

COMPORTAMIENTO DE LA ABEJA MELIFERA

El comportamiento se puede definir como la respuesta de un organismo a un estímulo externo, esta respuesta puede tener un origen innato es decir encontrarse codificada en los genes o bien ser adquirida a través de la experiencia en algún momento del ciclo biológico.

Existía una tendencia generalizada en el siglo pasado a creer que el comportamiento de los animales en general, y de los invertebrados en particular era innato, es decir que los animales actuaban como «**programados**».

La abeja melífera presenta una gran cantidad de comportamientos innatos que no son modificables en ningún momento de la vida del insecto, pero como llave para su gran adaptabilidad posee una alta proporción de comportamientos surgidos de la experiencia individual (aprendizaje). Así por ejemplo, la construcción de las celdas del panal es regulada genéticamente, en tanto que la forma en que una abeja recolecta el néctar de una flor es producto de su aprendizaje.

COMUNICACION

El éxito de las abejas como sociedad reposa en gran medida en su sistema de comunicación, es decir en su capacidad de recibir y enviar mensajes, de codificar y decodificar información. Esta comunicación puede efectuarse a través de distintas señales tales como acústicas, visuales y olfativas. Esta última resulta preponderante.

Comunicación olfativa

Las **feromonas** son sustancias que emitidas por un individuo tienen acción sobre otro de la misma especie. Las hay de dos tipos, incitadoras «releasers» o de acción inmediata y modificadora «primers» cuya acción genera cambios fisiológicos.

La reina emite numerosas sustancias volátiles, de las cuales al menos dos son feromonas: *el ácido oxo-9 deceno-2-oico (E) y el ácido hidroxil-9 deceno-2-oico*, los que son segregados por las glándulas mandibulares. Inmediatamente de segregada estas sustancias se difunden en el cuerpo de la reina. El libado de su cuerpo por parte de las nodrizas y la trofalaxis transmiten las feromonas a toda la colmena. Sus efectos son:

- i) atrofia de ovarios de las obreras (con acción sinérgica de 1 feromona de la cría),
- ii) atrae las nodrizas hacia la reina,
- iii) inhibe la producción de nuevas reinas

iv) atrae los machos en el vuelo nupcial.

Las obreras segregan al menos 2 feromonas de alarma, la **2-heptanona** segregada por las glándulas mandibulares y el **acetato de isopentil** que resulta más eficaz y es liberado por el aparato vulnerador (aguijón), tiene el mismo olor que la banana madura y por ello el aceite de banana puede desencadenar la misma reacción.

También cuentan con una feromona de reclutamiento liberada por la glándula de Nasanov. El geraniol es la sustancia principal en su constitución, pero existen otras. La utilizan para marcar: fuentes de alimento, la colmena luego de una perturbación, para guiar las congéneres luego de una tormenta o a la reina al retorno de su vuelo nupcial.

Lenguaje de la danza de las abejas

La danza de las abejas le permite transmitir a sus congéneres la ubicación de una fuente de alimento. Existen dos tipos de danzas:

En círculo, que consiste en trazados en círculo con pasos cortos y rápidos cambiando la dirección frecuentemente, una vez a la derecha trazando 2 círculos, luego a la izquierda y así sucesivamente. Puede durar hasta 1 min. y permite indicar la presencia de alimento en las cercanías de la colmena (no más de 100mts.),

De coleteo o con meneo: Las abejas trazan un semicírculo y luego retorna al punto de partida trazando un trayecto recto. Luego trazar un semicírculo en dirección opuesta y retornar nuevamente al punto de partida, esta operación se puede repetir varias veces dependiendo de la riqueza de la fuente de alimento. Durante los trayectos rectos agitan fuertemente el abdomen (meneos o coleteos), y emiten sonidos de baja frecuencia (250 Hertz). La frecuencia de trayectos rectos así como la emisión de sonidos parecen indicar la distancia.

El ángulo de inclinación de los trayectos rectos con relación a la vertical indica la orientación en la cual se ubica la fuente alimentaría (FIGURA.1.):

trayecto con meneo hacia arriba = fuente en dirección del sol

trayecto con meneo hacia abajo = fuente en dirección opuesta al sol

meneo con ángulo. de 60° a la izq. = fuente situada a 60° a la izq. del sol

La danza es un comportamiento innato, en consecuencia como cada subespecie es originaria de una región diferente han desarrollado códigos diferentes dando lugar a dialectos, una larva criada al estado ninfal en una colmena de otra especie mantendrá el meneo característico de la especie (ej.: carnica 45 mts por meneo, ligística 20 mts).

