

# **Ciencias Naturales**



# LAS ABEJAS: UN NUCLEO DE INTERES

ANTONIO BARTHE ARIAS

Profesor de la E.U. de Formación del Profesorado.

## Resumen

1. Las abejas.
  - 1.1. Características morfológicas.
2. Historia natural.
3. Las abejas obreras: fases y actividad.
4. Reproducción, determinación del sexo y parentesco.
5. Importancia social.
6. Las abejas y la polinización.
7. El pasto de las abejas.
8. Breve historia de la apicultura.
9. Los productos de las colmenas.
10. Patología de las abejas.

Notas.

Bibliografía.

## RESUMEN

Las abejas han constituido, constituyen y seguirán constituyendo un núcleo de interés en las Ciencias Naturales. El presente trabajo se inicia con un repaso a sus características morfológicas y a su historia natural.

La estructura organizativa de estos insectos es específica de la especie y tienen una base biológica: herencia genética. Sin embargo, en el caso de las sociedades humanas, además de la herencia biológica hay que mencionar la herencia cultural que permite transmitir de generación en generación conocimientos adquiridos por aprendizaje.

A lo largo de la evolución biológica también se establece una relación entre los insectos polinizadores, como las abejas, y las flores desarrolladas, coloreadas, olorosas, con abundante y atractivo néctar. Hay un mención especial sobre la flora espontánea y cultivada de interés apícola.

Por último, se hace una breve exposición referente la historia de la apicultura, sobre algunas enfermedades que pueden padecer las abejas y los principales productos que se obtienen de las colmenas.

## ABSTRAC

Bees have formed and will form a nucleus of interest in Natural Sciences. The present work starts with a review to their morphologic characteristics and their natural history.

The organizer structure of these social insects is specific of the specie and has a biological basis: the genetic heredity. Nevertheless, in the case of human society, we have to mention not only the biological heredity but the cultural one, the latter permits to transmit from generation to generation the knowledge obtained by the apprenticeship.

Along the biological evolution a relation among the pollinating insects, as bees, and well developed, colored, smelly flowers with copious and appealing nectar is established. There is a special mention about spontaneous and grown flora of apiculture interest.

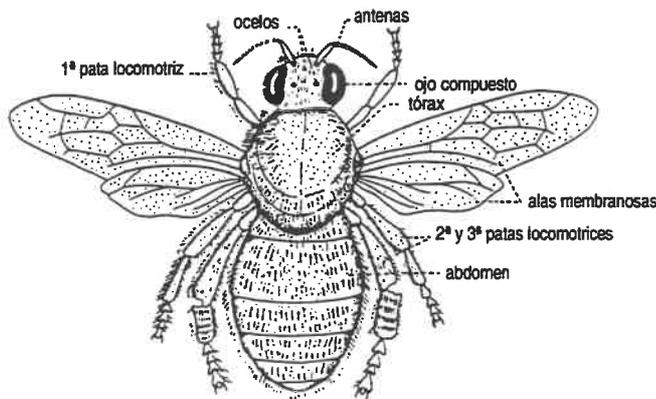
At the end, a brief exposure history of apiculture is done, as well about some illnesses the bees can suffer and the main products obtained from beehives.

\*\*\*\*\*

## LAS ABEJAS

Las abejas pertenecen al Orden de los Himenópteros, el cual es el más amplio, no sólo de los Insectos, sino seguramente del todo el Reino Animal. Existen huellas fósiles de este Orden desde la Era Secundaria, donde debieron ser poco abundantes, logrando una mayor difusión e importancia a partir de la Era Terciaria.

Dentro de este grupo existen insectos que en vez de vivir aislados lo hacen en sociedades organizadas. Son los **himenópteros superiores** o **aculeados** y pueden clasificarse en tres grupos: la avispa social, la hormiga y la abeja de la miel. En estas sociedades se da una división del trabajo y, en consecuencia, existen distintas clases de individuos encargados de diferentes tipos de trabajo. Hay, pues, **polimorfismo**.



La abeja (según Villeneuve & Désiré)

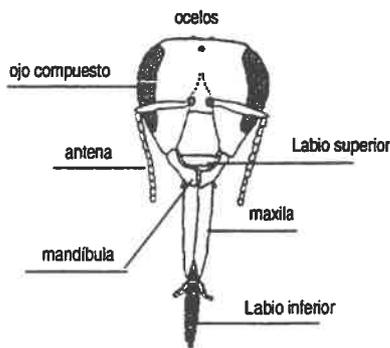
### Características morfológicas

En el cuerpo se distinguen tres regiones: cabeza, tórax y abdomen.

La **cabeza** presenta **dos ojos compuestos**, uno a cada lado, constituidos por un gran número de facetas; entre los ojos y en la parte superior de la cabeza se encuentran **tres ojos simples, u ocelos**, dispuestos en triángulo. Las **dos antenas** están formadas por una serie de artejos móviles, 12 en las hembras y 13 en los machos.

El **aparato bucal** está especialmente adaptado para lamer y chupar los jugos nutricios de las flores y lo forman las siguientes piezas bucales:

- Un **labio superior** muy pequeño.
- **Dos mandíbulas** cortas y resistentes de naturaleza quitinosa que sirven para amasar la cera y construir los panales.
- **Dos maxilas** alargadas, provistas de un pequeño palpo maxilar.
- Un **labio inferior** o **lengua acanalada** terminada en una pequeña espátula. Mide de 6-8 mm (en un cuerpo de unos 12 mm) gracias a lo cual puede alcanzar los nectarios en las flores alargadas. Dicha lengua está rodeada de dos largos palpos labiales.



Cabeza de la abeja



Extremidad de la lengua de una obrera

El **tórax**, al igual que en los demás insectos, está formado por tres segmentos: prototórax, mesotórax y metatórax. Cada uno de ellos lleva un par de patas y el segundo y el tercero un par de alas membranosas, respectivamente. Solamente el segundo anillo está muy desarrollado y es el único visible dorsalmente, mientras que los otros dos son de tamaño reducido y únicamente se aprecian por la parte ventral.

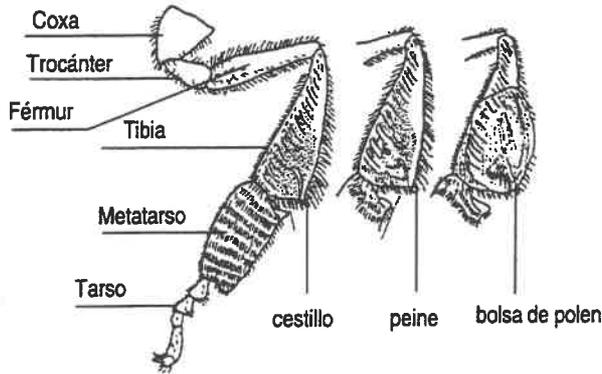
Las dos pares de **alas membranosas** son relativamente estrechas; las posteriores poseen menos nerviaciones que las anteriores. Con la lupa binocular pueden apreciarse una serie de ganchos quitinosos (*hámulos*) que unen las dos alas de manera que se mueven al mismo tiempo.



Perfil del hámulo

Las **patas**, en número de tres pares, son robustas y largas, y están adaptadas para recolectar y transportar polen, cepillar y limpiar su cuerpo, así como extraer cera de sus glándulas abdominales. Se distinguen las siguientes partes: coxa, trocánter, fémur, tibia, metatarso y tarso. En la porción terminal del tarso hay dos pequeñas uñas y una ventosa adhesiva que permite a la abeja desplazarse sobre superficies lisas.

En el último par de patas se puede observar (binocular) una pequeña depresión en la cara externa de la tibia, llamada **cesta** o **cestilla**, la cual está frecuentemente rellena con una bola de polen que es retenida por unos pelos quitinosos rígidos e incurvados que constituyen el **peine** o **rastrillo**. En la cara interna del primer artejo del tarso —*metatarso*— hay una serie de pequeños pelos rígidos que reciben el nombre de **cepillo**. El polen atrapado en los pelos del cuerpo es recogido por los cepillos de las patas anteriores. Con los largos pelos del peine de las patas posteriores recogen el polen de los cepillos de la cara opuesta. La abeja transporta su carga de polen en las cestas y la deposita en determinadas celdas quedando al cuidado de otras obreras.



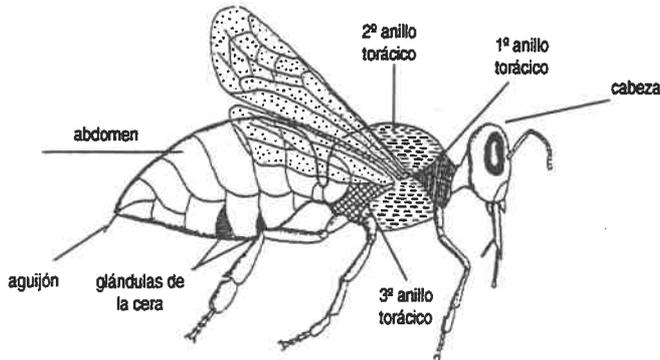
Cara interna de la pata posterior de una obrera

El **abdomen** está constituido por una serie de anillos fácilmente visibles. Su unión con el tórax es muy estrecha y delgada, por eso se dice que el abdomen es pedunculado (cintura). En su parte inferior se encuentran **cuatro glándulas formadoras de cera** que, convenientemente amasada con las mandíbulas, formará la parte estructural de los panales. Oculito en su extremo se encuentra el **aguijón** que comunica con unas glándulas venenosas. Con una lupa binocular se puede observar que está formado por una cánula y dos estiletes con dientecillos vueltos hacia atrás, por lo cual al retirarlo después de la picadura es fácil que ocasione desgarros y mutilaciones, produciéndose la muerte de la abeja<sup>1</sup>.

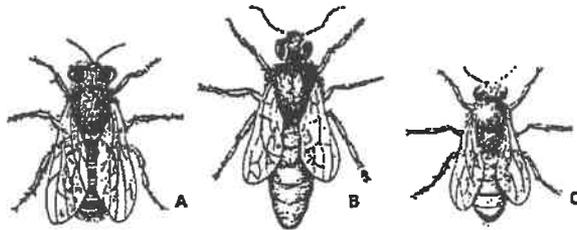


Ejemplo de velo protector

Los machos o zánganos son más grandes y vellosos y no tienen glándulas de cera ni aguijón. La reina es tan grande como un zángano, con las alas más cortas y el abdomen más largo, provisto de un aguijón que utiliza casi exclusivamente para matar a sus rivales y sólo en casos extremos para defenderse. En caso de picadura, el aguijón de la reina se retira fácilmente de la piel por no tener ganchos encorvados que produzcan desgarramiento.



