la única hembra que puede ser fecundada por los zánganos; pone huevos fecundados, que dan origen a abejas obreras y huevos sin fecundar que dan origen a zánganos, por un mecanismo denominado partenogénesis.

Cada casta tiene un tiempo o ciclo de desarrollo diferente, propio para cada especie y se cría en distintos tipos de celdas.

Dado que en este trabajo existe un apartado dedicado a las abejas melíferas (*Apis mellifera*), su periodo de desarrollo, ciclo vital, etc. se expondrá en dicho apartado (Ver Apartado 6, Intr.).

3.3- Navegación, comunicación, y búsqueda de comida

El etólogo Karl von Frisch (1953) descubrió que las obreras de la abeja doméstica son capaces de usar un sistema navegación e indicar la localización de comida a sus compañeras por medio de la "danza de la abeja"; por este descubrimiento le fue concedido el premio Nobel. Demostró que las abejas se comunican por medio de una danza, en que una obrera indica la ubicación de una fuente de alimentos [16]. Posteriormente, se demostró que las abejas pueden orientarse en tres formas diferentes: por medio del sol, por la polarización de los rayos de luz y por el campo magnético de la tierra. También ha visto que las abejas prefieren la información suministrada por el sol. Recurren a los otros mecanismos cuando el cielo está nublado y se han ampliado estas observaciones, observándose que son capaces de obtener una memoria espacial de sus recorridos [17] Asimismo La danza adquiere dos formas: una circular, si la fuente de alimentación se encuentra a menos de cincuenta metros, y otra en forma de ocho, que indica la dirección si el alimento se halla más lejos [14].

En 2020 un experimento reveló que los abejorros son capaces de reconocer por el tacto elementos que han visto previamente, una habilidad que no se creía que tuvieran los insectos. Esta capacidad, común en los seres humanos pero que en el reino animal solo se pensaba que tenían los primates, las ratas, los delfines y una especie de pez se denomina 'reconocimiento intramodal de objetos' o 'integración sensorial intramodal' y básicamente consiste en la capacidad de imaginar un objeto (la utilizamos, por ejemplo, cuando buscamos

las llaves en el bolso o en un bolsillo introduciendo la mano y las distinguimos de otros objetos por su forma, sin necesidad de verlas.

3.4- Haplodipoidía y la determinación del sexo

Las abejas, al igual que otros himenópteros, tienen un sistema de determinación del sexo, llamado haplodipoidía, en que los machos son haploides y las hembras diploides. Esta situación hace que las hembras hijas de una misma madre compartan una mayor proporción de genes que en otras situaciones. Esto predispone a la socialidad en que los miembros de un mismo nido se benefician genéticamente de la ayuda mutua más que si compartieran una proporción menor de genes.

En las especies haplodiploides, las hembras se desarrollan de huevos fertilizados o diploides y los machos de huevos haploides (con una sola copia de cada gen). Las hijas comparten el 100% de los genes del padre y 50% de la madre. Así es que las hermanas comparten el 75% de sus genes. Es esta relación genética más cercana que en otros casos que predispone a la eusocialidad. Las obreras no se reproducen pero pasan sus genes a la siguiente generación cuando ayudan a criar a sus hermanas. La eusocialidad ha surgido independientemente por lo menos nueve veces en Hymenoptera.

Hay excepciones, muchas especies de abejas carecen de socialidad aunque tengan el sistema haplodiploide. Además en el caso en que una reina se aparee con varios machos, las hijas de diferentes padres comparten solamente el 25% de sus genes. En conclusión la haplodiploidía no es ni necesaria ni suficiente para conducir a la eusocialidad.

3.5- Eusocialidad

Las abejas pueden ser solitarias o vivir en varios tipos de comunidades. Diversos tipos y grados de socialidad parecen haber evolucionado repetida e independientemente en distintos grupos de abejas. El tipo más avanzado de colonias es el caso de eusocialidad que se caracteriza por tener cuidado cooperativo de la cría y división del trabajo entre individuos reproductores y no reproductores, más superposición de generaciones. Aproximadamente: 75% de las especies son solitarias, 15% parasíticas (incluyendo cleptoparásitas, ladronas y parásitas sociales) y 10% son sociales (incluyendo eusociales) [18] [19]. La división del trabajo crea grupos especializados dentro de la sociedad eusocial llamados castas. En algunas especies, los grupos de hembras

que cohabitan son hermanas y si hay división del trabajo dentro del grupo, son consideradas semisociales. El grupo es llamado eusocial, si además de esto, consiste de una madre y sus hijas, las obreras.

Las verdaderas abejas melíferas (género *Apis*, con siete especies reconocidas actualmente), los insectos más conocidos, son de alta eusocialidad. Sus colonias se establecen por medio de enjambres que consisten de una reina y centenares de obreras. Hay 29 subespecies de *Apis mellifera* nativas de Europa, el Medio Oriente y África.

Los meliponinos o abejas sin aguijón son eusociales. Almacenan alimentos, construyen nidos complejos y tienen colonias permanentes establecidas por medio de enjambres [20]. Los abejorros son eusociales, en forma semejante a las avispas Vespidae (Vespa). No forman enjambres sino que la reina fertilizada inicia una colonia en la primavera. Los nidos pueden llegar a tener entre 50 y 200 (o más) abejas al final del verano. La estructura de los nidos es relativamente simple. Suelen usar una cavidad preexistente y generalmente las colonias no duran más de un año. En 2011, debido a su interés ecológico, la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN o IUCN en inglés) creó un grupo especialista del abejorro usando el criterio de la Lista Roja de la UICN. Las especies “primitivamente eusociales” son más comunes que las “eusociales” pero son menos estudiadas. La mayoría pertenecen a la familia *Halictidae*. Las colonias son más pequeñas, a lo sumo con una docena de trabajadoras. La reina y las obreras pueden o no diferir en tamaño. La mayoría tienen una sola colonia por año, aun en los trópicos. Solamente las hembras apareadas pasan el invierno. Unas pocas especies llegan a tener colonias de varios centenares, como *Halictus hesperus*. Algunas especies son eusociales en parte de su área de distribución pero no en otras, o tienen una mezcla de nidos sociales y solitarios en la misma población. Las abejas de las orquídeas (tribu Euglossini de la familia Apidae) incluyen especies primitivamente eusociales. Algunas abejas *Allodapini* también forman colonias primitivamente eusociales. Alimentan a las larvas en forma progresiva como las abejas melíferas y los abejorros.

Muchas especies de abejas, incluyendo algunas familiares como los abejorros carpinteros, las abejas cortadoras de hojas y las abejas albañiles, son solitarias en el sentido que cada hembra es fértil y generalmente habita un nido construido por ella. No hay división del trabajo, o sea que no hay reinas y obreras. Las abejas solitarias no producen miel ni cera.

Todas ellas recolectan polen para provisionar sus nidos. A menudo lo mezclan con néctar y forman una masa de consistencia pastosa. La mayoría de las abejas solitarias tienen equipo para transportar polen en sus

cuerpos (escopa). Las de la familia *Colletidae* transportan polen en su aparato digestivo. Unas pocas especies solitarias se usan para la polinización comercial, por ejemplo las abejas de la alfalfa y varias especies de abejas albañiles (*Osmia spp.*).

La mayoría de las abejas solitarias hacen sus nidos en el suelo. Hacen uso de una variedad de texturas y condiciones. Otras abejas aprovechan las cavidades de tallos huecos, como los juncos. Por lo general la hembra crea compartimientos separados, llamados celdillas. Deposita un huevo en cada celdilla después de aprovisionarla con una mezcla de polen y néctar y su propia saliva. Cuando completa el nido lo cierra con algo de barro. Generalmente las primeras celdillas contienen hembras y las últimas, que se encuentran más cerca de la entrada al nido, contienen machos. Así, en la siguiente primavera, los machos emergen primero y están listos para buscar hembras y aparearse. Los adultos no proporcionan cuidado maternal a la cría fuera de suministrarles una provisión de alimentos. Raramente pican y si lo hacen es solo en defensa propia y su veneno es muy suave.

Si bien las abejas solitarias construyen nidos individuales, algunas especies como la abeja albañil europea *Hoplitis anthocopoides* y *Amegilla dawsoni*, son gregarias, construyendo sus nidos cerca de otros de la misma especie. Todas las abejas parásitas son solitarias. Algunas parasitan a otras abejas solitarias y las que parasitan abejas sociales (como los abejorros del subgénero *Psithyrus*) no necesitan obreras sino que usurpan los nidos de otras especies.

Abejas nocturnas

Cuatro familias de abejas (*Apidae*, *Andrenidae*, *Colletidae* y *Halictidae*) contienen algunas especies que son crepusculares o nocturnas, es decir que son activas entre la puesta del sol y el amanecer. La mayoría son tropicales o subtropicales, pero también algunas se encuentran en regiones áridas en latitudes más altas. Estas abejas tienen ocelos de gran tamaño, sumamente sensibles a la luz de baja intensidad, pero incapaces de ver imágenes. Los ojos compuestos también están adaptados a la luz escasa. Su capacidad de vuelo nocturno les permite evitar algunos depredadores y les da acceso a flores que producen néctar principalmente de noche.

4.-LA POLINIZACIÓN Y LOS USOS DEL POLEN

4.1 - Las abejas como polinizadoras de las plantas

La polinización es el proceso de transferencia de polen desde los estambres hasta el estigma o parte receptiva de las flores en las angiospermas, donde germina y fecunda los óvulos de la flor, haciendo posible la producción de semillas y frutos.

Los primeros polinizadores no fueron abejas sino escarabajos y/o moscas, es decir, que el síndrome floral de polinización por insectos ya estaba bien establecido cuando aparecieron las abejas. Lo importante de estas es que desarrollaron especializaciones o adaptaciones a esta función, lo que las llevaron a ser los polinizadores de flores más eficientes. Es posible que la aparición de estas adaptaciones haya motivado o contribuido a la radiación adaptativa de las plantas con flores (Magnoliophyta), contribuyendo a su vez al aumento de la biodiversidad en las abejas.

El transporte del polen lo pueden realizar diferentes agentes, llamados vectores de polinización. Los vectores de polinización pueden ser tanto bióticos, como aves, insectos (principalmente abejas), murciélagos, etc.; como abióticos, por ejemplo agua o viento.

Algunas flores pueden ser polinizadas por muchos vectores, en cuyo caso se dice que son flores generalistas en cuanto a polinizadores; o, por el contrario, solo pueden ser polinizadas por un género o especie debido a que la morfología tanto de la flor como del polinizador se han acoplado a lo largo de la evolución, en cuyo caso se dice que las flores son especialistas. [21]. La especialización de la polinización genera un beneficio tanto para la planta como para el polinizador por lo cual esta se vuelve muy eficiente pues el insecto volará con seguridad a otra flor de la misma especie y depositará el polen en el estigma de esta flor.

Son numerosos los insectos que se comportan como florícolas, es decir, que visitan las flores. En algunos casos su presencia sobre las flores es accidental, ya que solo buscan un escondite, un sitio de caza o lugar para el emparejamiento, sin embargo otros van de manera regular y hasta han desarrollado toda una serie de caracteres morfológicos y de comportamiento que están claramente relacionados con sus costumbre florícolas o antófilas, ya que se alimentan de polen y néctar. Al mismo tiempo que recogen su alimento, se llevan adheridos a los pelos de su cuerpo numerosos granos de polen que son transportados hasta otra flor: son los insectos que denominamos polinizadores.

Es especialmente importante la constancia de las especies de insectos respecto a las especies vegetales, para poder evitar que en visitas sucesivas se produzcan polinizaciones heteroespecíficas, que representan un gasto inútil por parte de la planta productora de polen. Los insectos florícolas en general, presentan un grado de

constancia muy elevado, debido a su adaptación mutua que les facilita la manipulación de las flores, reduce el tiempo de visita a cada flor y optimiza su recolección del néctar y el polen.

La belleza visual característicamente asociada a las flores es el efecto de su coevolución con insectos u otros animales polinizadores.



Abeja *Apis mellifera* con polen



Abejorro común *Bombus* sp.

4.2 - Evolución de las interacciones entre plantas y polinizadores

La antecología es el estudio de la polinización, así como de las relaciones entre las flores y sus polinizadores.

En los casos en que la polinización se produce como resultado de relaciones planta-animal estas relaciones son predominantemente de tipo mutualista, es decir relaciones en que ambos participantes se benefician. A diferencia de las relaciones obligatorias (propiaamente simbióticas) que existen en la naturaleza, la mayoría de las relaciones de polinización son facultativas u opcionales y muy flexibles: la desaparición de un polinizador o planta no acarrea necesariamente la extinción del otro participante en la interacción, ya que cada uno de ellos posee alternativas (otras fuentes de alimento en el caso del animal, u otras especies de polinizadores en el caso de la planta).

Algunas gimnospermas del período Triásico ya presentan señales de polinización biótica, o sea por animales, en que los granos fosilizados tienen algunas de las características de granos de polen que son llevados por agentes polinizadores en el presente. Además el contenido intestinal, las piezas bucales y estructura de las alas de ciertos escarabajos y moscas sugieren que deben haber actuado como polinizadores.