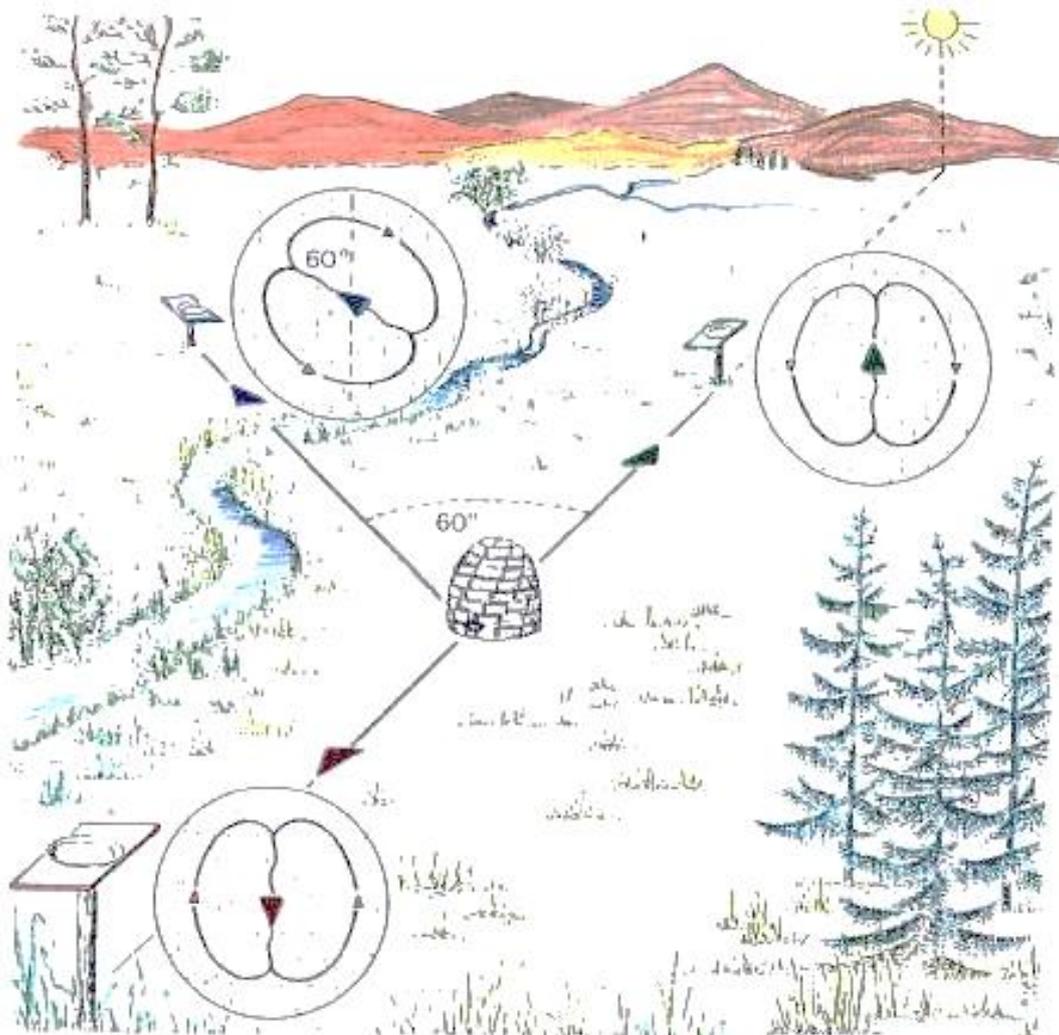


FIGURA.1. Diferentes danzas, según la posición de la fuente de alimento con relación a la colmena.

Comunicación sonora.

Durante la enjambrazón; si esta es retardada por condiciones climáticas, la reina apoya su tórax contra el panal y hace vibrar los músculos alares (2 segundos, seguido por emisiones de $\frac{1}{4}$ de seg.), lo cual provoca la inmovilización de todas las obreras, inmediatamente la ninfa real va a responder y esto va a provocar que hasta tanto el enjambre abandone la colonia, las obreras van a mantener a la joven reina prisionera en la celda. Para ello una obrera se va a mantener sobre la celda y la va a sacudir violentamente por la vibración del abdomen.

ORIENTACION EN VUELO

Orientación a través del sol

Una de las maneras de constatar que el sol es el punto de referencia principal es observando las danzas. Las abejas son capaces igualmente de compensar el desplazamiento del sol, gracias a un aprendizaje temprano en los primeros vuelos de orientación y este aprendizaje resulta indeleble. Esta teoría fue reforzada por Lindauer, quien constató que abejas criadas en una pieza y luego liberadas carecen de orientación, así como aquellas abejas desplazadas de N a S en el Ecuador.

Puntos de referencias del relieve

En los años 80' algunas experiencias hicieron suponer que las abejas no solo poseen una memoria fotográfica de puntos de referencia, sino que esta sería de tipo eidética, actualmente esta idea se desechó, las referencias serían memorizadas individualmente y no como elementos complementarios de un paisaje.

Sin luz polarizada y sin referencias en el relieve por ejemplo en un bosque cerrado, se supone que poseen un sistema de orientación alternativo ligado al magnetismo terrestre. Sin embargo no ha sido demostrado hasta ahora.