Esquema lateral de la abeja (según Villaneuve & Désiré)



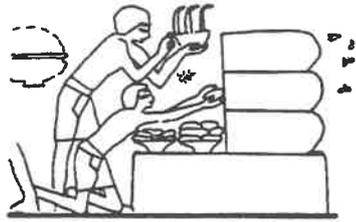
Los tres tipos de abejas: A) Macho; B) Reina y C) Obrera

## 2. HISTORIA NATURAL

Las abejas pertenecen al género *Apis*, de las que hay cuatro especies, siendo únicamente dos de ellas, la *Apis mellifica* <sup>2</sup> y la *Apis cerana*, las auténticas abejas melíferas. La primera es la abeja de Europa y que ha sido llevada por el hombre a otras partes del mundo con particular éxito en América y Australia, y la segunda, distinta y físicamente inferior, es la abeja oriental y tiene su hábitat natural en el suroeste de Asia, China y Japón.

Para muchos biólogos y apicultores las abejas melíferas son animales domesticados por el hombre, hecho que debió ocurrir en el valle del Nilo, Egipto, hacia el año 3.000 a.C. Sin embargo, otros investigadores piensan que las abejas son insectos salvajes que pueden,

sobrevivir independientes del hombre y que, en realidad, el único insecto que ha sido domesticado (Hsi-yin-t'sun, China, 3.500 a.C.) es el gusano de seda, *Bombyx mori*, que precisa los cuidados y atenciones del hombre para sobrevivir.



La apicultura entre los antiguos egipcios (según Moritz)

Sea como fuere, domesticadas o no, las abejas pueden ser inducidas a anidar en recipientes móviles llamados “colmenas”, diseñadas para almacenar grandes cantidades de miel aprovechable, ser sometidas a la trashumancia, cobijarse en troncos huecos, tubos, grietas rocosas... y sobrevivir perfectamente —bosque, campos y jardines— si son dejadas en libertad.

La colmena de abejas está encabezada por una sola reina y, por término medio, consta de unas 15.000 obreras en invierno y unas 40.000 en verano y sólo unos centenares de machos o zánganos.

La vida de la colmena guarda una relación directa con el ritmo estacional, de manera que después del invierno aumenta el número de obreras que forman la comunidad. Esta numerosa población de verano va sufrir un considerable desgaste por desarrollar una gran actividad —debido a la floración primaveral y estival tiene abundante néctar y polen para recolectar<sup>3</sup>— y su vida viene a ser de unas seis semanas. Al finalizar el verano, esta población es reemplazada por otra que ha recibido los alimentos que esta estación ofrece y, por consiguiente, se encuentra bien nutrida y preparada para soportar inclemencias del invierno e iniciar las tareas en primavera. A veces, es necesario hacer un aporte de alimentos desde mediados de agosto para asegurarse una buena “cosecha” de abejas de cara a la invernada.

El ciclo biológico de las abejas está bien adaptado a las fluctuaciones climáticas propias de las regiones templadas, pero no ocurre así en las áreas intertropicales, donde la temperatura y duración del día no coinciden necesariamente con la abundancia de pasto apícola. Las poblaciones de abejas europeas no se adaptan bien a estas condiciones climáticas y, para resolver este problema, se introdujeron en Brasil algunos ejemplares de abejas procedentes de África (*Apis mellifica scutellata*). Accidentalmente, algunos ejemplares se escaparon y de hibridizaron con las europeas, resultando las “abejas africanizadas”, que son muy agresivas y forman enjambres migratorios, lo cual favorece su rápida dispersión, habiendo llegado en apenas 35 años desde Sao Paulo hasta el norte de México y sur de Estados Unidos.

Estas abejas híbridas se excitan fácilmente y, cuando un animal o ser humano se acerca a unos metros de sus colmenas, pueden lanzar un ataque en masa para agujonearlo o perseguirlo durante horas. Este comportamiento, unido al hecho de que hayan ocasionado algunas víctimas humanas, ha sido la causa de que se las denominara, un tanto sensaciona-

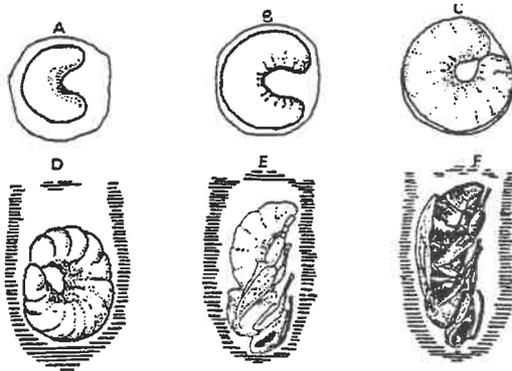
listamente, “abejas asesinas”. A modo de buena noticia diremos que estas abejas africanizadas al seguir hibridizándose con las abejas europeas van perdiendo parte de sus rasgos no deseables, amortiguándose su comportamiento agresivo.

El biólogo austríaco Karl von Frisch ha estudiado extensamente el comportamiento de las abejas, el fenómeno de su orientación solar y el lenguaje que utilizan para señalar una fuente de alimento e indicar la distancia respecto a la colmena. Este tema es muy interesante pero por razones de espacio no podemos incluirlo aquí.

### 3. LAS ABEJAS OBRERAS: FASES Y ACTIVIDAD

Pero volvamos a las abejas europeas, que son el resultado de una dilatada selección natural, y veamos otras de sus características. Las abejas obreras son insectos estériles (el aparato genital femenino está atrofiado) y en su desarrollo pasa por distintas fases y a lo largo de su vida, que dura de 6-7 semanas, desempeña en la colmena una serie de funciones que se suceden según la edad.

El huevo fecundado aparece fijado en la base de la celdilla abierta del panal y el embrión se desarrolla dentro de él durante 3 días. Después, la larva abandona el huevo y durante los 5 días siguientes es alimentada por las abejas “nodrizas” en la celdilla abierta. Posteriormente, la larva es encerrada en su celdilla —**celdilla operculada**— por abejas nodrizas y entonces hila un capullo. En su interior la larva experimenta una serie de mudas y transformaciones: propupa, pupa y abeja adulta. Esta última emerge de su celdilla unos 21 días después de la puesta de los huevos. El tiempo de esta fase es de 16 días para la hembra reproductora, reina; 21 días para la hembra estéril, obrera, y más largo para el macho o zángano, 24 días.



A) Larva de 1 día. B) Larva de 2 días. C) Larva de 3 días. D) Prepupa. E) Pupa. F) Reina poco antes de eclosionar. (Según Moritz).

Desde su salida del alvéolo hasta el décimo día realiza las funciones de **limpiadoras** de celdillas, de **ventiladoras** de las colmenas: renuevan el aire gracias al movimiento de sus alas, y después son auténticas **nodrizas**, pues aportan calor y alimentos a las larvas hasta la “ninfosis”, período durante el cual se cierra el alvéolo con una delgada película de cera, el opérculo. Esta fase se denomina de **cría operculada**, en oposición a la anterior de **cría**

**abierta.** En las celdas abiertas las larvas de obreras o de machos reciben alimentos de miel y polen. Dichas larvas son incapaces de digerir el polen, pero gracias a una sustancia, jalea real, en cuya elaboración intervienen un par de glándulas de la obrera nodriza, sí pueden hacerlo. Todas las larvas reciben jalea real durante los tres primeros días de su existencia, después únicamente la reciben las larvas reales, que, precisamente, gracias a esta alimentación desarrollan los órganos genitales femeninos.

Durante los diez días siguientes (del 11 al 20 día), la obrera es **almacenadora**: deposita en varios alvéolos el néctar y la miel suministrada por las recolectoras; **productora de cera**: la cera es segregada por cuatro pares de glándulas abdominales y una vez que es amasada por las mandíbulas sirve para construir y “estirar” los panales de la colmena; y **guardiana**, pues asume la responsabilidad de defender la entrada e impedir la penetración de otros insectos ávidos de miel. Para ello, la abeja dispone de un aguijón situado en el extremo de su abdomen y conectado a tres glándulas venenosas. Este aguijón es barbado, es decir, tiene puntas o dientes como un arpón, de manera que cuando se clava es muy difícil retirarlo<sup>4</sup>. Después de picar la abeja emprende el vuelo, pero se desgarrar, dejando junto al aguijón las glándulas venenosas y parte del abdomen. Por esta causa muere<sup>5</sup>.

Una vez realizados estos trabajos, llamémosles domésticos, a partir del vigésimo primer día (21 día), comienza su actividad como **recolectora** o **pecoreadora**, que es el trabajo más arriesgado y duro, puesto que se desarrolla en el exterior de la colmena y en él la abeja vuela incansablemente de flor en flor recogiendo polen y néctar. Las obreras actúan como pecoreadoras hasta el final de su vida.

El **polen** es recogido y transportado en forma de pequeña bola amarilla en una diminuta depresión o cesta que poseen las obreras en la cara externa de la tibia de su tercer par de patas. El polen es muy importante, pues proporciona la fracción proteica y lipídica del alimento que es necesario para las larvas sin opercular.

El **néctar** es una secreción azucarada que exudan ciertos órganos vegetales, los nectarios, presentes en determinadas flores. El contenido de azúcares —glucosa, fructosa y sacarosa— en el néctar puede variar entre el 4 y el 70% y, por lo general, se estima que con una concentración del 30% las abejas necesitan 27 Kg de néctar para hacer 10 Kg de miel.

La miel, ese valioso y purísimo alimento, es producido con el néctar que la recolectora ha extraído de las flores que visita a lo largo de sus laboriosas jornadas compuestas de millares de vuelos.

*Si come schiera d'api, che infiora  
una fiata, ed una si retorna  
là dove suo lavoro d' insapora...*

(La Divina Comedia, Par. XXXI, 7)

*“Como enjambre de abejas que se enflora  
una vez, y otra vez allá retorna  
a donde su trabajo se ensabora”.*

El néctar es acumulado en el buche donde se transforma en miel, la cual, posteriormente, es regurgitada y depositada en las celdillas del panal, sirviendo de alimento tanto a los adultos como a sus larvas. Su fragancia característica depende de la especie vegetal predominante, del estado de las flores de las que ha succionado el néctar y del fermento especial contenido en la saliva de la abeja.

A veces, las abejas rinden un duro tributo a los insecticidas. Por ejemplo, los insecticidas fosforados suponen un serio problema que se agrava por su marcada persistencia; las abejas que acuden a flores por ellos contaminadas, acumulan polen envenenado, dando lugar a intensas pérdidas entre las crías de la colmena que pueden confundirse con los efectos de enfermedades infecciosas. La aplicación de estos productos fitosanitarios, en principio, está prohibida para las plantas en flor y, desde luego, ante posibles irregularidades en el uso de los mismos el apicultor tiene derecho a una protección.

La abeja obrera alcanza con su etapa recolectora o pecoreadora su más alto nivel laboral, pues esta fase representa la plenitud de sus facultades físicas. Desde la puesta del huevo por la reina hasta que la obrera es recolectora han pasado 41 días, 21 de los cuales corresponden a las transformaciones que tiene lugar en el interior de la celdilla, y los otros 20 días restantes son necesarios para que, desde su salida del alvéolo, adquiera el desarrollo necesario para pecorear.