Los primeros síndromes florales de polinización surgieron entonces. Las indicaciones más tempranas de polinización por insectos son granos de pólen de hace 96 millones de años (Cretácico). Los granos están

aglutinados en masas, señal de que en vez de ser transportados por el viento, se adhieren a insectos y así son llevados a otras plantas.

La primera evidencia de un insecto coleccionando polen es del Cretácico (100 millones de años) del norte de España. Los investigadores usaron tomografía de rayos-X y pudieron observar granos de polen de *Ginkgo* sobre un insecto conservado en ámbar.

La asociación entre escarabajos y angiospermas en el Cretácico temprano llevó a radiaciones evolutivas tanto de unos como de otros en el Cretácico tardío. La evolución de los nectarios u órganos productores de néctar señalan el comienzo de un mutualismo entre insectos himenópteros y plantas angiospermas.

La vasta mayoría de los polinizadores pertenece a uno de los cuatro grupos mayores de insectos. Éstos son: *Hymenoptera* (abejas, avispas y hormigas), *Diptera* (moscas y mosquitos), *Lepidoptera* (mariposas y mariposas nocturnas o polillas) y *Coleoptera* (escarabajos). Algunos insectos pertenecientes a otros grupos también son polinizadores.

Las abejas son buenos ejemplos del mutualismo que existe entre himenópteros y angiospermas. Las flores proveen a las abejas de néctar (una fuente de energía) y polen (fuente de proteínas). Cuando las abejas van de una flor a otra colectando polen también depositan algunos granos en otras flores, causando así polinización cruzada. Si bien el polen y néctar son las recompensas más importantes para las abejas y otros polinizadores, en muchos casos hay otras recompensas, como aceites, fragancias, resinas y aun ceras.

Algunas abejas visitan las flores de plantas, que previamente conocen, porque el polen les agrada más [22].

Se calcula que las abejas se originaron simultáneamente con la diversificación de las plantas con flores o angiospermas (coevolución), algunas de las cuales inducen adaptaciones especializadas. Además hay casos de coevolución entre las plantas con flores y las especies de abejas. Por ejemplo las patas largas de *Rediviva neliana*, una abeja que colecciona aceites de *Diascia capsularis*, y sus flores que tienen un largo espolón. En el curso de la evolución los espolones de las flores y las patas de las abejas han ido haciéndose cada vez más largos [23].

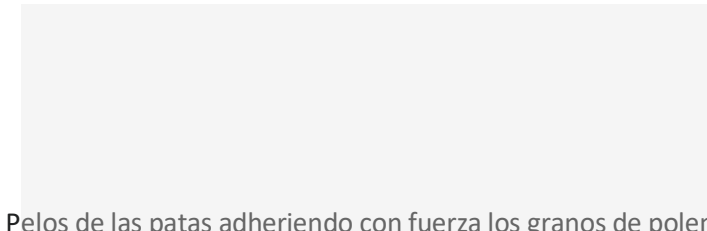
Los polinizadores silvestres, a menudo visitan un gran número de especies de plantas; éstas, a su vez, son visitadas por muchas especies de polinizadores. Todas estas relaciones forman una red de interacciones entre plantas y polinizadores. La estructura de estas redes presenta sorprendentes similitudes en diferentes ecosistemas y continentes [24].

La estructura de las redes planta-polinizador puede tener un gran impacto en la forma en que estas

comunidades responden a los estreses ecológicos. Hay modelos matemáticos que analizan las consecuencias de la estructura de las redes en la estabilidad de las comunidades de polinizadores. Tales modelos sugieren que la forma específica en que las redes están organizadas reduce la competencia entre polinizadores y aumenta la biodiversidad. Esto incluso puede llevar a una fuerte facilitación entre polinizadores cuando las condiciones son seriamente desventajosas. Así es posible que el conjunto de especies de polinizadores pueda sobrevivir a condiciones severas. Pero también significa que las especies de polinizadores puedan llegar a un colapso simultáneo si las condiciones ambientales llegan a un punto crítico. La recuperación de la comunidad de polinizadores y plantas después de tal colapso puede ser sumamente difícil.

4.3 – Adaptaciones morfológicas de las abejas como insectos polinizadores

Las abejas de numerosas especies son los polinizadores más eficientes, en especial la abeja melífera o abeja doméstica. Las abejas están altamente adaptadas a la polinización porque, a diferencia de sus parientes las avispas, que son carnívoras, las abejas son herbívoras y dependen de las flores para alimentar a sus crías. A su vez, como hemos visto, numerosas flores están adaptadas a las visitas de las abejas por su aroma, color, diseño, etc.



Pelos de las patas adheriendo con fuerza los granos de polen

Para esta función, las abejas poseen una serie de adaptaciones destacadas:

Las abejas son velludas, con pelos plumosos, no simples, que llevan carga electrostática y contribuyen a que el polen se adhiera a sus cuerpos.

Unas pocas especies de abejas más primitivas acarrean el polen en el buche, mezclado con néctar. Sin embargo, las demás abejas poseen órganos especializados. La escopa es un cepillo que consiste de abundantes setas largas. En la mayoría de las especies las escopas están localizados en las patas posteriores, pero en las abejas de la familia Megachilidae se encuentran en la parte ventral del abdomen. Las abejas domésticas, los abejorros y otras abejas relacionadas con éstas, de la familia Apidae poseen órganos más especializados que las scopas, llamados corbículas (o canastas de polen) en las patas posteriores.

Las piezas bucales están adaptadas para succionar el néctar, con componentes alargados, formando un tubo muy diferente al de los lepidópteros. Las abejas consideradas más primitivas tienen una “lengua” corta y solo pueden libar néctar de flores con corola abierta. Las abejas más especializadas, de la familia Apidae, tienen una “lengua” larga que llega a partes de flores más profundas.

Los órganos visuales y del olfato de las abejas están adaptados a encontrar e identificar a las flores por sus perfumes, colores y diseños. Las antenas son órganos olfatorios. Los ojos perciben la luz ultravioleta y muchas flores tienen diseños que solo son visibles con este tipo de visión.

Las abejas eusociales necesitan grandes cantidades de néctar y polen; visitan numerosas flores, por eso son polinizadores muy eficientes. Algunas especies de abejas pueden coleccionar néctar y polen de gran variedad de flores; otras son bastante específicas en sus preferencias por polen, son “oligolécticas”.

Los machos de las abejas de las orquídeas o Euglosinas coleccionan aromas florales que usan para atraer a las hembras y, de esta manera, polinizan ciertas especies de orquídeas. Las hembras de este grupo polinizan otras flores de la forma habitual. Otro ejemplo de coadaptación especial es el de las orquídeas Ophrys de Europa y los machos de ciertas especies de abejas (o de avispas). La flor presenta la apariencia y un aroma similar a las feromonas de las hembras de tales especies de abejas (mimentismo) y los machos tratan de aparearse con ellas.

5- LA ABEJA EUROPEA. SELECCIÓN GENÉTICA NATURAL.

Hay muchas más especies de *Anthophila* que aún no han sido descritas. Se las encuentra en todos los continentes, excepto en la Antártida. La especie mejor conocida por todos es la abeja doméstica o abeja europea (*Apis mellifera*), esta especie es un insecto social que vive en enjambres.



La abeja europea (*Apis mellifera*)

La abeja europea es la especie de abeja con mayor distribución en el mundo y su morfología es la que hemos descrito anteriormente al referirnos a la abeja en general. Establecida primeramente en Europa, África y parte de Asia, fue introducida en América y Oceanía. Fue clasificada por Carlos Linneo en 1758. A partir de entonces numerosos taxónomos describieron variedades geográficas o subespecies que, en la actualidad, superan las treinta razas. El 28 de octubre de 2006, se secuenció completamente el genoma de *Apis mellifera*, fue el tercer insecto en ser secuenciado después de la mosca de la fruta y del mosquito. Actualmente la población de estas abejas se halla en franco retroceso en muchas regiones, las causas se achacan a un cúmulo de diversos factores que son objeto de estudio, entre ellas el microorganismo *Nosema*. Es el denominado síndrome de despoblamiento de las colmenas, en inglés Colony Collapse Disorder.

Existe también un número de especies semisociales, con capacidad de formar colonias; por ejemplo, los abejorros. Estas colonias no llegan a ser tan grandes ni duraderas como las de la abeja doméstica.

En lo que se refiere al comportamiento, la característica dominante es que coleccionan polen y néctar para alimentar a sus larvas y tienen adaptaciones anatómicas y fisiológicas para realizar esta función [25].

Algunas avispas, como las avispas del polen, las *Brachygastra* y las avispas de camoatí también realizan algunas de estas actividades. También hay especies de abejas que alimentan a sus crías con carroña.

La abeja de la resina de Indonesia *Megachile pluto* es la especie de mayor tamaño. Las hembras alcanzan 39 mm. La especie de menor tamaño debe ser una abeja sin aguijón de la tribu *Meliponini* cuyas obreras son de 2 mm de longitud.

5.1- Ecología de las abejas europeas

Asociaciones con flores

La mayoría de las abejas son poliléticas (generalistas), es decir que cosechan polen de una variedad de plantas. Sin embargo, algunas son oligoléticas (especialistas), solo recogen polen de unas pocas especies de plantas relacionadas, generalmente dentro de una misma familia. Los polinizadores especialistas también incluyen algunos que cosechan aceites florales en vez o además de polen; también lo son los machos de las abejas de las orquídeas que coleccionan productos aromáticos de estas plantas (uno de los pocos casos en que las abejas machos son eficientes polinizadores). También son capaces de identificar los diseños ultravioletas o los aromas de ciertas flores. En raros casos una especie de plantas es polinizada efectivamente por una sola especie de abejas. Algunas especies de plantas están en peligro de extinción, al menos en parte,

porque su polinizador también se encuentra en peligro. Sin embargo, existe una marcada tendencia de que las abejas oligolécticas estén asociadas con plantas comunes de amplia distribución que son visitadas por una variedad de polinizadores. Por ejemplo hay alrededor de cuarenta oligolelos asociados al arbusto de la creosota (*Larrea tridentata*) en las zonas áridas del suroeste de Estados Unidos.

Mimetismo y modelos

Muchas abejas tienen coloración aposemática (que anuncia a sus enemigos que les puede causar daño con su picadura). Generalmente son colores brillantes como naranja y negro. Estos insectos sirven de modelos de mimetismo para insectos que carecen de esas defensas y no pican pero que recurren al engaño para protegerse de sus depredadores. Algunas moscas de las familias Syrphidae, Asilidae, Tabanidae, Oestridae y Bombyliidae, que son frecuentes visitantes de las flores, obtienen protección de esta manera.

Las abejas mismas son mímicos müllerianos de otros insectos aposemáticos con colores semejantes, por ejemplo avispa, escarabajos de la familia Lycidae y algunas mariposas y polillas (Lepidoptera) que tienen un sabor desagradable. Este sabor es adquirido generalmente de las plantas de que se alimentan. El mimetismo mülleriano beneficia a todos los miembros del grupo gracias a la reducción de depredación.

Algunas plantas mimetizan a las abejas. Tal es el caso de la orquídea abeja que imita el olor y la apariencia de la hembra de ciertas especies de abejas. El macho trata de aparearse con la flor (pseudocopulación) y al hacerlo repetidamente transporta las polinias de una orquídea a otra.

Comunicación en las abejas.

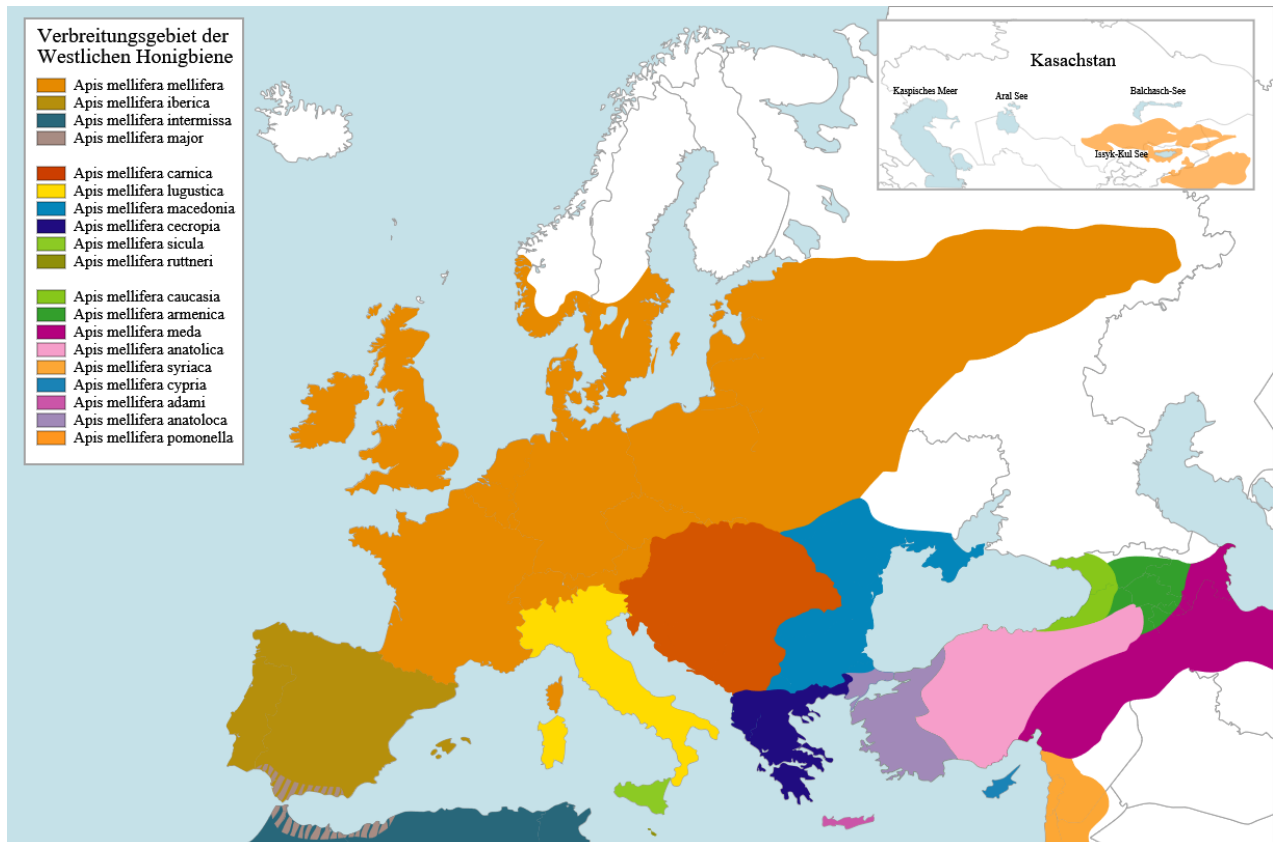
Las abejas tienen un sistema de comunicación propio, que denominamos danza de la abeja. Durante muchos años los investigadores trabajaron tratando de descifrar el lenguaje de estos insectos. Las diferentes especies tienen adaptaciones propias del lenguaje, pero son semejantes. En 1973 Karl R. Von Frisch recibió el Premio Nobel de Fisiología o Medicina al conseguir descifrar cómo a través del baile, con movimientos vibratorios, las abejas indicaban la distancia y orientación con respecto al sol de la fuente de alimento (el premio fue otorgado también conjuntamente a Konrad Lorenz y Nikolaas Tinbergen por investigaciones de comportamiento social).

5.2-Linajes genéticos

Desde el punto de vista filogenético, se ha clasificado a *Apis mellifera* en grupos de acuerdo a linajes o tipos de ADN. Así, se distinguen linajes tipo A (grupo africano), tipo C (grupo Carniola), tipo M (grupo mediterráneo), tipo O (grupo del Medio Oriente) y tipo Y (grupo del noreste africano, Etiopía).

Las especies de *Apis mellifera* de estos distintos tipos, así como las subespecies mediterráneas, se detallan en el Anexo A.

En el siguiente mapa se sitúan las distintas razas europeas de *Apis mellifera*



Subespecies de abejas europeas. (Archivo: EU Apis Mellifera L Map.svg)

Existen también híbridos de subespecies de *Apis mellifera*, híbridos naturales como la Abeja africanizada, o híbridos artificiales, que llevan el nombre de sus autores, como *v. Buckfast, Apis mellifera*, *v. Karl Kehrle, Apis mellifera v. Cale. Abeja Híbrida Dadant & Sons. Apis mellifera v. Midnight.*, de G. H. Cale. La abeja híbrida Dadant & Sons es un híbrido de la abeja caucásica y la abeja carniola [26].

5.3 – Depredadores, parásitos y patógenos

Aves depredadoras

Los merópidos son una familia de aves, que comprende los abejarucos, especializados en comer insectos voladores, sobre todo abejas. En la imagen, un abejaruco macho, *Merops apiaster*, atrapa una abeja que es un regalo nupcial para su pareja [27].



Merops apiaster

Las aves depredadoras de abejas, incluyen además de los abejarucos, a los alcaudones o verdugos y a los papamoscas. Estas aves hacen vuelos cortos y ataques rápidos atrapando insectos en vuelo. Los vencejos y las golondrinas también atrapan insectos en vuelo pero hacen vuelos más prolongados. El ave de presa Pernis ataca los nidos de abejas y se alimenta de las larvas [28].



Pernis apivorus

El indicador grande (*Indicator indicator*), es una especie que mantiene una relación con los humanos; los guía hasta los nidos o colmenas de abejas silvestres. Recibe como recompensa los restos de lo que no recogen incluyendo la cera, las larvas y huevos [29].

Entre los *mamíferos* depredadores de abejas se cuentan el oso, el tejón que escarba los nidos de abejorros y come las larvas y el alimento almacenado, el zorrillo, el topo, el zorro, ratones y otros roedores.

Entre los *invertebrados* están las arañas cangrejo, que se esconden en las flores al acecho de los visitantes, incluyendo abejas. Las chinches asesinas de la familia Reduviidae (Phymatinae) y los mántidos tienen una estrategia similar.

Los lobos de las abejas son avispas que atacan a las abejas. Otros insectos que se alimentan de abejas son las moscas asílidas y las libélulas. También existe un escarabajo que parasita los panales.

La aparición de la llamada avispa asiática (*Vespa velutina*), ha sido causa de importantes daños en los nidos de abejas, ya que las atacan y las matan.



Muchas especies de ácaros atacan a las abejas incluyendo a la abeja doméstica. El ácaro *Varroa* es un parásito de la abeja doméstica que causa serios problemas a las colmenas [30]. Sin embargo, hay casos de relaciones mutualistas entre abejas y ácaros, que se alimentan de desechos y otros parásitos de los nidos de abejas.

Parásitos de puesta

Algunas especies de varias familias de abejas son parásitos de puesta o de nido. Un ejemplo es la subfamilia Nomadinae de la familia Apidae y el subgénero *Psithyrus* del género *Bombus*. Las hembras de estas especies carecen del equipo colector de polen (escopa o corbícula) y no construyen sus propios nidos.

Por lo común, entran en el nido de la especie huésped y depositan un huevo en una celdilla. La así llamada abeja cuco se alimenta del alimento almacenado y a veces también de la larva del huésped. El abejorro del Ártico, *Bombus hyperboreus*, es una especie agresiva que ataca y esclaviza a otros abejorros del mismo subgénero. A diferencia de la mayoría de los parásitos de puesta, tiene equipo para coleccionar polen y a veces efectúa esta actividad.

6.- LAS ABEJAS MELIFERAS

La fascinación que siente el ser humano por la miel se remonta a la Antigüedad, y continúa hasta nuestros

días. Y no solo por el peso nutricional que tiene sino, fundamentalmente, por lo que supone. Que podamos disfrutar de la miel natural depende del que es, sin duda, el insecto clave para la supervivencia de nuestro planeta. Un animal que sufre directamente el impacto del ser humano sobre el medioambiente, y cuya supervivencia depende de la necesaria toma de conciencia sobre el cuidado de nuestro entorno. La abeja europea (*Apis mellifera*), también conocida como abeja doméstica o abeja melífera, es una especie de himenóptero apócrito de la familia Apidae. Es la especie de abeja con mayor distribución en el mundo. Originaria de Europa, África y parte de Asia, fue introducida en América y Oceanía. Fue clasificada por Carlos Linneo en 1758. A partir de entonces numerosos taxónomos describieron variedades geográficas o subespecies que, en la actualidad, superan las treinta razas. Como ya decimos en otro lugar de este trabajo, actualmente la población de abejas en algunos países se halla en franco retroceso sin que se conozcan de manera clara todas las causas, que probablemente son un cúmulo de diversos factores. Las abejas son importantes en la polinización de un importante número de cosechas. Cuando un apicultor se refiere a sus colmenas en forma colectiva lo hace desde un concepto intuitivo de colectividad, al hablar de los componentes de un apiario, habla lógicamente del conocimiento de la biología de las abejas, cuya naturaleza social hace que el individuo, en sí mismo, carezca de valor en favor de la colectividad de estos insectos. Por todo ello, se dice que la colmena es un súper- organismo que se comporta con sinergia, que es el efecto producido por la interacción entre los componentes de un sistema que hace que el todo sea más que la suma de las partes individuales. A esta sinergia de conjunto demostrada por Farrar matemáticamente se le denomina regla de Farrar. En el *Anexo A*, incluimos los linajes genéticos o tipos de ADN en que se ha clasificado a *Apis mellifera*

6.1 Las colmenas.

La colmena funciona como una colectividad, donde cada uno de los individuos tiene un cometido concreto y lo ejecuta. Las abejas son insectos sociales con tres tipos o castas en la colmena, dos tipos hembras y un tipo macho. Cada una tiene su función especial y ciclo de desarrollo diferente, propio para cada especie y se cría en distintos tipos de celdas. El periodo de desarrollo en el caso de *Apis mellifera* es de dieciséis días para la abeja reina, veintiún días para las obreras y veintitrés días para los zánganos. Cada una de las castas desarrolla un tipo de trabajo diferenciado en la colonia.



6.2- Tipos o Castas de abejas: La abeja reina, la abeja obrera y los zánganos.



La reina es la única hembra que puede ser fecundada por los zánganos; pone huevos fecundados, que dan origen a abejas obreras y huevos sin fecundar que dan origen a zánganos, por un mecanismo denominado partenogénesis. Cada casta tiene un tiempo para convertirse en reina, una larva debe nutrirse con jalea real y alojarse en una celda especial. También las larvas de las obreras comen en sus primeras fases jalea real, pero luego se les da otra dieta. Si una obrera come jalea real puede desarrollar sus posibilidades de poner huevos, pero no de aparearse con un zángano, por lo que sus huevos serán infecundos (es decir, darán lugar solo a zánganos). Este fenómeno se puede producir en colmenas que han quedado privadas de reina.

La Abeja reina.



La abeja reina, dependiendo de las condiciones climáticas, suele comenzar a poner huevos en primavera. Esta actividad está condicionada por la información que recibe desde el exterior (ej. flujo de néctar, recolección de polen, duración del día, temperatura, etc.). La reina es la única hembra fértil y deposita los huevos de los cuales nacerán todas las demás abejas. La abeja reina no abandona la colmena, salvo durante los vuelos de

fecundación, o cuando se produce un enjambre para dar lugar a una nueva colonia. La reina deposita sus huevos en panales de cera que las obreras construyen con celdas hexagonales. El huevo después del tercer día se transforma en una pequeña larva que es alimentada por las abejas nodrizas (abejas obreras jóvenes).

Luego de aproximadamente una semana, la larva es sellada en su celda por las abejas nodrizas, produciéndose el estadio de pupa; al cierre de las celdas se le denomina operculado. En aproximadamente otra semana, emerge la abeja adulta. Las reinas no son criadas en las típicas celdas horizontales del panal, sino que sus celdas son construidas para ser de mayor tamaño y en posición vertical. Además, no son alimentadas con polen como las larvas de las obreras, sino con jalea real. Se ha demostrado que es esta alimentación especial lo que hace que una hembra se desarrolle como reina y no como obrera. Cuando la reina termina su etapa de alimentación larval y se convierte en pupa, se desplaza a una posición cabeza abajo. Durante la etapa de pupa, las abejas obreras tapan o sellan la celda real. Justo después de emerger de sus celdas, a menudo las abejas reinas producen un sonido el cual se cree que es un reto a otras reinas a batallar. Las abejas reinas viven un promedio de tres años. Las obreras viven períodos mucho más breves, de menos de tres meses en promedio. Las abejas reinas liberan feromonas para regular las actividades de la colmena. Las feromonas de la reina, entre otras funciones, modifican el comportamiento de las obreras de modo que estas alimentan las nuevas larvas como obreras y no como reinas en condiciones normales. Muchas abejas obreras también producen feromonas para comunicarse con otras abejas.

Ciclo de desarrollo de la abeja reina

Tipo	Huevo	Larva	Operculado	Pupa	Desarrollo	Fertilidad
Reina	3 días	5 ½ Días	7 ½ Días	8 días	16 días	Aproximada. 23 días

Las Obreras.



Las abejas obreras son hembras infértiles. Ellas segregan la cera utilizada para construir los panales y son también las encargadas de limpiar y mantener la colmena, criar a las larvas, vigilar el panal y recolectar el néctar y el polen. Como en todos los miembros de Aculeata, el ovipositor ha sido modificado en un aguijón que sirve para inyectar veneno producido por glándulas abdominales. Pueden clavarlo en un

enemigo para defenderse, pero las abejas mueren poco después de clavar su aguijón, que tiene forma de anzuelo que impide retirarlo. La glándula está unida a él y es arrancada al tratar de retirarlo.

Ciclo de desarrollo de la abeja obrera

Tipo	Huevo	Larva	Operculado	Pupa	Desarrollo	Fertilidad
------	-------	-------	------------	------	------------	------------

Obrera	3 días	6 días	9 días	12 días	21 días	No tiene
--------	--------	--------	--------	---------	---------	----------

Los Zánganos.