Ahora bien, si es una determinada floración incipiente la que desencadena la puesta de la reina (oviposición), las obreras que nacen al amparo de la misma apenas si llegarán a utilizarla como fuente alimenticia, pues cuando se han transformado en efectivos recolectores la floración empieza a decaer. Este hecho hay que tenerlo muy en cuenta a la hora de instalar la colmena, para evitar que el pasto apícola dependa de una floración única.

Si la floración falla o no se desarrolla lo suficiente hay que remediar esta necesidad alimenticia ayudando desde el punto de vista nutritivo a la colmena. Para ello se recurre a una alimentación a base de hidratos de carbono, bien en forma de "tortas" o de "jarabes". Se colocan cerca de las colmenas necesitadas y su consumo asegura el mantenimiento y crecimiento de la colonia, a pesar de no disponer del néctar propio de las flores.

Atendiendo a la actividad de las abejas hay que considerar como factores decisivos en la instalación de la colmena: los climáticos y los botánicos. Por eso, es preciso conocer con anticipación las condiciones climáticas de nuestras zonas, y la variabilidad de flora y su valoración apícola.

#### **4. REPRODUCCION, DETERMINACION DEL SEXO Y PARENTESCO**

---

A los cinco días de la eclosión, la joven reina virgen abandona la colmena en su "vuelo nupcial". En el transcurso del mismo la abeja reina es fertilizada, por lo general, por varios machos —no necesariamente de la misma colonia— garantizándose así la variedad genética de la colonia. Este comportamiento es importante dado que el apareamiento consanguíneo resultaría perjudicial. No hay apareamientos posteriores. De vuelta a la colmena, mata a sus concurrentes eventuales.

La única razón de existir de los zánganos<sup>6</sup> es la fecundación de la reina. El apareamiento tiene lugar en pleno vuelo y solamente dura unos segundos, durante los cuales el macho deposita su semen en el receptáculo seminal. A continuación se separa, dejando en la reina parte del órgano copulador, cae al suelo y muere. En la espermateca los espermatozoides pueden conservarse vivos y fértiles, bajo la influencia de las secreciones de las glándulas accesorias, durante su vida entera de "ponedora", unos 3 años o más. Cuando da síntomas de agotamiento es sustituida por otra más joven.



Reina desovando en el fondo de la celdilla (según Karl von Frisch)

Después, la reina se dedica a poner huevos<sup>7</sup>, uno por celdilla del panal, escogiendo los alvéolos del centro: “nido de cría”; los alvéolos externos servirán para almacenar polen y miel.

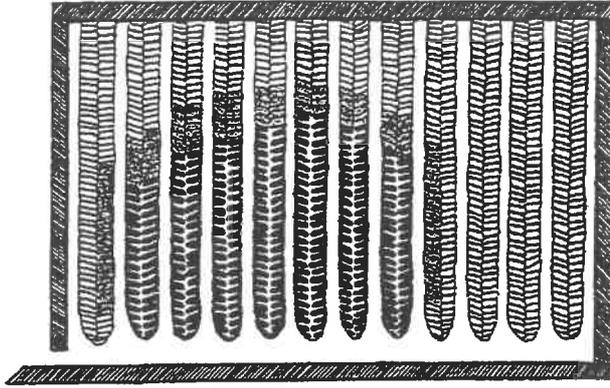
Los huevos salen por el oviducto que está conectado con el receptáculo seminal. Cuando el huevo pasa por la salida del canal de la espermateca pueden salir espermatozoides con lo que el huevo queda fecundado. De un huevo fecundado nacerá una hembra —reina u obrera—; en caso contrario<sup>8</sup>, un macho o zángano. Las celdas destinadas a las reinas son mucho más amplias y se denominan “realeras”.



Esquema de la fecundación

Con la continua puesta de huevos por la reina la colonia aumenta constantemente y llega un momento en que es insuficiente para tantos habitantes. Por ello, cuando nace —o va a nacer— una nueva reina parte de ellos emigran, pues en una misma colmena no pueden coexistir dos reinas. La que emigra es la reina vieja, acompañada de unas diez mil o quince mil obreras, formando el conjunto un **enjambre**. Al parecer la iniciativa corresponde a las obreras que van a abandonar la colmena. Después de una serie de preparativos como llenar de miel sus estómagos, se reúnen en la piquera y acompañadas de algunos machos y de la vieja reina se alejan formando una pequeña nube de abejas. Ahora es la reina la que guía al grupo que, tras un vuelo más o menos largo, suele fijarse en la rama de un árbol, y alrededor de ella se amontonan en un denso racimo todas las demás. Este momento debe ser aprovechado por el apicultor para introducir el enjambre en una colmena vacía preparada a tal efecto, pues de lo contrario puede marcharse o instalarse en un árbol hueco. Además, si las condiciones climáticas son adversas es fácil que el enjambre no sobreviva.

Las hembras, como se desarrollan a partir de huevos fecundados, tienen, pues, dos juegos de cromosomas: el del padre y uno de los de la madre. Los machos, en cambio, como se forman a partir de huevos no fecundados, poseen, por tanto, un único juego de cromosomas que procede de la madre. Las hembras son diploides ( $2n$ ) y los machos haploides ( $n$ ).



Sección longitudinal de la colmena con la disposición del nido de cría. En negro las celdillas que contiene cría, en punteado las que contienen polen y las blancas almacenan miel. En la parte inferior está la entrada o piquera (según Karl von Frisch).

Obsérvese que estos grupos sociales no son más que familias muy numerosas formadas generalmente por una hembra fértil longeva y su descendencia. Prácticamente, cada familia es una unidad independiente y en ella, entre todos los individuos del mismo sexo, existe un alto grado de identidad genética ya que se trata de hermanos clónicos, procreados por una misma madre-reina.

Pero vamos a detenernos un momento en este proceso. El ser una hembra o un macho está determinado por la genética, en este caso, por el hecho de que el huevo que deposita la reina sea o no fecundado. Pero entre las hembras, el ser una obrera estéril y no reproductora es función del medio y no de los genes, es decir, la causa está en el tipo de alimento que ingiere en su fase larvaria. Las larvas que reciben una alimentación especial, a base de jalea real, se transformarán en hembras fecundas o reinas, y las que no ingieren este alimento especial serán sus hermanas estériles (obreras).

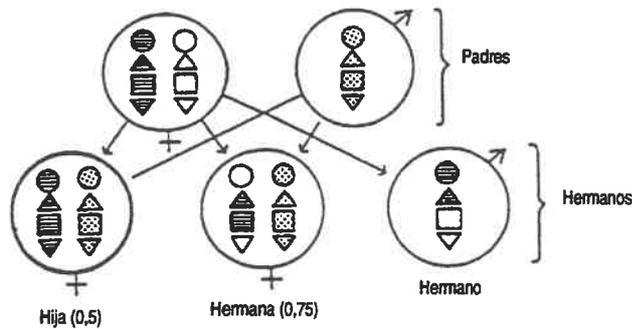
Aquí tenemos ocasión de percatarnos de que hay unas características que son genéticas y otras no-genéticas, es decir, que unos caracteres están genéticamente causados y otros ambientalmente determinados. A la primera clase pertenece el hecho de ser macho o hembra, y a la segunda el ser fértil o estéril entre los individuos del sexo femenino.

Además, otro hecho que llama nuestra atención es que entre las hermanas que proceden de la descendencia de una reina, fecundada por un sólo macho, hay mayor parentesco que entre la madre-reina y sus hijas.

Digamos en primer lugar que, por lo general, los cromosomas y sus genes se transmiten de los padres a la prole, de manera que la mitad de los genes (y de los cromosomas) de un individuo procede del padre y la otra mitad de la madre. Entre cada progenitor y sus hijos hay siempre un grado de parentesco —coeficiente de parentesco (proporción media de genes comunes)— de 0,5. El mismo grado de parentesco existe también en los hermanos ya que la mitad de los genes de uno se encuentra también en su hermano u hermana.

En el caso de las abejas, si las hembras tienen el mismo padre esto les proporciona un nivel de parentesco de 0,5 (50%), pues el padre, al tener sólo un juego de cromosomas (haploide), dará a cada hija exactamente los mismos genes. Además, la otra mitad de los

genes procede de la madre diploide y, por la primera ley de Mendel, dos hijas cualesquiera tendrán en común la mitad de esos genes (0,25) maternalmente donados. De esta forma, las hembras de una pareja de abejas tendrán un grado de parentesco de 0,75 ( $0,5 + 0,25 = 0,75$ ), es decir, comparten el 75% por 100 de sus genes. Por otro lado, madre e hijas compartirán sólo el 50 por 100 de sus genes (el otro 50 por 100 de los genes de las hijas viene del padre).



Proporción media de genes comunes en la herencia de las abejas

Como se ve en estos insectos, el coeficiente de parentesco entre hermanas es de 0,75 y, por tanto, mayor que el que se establece entre la madre y sus hijas, que, al igual que en otros animales de reproducción sexual, es de 0,5. En este estrecho parentesco de las hembras obreras se basan algunos biólogos para hablar de la conducta "altruista" de las obreras estériles, conducta con que se favorece el bienestar de su madre (la reina) y de sus hermanas (las obreras) a costa del suyo propio. Las hembras favorecen más sus propios factores hereditarios mediante el cuidado de sus hermanas que mediante, en el caso de ser fértiles, la cría de descendientes propios. Para ello, permanecen juntas en la colmena diferentes generaciones de hermanas de los mismos padres, lo cual está garantizado por su fuerte tendencia congénita a la vida social. No obstante, es crucial para este razonamiento que las reinas tengan un sólo compañero, pero como por lo general tienen más de uno, el estrecho parentesco de las hermanas obreras se desvanece.

## 5. IMPORTANCIA DE LO SOCIAL

Los insectos como las abejas, hormigas y avispas (*himenópteros*) y las termitas (*isópteros*) constituyen uno de los ejemplos más antiguos conocidos de sociedades animales y, en virtud de las formas de organización social que presentan, entran en la categoría de sociedades superiores de insectos.

Estos heminópteros —abejas, hormigas y avispas— presentan formas de organización social muy sofisticadas, con una clara división del trabajo que se traduce en la existencia de distintos tipos muy diferenciados entre sí: machos, hembras estériles y hembra fértil (la reina). Una característica "altruista" a señalar es la consagración total de las castas estériles a los otros miembros, asegurándose con este comportamiento la reproducción y la supervi-

vencia de la comunidad. Efectivamente, las hembras estériles emplean su tiempo y trabajo exclusivamente en tareas tales como la cría de las larvas, la recolección de alimentos y agua, la construcción y mantenimiento de la colmena, así como la defensa contra los enemigos. De las obreras depende, pues, el bienestar y la “economía” del grupo o sociedad.

Desde luego la palabra “sociedad” o “social” aquí es usada en un sentido amplio, pero en ella conviene detenerse, pues así como, por ejemplo, la abeja no puede ser entendida ni explicada independientemente de la sociedad que forma, el hombre tampoco. Precisamente, lo social ha sido realmente tan decisivo para lo humano que el binomio hombre-sociedad es una ecuación conceptualmente inseparable.

Esta analogía nos permite aplicar con utilidad y provecho el método comparativo entre las sociedades humanas y las sociedades de insectos, pero dado el carácter de este trabajo sólo expondremos un breve bosquejo.

En las sociedades de insectos (sobre todo los himenópteros) hay una diferenciación de roles sociales determinados por la misma diferenciación biológica de los individuos. El comportamiento social, a diferencia del humano, es automático, mecánico y rígido, actuando todos los individuos con gran precisión como si el conjunto —la sociedad— fuera un gran “organismo” vivo.

Estos insectos reciben en su información genética —*herencia biológica*— todas las instrucciones necesarias para su comportamiento social, que viene a ser, pues, un producto de su evolución biológica. Con la teoría de la evolución se trata de explicar no sólo los rasgos morfológicos de los organismos, sino también el comportamiento de dichos organismos. A este respecto hay que añadir que, generalmente, la evolución se asocia con el registro de los fósiles y con los cambios observados en las características físicas de los mismos, pero ahora nos encontramos con algo que no se fosiliza: el comportamiento. Un comportamiento social que viene determinado por la herencia biológica y que, al parecer, según el modelo darwiniano de selección natural, otorga un valor primario o exclusivo para el grupo (sociedad) y no para el individuo y, además, esta condición social ha supuesto un indudable papel adaptador aumentando las posibilidades de sobrevivencia y multiplicación.

En el caso del hombre y de los primates más desarrollados encontramos otro ejemplo de cómo lo social ha sido el mecanismo que ha permitido adaptarse al medio y sobrevivir. Para comprender lo importante de este hecho, pensemos por un momento que desde la aparición de la vida sobre la Tierra, hace unos 3.000 millones de años, existieron millones de especies y, aproximadamente, sólo un 1% de las mismas han logrado sobrevivir.

Especies como la humana han podido desarrollarse a partir de su condición social, de manera que a la *herencia biológica* codificada en sus genes y archivada químicamente en el ADN y transmitida de generación en generación por mecanismos puramente genéticos, hay que añadir la *herencia cultural*, desarrollada en el ámbito de lo social, acumulada en las neuronas cerebrales y transmitida de generación en generación mediante el descubrimiento y el aprendizaje. En definitiva, además de la información genética, es decir, de los genes que han sido seleccionados por su valor adaptativo, hay que hacer un decisivo reconocimiento a la información memorizada en el cerebro, fruto del aprendizaje de lo social. Estos no son sólo requisitos para la supervivencia, sino también elementos indispensables en la propia información de la especie. Pero, atención, se trata de concebir estos ámbitos —lo biológico y lo social— no como mundos separados, sino en conjunto, pues es así, de forma global, como se produce la gran capacidad adaptativa que permitió el desarrollo humano.

En la herencia biológica la unidad elemental es el individuo y el proceso evolutivo se desarrolla de forma darwinista. En la herencia cultural la unidad elemental es el grupo

social o sociedad y se desarrolla de forma lamarkiana, ya que los elementos adquiridos por aprendizaje y socialización se transmiten de una generación a otra. Además, en el caso del hombre, el desarrollo cultural puede producirse mucho más deprisa que el biológico, de manera que puede decirse que la cultura eclipsa a la herencia genética como fuente de cambios adaptativos. Pensemos por un momento que la herencia cultural no está —como la biológica— sujeta directamente al relevo de las generaciones y, además, gracias a la singular capacidad humana para el lenguaje y la escritura, dispone de medios muy efectivos para almacenar y transmitir gran cantidad de información que está, no en los genes, sino en el cerebro.

## 6. LAS ABEJAS Y LA POLINIZACION

Las plantas superiores más evolucionadas, tiene unos órganos de reproducción muy diferenciados, las flores. Estas se forman cuando la planta ha alcanzado su madurez y, en realidad, están constituidas por un conjunto de hojas modificadas preparadas especialmente para la función reproductora.

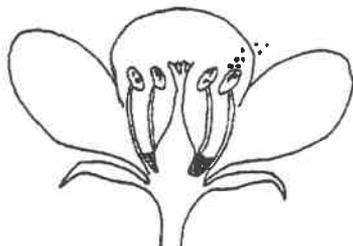
Una flor tipo se compone de cuatro clases de órganos: cáliz, corola, androceo y gineceo, unidos por una base común o ensanchamiento que se conoce con el nombre de receptáculo floral y es la prolongación del pedúnculo.

El cáliz, la parte más exterior de la flor, está formado por unas hojitas verdes o sépalos, que sirven de envoltura cuando está sin desarrollar y constituye todavía un capullo.

La corola está formada por los pétalos, hojas vivamente coloreadas y muy perfumadas que constituyen la flor propiamente dicha. Sépalos y pétalos forman el “periantio” (capa o abrigo) destinado a proteger los órganos sexuales de las plantas.

El androceo es el conjunto de órganos masculinos de la planta y se compone de estambres. El estambre está formado por un filamento que es una zona larga y delgada que sirve de simple pedúnculo a la antenas, que son las que contienen los sacos polínicos, donde se encierran los granos de polen.

El gineceo es el órgano femenino de la planta y se compone de carpelos o pistilos. Un carpelo consta de una parte basal amplia, el ovario, en cuyo interior se encuentran los óvulos; un tubito o cuello más delgado, el estilo, y finalmente una abertura más ancha que se conoce como estigma.



Esquema de la flor. Al fondo se señala el néctar y en la parte superior las anteras de los estambres desprenden granos de polen, que quedará adherido al cuerpo de la abeja.

El estigma presenta una superficie rugosa donde se encuentra un líquido viscoso y azucarado que favorece la adherencia del grano de polen y su germinación, es decir, la emisión de un tubo polínico que va a atravesar el estilo, llegar al ovario y permitir que el gameto masculino fecunde al gameto femenino. A partir de la fecundación, del óvulo experimenta un desarrollo celular y se transformará en semilla, en cuyo interior se encuentra el embrión; el ovario a su vez se modifica hasta convertirse en fruto.

Estos cuatro tipos de órganos no se encuentran en todas las plantas. Los órganos principales para la reproducción son los estambres y los carpelos y cuando las flores los tienen se denominan hermafroditas y completas. Como ejemplo podemos citar las flores de las Labiadas, Leguminosas, Crucíferas, Rosáceas, etc. Ahora bien, si las flores sólo tienen un único representante sexual, masculino o femenino, se dice que son unisexuales. Si una misma planta contiene las flores unisexuales de ambos sexos, se dice que es monoica. Por ejemplo el maíz que tiene las flores masculinas en la cima o penacho, y la parte femenina es la mazorca. Si las plantas femeninas se encuentran en distinto pie se llaman dioicas.

El cáliz y la corola no están directamente en conexión con los procesos reproductores: son sólo partes accesorias. Los sépalos envuelven y protegen a la yema floral cuando aún está cerrada y los pétalos no sólo protegen a los estambres y pistilos, sino que además por su forma, color y olor atraen a los insectos asegurándose así la polinización.

La polinización consiste en el transporte del grano de polen desde la antera del estambre hasta el estigma del carpelo. Sabemos que existen flores hermafroditas y flores unisexuales. Las primeras contienen los órganos masculinos y los órganos femeninos, pero no todas tienen la facultad de fecundarse a sí mismas (autofecundarse), pues a veces maduran en distinta época los estambres y los pistilos o están físicamente situados de tal manera que el desprendimiento del polen no cae sobre el estigma, e incluso, muestran incompatibilidad de tipo genético. Un ejemplo de autoesterilidad muy regular es la que encontramos en nuestros árboles frutales como los perales, los manzanos, los cerezos, etc., en los cuales, aunque sea posible la autofecundación, el polen del pie vecino, aun en menor cantidad, demuestra ser mucho más eficaz. En el caso de las unisexuales es evidente que el polen ha de ser transportado de una a otra flor.

A lo largo del proceso evolutivo la naturaleza ha dado a las plantas dos importantes medios de transporte para sus granos de polen: el aire y los insectos; y las flores, que se han desarrollado vinculadas a estos vehículos, indispensables para la polinización, han adquirido unas determinadas características.

Las flores polinizadas por el viento (*anemófilas*) carecen de cáliz y de corola, o bien aparecen muy reducidos y desprovistos de color llamativo, de perfume y de néctar. Poseen un polen seco, pequeño, ligero y muy abundante, para facilitar una polinización en la que se perderán —por azar— la gran mayoría de los granos. Para hacerse una idea baste decir que un tallo de maíz produce aproximadamente 50 millones de granos de polen, que serán desperdigados por el viento y de los cuales solamente algunos centenares alcanzarán un estigma.

Las flores polinizadas por los insectos (*entomófilas*) tienen un aspecto diferente. Con la aparición de los insectos sobre la Tierra y en el curso de su larga evolución, surge una relación ecológica beneficiosa para ambas partes. Esta relación consiste en que las plantas ofrecen a los insectos polinizadores néctar y polen para su alimentación, y a cambio de ello se aseguran su polinización. Estas flores que van a ser polinizadas por los insectos desarrollan una serie de rasgos comunes para ello: periantio bien desarrollado, pétalos coloreados y vis-

tosos que despiden esencias de olor agradable y polen pegajoso que se adhiere con facilidad al cuerpo del insecto que acude a alimentarse de los nectarios?

Algunos insectos, por su parte, en el curso de su evolución fueron adquiriendo los elementos necesarios para alimentarse de las flores y transportar, voluntaria o involuntariamente, los granos de polen, produciendo la polinización cruzada entomógama.

Se han descrito coleópteros fósiles que, desde tiempos tan remotos como el Pérmico, debieron polinizar las flores de las magnoliáceas. Otros insectos polinizadores aparecieron posteriormente, a lo largo de la era Secundaria, y así tenemos los órdenes de heminópteros, dípteros y lepidópteros, con una gran variedad de formas y de costumbres y cuya expansión, en líneas generales, debió correr paralela a la que experimentaron las plantas con flores. Efectivamente, la sorprendente diversificación de las angiospermas a finales del Secundario coincide con la aparición de los insectos modernos, muchos de los cuales son polinizadores de flores.

Los himenópteros representan un orden altamente evolucionado y, a diferencia de otros grupos, cuidan a sus desvalidas larvas asegurándolas el alimento, además, algunos de ellos como las abejas, avispas y hormigas, han desarrollado una compleja organización social que favorece la supervivencia del grupo.

En el caso que nos ocupa, las abejas melíferas, proporcionan a las larvas polen y miel y viven, a diferencia de las abejas solitarias, en sociedad.