Los zánganos son los machos de la colonia. Los huevos que luego producirán zánganos no han sido previamente fecundados, por lo tanto, tienen la mitad de la dotación genética de la especie. Los zánganos no recolectan néctar ni polen. El principal propósito de los zánganos es fertilizar a la nueva reina. Estos copulan con la reina en pleno vuelo. Tras finalizar la cópula, el zángano muere. La abeja reina copula con varios

zánganos (más de 15) en los diversos vuelos de fecundación. Los zánganos no poseen aguijón, ya que el aguijón es en realidad un ovipositor modificado.

Ciclo de desarrollo del zángano

Tipo	Huevo	Larva	Operculado	Pupa	Desarrollo	Fertilidad
Zángano	3 días	6 ½ Días	10 días	14 ½ Días	24 días	Aproximada. 38 días

6.3- Alimentación de las abejas y polinización

Las abejas se alimentan de néctar y polen obtenidos de las flores. El néctar es el alimento energético y el polen proporciona las proteínas, grasas y minerales necesarios para la supervivencia. Tanto las obreras como la abeja reina se alimentan de jalea real (segregada por las glándulas hipofaríngeas de la cabeza de abejas obreras) durante los primeros tres días de la fase larval. Luego las obreras cambian por una dieta de polen y néctar o miel diluida, mientras que aquellas larvas elegidas para ser abejas reinas continúan recibiendo jalea real. Esto causa que la larva se convierta en pupa más rápidamente además de aumentar su tamaño y desarrollarla sexualmente. Los criadores de reinas consideran que una buena nutrición durante los estadios larvarios es de crucial importancia para la calidad de las reinas criadas, siendo otros factores importantes una buena genética y un número suficiente de apareamientos. Durante los estadios larval y pupal, varios parásitos pueden atacar la pupa o la larva y destruirla o mutarla. Las abejas son excelentes polinizadores.

Como ya hemos indicado en el Capítulo 4, la polinización facilita la reproducción vegetal, ya que para ello se

necesita el traslado del polen desde las anteras, hasta los estigmas, ya sea de la misma planta o de otras plantas que se encuentren a cierta distancia las unas de las otras.

La polinización cruzada

Es el transporte del polen de una planta a otra. Es necesaria cuando los sexos masculino y femenino no se encuentran en la misma planta, como por ejemplo el melón, o cuando éstos aparecen en diferentes períodos del florecimiento de una misma planta, como por ejemplo el aguacate. Muchas variedades de árboles frutales dependen de la polinización cruzada. Estos deberían cultivarse de tal forma que el árbol polinizador esté cerca del plantío principal. La producción de semillas híbridas en escala comercial crea una necesidad especial de polinización cruzada por insectos: se necesita una gran población de insectos para el intercambio del polen desde las hileras de plantas masculinas hasta las hileras de plantas femeninas.

La polinización afecta la calidad y la cantidad del cultivo

La cosecha cambia en relación con el grado de beneficio que recibe de la polinización cruzada por insectos. Algunas cosechas, tales como los frijoles y los mangos, se polinizan autónomamente, pero tienen una mejor productividad si son polinizados por insectos. Muchas de ellas, tales como granadilla, espárrago, ajonjolí, lichi, mostaza y anacardo, incrementan sustancialmente su producción cuando son polinizadas por insectos. Otras, tales como el girasol, el trébol, las judías, el almendro y los melones dependen completamente de la polinización por insectos y de no ser así no tendrían producción. Una adecuada polinización por insectos influye tanto en la cantidad como en la calidad de la cosecha: sin embargo las frutas pequeñas manifiestan siempre una polinización insuficiente. Una adecuada polinización por insectos asegura también que en caso de florecimiento precoz estas flores produzcan semillas. Como resultado se tendrá una cosecha temprana y todo el tiempo máximo necesario para su maduración. La polinización puede ser tan importante para la producción como el agua o los fertilizantes agrícolas. A pesar de las mejorías alcanzadas con el uso de los cultivares y de la irrigación, la polinización puede ser el factor limitante de la calidad y cantidad de la cosecha. Se conocen muy bien las condiciones de polinización de las principales cosechas de las zonas templadas. En los países de agricultura industrializada, el uso de las abejas para la polinización se ha incrementado enormemente durante el siglo XX y se ha vuelto una parte integrante de la producción agrícola. En las zonas tropicales, las investigaciones sobre las condiciones de polinización en las cosechas han sido muy reducidas. En el *Anexo B*, incluimos algunos cultivos polinizados por las abejas, según la F.A.O.

Protegiendo a los polinizadores

Además de las abejas melíferas que viven en la selva o en las colmenas bajo la atención de los apicultores, muchas especies de abejas e insectos polinizadores que viven en la naturaleza son de crucial importancia para la polinización. Asistimos, sin embargo y por diversas razones, a una disminución de la cantidad de insectos polinizadores. Las implicaciones de este fenómeno las exponemos en el capítulo de Resultados.

6.4- Fabricación de la miel por las abejas

Las abejas pecoreadoras son las encargadas de recolectar el néctar que producen las plantas. No todas las plantas son candidatas para extraer el néctar. No solo la anatomía de la abeja está diseñada para producir miel, también los líquidos que genera están hechos para su supervivencia. Tienen, por ejemplo, enzimas que ayudan a transformar el néctar desde la recolección hasta que lo colocan dentro de las celdas del panal; también tienen unas glándulas específicas para producir cera, que es fundamental para construir la colmena y proteger a la miel cuando está lista.

Todo el proceso comienza cuando las abejas llegan a su vida adulta, es decir, 21 días. Van por los campos explorando y extrayendo azúcares de las flores con la lengua, que es lo suficientemente larga, flexible y funcional para hacer este trabajo. Las abejas pecoreadoras son las encargadas de recolectar el néctar que producen las flores, a partir del cual se formará la miel. El néctar es una recompensa de las flores hacia las abejas que realizan el servicio de la polinización entre plantas. Se trata de una sustancia aromática muy dulce formada principalmente por azúcares naturales que la abeja pecoreadora ha ingerido y almacenado en un órgano llamado buche melario y lo transporta hasta las colmenas. Al llegar a su colmena sacan la miel del buche y se lo pasa a una de sus hermanas jóvenes que espera en la piquera, puerta de entrada y salida de la colmena. Estas abejas obreras regurgitan el néctar repetidamente, lo mezclan con sus enzimas que actúan sobre los azúcares empezando a transformar el néctar en miel. Esto se hace hasta que el pH está alrededor de 3.9, es decir, se vuelve ácida. A continuación, depositan esa mezcla dentro de una celdilla del panal y comienzan el proceso de secado de la miel. Esta es la clave para que luego la miel no caduque. El líquido introducido en las celdillas contiene un alto contenido en agua que se va secando por el propio calor que hace dentro de las colmenas y la ventilación que crean las abejas con un ejercicio de abanicado de sus alas con la que quitan aproximadamente el 80% del agua sobrante por medio de evaporación. Cuando la miel ya está seca, las abejas sellan la celdilla con cera natural que evita la entrada de humedad y hace que se conserve en perfectas condiciones.

6.5- La miel



No solo es uno de los alimentos con más tradición en nuestra cultura, sino que es uno de los grandes regalos de la naturaleza. Curiosamente y a pesar de su uso milenario, los beneficios y propiedades de la miel natural son casi desconocidos para la sociedad actual. Normalmente la tomamos, casi más por herencia de generaciones anteriores que por conocer, en detalle, qué puede suponer para nuestra salud; conocer en qué nos beneficia es fundamental para hacer de la miel natural un auténtico alimento imprescindible en nuestra dieta. Es un gran alimento energético. Se absorbe directamente porque sus azúcares no necesitan desdoblarse. Es el edulcorante más natural del mundo y además contiene vitaminas, minerales y aminoácidos, por lo que se recomienda como ingrediente habitual de nuestra dieta. A lo largo de la historia de la humanidad, el hombre ha contado con este nutritivo elixir, de fácil conservación y altamente nutritivo. Las abejas la producen a partir de la recolección de néctar de las flores y secreciones dulces de partes vivas de plantas e insectos. Añaden sustancias o enzimas específicas propias hasta crear miel, que almacenan con la humedad correcta en panales de cera para que madure.

Apicultura

La apicultura es la actividad dedicada a la crianza de las abejas y a prestarles los cuidados necesarios con el objetivo de obtener y consumir los productos que son capaces de elaborar y recolectar. El principal producto que se obtiene de esta actividad es la miel, pero también jalea real, propoleo, cera y polen.

La apicultura es una actividad humana muy antigua. Existen pinturas rupestres que muestran prácticas apícolas de 7,000 u 8,000 años de antigüedad, en las que podemos observar escenas de recolección de miel en colmenas silvestres.

La apicultura moderna comienza con la creación de los panales y los cuadros móviles, en virtud de sistemas que no destruyen los mismos al realizar la cosecha de miel, las hojas de cera estampada y los extractores mecánicos. Estos métodos alcanzan su apogeo a fines del siglo XIX y a principios del siglo XX.



Apicultor extrayendo miel de un panal

Propiedades de la miel

El peso de la miel en nuestra cultura y en nuestra dieta no es, únicamente, una cuestión heredada. Sin embargo, solemos pensar en ella únicamente cuando estamos resfriados como remedio paliativo para sus síntomas. Y aunque cumple su función en estos casos, para poder valernos de las propiedades de la miel natural es imprescindible incluirla en nuestra alimentación de forma diaria. Es importante saber que todos esos componentes que forman parte de cada gota de miel son beneficiosos para cuidar de nuestra salud cardiovascular, mejorar nuestro sistema inmunológico o, incluso, ayudar a la buena salud de nuestras neuronas. Es rica en proteínas, minerales y antioxidantes. Calcio, fósforo, hierro, polifenoles, aminoácidos esenciales... la lista de macro y micronutrientes de la miel es extensa. Es una fuente de energía, la miel está compuesta en su gran mayoría de azúcares naturales como la fructosa y la glucosa. Pero no tiene una carga mayor que el azúcar sino que, además, es infinitamente más sana que este endulzante refinado.

Un síntoma que, en ocasiones, achacamos a la edad de una miel y que puede llegar, incluso, a hacernos desecharla es la cristalización, sin embargo es un signo de calidad. Nos indica que estamos ante una miel natural. Una de las propiedades de la miel es su capacidad para reducir inflamaciones. Además, es un antimicrobiano natural. Es antiséptica y antiinflamatoria. Es perfecta para favorecer el sueño. La miel ayuda a producir insulina: una hormona fundamental para la creación de otra, la melatonina u hormona del sueño.. De ahí la costumbre del vaso de leche con miel: la leche contiene triptófano, un aminoácido esencial que nuestro cuerpo no puede generar, y que es clave para sintetizar la melatonina. El sueño de calidad favorece muchos de los procesos orgánicos garantes de la buena salud. Es fundamental para reducir el estrés metabólico. El estrés, lejos de ser únicamente un estado, tiene grandes repercusiones en nuestro cuerpo, alterando el funcionamiento de nuestra glándula suprarrenal en sus funciones habituales. El consumo regular de miel natural incide de forma importante en este proceso químico y físico, evitando o reduciendo la liberación de hormonas del estrés a nuestro organismo.

A continuación presentamos un catálogo de las distintas aplicaciones o remedios caseros basados en las propiedades de la miel

- **Tonificante:** Aporta azúcares simples, como la glucosa y la fructosa, por lo cual se absorben muy fácilmente, pasando rápidamente a sangre. A esto hay que añadir la presencia de otras sustancias con alto valor biológico como antioxidantes, flavonoides, carotenoides, fenoles, enzimas, etc.
- **Bactericida:** Posee un gran poder antibiótico y cicatrizante, por lo que se ha utilizado desde tiempos remotos en el tratamiento de heridas, quemaduras, úlceras, etc. Cuando es aplicada sobre una herida, la glucosa oxidasa produce localmente una lenta liberación de peróxido de hidrógeno (agua oxigenada), con una acción antiséptica. Como resultado, en el tratamiento de heridas, la miel estimula la división y el crecimiento de las células, favoreciendo la cicatrización.
- **Antiinflamatoria y emoliente:** Ha demostrado ser un remedio eficaz en el tratamiento de dermatitis seborreica y caspa, principales causas de la pérdida del cabello, y en el caso de hemorroides. Usada externamente.
- **Expectorante:** Es de gran ayuda en caso de sinusitis, irritaciones de garganta y procesos bronquiales simples, que cursan con tos seca. Mezclada con avellana constituye también un buen remedio para la tos crónica.
- **Digestiva y laxante:** Favorece el proceso de digestión gastrointestinal y, sobre todo, es eficaz en casos de estreñimiento. Normaliza la acidez y la secreción del jugo gástrico.
- **Relajante e inductora del sueño:** Además de su efecto tonificante sobre el organismo en general, posee propiedades relajantes, sedantes e inductoras del sueño, al favorecer la absorción de triptófano, que es precursor de la serotonina por lo que se recomienda en la dieta habitual de pacientes aquejados de insomnio crónico.
- **Mineralizante:** Mejora la absorción de otros nutrientes, como es el caso del calcio o del hierro. Contribuye así al mantenimiento de la masa ósea que conforma el esqueleto, lo que resulta de interés en caso de fracturas óseas, dietas pobres en calcio, menopausia u osteoporosis, donde la pérdida de masa ósea es más acentuada.
- **Prebiótica:** Por su contenido en oligosacáridos, azúcares de cadena media presentes en la misma, como la melecitosa, la maltotriosa y la rafinosa, que parecen estimular el crecimiento y la actividad de especies de bifidobacterias que habitan en el colon humano y que forman parte de la

microflora intestinal saludable.

- Antioxidante: Diversos estudios han sugerido como responsables de la actividad antioxidante de la miel a los componentes minoritarios de la misma, y en especial, a los compuestos polifenólicos, como los flavonoides, los carotenoides, junto a aminoácidos, minerales y vitaminas C y E.

Tipos de miel

Hay tantas mieles como flores hay en el planeta. Existe una gran variedad o clases, según la procedencia de la flor o arbusto y recolección. Igualmente están las de primavera que se produce a finales de mayo, la principal, entre junio y julio, y la miel tardía, entre agosto y septiembre. Se diferencian como multiflorales (diversas flores), monoflorales, (composición de una concreta) y de bosque (obtenidas a partir de la hoja). Por su textura las flores son transparentes y espesas, que suelen ser frescas, las mieles de rocío son menos dulces y más difíciles de solidificar.

Los distintos tipos de néctar, procedentes de multitud de plantas fanerógamas, árboles y arbustos, dan a la miel su color, sabor y aroma únicos.

Un tipo de néctar proporcionará lo que los expertos llaman miel agua blanca; otro, producido en la misma localidad, pero por abejas que se alimentan de plantas distintas, quizá tenga un color café oscuro o claro, casi de color blanco al cristalizar.

En el *Anexo B* incluimos un listado de frutas y hortalizas que dependen de las abejas para su polinización y producen mieles de distintas características. [31][32][33][34].

En el *Anexo C*, incluimos un listado de diferentes tipos de miel.



RESULTADOS

Efectos negativos de la disminución de la polinización y de la desaparición de las abejas.

Es de interés general mantener grandes poblaciones de abejas y demás insectos polinizadores. Es fundamental la sensibilización sobre el valor de la polinización por insectos y la eliminación del uso innecesario de pesticidas, al igual que el incremento de arbustos y árboles de néctar en los proyectos de reforestación para garantizar una fuente de alimento a los insectos polinizadores.

En las últimas décadas, se ha informado tanto sobre la disminución en número como en la diversidad de especies de abejas a nivel local, regional y nacional en diferentes continentes, pero hasta ahora no se había realizado una evaluación a largo plazo de las tendencias mundiales”, según el biólogo evolutivo argentino Eduardo Zattara. “Además, los estudios existentes tienen un fuerte sesgo hacia el hemisferio norte, en particular América del Norte y Europa” [35].

Según un estudio del ecólogo Sánchez Bayo, más del 40 % de las especies de insectos están amenazadas. Su desaparición podría desencadenar un “colapso catastrófico de los ecosistemas” [36].

Posibles causas de la desaparición de las abejas

“El avance de la frontera agrícola, la urbanización, la introducción de especies invasoras y los eventos extremos provocados por el cambio climático”, enumera Zattara, son las causas fundamentales de este fenómeno. Esta tendencia se acentuó en los 90, al comienzo de la era de la globalización y continúa hasta el presente. Durante este período ha habido una transformación acelerada del uso de la tierra: el monocultivo se ha expandido en varias regiones del mundo y ha llevado a un mayor uso de pesticidas y otros productos químicos agrícolas que tienen efectos letales sobre la salud de las abejas. Se alteran los patrones de floración y al estar tan conectadas con su ambiente, las abejas son muy sensibles a estas modificaciones”.

Se ha culpado también al uso de una clase de insecticidas para cultivos, los neonicotinoides, potentes agentes neurotóxicos que actúan directamente sobre el sistema nervioso central de las plagas vegetales. Investigadores han advertido que en dosis altas, matan a las abejas, mientras que en dosis más reducidas, deterioran las capacidades cognitivas de las abejas recolectoras, haciéndolas incapaces de encontrar el camino de regreso a la colmena. Esto condujo a que la Unión Europea prohibiera en 2018 el uso de tres pesticidas neonicotinoides (clotianidina, imidacloprid y tiametoxam), tras las advertencias de la Agencia Europea de Seguridad Alimentaria, en cultivos como el maíz, girasol, trigo, cebada y avena.

También el comercio internacional ha implicado la introducción de patógenos de las abejas, como el ácaro Varroa proveniente de Asia. Parecido a las garrapatas, se adhiere al cuerpo de las abejas para succionar su hemolinfa o líquido circulatorio.

Disminución de polinizadores

Este término se refiere a la reducción en la cantidad y diversidad de insectos y otros animales polinizadores en los ecosistemas, a nivel global. Este fenómeno comenzó a fines del siglo XX y continúa hasta el presente.

La magnitud exacta del problema es un debate científico en curso, pero la evidencia señala "disminuciones significativas en la abundancia y diversidad de polinizadores a múltiples escalas espaciales en todas las regiones". La disminución de los polinizadores presenta riesgos económicos directos para la agricultura[3] y amenaza la seguridad alimentaria a nivel global. Algunas comunidades de científicos se refieren al fenómeno como un "Armagedón ecológico".

De hecho las abejas silvestres son un componente crítico de los ecosistemas y proporcionan un servicio de polinización que es esencial para las plantas salvajes y las de los cultivos [37]



Abejorro carpintero muerto

Como ya hemos indicado, los polinizadores participan en la reproducción sexual de muchas plantas, asegurando la polinización cruzada, esencial para algunas especies y un factor importante para garantizar la diversidad genética para otras. Dado que las plantas son la principal fuente de alimento para los animales, la reducción o posible desaparición de los agentes de polinización primarios tiene graves consecuencias para la producción mundial de alimentos. Un tercio de la producción mundial de alimentos depende de productos polinizados por insectos y otros animales.

Causas de la disminución de polinizadores

La disminución de los polinizadores se debe a una serie de factores que desafortunadamente muchas veces se superponen en sus efectos negativos. Concretamente, por uso de pesticidas y agroquímicos, a una extensión de las plagas y enfermedades, a la destrucción del hábitat, consecuencia de los efectos derivados de los monocultivos y de una agricultura intensiva, por la contaminación ambiental, a variaciones extremas de las temperaturas debido al cambio climático, a los, por la competencia intraespecífica y competencia interespecífica entre "especies nativas e introducidas o invasoras" y por la iluminación artificial nocturna.



Grupo de abejas muertas en un panal, debido a la falta de alimentos. Invierno 2005-2006

El uso de pesticidas

Los estudios han relacionado la exposición a pesticidas neonicotinoides con el deterioro de la salud de las abejas. Estos estudios se suman a un creciente cuerpo de literatura científica y fortalecen la evidencia científica para eliminar del mercado los pesticidas tóxicos para las abejas.

Se ha demostrado la toxicidad de amitraz, coumaphos y fualinato en las larvas de *Apis mellifera*. También estos mismos productos se ha demostrado que tienen efectos subletales en las abejas adultas. [38]. Los pesticidas interfieren con los cerebros de las abejas melíferas, [13] afectando su habilidad para navegar. Los pesticidas impiden que los abejorros recolecten comida suficiente para producir nuevas reinas. Ensayando seis tipos de imidacloprid, del grupo de los neonicotinoides, aparecen grados distintos de toxicidad, pero no son productos inocuos [39].

Los neonicotinoides son altamente tóxicos para una variedad de insectos, incluidas las abejas melíferas y otros polinizadores. Son absorbidos por el sistema vascular de una planta y se expresan a través de polen, néctar y gotitas de gutación de las cuales las abejas se alimentan y beben. Son particularmente peligrosos porque, además de ser extremadamente tóxicos en dosis altas, también producen graves efectos subletales cuando los insectos están expuestos a bajas dosis crónicas, ya que son a través del polen y las gotas de agua

mezcladas con el químico, así como el polvo que se libera al aire cuando se plantan semillas recubiertas. Estos efectos causan problemas significativos para la salud de las abejas melíferas individuales, así como para la salud general de las colonias de abejas melíferas, e incluyen interrupciones en la movilidad, navegación, comportamiento y actividad durante la alimentación, memoria y aprendizaje, y en la actividad general de la colmena.

Un estudio francés de 2012 de *Apis mellifera*, que se centró en el plaguicida neonicotinoide tiametoxam, que es metabolizado por las abejas en clotianidina, probó la hipótesis de que una exposición subletal a un neonicotinoide aumenta indirectamente la tasa de mortalidad de la colmena a través de errores en los sistemas de búsqueda en las abejas melíferas. Cuando se exponen a dosis subletales de tiametoxam, a niveles presentes en el medio ambiente, las abejas melíferas tenían menos probabilidades de regresar a la colmena después de la búsqueda de alimento que las abejas de control que fueron rastreadas con tecnología de etiquetado de identificación por radiofrecuencia (RFID), pero que no se dosificaron intencionalmente con pesticidas. Se observan mayores riesgos cuando la tarea de referencia es más difícil. La tasa de supervivencia es aún menor cuando las abejas expuestas se colocan en áreas de alimentación con las que están menos familiarizadas.

En su estudio de 2014 de *Bombus terrestris*, los investigadores rastrearon a las abejas utilizando la tecnología de etiquetado RFID y descubrieron que una exposición subletal al imidacloprid (un neonicotinoide) y / o un piretroide sobre un período de cuatro semanas causó un deterioro de la capacidad del abejorro para alimentarse.

Los investigadores también examinaron los efectos del imidacloprid en las abejas exponiendo las colonias de abejorros a niveles de imidacloprid que son realistas en el entorno natural, y luego les permitieron desarrollarse en condiciones de campo. Las colonias tratadas tuvieron una tasa de crecimiento significativamente reducida y sufrieron una reducción del 85% en la producción de nuevas reinas en comparación con las colonias de control no expuestas. El estudio muestra que los abejorros, que son polinizadores salvajes, están sufriendo impactos similares de la exposición a pesticidas a las abejas criadas por apicultores. Los polinizadores salvajes brindan servicios ecosistémicos tanto en la agricultura como a una amplia gama de plantas silvestres que no podrían sobrevivir sin la polinización de insectos.

La globalización y el efecto de las plagas importadas



Un panal afectado con loque americana.

Se ha producido una extensión de las plagas y enfermedades entre especies debido a la globalización. El aumento del comercio internacional ha ocasionado que las enfermedades de las abejas de la miel se expandan en otras regiones del mundo y también ataquen a otros polinizadores, sobre todo en las áreas donde los polinizadores no tienen mucha resistencia a estas plagas.

El parásito *Varroa destructor*, por ejemplo, produce la varroosis que es la patología que presenta un peligro mayor para las colonias de abejas. Hasta mediados del siglo XX, se cree que sólo parasitaba a la abeja asiática, pero el traslado de la abeja melífera a una zona de Rusia, para conseguir una mayor productividad, originó la extensión del contagio a esta nueva abeja menos preparada [40].



Ácaros en Xenoglossa strenua, América Central y América del Norte

Pérdida o destrucción del hábitat y las fuentes de alimentos

Las abejas y otros polinizadores sufren un mayor riesgo de extinción debido a la pérdida de hábitat y el acceso a fuentes de alimentos naturales. La dependencia global del ser humano respecto al ganado y la agricultura, ha hecho que no menos del 50% de la masa terrestre de la tierra sea inhabitable para las abejas. Solamente hace falta cuantificar las zonas transformadas en regadío, la desaparición del barbecho y la ocupación de zonas de bosque o prado por urbanizaciones o nuevos cultivos extensivos.

La práctica agrícola muy generalizada de utilizar el monocultivo, en un área y año tras año, conduce a la desnutrición extrema, porque una sola planta no puede cumplir con los requisitos de nutrientes de los

polinizadores. Además, los cultivos necesarios para mantener el ganado tienden a ser especies de grano que no proporcionan néctar.

Se asocia frecuentemente con altas pérdidas de colonias de abejas melíferas a las balsas artificiales, áreas urbanas abiertas, grandes instalaciones industriales, incluida la industria pesada, ferrocarriles e instalaciones asociadas, edificios e instalaciones con fines socioculturales, campamentos, deportes, parques infantiles, canchas de golf, cultivos de semillas oleaginosas y la tala de bosques.

Investigadores de la Universidad de Berkeley y la UC de Davis, descubrieron que si las granjas plantaran y mantuvieran las fronteras de flores silvestres alrededor de sus campos de cultivo, verían un aumento de ocho veces en la abundancia de abejas en comparación con las granjas sin hábitat de flores silvestres. Si bien la mayoría de las granjas usan abejas domesticadas, ya sea de sus propias colmenas o alquiladas, para polinizar sus cultivos, las abejas silvestres pueden satisfacer el 100% de sus necesidades de polinización siempre que sean abundantes. Al mantener flores silvestres cerca de sus cultivos, las granjas podrían recurrir a la polinización natural. El acto de proporcionar a los polinizadores hábitats más ricos en nutrientes, a la vez que tiene el beneficio de la polinización de cultivos "libres", es una forma sencilla de ayudar a reducir la disminución de los polinizadores [41]

Contaminación atmosférica

Un grupo de investigadores de la Universidad de Virginia descubrió que la contaminación del aire ha inhibido la capacidad de los polinizadores de encontrar las fragancias de las flores. Los contaminantes como los radicales de ozono, hidroxilo y nitrato se unen rápidamente con las moléculas volátiles de aroma de las flores, lo que produce que no puedan viajar intactas a mayores distancias. El resultado es un círculo vicioso en el que los polinizadores deben viajar distancias cada vez más largas para encontrar flores que les proporcionen néctar, y las flores reciben una polinización inadecuada para reproducirse y diversificarse. En algunas áreas sometidas a una polución por diésel u ozono, las poblaciones de los polinizadores se han reducido hasta el 70%. [42].