Las abejas a lo largo del período Cretácico fueron evolucionando hasta adquirir los elementos necesarios para lograr la polinización: un aparato bucal con trompa o probóscide adaptado para lamer y chupar los jugos nutricios de las flores; pelos en el cuerpo, especialmente en las patas traseras, que permiten el transporte del polen; buches desarrollados para acumular el néctar y un sistema de comunicación para poder informar de la situación de las flores a los demás miembros de la comunidad.

No hay que olvidar que en la polinización de las plantas entomófilas intervienen muchos insectos, aunque se estima que las abejas pecorean tantas plantas (pueden hacer hasta 20 viajes al día) que proporcionan el 80% de la polinización cruzada. Desde luego, es tal la aportación de las abejas en la reproducción vegetal que sin ellas no se entendería el desarrollo que ha tenido la cubierta vegetal entomófila (brezos, tojos, tomillos, ..).

Indudablemente, el comportamiento de los insectos polinizadores ha debido ejercer una selección natural decisiva, y el establecimiento de esta mutua relación entre flor y su agente polinizador ha supuesto una influencia notable en los caracteres que han adquirido, a lo largo de su historia evolutiva, planta e insecto visitante. Por otra parte, el sistema de polinización determina el modo de cruzarse entre sí los diferentes miembros de una población de plantas, siendo éste uno de los factores que regulan el grado de recombinación genética de las mismas. Desde el punto de vista evolucionista el sistema de recombinación es de gran importancia, pues regula la variabilidad en una población. Algunos sistemas de recombinación son restringidos, como en las plantas donde se da total o parcialmente la autofecundación; otros sistemas son relativamente abiertos, habiéndose desarrollado mecanismos diferentes para favorecer la fecundación cruzada, desde la autoincompatibilidad hasta la separación de sexos (dioecia), formándose así un elevado y variado número de genotipos.

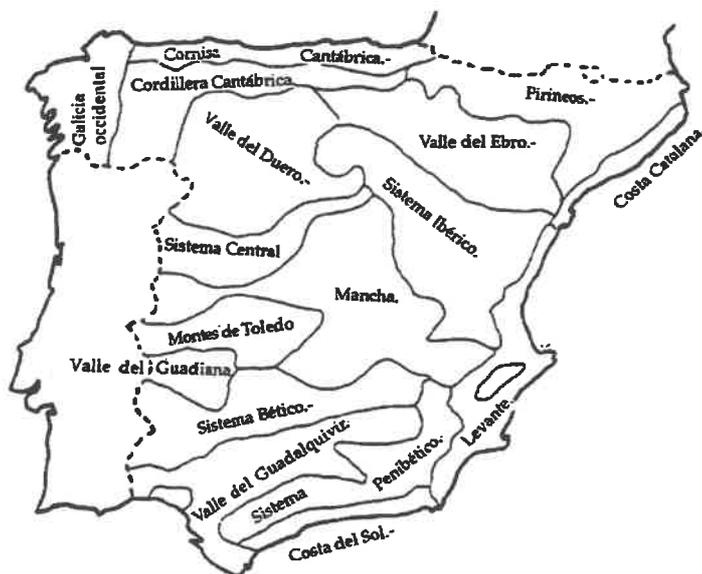
Con la polinización cruzada las plantas obtienen una descendencia que es genéticamente mucho más variable que la obtenida por autogamia y, por tanto, con mayores posibilidades para adaptarse a los cambios ambientales y ocupar nuevas posiciones ecológicas.



Polinización de la abeja

## 7. EL PASTO DE LAS ABEJAS

España es un país que presenta formidables condiciones para la apicultura porque dispone de una abundante variedad de especies vegetales y un escalonamiento de la floración, gracias al cual durante gran parte del año existen plantas en flor.



Regiones melíferas de España

Las abejas son vegetarianas y como insecto polinizador ya hemos visto que son muy útiles para la hortofruticultura. Algunas especies como el manzano, el peral o el melocotonero tiene escasa capacidad para autofecundarse, de ahí la importancia que tiene un insecto de estas características en su polinización (*polinización cruzada entomófila*) y, por consiguiente, en la producción comercial de fruta (fruticultura).

La hembra obrera en su fase recolectora extrae de las flores **polen** y **néctar** que aportan, respectivamente, proteínas e hidratos de carbono de origen vegetal, los cuales constituyen los "alimentos básicos" para la colonia de abejas.

El polen va a ser transportado, principalmente, en unos receptáculos especiales que tiene en las patas traseras (cestas) y el néctar es almacenado en el buche, donde se condensa a base de perder el agua sobrante y es transformado en miel. Esta presenta una alta concentración de azúcares, aproximadamente un 80% y es ligeramente ácida, es decir, tiene un pH alto, por lo que este líquido siruposo y espeso se convierte en un medio bactericida que dificulta el desarrollo de levaduras o bacterias. Por eso se conserva perfectamente en los panales una vez que han sido operculados.

En ocasiones, las plantas tienen un gran número de pulgones. Se trata de un grupo de insectos áfidos que mediante la porción tubular de su boca (estilete) aspiran de manera selectiva la solución azucarada diluida en los tejidos del floema<sup>10</sup>. Toman una importante cantidad de sustancias azucaradas y excretan una sustancia pegajosa, denominada **ligamaza**, que puede verse a simple vista formando gotas sobre las hojas y las acículas. Debido a su elevado contenido en azúcar, las abejas saben aprovechar la ligamaza para la elaboración de la miel. En este caso la materia prima no es un producto directo de la planta, como sería el néctar, sino una sustancia formada por esas excreciones concentradas.



Insecto áfido succionando la solución azucarada diluida de los tejidos del floema.

Además de la flora de interés apícola, las abejas extraen los **mielatos** y los **zumos** para la alimentación de la comunidad y los **propóleos** para cerrar grietas, aberturas y consolidar los panales.

La **melaza** o **mielato** es una sustancia azucarada segregada por los frutos enfermos de algunas plantas, como en ocasiones ocurre en el borde del casquete de las bellotas de nuestros robles y encinas.

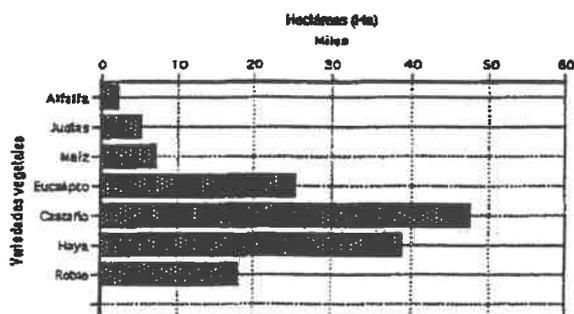
El **zumo** es un líquido azucarado presente en gran número de frutas: uva, cereza, pera, albaricoque, etc.

Los **propóleos** son sustancias resinosas de composición química compleja que las abejas recogen en los brotes de algunas plantas y en las coníferas. Con ellas, la "abeja cementadora" reviste y refuerza las paredes de los panales, al tiempo que evitan infecciones, pues inhiben el crecimiento de hongos, bacterias y virus.

A continuación destacamos algunas de las plantas de mayor interés apícola en la **región asturiana**:

**A. Superficies cultivadas (Ha) de interés apícola en Asturias según los datos tomados del Anuario de Estadística Agraria 1983 que publica la Secretaria General Técnica del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación**

Alfalfa .....	2.252
Guisantes .....	229
Habas.....	122
Judías.....	5.418
Tomate.....	177
Maíz .....	7.377
Viñedo .....	312
Manzano .....	118
Peral .....	28
Eucalipto .....	25.507
Castaño.....	47.668
Haya .....	38.999
Roble .....	18.166



Cultivos de interés apícola en Asturias

**B. Principal flora espontánea y cultivada de interés apícola clasificada según la familia a la que pertenecen:**

**Borragináceas**

Consuelda mayor (*Symphytum officinale*), Lengua de Buey (*Anchusa italica*), Borraja (*Borrago officinalis*), Viborera (*Echium vulgare*), etc., de interés apícola por su néctar aunque también aportan polen.

**Compuestas**

Caléndula (*Calendula arvensis*), cardos (*Carduus* sp.p.), especies de los géneros *Carlina*, *Centaurea*, *Cirsium*, *Crepis*,... el diente de León (*Taraxacum officinale*), la margarita mayor (*Chrysanthemum leucanthemum*) y la achicoria silvestre (*Cichorium intybus*), de interés por su néctar y polen.

### Crucíferas

Destacamos la berza (*Brassica oleracea*) que es consumida en el famoso "pote asturiano" y el nabo (*Brassica napus*), a cuyos brotes tiernos se les llama "grelos". Las flores de estas dos especies tiene un especial interés por el néctar y también por el polen.

También citamos los jaramago del género *Diplotaxis*, el jaramago blanco (*Raphanus raphanistrum*) y la mostaza silvestre (*Lepidium campestre*), que tiene interés apícola especialmente por su néctar.

### Cucurbitáceas

Destacamos en esta familia la calabaza (*Cucurbita pepo* y *Cucurbita máxima*) y el calabacín (*Cucurbita pepo*), de cuyas flores las abejas extraen néctar y polen.

### Ericáceas

Los brezos tiene numerosas especies y cubren tanto la floración de primavera como la del otoño. Brecina (*Calluna vulgaris*), brezo cantábrico<sup>11</sup> (*Daboecia cantábrica*), brezo blanco (*Erica arborea*), brezo rosa (*Erica tetralix*), etc., de especial interés por su néctar.

### Fagáceas

El haya (*Fagus silvatica*) es buena fuente de ligamaza y polen a finales de la primavera.

La encina (*Quercus ilex*) y los robles (*Q. robur*, *Q. petraeae* y *Q. pyrenaica*) tienen interés apícola por los mielatos, que son unos jugos azucarados segregados por los frutos enfermos en la unión con la cúpula. Estas sustancias se forman generalmente en el mes de septiembre.

El castaño (*Catanea sativa*) florece al mismo tiempo que la foliación, de junio a julio, y presenta un buen rendimiento en cuanto al néctar, ligamaza y polen.

### Gramíneas

El maíz (*Zea mays*) se encuentra con relativa abundancia en Asturias, y aunque se trata de una planta anemófila tiene interés para la apicultura. La espiga masculina forma, en la parte superior del tallo, penachos ricos en polen que es aprovechado por las abejas.

### Labiadas

Mencionamos las mentas que son especies del género *Mentha*, el orégano (*Origanum vulgare*), la brunela (*Prunella vulgaris*), las salvias de las praderas, especies del género *Salvia* y, por último, especies del género *Thymus*, como el tomillo y el serpol. De interés para las abejas por su néctar y capacidad aromatizadora.

### **Leguminosas**

Como el cuernecillo (*Lotus cornicalatus*), la alfalfa silvestre (*Medicago sativa*), la alfalfa cultivada, también del género *Medicago*, los melilotos (*Melilotus*), los tréboles (*Trifolium*), el tejo (*Ulex europaeus*), las judías o fabas (*Phaseolus vulgaris*), los guisantes o arbejos (*Pisum sativum*), las habas o fabas de mayo (*Vicia faba*), etc., de especial interés para las abejas por su néctar.