Cambios en el comportamiento estacional debido al cambio climático

La interacción entre plantas y polinizadores podría romperse con el cambio climático. La variación temporal de la floración tiene una gran relevancia en la conservación de las plantas y sus polinizadores. Las perturbaciones sobre los periodos de floración podrían afectar la relación entre especies [43]. En 2014, el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático informó que las abejas, las mariposas y otros

polinizadores enfrentan un mayor riesgo de extinción debido al calentamiento global, por alteraciones en el comportamiento estacional de las especies, lo que causa que los polinizadores emerjan en momentos en que las plantas con flores no están disponibles. También ocasiona que deban desplazarse hacia latitudes más elevadas, debido a la escasez de alimentos en las latitudes más cálidas.

Una característica clave de las redes de polinización es su diseño anidado. Esto significa que el núcleo de la red está formado por generalistas altamente conectados (polinizador que visita muchas especies diferentes de plantas), mientras que las especies más especializadas interactúan con un subconjunto menor de especies. Con estos estudios se puede ver modelos que sugieren la forma específica en que las redes están organizadas y la interacción entre polinizadores y la biodiversidad. Estos efectos entre las interacciones planta-polinizador son de gran importancia en la biología de la conservación [44] [45].

La competencia intraespecífica y competencia interespecífica entre "especies nativas e introducidas o invasoras"

La abeja melífera (*Apis mellifera*) es una especie que, por su utilidad, se ha extendido gracias al hombre por todo el globo, siendo la principal abeja invasora. A pesar de ser considerada una especie benéfica, existe controversia en torno a los impactos que puede provocar su alta densidad en hábitats naturales. Los impactos pueden ser positivos o negativos, jugando un papel importante el contexto ecológico (disponibilidad de recurso, comunidad de polinizadores silvestres) como también la densidad de la abeja melífera. Los impactos ocurren a escala de individuo, población y comunidad, afectando las redes planta-polinizador mientras que las consecuencias para el propio ecosistema son inciertas. Se ha demostrado recientemente, que la *A. mellifera*, puede actuar como agente de selección afectando la evolución de plantas en un lapso relativamente corto de tiempo. La transmisión de parásitos y patógenos de abeja melífera a otras especies de abejas, ha ganado relevancia en este último tiempo. Si bien la abeja melífera puede beneficiar la polinización de plantas silvestres, al ser los impactos en abejas casi puramente negativos es necesario ser cautelosos con la introducción de colmenas en áreas naturales, particularmente hasta no determinar las consecuencias de la transmisión de parásitos y patógenos. Impactos de la abeja melífera sobre plantas y abejas silvestres en hábitats naturales [46].

Iluminación artificial nocturna

Artículos principales: Contaminación lumínica y Disminución de las poblaciones de insectos.

En junio de 2018, el *Leibniz-Institute of Freshwater Ecology and Inland Fisheries* publicó un artículo [27] que analiza un posible vínculo entre la fuerte disminución de los insectos voladores y los altos niveles de contaminación lumínica. [28] Múltiples estudios científicos sugieren que la luz artificial en la noche tiene un impacto negativo en los insectos y, por lo tanto, los científicos deberían prestar mayor atención a este factor al explorar las causas de la disminución de la población de insectos.

Investigaciones científicas con las abejas

En este subapartado presentamos a modo de ejemplo unos casos interesantes de investigación con abejas. En un laboratorio del Departamento de Agricultura de Estados Unidos (*Laboratorio de Investigación de Cría, Genética y Fisiología de las Abejas Melíferas, Servicio de Investigación Agrícola, Baton Rouge*), se utiliza la técnica de **Inseminación artificial** (Imagen I). Una especialista, sujeta con unas pinzas el aguijón de una abeja reina sedada, mientras se dispone a inyectarle semen en el oviducto (el conducto de acceso a los ovarios). Los investigadores intentan criar abejas que sean resistentes a *Nosema ceranae*, un hongo parásito de Asia que está haciendo estragos en las colmenas de Europa y Estados Unidos.



I



II

En la imagen II, rodeada de abejas nodrizas, una reina en una colmena experimental resistente a los ácaros extiende la lengua para recibir alimento. La reina, criada por investigadores del Departamento de Agricultura de Estados Unidos, es «limpiadora», es decir, produce obreras que instintivamente detectan y matan las pupas infestadas de ácaros. Ahora los científicos están desarrollando abejas limpiadoras que además reúnan los rasgos más apreciados por los apicultores: docilidad, resistencia y abundante producción de miel. Otros aspectos de investigación con las abejas, son el estudio de las redes de interacción planta y polinizador que permiten entender mejor los aspectos de adaptación a los cambios que se originan en los ecosistemas por causas diversas. Ya fue citado en [47].

Otro aspecto relevante es el estudio del papel de la dinamica entre los patogenos y la expression génica de las abejas frente a la infección, para mejorar en la resistencia.

Se ha observado, que las abejas cultivadas bajo los cuidados del hombre, y luego dispuestas como colonias salvajes o en situación feral, consiguen una mayor supervivencia en los individuos de sus colonias [48]. Se intenta conocer como actúan los mecanismos de defensa de las abejas, para defenderse de los patógenos y parasitos, al mismo tiempo que reducen el impacto de la plaga y mejoran la salud de la colonia [49].

CONCLUSIONES

De nuestra investigación podemos concluir que las principales causas de la disminución de la polinización y de la desaparición de las abejas, son las siguientes:

- El avance de la frontera agrícola por la urbanización
- La globalización, que implica la introducción de especies invasoras que a su vez son portadoras de enfermedades de las abejas de la miel en otras regiones del mundo
- El uso de pesticidas, como los neonicotinoides
- Los eventos extremos provocados por el cambio climático
- La iluminación artificial nocturna

Los agricultores pueden contribuir a la protección de las abejas melíferas y de su hábitat. Para ello deben tener en cuenta:

- Seleccionar y utilizar los pesticidas con sumo cuidado y solamente cuando es imprescindible
- No utilizar nunca insecticidas cuando las flores estén abiertas
- Dejar que las plantas silvestres florezcan en las zonas incultas
- Ayudar a reponer el hábitat más aceptable para la construcción de nidos y la hibernación de los insectos polinizadores.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Coronaapicultores. blogspot.com, 6 Septiembre 2014, Historia evolutiva de las abejas.
- [2] Matthew Webster et al. (2014) Nature Genetics
- [3] Blog "Entomología pura" 05 marzo, 2009
- [4] C. apicultores. Sep 2014
- [5] Poinar, G.O. Jr., Danforth, B.N. 2006. A fossil bee from early Cretaceous Burmese amber. Science 314: 614.
- [6] <https://es.wikipedia.org>
- [7] Danforth BN, Sipes S, Fang J, Brady SG (octubre de 2006). «The history of early bee diversification based on five genes plus morphology» (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1586180>). Proc. Natl. Acad.
- [8] Genise JF, Bellosi ES, Sarzetti LC et al. (2020) 100 Ma sweat bee nests: Early and rapid co-diversification of Crown bees and flowering plants. PLOS ONE 15(1): e0227789cad. Sci. U.S.A. 103 (41): 15118-23
- [9] Diccionario universal de mitología, 1833
- [10] Fernandez Uriel Pilar. Dones del cielo. Abeja y Miel en el Mediterraneo Antiguo. UNED
- [11] Julien, Nadie (2003). Diccionario de mitos, (francés). A&M Grafic. ISBN 84-7927-674-6
- [12] Anatomy of the Honey Bee. www.extension.org
- [13] <https://es.m.wikipedia.org/wiki/Anthophila> 3/11/21 17:44 Pàgina 5 de 37
- [14] Roubik, David W. (1992) Ecology and Natural History of Tropical Bees. Cambridge University Press p.15
- [15] Learning about Honey Bees. The South Carolina Mid-State Beekeepers Association
- [16] Myerscough Mary R. Dancing for a decision. A matrix model for nest-site choice by honeybees, P
- [17] Randolph Menzel, Uwe Greggers, Alan Smith and Sebastian Watz. Honey bees navigate according to a map-like spatial memory, PNAS, February 14, 102(8) 3040-3045. 2005roc.Royal Soc. London B 270(2003) 577-582.
- [18] Danforth, BN., Minckley, RL. , Neff JL. 2019. The Solitary bees. Biology, Evolution, Conservation. Princeton University Press.
- [19] Michener, CD. 2007. The bees of the world. Second edition. JHU press.

- [20] Las abejas sin aguijón y su cultivo en Oaxaca, México: con catálogo de especies. N. Arnold, R. Zepeda, M. Vásquez Dávila y M. Aldasoro Maya.- San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México: Colegio de la Frontera Sur. Com. Nac. para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad: R. Benoit M. Vandame, 2018. 147, 46 pp.
- [21] Historia Natural del Paísos Catalans. Artròpodes II, p.48-51
- [22] Bees use the taste of pollen to determine which flowers to visit, Felicity Muth, Jacob S. Francis, and Anne S. Leonard. 12 July 2016. DOI: 10.1098/rsbl.2016.0356.
- [23] https://es.m.wikipedia.org/wiki/Polinizaci%C3%B3n#La_estructura_de_las_interacciones_planta-polinizador. Tipos de polinizadores
- [24] C Kremen, NM Williams and R W Thorp, Crop pollination from native bees at risk from agricultural intensification. PNAS dec. 16, 2002 99(26) 16812-16816.
- [25] Portman, Z.M., Orr, M.C., & Griswold, T. 2019. A review and updated classification of pollen gathering behavior in bees (Hymenoptera, Apoidea). Journal of Hymenoptera Research 71:171-208.
- [26] [https:// ca.m.wikipedia.org/wiki/Abella--de-la-mel](https://ca.m.wikipedia.org/wiki/Abella--de-la-mel).
- [27] Merops apiaster, es.m.wikipedia.org
- [28] Blasco J & Heine GM www.ibercajalav.net/img/
- [29] Isack HA and H-U Reyer (1989) Honeguides and honey gatherers. Science 243(4896): 1343-1346.
- [30] Resistencia a xenobióticos y procesos de detoxicacion. Estudios moleculares en Varroa destructor y Apis mellifera. G Angelica Mitton. Tesis doctoral. 2019, Universidad Nacional de Mar del Plata CONICET, Argentina 148 pp.
- [31] Lakartidningen. 8 dic.2021
- [32] Infagro. 10 octubre 2018
- [33] Diario de Gastronomía. 4 abril 2016
- [34] Wikipedia. Org
- [35] Zattara and Aizen, "Worldwide occurrence records suggest a global decline in bee species richness". One Earth (2020). DOI: /10.1016/j.oneear.2020.12.005.
- [36] Francisco Sanchez-Bayo and Kris AG Wyckhys, Worlwide decline of the entomofauna: A review of its drivers. Biological Conservation
- [37] A global quantitative synthesis of local and landscape effects on wild bee pollinators in agroecosystems. C.M. et al. Ecology Letters, (2003) 16:584-599).

- [38] Chronic toxicity of amitraz, coumaphos and fualinate to *Apis mellifera* L. larvae reared in vitro. Pingli Dai¹⁻², C.J. Jack, A. N. Mortensen, T.A. Bustamante & J.D. Ellis. *Scientific Reports* (2018), 8:5635. DOI: 10.1038/s41598-018-24045-3.
- [39] Discrepancy between acute and chronic toxicity induced by imidacloprid and its metabolites in *Apis mellifera*. S. Suchail, D. Guez, L.P. Belzunces. *Environm. Toxicology*, 03 Nov. 2009.
- [40] Rosenkranz, et al 2010. Biology and control of *Varroa destructor*. *J. Invertebr Pathol.* 103: S96-S119.
- [41] UC Davis Honey and Pollination Center, 2019 Pollinator Conf. July 17-20.
- [42] Air pollution makes it harder for insect pollinators to find flowers. Margaret Osborne Jan. 26, 2022. *Smithsonian Magazine*. A field-based quantitative analysis of sublethal effects of air pollution on pollinators. GG Thimmegowda, S Mullen and SB Olsson. *PNAS* Aug. 10. 2020. 17(34)20653-20661.
- [43] J. Morente-Lopez et al 2018. Phenology drives species interactions and modularity in plant- flower visitor network. *Scientific Reports* vol 8, 9386.
- [44] D Aguado, C Gutierrez-Chacon, and MC Muñoz, Functional structure and Patterns of Specialization in Plant-pollinator relationships of an agroecosystem in Valle del Cauca, Colombia. *Acta biol. Colomb*, vol.24, no.2, 2019.
- [45] R. Beltran, A Traveset, Redes de interaccion entre flores e himenópteros en dos comunidades costeras. Efectos de la pérdida de hábitat. *Ecosistemas* 27(2) 102-114. 2018.
- [46] J.L. Agüero y col. 2018. *Ecosistemas* 27(2) 60-69.
- [47] J. Morente-Lopez et al 2018. *Scientific Reports* vol 8, 9386. Phenology drives species interactions and modularity in plant- flower visitor network.
- [48] Ch Hinshaw, et al. The role of pathogen dynamics and immunogene expression of feral honey bees. 13 Jan, 2021. *Front. Ecol. Evol.*
- [49] R S Borba, et al. Phenomic analysis of the honey bee pathogen-web and its dynamics on colony productivity, health and social immunity behaviours. 31 Jan, 2022. *PLOS ONE*

ANEXO A

Linajes genéticos de la abeja melífera.