### **Mirtáceas**

El eucalipto blanco (*Eucalyptus globulus*) se cultiva en abundancia en la región asturiana y tiene una sola floración que cubre marzo-abril. Produce mucho néctar.

### **Rosáceas**

Esta familia tiene muchos representantes entre plantas herbáceas (fresa, agrimonia), arbustos (zarzamora, espino-albar, rosal silvestre) y árboles frutales de hueso y pepita.

Fresa:	<i>Fragaria vesca.</i>
Agrimonia:	<i>Agrimonia eupatoria.</i>
Zarzamora:	<i>Rubus ulmifolius.</i>
Espino-albar:	<i>Crataegus monogyna.</i>
Rosal silvestre:	<i>Rosa canina.</i>
Manzano:	<i>Malus domestica.</i>
Cerezo:	<i>Prunus avium.</i>
Guindo:	<i>Prunus cerasus.</i>
Ciruelo:	<i>Prunus domestica.</i>
Alberchigo:	<i>Prunus armeniaca.</i>
Melocotonero:	<i>Prunus persica.</i>
Peral:	<i>Pyrus communis.</i>

### **Salicáceas**

Los sauces (*Salix sp.p.*), los chopos o álamos (*Populus sp.p.*) tienen amentos masculinos ricos en polen.

### **Solanáceas**

En esta familia podemos distinguir: el tomate (*Lycopersicum esculentum*), el pimiento (*Capsicum annum*) y la patata (*Solanum tuberosum*) de interés apícola por el polen y el néctar.

### **Vitáceas**

La vid (uva) (*Vitis vinifera*). Su principal interés apícola proviene del zumo que las abejas pueden obtener de las uvas rotas, el cual se caracteriza por un alto contenido en glucosa.



*Symphytum officinale*  
(Borraginácea)



Capítulo de una Compuesta



*Cichorium intybus*  
(Compuesta)



*Chrysanthemum leucanthemum*  
(Compuesta)



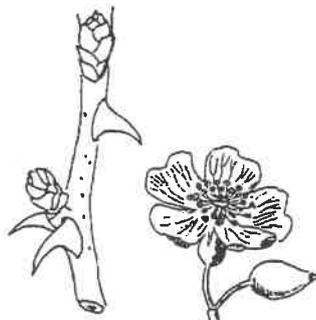
*Taraxacum officinale*  
(Compuesta)



*Zea mays*  
(Maíz)



*Crataegus monogyna*  
(Espino albar)



*Rosa canina*  
(Escaramujo)



*Pyrus communis*  
(Flor del peral)



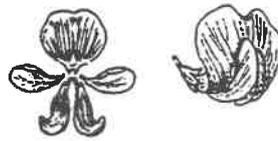
Flor de las Crucíferas



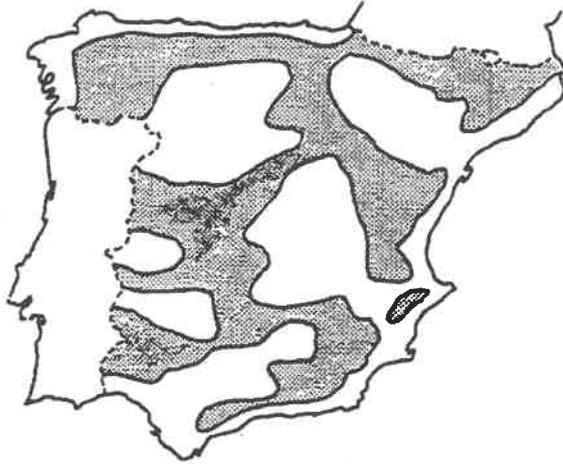
*Fragaria vesca*  
(Rosácea)



Distintas flores de brezos



Flor de las Leguminosas



Áreas de dispersión de los brezos. Meses de floración: abril, mayor, agosto, septiembre y octubre.



Zonas de repoblación de eucaliptos. Meses de floración: en el Norte abril, en el Sur junio y noviembre.

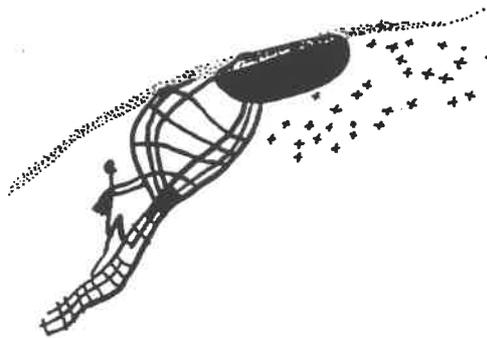
### C. La flora apícola según las épocas de floración

Plantas	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Aligustre				x	x	x	x	x	x	x		
Brezo				x	x	x	x	x	x	x	x	x
Castaño								x	x	x	x	x
Centaureas						x	x	x	x	x	x	x
Diente de león		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Espino				x	x	x	x	x	x	x		
Eucalipto		x	x	x	x	x	x	x	x	x		
Frutales	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
Prado de montaña			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Roble						x	x	x	x	x		
Tomillo						x	x	x	x	x		
Tréboles						x	x	x	x	x	x	x
Zarzamora						x	x	x	x	x	x	x

Epoca de las floraciones de algunas plantas en la Cornisa Cantábrica

## 8. BREVE HISTORIA DE LA APICULTURA

Una de las primeras manifestaciones de la recolección de la miel por parte del hombre se encuentran en el Levante español, en una pintura rupestre de la cueva de la Araña, cerca de Valencia. Representa a un hombre sostenido por lianas y portando un cesto o saco para recoger la miel. Las abejas revolotean amenazantes a su alrededor. Representaciones parecidas también se encuentran en cavernas africanas, datan de la Prehistoria y ponen de manifiesto las cualidades propias del antiguo cazador: decisión, habilidad y valor frente al ataque del adversario, en este caso las abejas.



Pintura rupestre de África

Seguramente, el hombre prehistórico que recogía miel procedía de manera similar a la observada actualmente en los cazadores de Sumatra y Borneo. Bruscamente se arrancan los panales y rápidamente se introducen en un bolsa de piel. Este proceder suele llevar consigo la destrucción de la colmena.

Tiene que transcurrir miles de años para encontrar en la civilización egipcia el desarrollo de una auténtica apicultura. En los frescos de una tumba tebana del siglo VII antes de nuestra era se aprecia como los egipcios recolectaban (no cazaban) miel de unas vasijas de barro dispuestas horizontalmente y que servían de colmenas.

En al época del faraón Ramsés III, la miel era algo más que un alimento dulce, pues servía como ofrenda a los dioses y a ella se atribuían buen número de cualidades curativas. Además, los egipcios supieron aprovechar la cera para construir uno de los principales dispositivos de iluminación a través de la historia: las velas. También usaron la cera en los embalsamientos; de ahí viene el nombre de momia, del persa *mum*, cera.

Los antiguos cretenses usaban recipientes de arcilla como colmenas. Estos iban cerrados con una tapa bien de arcilla o de madera y en el momento de la recolección se cortaban los panales superiores, respetándose la zona de anidación que quedaba en el interior. Recipientes muy parecidos pueden verse todavía en la isla de Creta. Los antiguos griegos también usaban recipientes de arcilla en forma de cacerola, muy parecidos a los que se ven hoy en día en algunas islas del Egeo.

En la cultura helénica la miel representa una riqueza simbólica tan grande que figura como alimento divino en su mitología. Al nacimiento de Zeus, Rea, su madre, tiene que ocultarlo para salvarle de ser devorado por Crono, quien había sido advertido por un oráculo sobre un futuro hijo que lo destronaría. Dondequiera que sitúen las leyendas griegas la infancia de Zeus, en el monte Egeo, en el monte Isa, en Creta..., el futuro dios del Olimpo fue criado clandestinamente en una gruta gracias a la miel de las abejas y a la leche de una cabra (Amaltea).

Los romanos emplearon multitud de tipos de colmenas. Las construían no solamente de barro, sino también de cestería (ramas de mimbre o tallos de hinojo) y de madera. Tenían forma alargada y disposición horizontal, no vertical como en nuestros días.

En la Europa de la Edad Media se fabricaron —y se siguen fabricando— colmenas con troncos de árboles. Destacan las elaboradas de alcornoque (*Quercus suber*) que es un árbol propio de la región mediterránea y que tiene una gran estimación por su corteza, el corcho. Gracias a él, se consigue que las abejas estén protegidas del frío en invierno y del calor en verano. En nuestra región, este árbol se encuentra muy localizado en el valle del río Navia y su presencia sirve de indicador de la existencia de suaves paleoclimas postglaciares que hicieron posible el avance hacia el norte de esta especie mediterránea.

En la arquivolta de la portada de la iglesia de Santiago de Carrión de los Condes, que data de la segunda mitad del siglo XII, están representados 22 hombres “de pro vecta edad y largas barbas, dedicados a un oficio determinado y perfectamente discernibles”. Hay que advertir que, la fuerza expresiva de estas figuras y la diversidad de las fraternidades gremiales representadas, hacen de esta portada una especie de escuela popular de la época. Entre la multiplicidad de actividades artesanales representadas destacamos la del apicultor en su tarea de ahumar la colmena para ahuyentar a las abejas y poder extraer la miel.



En toda Europa las abadías habían demostrado gran habilidad con el vino, el queso y la apicultura. Seguramente la forma de comportarse las abejas, su vida en y para la comunidad, su trabajo jerarquizado y solidario, el acondicionamiento de su morada y el disponer de un adecuado territorio como pasto floral, bien pudieron haber servido de emblema, funcional y simbólico, a las comunidades monásticas que surgieron en la Edad Media. Ellas son una hermandad cohesionada que habita en un monasterio (*Clastrum et Heremus*), en el que el monje se dedica a su oficio, sin desviación, sin florituras y ajustado a su funcionalidad, hace del trabajo no solamente causa, sino regla, ley, orden y fin.

Por otra parte, en las abadías los oficios litúrgicos se suceden desde las primeras horas del alba hasta la caída de la noche, tal y como prescribe la Regla propia de la Orden. Con la presencia de colmenas en sus monasterios, encuentran asegurada la materia prima necesaria para elaborar cirios, la cera.

No hay que olvidar que el Renacimiento aportó dos tratados sobre apicultura, uno de Charles Estienne y Jean Liébault: *L'Apiculture et la Maison Rustique* (La apicultura y la casa rústica) y otro de Olivier de Serres: *Théâtre d'agriculture et mesnage des champs* (Teatro de la agricultura y el gobierno de los campos).

El primer libro en España sobre la apicultura fue escrito por Luis Méndez de Torres "Tratado breve del cultivo y cura de las colmenas". Se editó en Alcalá de Henares en 1586 y en él figura por primera vez el papel desempeñado por la reina-madre dentro del enjambre.

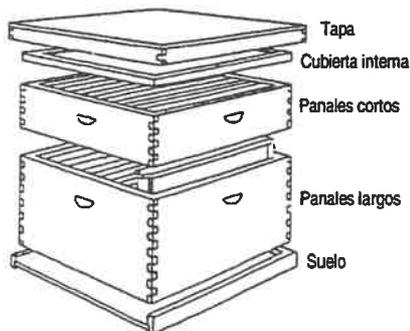
En los siglos XVI y XVII surgieron las primeras disposiciones para extraer miel de una colmena sin destruir el enjambre y se regularon las épocas legales de recolección de miel y las cantidades a recolectar para asegurar, en todo momento, la supervivencia de cada colmena.

Incluso en nuestro Código Civil (1889) se contempla el proceso de apropiación de los enjambres de las colmenas, quedando claro el control sobre el recurso, independientemente del predio que ocupe. Conviene regresar al Código Civil para mencionar el artículo 612 del mismo "el propietario de un enjambre de abejas tendrá derecho a perseguirlo sobre el fundo ajeno, indemnizando al poseedor de éste el daño causado. Si estuviese cercado, necesitará el consentimiento del dueño para penetrar en él. Cuando el propietario no haya perseguido o deje de perseguir el enjambre dos días consecutivos, podrá el poseedor de la finca ocuparlo o retenerlo".

En Asturias, a las colmenas también se las conoce como *truébano* y *caxellu* y suelen ser construidas con fragmentos de tronco de árbol. En la zona occidental asturiana todavía se pueden contemplar los *cortines* que son “cercados de piedra de forma circular, donde se colocan las colmenas. La parte alta lleva un alero de piedra para evitar que el oso pueda subir a comer la miel” (Lorenzo R. Castellano).



En la actualidad, la colmena se caracteriza por presentar cuadros móviles que contienen una serie de pequeños cuadros o marcos en los que las abejas construyen sus panales de cera, verticales y ordenados naturalmente. El cuerpo de la colmena se monta sobre un soporte o base que se apoya en el suelo. Sobre él se encuentra la tablilla de entrada o *piquera*, encima del cual está el cuerpo de la colmena, también llamado *cámara de cría*. En su interior se disponen en cuadros verticales los panales de cera (panales largos), que pueden ser sacados y vueltos a colocar en su sitio con toda facilidad. Cada panal presenta celdillas hexagonales a ambos lados. En estas celdillas hace la puesta de huevecillos la reina, pero no de una manera cualquiera, sino siguiendo un orden perfectamente determinado. Se hace la puesta en los panales primeros y medios de la colmena, eligiendo para ello las celdillas que ocupan la posición central. Es lo que se denomina *nido de cría*. En las celdillas vecinas a las del nido de cría, las obreras depositan polen —el nido de cría queda rodeado, pues, por una corona de celdillas llenas de polen— y en las demás miel, de manera que hay panales enteros delante y atrás que solamente contienen miel.



La colmena moderna

Cuando los cuadros de la cámara de cría empiezan a estar casi llenos, es necesario añadir un piso superior. Alza con cuadros, en los que las abejas elaboran panales (panales cortos) que sirven para almacenar la miel.

El apicultor saca los panales que contienen miel, pero debe ser previsor y asegurarse que deja dentro de la colmena las suficientes reservas alimenticias, en especial si la próxima temporada es la invernal.

La colmena presenta un techo interior, a su vez cubierto por otro metálico, que la protege de la lluvia. Esta doble cubierta proporciona aislamiento térmico.

Todavía se observan colmenas construidas con porciones de tronco hueco, lo cual es poco práctico porque su interior resulta difícilmente accesible y además es inamovible. Sin embargo, las colmenas modernas pueden ser atadas y apiladas fácilmente, unas sobre otras, para su transporte. La apicultura trashumante se remonta a la antigüedad y se practica "al filo de las estaciones" para asegurarse el pasto floral y la fabricación y almacenamiento de miel.

## 7. LOS PRODUCTOS DE LAS COLMENAS

---

### La miel

La miel tiene color que varía de amarillento claro a pardo amarillento, de olor aromático y de sabor dulce ligeramente acre. En su composición destacan los azúcares (glucosa y fructosa, especialmente) y el agua (17%) aunque también están presentes ácidos orgánicos y sustancias enzimáticas de propiedades antibacterianas. Gracias a estas enzimas, la miel no provoca caries en los dientes y presenta unas excelentes condiciones de conservación.

Su color, olor y sabor dependen del néctar de las flores que las abejas recogen "de flor en flor" para elaborar con él, posteriormente, la miel. Este hecho determina calidades y cualificación del producto en función de la flora circundante a la colmena.

El néctar, que las abejas recogen de las flores al libarlas, sufre una transformación gracias a las enzimas presentes en la saliva (diastasas) y en los jugos gástricos del insecto. El néctar, este líquido azucarado que contiene un 75% de agua, se convierte en miel, que sólo posee un 17% de agua. Esta concentración e inversión en la proporción entre azúcar y agua lo consiguen las obreras a base de regurgitarla y tomarla, mientras se evapora el exceso de agua. En este proceso también intervienen las obreras ventiladoras, que renuevan el aire de la colmena batiendo con fuerza sus alas.

Aunque la miel es originariamente líquida, muchas veces llega al consumidor muy espesa, casi sólida, debido a la cristalización de los glucosa, mientras que si la miel es rica en fructosa es mucho más líquida como sucede con la miel de brezo. Además, esta miel de brezo, frecuente en Asturias, es de color más oscuro debido al mayor contenido en minerales.

Para obtener la miel se sacan, en primer lugar, los cuadros de la colmena y después se pasa la hoja de un cuchillo caliente por las dos caras para eliminar la capa de cera de los opérculos (desopercular). Estos cuadros se colocan en los marcos de unos aparatos sencillos, los *extractores* de miel. Se da vuelta a la manivela y la fuerza centrífuga expulsa la miel de los alvéolos, que será recogida en un recipiente adecuado.

Desde el punto de vista nutritivo la miel presenta un nivel energético que llega a 300 calorías para 100 gramos, es de fácil asimilación —por eso a los que padecen trastornos digestivos se les aconseja sustituir el azúcar por miel— y laxante, características que hacen

de ella un alimento natural por excelencia que debería ser incorporado habitualmente a nuestra dieta alimenticia.

La miel, hasta después de las Cruzadas, representó la única fuente de azúcar para el hombre, no es pues extraño que éste fuera su máximo enemigo y depredador. Del lejano Oriente se incorporó la caña de azúcar que después se llevó a América. La aparición del azúcar de caña, denominada al principio *miel de caña*, constituyó un lujo fabuloso en el mundo antiguo de occidente, modificando, seguramente, muchas costumbres culinarias. El consumo generalizado se realiza a partir del siglo XVIII y se trata de un producto traído de América donde los cultivos de caña cobraron un importante desarrollo. Esta situación se mantienen hasta las primeras décadas del siglo XX cuando comienza a extenderse el cultivo de la remolacha azucarera. En el momento presente el FORPA regula las campañas de producción en función de las necesidades del Estado.

#### La cera

Esta sustancia de la familia de los lípidos es segregada por las abejas mediante cuatro pares de glándulas que poseen en la parte inferior del abdomen. La cera aparece en forma de pequeñas escamas, las cuales son amasadas por las mandíbulas, formando pequeños sillares que sirven para la construcción de los panales.

Cuando las obreras cierran la celdilla, como ocurre en el estadio de la metamorfosis, producen una delgada cubierta abovedada de cera, el *opérculo*.

La cera ha perdido en nuestros días algunas de sus aplicaciones tradicionales como eran el alumbrado en los hogares y su masiva utilización en el culto religioso. En la actualidad, la cera es usada como materia prima en una serie de subproductos industrializados que tienen aplicación en el sector de la limpieza y también en la conservación y lustre de muebles y maderas en general.

Por fusión y purificación del panal de la abeja se obtiene la cera amarilla, *cera flava*, con la que antiguamente se hacían las velas y además de su color característico tiene un olor agradable, parecido al de la miel.

Una vez se ha extraído la miel, los panales que vayan a guardarse para su uso futuro deben empaquetarse con paradiclorobenceno, al objeto de preservarlos del ataque de las polillas de cera (*Galleria mellonella*), único ser vivo capaz de digerir la cera de abeja.



Polillas de cera. Macho, hembra y larva de la especie *Galleria mellonella*.

### La jalea real

La jalea real es el producto de secreción de las glándulas mandibulares y faríngeas de las abejas nodrizas de 5 a 15 días de edad. Se trata de una sustancia de color blanco lechoso, de olor ligeramente picante y un sabor amargo y ácido.

En su composición destaca su alto contenido proteínico, lo cual parece indicar que es sintetizado durante la digestión del polen, así como la presencia de azúcares, lípidos, gran número de vitaminas del grupo B y factores antibióticos.

Ya hemos dicho que un huevo fecundado siempre producirá una hembra. Pero que ésta sea reina u obrera dependerá de los cuidados prestados a la larva por las nodrizas. Aunque las obreras son criadas en celdillas normales y estrechas y las reinas en celdas mucho más amplias (las realeras), lo primordial para su futuro es la alimentación. Durante los tres primeros días de edad las nodrizas alimentan a todas las larvas con jalea real. Después las larvas obreras serán alimentadas con polen y miel y las larvas reinas siguen alimentándose con jalea real, no sólo durante su fase larvaria, sino también en su fase adulta, es decir, toda su vida. Además de esta diferencia temporal —3 días las obreras, toda la vida la reina— la jalea real destinada a las larvas de reina es diferente en composición y cantidad de aquella que reciben las larvas obreras.

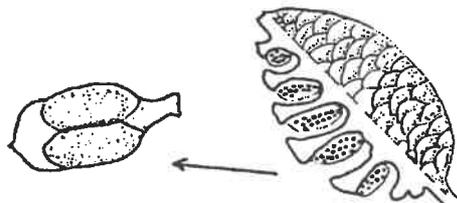
La reina nacida de un huevo análogo al de las obreras es dos veces mayor y más pesada que ellas y tiene los ovarios desarrollados (no atrofiados como las obreras) de manera que es la única hembra fértil de la comunidad. Se aparea solamente una vez durante su juventud —“vuelo nupcial”— y desde ese momento es capaz de poner un gran número de huevos. En realidad su única misión es poner huevos. Además, llega a vivir de 4 a 5 años, mientras que la vida media de una obrera es de 40 a 50 días.

Vista la composición de la jalea real y su decisiva influencia en el desarrollo y determinación —reina/obrero— de las larvas, este jugo nutritivo tiene una gran atracción gastronómica y representa una buena fuente de ingresos para el apicultor.

### El polen

También el polen tiene importancia en la nutrición, especialmente en la actualidad, en que han proliferado enormemente los productos dietéticos.

Representa la única fuente proteínica para las abejas y su calidad y cantidad guarda relación con el pasto apícola. El polen más nutritivo es el de frutales, sauces y leguminosas, y el menos rico en proteínas son los de pino.