Desde el punto de vista filogenético, se ha clasificado a *Apis mellifera* en grupos de acuerdo con linajes o tipos de ADN:

Linaje o tipo A (grupo africano)

Apis mellifera adamsonii
Apis mellifera capensis
Apis mellifera intermissa
Apis mellifera litorea
Apis mellifera monticola
Apis mellifera sahariensis
Apis mellifera scutellata
Apis mellifera sicula
Apis mellifera unicolor

Linaje o tipo C (grupo Carniola)

Apis mellifera carnica
Apis mellifera cecropia
Apis mellifera ligustica
Apis mellifera macedonica

Linaje o tipo M (grupo mediterráneo)

Apis mellifera iberica
Apis mellifera

Linaje o tipo O (grupo del Medio Oriente)

Apis mellifera adamii o *Apis mellifera adami*
Apis mellifera anatoliaca
Apis mellifera armeniaca
Apis mellifera caucasica
Apis mellifera cypria
Apis mellifera lamarckii
Apis mellifera meda
Apis mellifera syriaca

Linaje o tipo Y (grupo del noreste africano, Etiopía)

Apis mellifera jemenitica, *yemenítica* o *yemeniticia*

Subespecies más importantes

Subespecies originarias de Europa.

Apis mellifera carnica, «abeja carniola» o «abeja cárnica». Clasificada por Pollmann, 1879. Su área de distribución natural es Eslovenia.

Apis mellifera caucasica o «abeja caucásica». Clasificada por Gorbachev, 1916. Su área de distribución natural son las montañas del Cáucaso.

Apis mellifera cecropia o «abeja griega del sur». Clasificada por Kiesenwetter, 1860. Su área de distribución natural es en el sudeste de Grecia.

Apis mellifera iberica, «abeja ibérica» o «abeja española». Clasificada por Engel, 1999. Su área de distribución natural es la península ibérica.

Apis mellifera ligustica o «abeja italiana». Clasificada por Spinola, 1806. Es una raza muy común distribuida en todos los continentes por acción del hombre. Su área de distribución natural es Italia.

Apis mellifera o «abeja negra europea». Clasificada por Linnaeus, 1758. Su área de distribución es el norte de Europa: Francia, Alemania, Dinamarca, Suecia, etc. Es la subespecie con que se pobló el continente americano, en donde se la denomina «abeja criolla».

Apis mellifera remipes. Clasificada por Gerstäcker, 1862. Su área de distribución es el Cáucaso, Transcaucasia, mar Caspio.

Apis mellifera sicula o «abeja siciliana». Suele denominársele *Apis mellifera siciliana*. Clasificada por Montagano, 1911. Su área de distribución natural es la provincia de Trapani, isla de Sicilia, Italia.

Apis mellifera cypria, «abeja de Chipre» o «abeja chipriota». Clasificada por Pollmann, 1879. Su área de distribución natural es la Isla de Chipre en el mar Mediterráneo.

Subespecies originarias de África.

Especies africanas que habitan al norte del desierto del Sahara:

Apis mellifera intermissa o «abeja Tellian de Magreb». Clasificada por (von Buttel-Reepen), 1906; Maa, 1953. Su área de distribución natural es el norte de África: Marruecos, Libia y Túnez.

Apis mellifera lamarckii, «abeja de Lamarck» o «abeja egipcia». Clasificada por Cockerell Lepeletier, 1906. Sus áreas de distribución natural son el valle del Nilo, Egipto y Sudán.

Apis mellifera major, «abeja del Rif» o «abeja de Marruecos». Clasificada por Ruttner, 1978. Su área de distribución natural son las montañas del noroeste de Marruecos. Esta subespecie puede ser una variedad de *Apis mellifera intermissa* pero tiene diferencias anatómicas.

Apis mellifera sahariensis o «abeja del Sahara». Clasificada por Baldensperger, 1932. Su área de distribución natural son los oasis del desierto de Marruecos, en el noroeste de África.

Especies africanas que habitan al sur del desierto del Sahara:

Apis mellifera adamsonii. Suele denominársele *Apis mellifera adamsoni*. Clasificada por Latreille, 1804. Su área de distribución natural es Nigeria y Burkina Faso. Se cita erróneamente como la subespecie que se hibridó en Sudamérica originando la abeja africana o africanizada.

Apis mellifera bandasii. Su área de distribución es Etiopía.

Apis mellifera capensis o «abeja de El Cabo». Clasificada por Eschscholtz, 1822. Su área de distribución es Sudáfrica.

Apis mellifera jemenitica. Suele denominársele *Apis mellifera yemenitica*. Clasificada por Ruttner, 1976. Su área de distribución natural es Yemen, Omán, Somalia, Uganda y Sudán.

Apis mellifera litorea. Clasificada por Smith, 1961. Su área de distribución natural son las costas bajas del este de África, Kenia.

Apis mellifera monticola. Clasificada por Smith 1961. Su área de distribución son las montañas elevadas entre 1500 y 3100 metros del este de África: monte Elgon, monte Kilimanjaro, monte Kenia, monte Meru, (Kenia).

Apis mellifera nubica o «abeja Nubia». Clasificada por Lepeletier. Su área de distribución natural es Sudán.

Apis mellifera scutellata. Clasificada por Lepeletier, 1836. Su área de distribución natural es el centro y oeste de África. Esta raza se introdujo en Brasil en 1956 y los híbridos producto del cruzamiento con la abeja europea son los que se denominan abejas africanizadas. Se trata de una abeja con un comportamiento defensivo muy agresivo que ha causado y causa muertes de seres humanos y animales.

Apis mellifera unicolor. Clasificada por Latreille, 1804. Su área de distribución natural es Madagascar.

Apis mellifera woyigambella. Su distribución es en Gambella, Etiopía.

Subespecies originarias en la transición Europa-Asia.

Apis mellifera adamii o «abeja de Creta». Clasificada por Ruttner, 1977. Su área de distribución es Creta.

Apis mellifera anatoliaca, «abeja turca» o «abeja de Turquía». Clasificada por Maa, 1953. Esta abeja está tipificada para colonias en la región central de Anatolia, Turquía. Es una raza con buenas características, pero es agresiva para trabajar.

Apis mellifera armeniaca o «abeja de Armenia». Su área de distribución es el Medio Oriente.

Apis mellifera macedonica o «abeja griega del norte». Clasificada por Ruttner, 1988. Su área de distribución es el noreste de Grecia.

Apis mellifera meda o «abeja persa». Clasificada por Skorikov, 1829. Su área de distribución es Irak.

Apis mellifera pomonella o «abeja de Tian Shan». Clasificada por Sheppard & Meixner, 2003. Endémica de las montañas de Tian Shan, en Asia Central. El área de distribución de esta subespecie es más al este.

Apis mellifera ruttneri o «abeja de Ruttner». Clasificada por Sheppard et al. 1997. Su área de distribución es Malta. *Apidologie* 28:287-293.

Apis mellifera syriaca o «abeja siria». Clasificada por Skorikov, 1829. Oriente Medio y Palestina.

Subespecies menos conocidas.

Apis mellifera artemisia. Engel, 1999.

Apis mellifera banatica,⁴ Yugoslavia.

Apis mellifera taurica.⁵ Alpatov, 1935. Ruttner separa *Apis mellifera macedonica* de *Apis mellifera carnica* en 1988, y asigna a la subespecie una distribución geográfica que abarca el norte de Grecia, Bulgaria, Rumania y, quizá, la parte colindante de la URSS.

Los búlgaros no reconocen la hipótesis de Ruttner y la denominan: *Apis mellifera rodopica* (Petrov, 1993). Es sinónimo de *Apis mellifera macedonica* (Ruttner, 1988).

Los rumanos no reconocen la hipótesis de Ruttner y la denominan: *Apis mellifera carpatica* (Foti et al., 1965). Es sinónimo de *Apis mellifera macedonica* (Ruttner, 1988).

Los ucranianos no reconocen el nombre de: *Apis mellifera sossimai*, Engel, 1999. Nuevo nombre de *Apis mellifera acervorum* (Skorikov, 1929).

Razas o subespecies mediterráneas.

Para la costa mediterránea se conocen 13 razas, que se dividen en grupos:

Mediterráneo oriental:

Apis mellifera adamii.

Apis mellifera anatoliaca.

Apis mellifera cypria.

Apis mellifera syriaca.

Oriente del valle del Nilo:

Apis mellifera lamarkii.

Mediterráneo occidental.

Norte de África:

Apis mellifera intermissa.

Apis mellifera sahariensis.

Oeste y norte de Europa:

Apis mellifera iberica.

Apis mellifera.

Mediterráneo central y nordeste:

Apis mellifera carnica.

Apis mellifera cecropia.

Apis mellifera ligustica.

Apis mellifera macedonica.

Apis mellifera sicula.

Híbridos de subespecies de *Apis mellifera*.

Híbridos naturales.

Abeja africanizada.

Híbridos artificiales.

Apis mellifera v. Buckfast. Híbrido producido originalmente por Karl Kehrle. Se la conoce como «Abeja Buckfast» o «Abeja de Buckfast».

Apis mellifera v. Cale. G. H. Cale. Híbrido que lleva el nombre del autor. Abeja Híbrida Dadant & Sons.

Apis mellifera v. Midnight. G. H. Cale. Abeja Híbrida Dadant & Sons. Es un híbrido de la abeja caucásica y la abeja carniola.

Apis mellifera v. Starline. G. H. Cale. Abeja Híbrida Dadant & Sons. Es un híbrido de abeja italiana.

ANEXO B

Frutas y hortalizas que dependen de las abejas para su polinización.

Según la **FAO**, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura, estas siete frutas y hortalizas dependen en gran medida de las abejas para su polinización:



Almendras. La cosecha de almendras depende en gran medida de la polinización de las abejas melíferas. Los estudios demuestran que la falta de abejas y otros insectos silvestres para la polinización de las almendras puede reducir los rendimientos de las cosechas de forma más drástica que la falta de fertilizante o la incapacidad de aportar agua suficiente a los cultivos. Cuando las almendras son polinizadas de manera adecuada, los árboles dan más fruta y su contenido de nutrientes cambia, aumentando la cantidad de vitamina E.

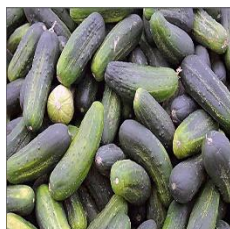


Manzanas. Sin abejas, el proceso de polinización cruzada que se requiere para producir manzanas podría ser insuficiente para cubrir la demanda actual. Por lo general, las colmenas deben introducirse cuando se distinga aproximadamente un 5 % de las flores, estimulando así a las abejas para que comiencen a trabajar de inmediato. Se estima que una densidad de 2,3 colmenas por hectárea es adecuada para polinizar manzanas. Una flor de manzana puede

necesitar cuatro o cinco visitas de las abejas para recibir suficientes granos de polen que permitan una fertilización completa.



Arándanos. Las abejas visitan más flores por minuto que cualquier otro polinizador y no tienen ninguna dificultad para extraer el néctar de las flores de arándanos con sus alargadas lenguas. Esto es importante porque la corola de la flor de arándano tiene forma de campana. El néctar se secreta en la base del estilo, obligando al insecto a empujar su lengua entre los filamentos de las anteras para acceder a éste.



Pepinos. Sin abejas, no sería posible cultivarlos en la mayoría de los casos. Las cosechas de pepino en invernaderos aumentan hasta en un 40 % colocando cinco colmenas de unas 12.500 abejas cada quince hectáreas. Se recomienda que la base de la colmena se mantenga al mismo nivel que la parte superior de los pepinos.



Cebollas. Las abejas melíferas visitan las flores de cebolla para recolectar néctar y polen. Sin embargo, en la producción de cebolla híbrida solamente serán las abejas recolectoras de néctar las que visiten las líneas androestériles y androfértiles. Por lo general, a las abejas no les resultan muy atractivas las cebollas, por lo que las colonias numerosas, de 30 colmenas o más, tendrán

mayores probabilidades de éxito.