Polen de pino

Cuando la abeja visita a las flores puede posarse sobre los estambres y recoger con sus mandíbulas y patas anteriores los granos de polen, aunque por lo general, estos son tan

abundantes y pegajosos que se adhieren con facilidad a los pelos de su cuerpo mientras recoge el néctar. Posteriormente, con los cepillos de las patas posteriores se peina y forma unas pelotillas de polen que deposita en la hendidura o cestilla presente también en sus patas posteriores. De vuelta a la colmena, estas bolas de polen se descargan en una de las celdillas de almacenamiento. Inmediatamente después, una obrera encargada de las labores domésticas amasa con sus mandíbulas estas bolas de polen y las presiona en la celdilla contra el material ya existente.

Debido a su contenido proteico el polen es de difícil conservación, por eso antes de dejarlo definitivamente en las celdillas es amasado con las mandíbulas al tiempo que se impregna de saliva. Esta contiene enzimas de gran poder bactericida con lo que el polen amasado y almacenado está en adecuadas condiciones para su conservación.

## 8. PATOLOGIA DE LAS ABEJAS

---

A finales de los años 40 y comienzos de los 50 las explotaciones apícolas sufrieron la epidemia de la Acariosis. Se trata de una enfermedad contagiosa producida por ácaros de la especie *Acarapis woodi*, cuya hembra ataca al aparato respiratorio de las abejas jóvenes, dañando las tráqueas y los músculos alares, pudiendo llegar al extremo de impedir el vuelo de las abejas. Estos ácaros se alimentan de hemolinfa y su número puede ser tan elevado que la abeja muere. Este parasitismo puede propagarse con mucha rapidez, por eso una vez diagnosticada la enfermedad se debe aplicar el tratamiento adecuado a las colmenas del distrito afectado, destruir los enjambres abandonados e impedir el comercio incontrolado de colmenas.

A partir de 1985 las colonias de abejas españolas han sido atacadas por una enfermedad debida al ácaro *Varroa jacobsoni*, que ha ocasionado importantes pérdidas. Este parásito se extendió con mucha rapidez y en 1987 ya había alcanzado al 85% de las provincias españolas. El 1988 la situación empezó a resolverse con la aparición de tratamientos (humos, pulverizaciones acaricidas,...) que tratan de romper el ciclo reproductor de este ácaro, que, por cierto, dado su tamaño, es el único que puede verse a simple vista y ser identificado con una lupa.

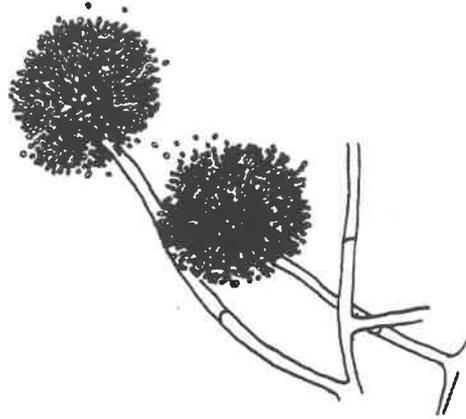
La propagación de esta enfermedad parece que en la actualidad está controlada, pero ha dejado tras de sí gran número de colmenas aniquiladas o desechas. Además, se cree que este ácaro podría actuar como vector para ciertos agentes patógenos que ocasionarían importantes pérdidas en las explotaciones apícolas.

Muchos tratamientos químicos dejan secuelas en las colonias y propician la aparición de enfermedades con una frecuencia mayor que en circunstancias normales.

Por último, resaltar que en la actualidad se ha detectado la enfermedad causada por el hongo *Ascosphaera apis*, que infecta únicamente a las larvas y, a medio o largo plazo, provoca la desaparición de la colmena. Las crías ingieren esporas del hongo con su alimento y en su interior se desarrolla el micelio (crecimiento vegetativo) llegando a atravesar su piel. En la superficie de las larvas muertas infestadas (cría encalada) se forman los cuerpos fructíferos de este hongo, para el que todavía no se conocen tratamientos químicos (fungicidas). La única solución es retirar de la colmena los panales muy afectados. Las experiencias han demostrado que las crías son más susceptibles de ser atacadas por este hongo cuando se enfrían inmediatamente después de ser operculadas.

Otro hongo que puede atacar a la colmena es el *Aspergillus flavus*. Produce aflatoxinas que son muy peligrosas para el ganado y los seres humanos. Este hongo cuando ataca a la

colmena no se limita a las larvas, pudiendo también ser atacadas las abejas adultas. Esta enfermedad es difícil de detectar porque las abejas infectadas abandonan la colmena antes de morir. Se hace necesario desinfectar las colmenas y destruir los panales muy afectados.



*Aspergillus flavus*, en preparación microscópica

Las abejas también pueden sufrir enfermedades ocasionadas por virus como la parálisis y cría sacciforme; por bacterias como el loque que mata a las larvas en las celdilla presentando al cabo de unos días un opérculo húmedo y oscuro; por protozoos como el *Nosema apis* que puede afectar a las abejas y no es fácil de diagnosticar. En este caso, si la colmena es infestada en primavera o verano puede recuperarse en pocas semanas, pero si es en otoño lo más probable es que no sobreviva durante el invierno. Hay otras muchas enfermedades, algunas de las cuales no son excesivamente graves y tienen, afortunadamente, un tratamiento eficaz.

Hay que tener en cuenta que ninguna de las enfermedades de las abejas se transmite a otras especies animales o al hombre.

Otros peligros a los que están expuestas las abejas son las intoxicaciones debidas al uso de productos fitosanitarios como los fungicidas, herbicidas, acaricidas e insecticidas. Estas sustancias generalmente son utilizadas para la protección eficaz de los cultivos, pero ocasionalmente pueden producir efectos no deseables en las poblaciones de abejas.

En otras ocasiones, las intoxicaciones pueden ser debidas a la contaminación atmosférica que producen distintos poluentes, tal es el caso del flúor o el arsénico que emiten algunas explotaciones industriales. En las comarcas sometidas a estas emisiones no se desarrollan bien las abejas, pues la acción de estas sustancias tóxicas, bien sea directa sobre el insecto o indirecta sobre el agua o sus alimentos, produce una serie de trastornos en su organismo, ocasionando numerosas bajas en las colonias afectadas.

## NOTAS

- (1) La picadura de abeja es dolorosa, por eso hay que insistir en la necesidad de usar una vestimenta adecuada cuando se trabaja con la colmena. Recubrir zonas críticas, como los tobillos, las mangas, el cuello y la cabeza, usando calcetines de lana gruesos que sobresalgan de las botas y se dispongan por encima de los pantalones, guantes de cuero con puños largos y una máscara de apicultor, con velo que impida de forma segura el paso de las abejas.
- (2) "*Apis mellifica*": ésta es la clasificación de Linneo y etimológicamente proviene del verbo facio, y significaría abeja que hace miel. En algunas publicaciones se lee "*Apis mellifera*", del verbo fero, abeja que lleva miel. La denominación correcta es la primera puesto que la abeja hace miel, no lleva miel (según J. L. Ortega Sada, 1987).
- (3) Si a una persona le pica una abeja es necesario, en primer lugar, extraer el aguijón y, en su caso, retirar también las glándulas que hayan podido quedar adheridas para impedir que se inyecte más veneno. Después se aplica calor a la herida, pues como las sustancias tóxicas (proteínas) son termolábiles, el calor las destruye. Basta con acercar, sin tocar, la punta de un cigarrillo encendido. Se trata de calentar la zona, no de quemarla.  
Las complicaciones sobrevienen en casos de picadura masiva por un enjambre, o cuando los individuos son alérgicos al veneno, pues en estos casos puede haber repercusiones graves, que van desde intensos edemas hasta el shock anafiláctico, pasando por el broncoespasmo. Estas personas necesitan atención médica inmediata.
- (5) Las abejas cuando mueren producen un color característico —feromona de la muerte— que advierte a las demás la necesidad de arrojar sus cadáveres fuera de la colmena. Al parecer, la feromona de la muerte es el ácido oleico, y si una abeja viva se la unta con una gota de este líquido inmediatamente será atacada y expulsada de la colmena. (Según Gould J. L. y Gould C. G.).
- (6) "Hambrones, gordos, perezosos y torpes" (Wilhelm Busch). Los zánganos son expulsados de la colmena al final de verano, donde incapaces de asegurarse su propio alimento no tardarán en morir de hambre.
- (7) Como se ve, en realidad la reina "no reina" en la colonia; su única misión es la reproductora.
- (8) El desarrollo de un huevo u óvulo sin fecundar, es decir, sin la intervención del gameto masculino, se le denomina partenogénesis; y al huevo, huevo partenogénico.
- (9) Los nectarios son pequeñas glándulas vegetales productoras de un alimento agradable para los insectos y se encuentran, por lo general, en las flores, en la inserción del pétalo en el receptáculo. No obstante, su disposición puede variar de unas especies a otras, siempre en función de conseguir una eficaz polinización.
- (10) Porción de los haces conductores constituida por los vasos cribosos, a través de los cuales circula la savia elaborada.
- (11) La flor de la *Daboecia* tiene una corola muy cerrada que impide la entrada de las abejas, las cuales se ven obligadas a libar a través de un agujero producido por un abejorro que ya ha visitado a la planta.

## BIBLIOGRAFIA

- Adams, C. R.; Bamford, K. M. y Early, M. P. (1989). *Principios de hortofruticultura*. Zaragoza. Acribia.
- Bailey, L. (1984). *Patología de las abejas*. Zaragoza. Acribia.
- Carles, J. (1973). *La Fecundación*. (Col., ¿qué sé, nº 97). Barcelona. Oikos-tau.
- Eccles, J. C. y Zeier, H. (1985). *El cerebro y la mente*. Barcelona. Herder.
- Fritsch, W y Bremer, R. (1977). *Higiene y profilaxis en apicultura*. Zaragoza. Acribia.
- Moritz, R. F. A. (1991). *Manual del apicultor aficionado*. Barcelona. Martínez Roca.
- Ortega Sada, J. L. (1987). *Flora de interés apícola y polinización de cultivos*. Madrid. Mundi-Prensa.
- Rinderer, T. E.; Oldryd, B. P. y Sheppard, W. S. Dispersión de las abejas africanizadas. *Investigación y Ciencia*, nº 209, febrero de 1994.
- Tezanos Tortajada, J. F. (1987). *La explicación sociológica: una introducción a la sociología*. Madrid. Uned.
- Vallín, J. (1966). *Biología*, t. II. (Colección Uteha de las Ciencias Naturales). Bilbao. Uteha.
- Villeneuve, F. y Désiré, Ch. (1965). *Zoología*. (Colección "M.S." de las Ciencias Naturales). Barcelona. Montaner y Simón.
- Von Frisch, K. (1984). *La vida de las abejas*. (Ediciones de bolsillo). Barcelona. Albor.
- Zierau, L. D. (1977). *Apicultura*. Barcelona. Ed. Continental.