Calabazas. Las prácticas de cultivo que crean condiciones especiales para la cobertura del suelo pueden influir en la abundancia de polinizadores. En general, los polinizadores de calabaza son abejas que anidan en el suelo. La abeja recolecta el polen y el néctar de las flores de las cucurbitáceas (como las calabazas). Se muestran activas a primera hora de la mañana y su actividad disminuye a media mañana.



Fresas. Una fresa completamente desarrollada necesita unas 21 visitas de las abejas. Una sola fresa puede tener 400-500 semillas sobre la superficie de un grano. Cuanto mayor sea el número de semillas completamente desarrolladas, más grande, más sabrosa y mejor aspecto.

ANEXO C

Tipos de miel y sus beneficios.

Algunas variedades de miel que se pueden encontrar en los mercados.



Miel de Abeto: de color verde y muy difícil de conseguir, ya que no se produce todos los años. Aroma balsámico fuerte indicado para afecciones respiratorias.



Miel de acacia: Es una miel de color ámbar, muy líquida y el sabor es dulce. Extraída de la misma flor de acacia. Si se toma antes de ir a dormir, puede ayudar a calmar la ansiedad y los nervios. Efectos laxantes que combate el estreñimiento. No se recomienda en niños menores de un año, podría generar el botulismo del lactante.



Miel de Aguacate: La miel de aguacate es de un color ámbar muy oscuro, casi negro y un aroma floral con notas afrutadas. Tiene un sabor con mucho más carácter que las mieles convencionales, la miel de aguacate es dulce con notas saladas por su contenido en sales minerales.



Miel de Alfalfa: La miel de alfalfa (*Medicago sativa*) es una miel clara de color ambarino blanco, azucarada que cristaliza rápidamente en cristales blancos y finos. De buen sabor y propiedades similares a la miel de trébol. Para que este tipo de miel sea considerada como tal debe contar en su composición con un 20% de granos de polen de alfalfa.



Miel de Alforfón: La miel de alforfón es de color amarillo oscuro con un tinte rojizo y un color marrón oscuro, es la más oscura de todas. A diferencia de otras variedades tiene un sabor peculiar, es un poco picante. Contiene muchas más proteínas y hierro que otras variedades de miel. Se recomienda para tratar la anemia. Las abejas melíferas extraen del trigo sarraceno su néctar. Tiene una gran cantidad de antioxidantes y minerales.



Miel de Almendro: La miel de almendro es de un color muy claro con leves toques amarillentos. Su aroma es un suave con toques afrutados y su cristalización es lenta y con cristales muy finos. Miel dulce con tonos amargos, ideal para los que se inician en el mundo de la miel o los niños.



Miel de Amorfa: (falso índigo) Es de color rojizo y su sabor es muy suave. Se puede consumir con leche tibia antes de dormir para conseguir un descanso reparador. Gran fuente de minerales y vitaminas.



Miel de Avellano: Procede de la flor del fruto y la exudación del árbol. Rica en hierro, beneficiosa para anemia, sangrado nasal y metrorragia (reglas abundantes). De color amarillo y buen sabor. Utilizada para la piel y conservar su estado.



Miel de Azahar: De color ámbar claro, perfumada y suave al paladar. Procedente del polen de limoneros, naranjos, mandarinos. Efectos sedantes, ayudando a conciliar el sueño. Es también antiespasmódica.



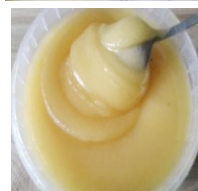
Miel del Bosque: También llamada mielada, procede del mielato que exudas el propio árbol (pinos, abetos, robles, encinas). Es oscura y deliciosa. Este tipo de miel tiene mucho hierro. Ideal para personas con déficit de hierro. Importante para deportistas pues es baja en azúcar y rica en minerales.



Miel de Brezo: De color caoba oscuro y sabor ligeramente amargo. Ayuda a tratar los trastornos respiratorios ayuda a calmar los dolores de garganta. Permite calmar la tos. Aumenta la diuresis. Recomendada en problemas cardíacos. Por su contenido en minerales está indicada para la anemia, inapetencia y fatiga.



Miel de Castaño: Su color característico, rojo amarronado, la hace especial y llamativa. Tiene un sabor bastante fuerte y ofrece los siguientes beneficios: Rica en hierro, beneficiosa para anemia, sangrado nasal y metrorragia (reglas abundantes). Si se añade a un dentífrico casero puede ayudar a prevenir el sarro.



Miel de Colza: Este tipo de miel, la miel de colza tiene una gran cantidad de polen de flores. A diferencia de la mayoría de las otras mieles, contiene más glucosa que fructosa, lo que provoca su rápida cristalización. Es altamente nutritiva y aporta energía a las personas que son deportistas.



Miel de Diente de León: Su color amarillo intenso y su sabor fuerte la convierten en una miel perfecta para los que les gusta apreciar los buenos sabores. Cuenta con muchas vitaminas.



Miel de Encina: Producida por las abejas que liban la melaza que se desprende de los frutos. Es uno de los tipos de miel de color más oscuro, casi negro. De olor y sabor a malta muy poco dulce. Indicada para combatir la anemia por su alto contenido en hierro. Antiasmática y adecuada contra las afecciones bronquiales y pulmonares.



Miel de Espina de Jerusalén: La miel espina de Jerusalén es de color amarillo. La parte negativa de este tipo de miel es que no es muy fácil de obtener y conseguir en las tiendas. Fortalece el sistema inmune. Alivia los problemas respiratorios.



Miel de Espino Blanco: Este otro de los tipos de miel es de color amarronado y su sabor es bastante picante. Efecto calmante



Miel de Espiego: De color ámbar y sabor característico a lavanda. Por su poder bactericida y antiséptico. Indicada en uso externo para picaduras de insectos, quemaduras solares y heridas. Antidiarreico. Preventivo de gripes, bronquitis, resfriados. Por su alto contenido en hierro, tiene las mismas indicaciones que la miel de castaño. Favorece el sueño, modera la irritabilidad, la agresividad y el estrés.



Miel de Eucalipto: De color ocre. Muy aromática con un sabor característico a madera. Antiséptico de las vías respiratorias y urinarias, de efectos balsámicos y vermífugos. Indicada contra catarros y afecciones del árbol respiratorio.



Miel de Evodio: La miel de evadía también llamada bee tree, es muy usada en Estados Unidos y tiene un alto valor nutritivo. Su alto valor nutritivo la convierte en un excelente ingrediente para mantener una buena salud.



Miel de Girasol: La miel de girasol es de color amarillo y tiene un aroma característico. La miel de girasol se puede utilizar para tratar diversos problemas como infecciones virales o bacterianas, enfermedades cardíacas, renales, respiratorias. Gracias que es ligera y fresca, se puede usar en infusiones, en comidas y para endulzar postres.



Miel de Lavanda: La miel de lavanda es muy perfumada y tiene un sabor intenso. Sin duda, es uno de los tipos de mieles que, si nos gusta el olor a lavanda, nos encantará. Nos ayuda a relajarnos gracias al poder de la miel y el intenso aroma a lavanda.



Miel de Limón: Desde amarillo muy claro a blanco. Está recomendada para: Efectos calmantes en general, ligeramente sedante. Antiséptica, antibacteriana y anti fúngica. Tónico para afecciones cardiovasculares. Minimiza las irritaciones e inflamaciones bucales. Ayuda a cicatrizar las heridas o llagas.



Miel de Madroño: De la familia de los brezos (ericaceas), la miel de madroño se le atribuyen sus mismas propiedades. Como la miel de brezo es amarga. La miel de madroño es muy escasa y saludable. Se le otorgan beneficios en el sistema renal.



Miel de Manuca: Este último de los tipos de miel se produce con las flores del árbol homónimo, que únicamente crece en Nueva Zelanda. Se dice que es la más saludable del mundo. Gran actividad antibacteriana, autentico antibiótico natural, tanto para tratar problemas del aparato respiratorio como digestivo, quemaduras, cortes, afecciones de la boca con enjuagues.



Miel de Mil Flores: También se la conoce como miel de prado o multifloral porque está hecha con el polen de diferentes especies de flores, según la zona en la que se encuentren las abejas y las colmenas. El aroma es fuerte y su sabor también. Se usa para mejorar las defensas. Calma los síntomas de las alergias estacionales. Propiedades antioxidantes, según una investigación publicada en *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*. De color ámbar oscuro y sabor muy variable e intenso. Antiinflamatoria, digestiva y cicatrizante. Es un gran complemento alimenticio. Rico en minerales, previene la anemia, favorece la digestión y es antiséptica.



Miel de Montaña: Tiene muchas propiedades medicinales debido a que la materia prima son las hierbas no contaminadas de los montes. Ayuda a calmar el dolor de garganta.



Miel de Níspero: Al igual que el resto de las mieles, tiene unas propiedades y beneficios para la salud. Entre sus propiedades más conocidas, tenemos las siguientes: Catarros e infecciones de garganta: La miel ayuda a la curación de catarros y otras molestias de garganta. Propiedades bactericidas y antimicrobianas. Cicatrización de heridas: crea unas condiciones óptimas de humedad y libres de patógenos.



Miel de Pino: El color de la miel de Pino es ámbar oscuro, con matices verdes, oscura y permanece líquida mucho tiempo tras la recolección. De sabor resinoso y excelente para el tratamiento de la inflamación bronquial. Su aroma es muy ligero, balsámico, ahumado y amaderado, recuerda a la paja u hojas húmedas. Su sabor es refrescante y agradable, ligeramente afrutado. Su cristalización es lenta.



Miel de Quillay: Su procedencia de la flor de Quillay, que se encuentran en Perú, Chile, Argentina y Bolivia. Propiedades astringentes beneficiosas para la piel. Eccemas, dermatitis, piel grasa y seborrea. No se aconseja su ingesta interna, ya que contiene alto contenido en saponinas que pueden ser tóxicas. Su miel se utiliza para preparados cosméticos y su corteza también.



Miel de Romero: tiene un sabor fuerte y un color amarillo claro. es un alimento muy rico en litio. Su textura espesa la hace ideal para tratar la tos. Alivia la pesadez del estómago. El litio es un elemento químico muy común en los medicamentos y fármacos usados en el tratamiento de distintos trastornos mentales, como la depresión. Además, resulta muy beneficiosa a la hora de mejorar la memoria, y aliviar estados de demencia senil. Estimulante hepático que favorece la descongestión del hígado. Indicada para las úlceras de estómago y dismenorrea. No recomendada a hipertensos.



Miel de Salvia: La miel de salvia suele ser amarilla con algún matiz verde. Los beneficios que reporta para nuestra salud

son muy importantes. Trata problemas respiratorios como la tos. Sirve para reforzar el sistema inmune.



Miel de Tiaca: Su procedencia es de un árbol del sur de Chile. De textura suave y cristalización muy fina. Sabor a frutas frescas y aroma a menta. La Tiaca, produce una miel con un exquisito sabor. Es dulce con fragancias de flores nativas. Es de color blanco-amarillento y de consistencia cremosa y unttable. Potente anti fúngico y antibacteriano.



Miel de Tilo: De color claro casi transparente y sabor bastante dulce. Se utiliza para tratar los síntomas de los resfriados y gripes. Algunos compuestos como el propóleo son de utilidad para mejorar el funcionamiento del sistema inmune, según un estudio publicado en Nutrients. En los casos de gripe tiene la capacidad de aumentar la sudoración si se toma caliente y mezclada con limón. De color amarillo suave con un aroma fragante. Se cristaliza fácilmente por lo que se endurece deprisa. Útil en la acidez, flatulencias, úlceras gástricas o duodenales. Propiedades antibacterianas. Posee propiedades sedantes en ansiedad e insomnio.



Miel de Tomillo: De tono rojizo y sabor agradable. Indicada para las afecciones respiratorias de tipo inflamatorio, tos convulsiva y asma. Reguladora de la tensión arterial. Muy indicada como tonificante ante la fatiga y la astenia.



Miel de Trébol: procedente de la flor de trébol De color amarillo suave. Es energizante. Mejora el metabolismo y la circulación sanguínea. Muy útil para cansancio o fatiga, personas mayores, épocas de exámenes, recuperación posoperatoria. Dado que la miel activa los procesos digestivos, se come en la mañana con el estómago vacío. Además, es un excelente agente profiláctico. Tiene propiedades antisépticas y antibacterianas.



Miel de Ulmo: Tiene un sabor a almendra amarga. Su cristalización hace que sea fresca en la boca. Dependiendo de su producción es clara o extra clara. Propiedades bactericidas, fungicida, antiviral y balsámica. Muy útil para afecciones de la piel, heridas y hongos.



Miel de Vara de Oro: Su color amarillo dorado u oscuro y su aroma excepcional hacen de este otro de los tipos de miel un indispensable en el hogar. Permite reducir el estrés y la ansiedad, entre otros trastornos nerviosos.



Miel de Zarzamora: La miel cruda de Zarzamora siempre va acompañada de fuentes de mielatos procedentes de árboles del bosque; brezos, castaños, encinas, robles, etc. Es una miel oscura, muy aromática posee un color ámbar oscuro con matices verdes oliva. Su aroma es dulce con notas afrutadas muy marcadas. Catarros e infecciones de garganta. Cicatrización de heridas.