APRENDIZAJE

A lo largo de su vida una abeja tiene necesidad de aprender. Una guardiana debe reconocer el olor de su colonia, memorizar el desplazamiento del sol, la distancia entre la colmena y las fuentes de alimento, luego de las danzas el aroma y los emplazamientos de una fuente floral, los puntos de referencia en el relieve, etc. Aristóteles ya había remarcado que cada pecoreadora es constante en su elección floral y que cada abeja explota las flores de una misma especie en un momento bien determinado.

Von Frisch entrenó las abejas a alimentarse de un pequeño recipiente situado sobre un papel de color. Después de varias visitas retiraba el recipiente y el papel e instalaba varios papeles de colores o de tonos de grises con recipientes vacíos en competición con un papel del color de condicionamiento. Las abejas se posaban de preferencia sobre los colores de condicionamiento salvo cuando el color era rojo que era confundido con el gris oscuro, de esta manera demostró la visión cromática así como la insensibilidad al rojo.

Las abejas no memorizan totalmente un color después de la primera visita, pero van a elegir correctamente dos veces sobre tres, a la 3ra visita 4 veces sobre 5 y a la 8va, 9 sobre 10 veces.

Aprendizaje de aromas

Las abejas memorizan más fácilmente ciertos colores que otros, lo mismo se observa para los aromas. El más rápidamente memorizado es el Geraniol (compuesto liberado por la glándula de Nasanov), igualmente los aromas florales son mejor aprendidos, aunque cualquier aroma puede ser asociado a una recompensa alimentaria.

Los aromas son aprendidos más rápido que los colores, luego de una visita eligen correctamente con un 95 % de efectividad.

Aprendizaje de formas

Inicialmente se pensaba que el reconocimiento de formas era muy rudimentario, pues si bien distinguen entre formas complejas y simples, no lo hacen entre 2 simples o 2 complejas. Se pensó que categorizaban entre formas simples y complejas pero que no eran capaces de memorizarlas. Posteriormente se determinó que no retenían las formas, pero si la relación perímetro/superficie llamada frecuencia espacial.

Las formas no juegan ningún rol hasta que un color y un olor son aprendidos, lo cual tiene una significación natural pues son los factores implicados más variables.

POLIETISMO

Además de la presencia de las castas (reina y obrera), las abejas presentan de acuerdo a la edad una división de tareas muy especializada, que se conoce como **politeísmo ligado a la edad**. Este fenómeno, presente en la mayoría de las sociedades de insectos, se caracteriza en las abejas por no presentar modificaciones anatómicas en el seno de la casta obrera, cosa generalizada en las hormigas y termitas.

Los factores que afectan esta división de funciones, pueden ser internos y externos.

Entre los factores internos se destaca la fisiología de los órganos. Las glándulas cereras, así como el aparato vulnador son funcionales solo luego de un tiempo de maduración (seis y un día de maduración respectivamente). La variabilidad inter-individual en ciertos casos puede ser de origen genético (el comportamiento de limpieza descrito por Rothembuler, (1968), la recolección de polen, etc.).

Los factores externos son más numerosos. Las abejas responden a las vibraciones, a los químicos, al tacto, a las imágenes y a la luz. En casi todos los casos las respuestas a estos estímulos son inmediatas, salvo cuando se trata de la acción de ciertas feromonas (ej.: feromona

real) cuya presencia o ausencia modifica el comportamiento generalmente al cabo de varios días.

COMPORTAMIENTOS DE LAS OBRERAS

Las diferentes actividades comportamentales fueron descriptas extensamente por Lindauer, Wenner y Kolmes. De manera general la distribución de actividades a lo largo de la vida de una abeja se podría describir de la siguiente manera:

hasta 1 día de edad	● limpieza de celdas
hasta 3 días de edad	● alimentación de larvas > de 3 días
de 6-12 días de edad	● alimentación de larvas < 3 d de edad
a partir de 15 días	● <u>actividad más variada</u>
	● vuelos de orientación
	● eliminación de cadáveres
	● almacenamiento de alimento
	● construcción de panales
	● aplicación de propóleos

Esta distribución de actividades en el tiempo no es rígida ni definitiva, las necesidades de la colmena pueden modificarla substancialmente. Además normalmente no todas las abejas realizan todas las actividades, algunas maduran precozmente y pasan a efectuar rápidamente vuelos de recolección. Las actividades son reguladas por la edad fisiológica del individuo y no por la edad cronológica, si bien hay una correlación importante entre ambas.

Un análisis de la proporción de tiempo dedicado por un individuo a cada actividad realizado por Lindauer, permitió constatar que una abeja pasa gran parte de su tiempo inactiva:

69 hs	● inactiva
56 hs	● recorre los panales
12 hs	● limpieza de las celdas
2 hs	● alimentación de larvas de – de 3 días
2 hs	● alimentación de larvas de + de 3 días
6 hs	● construcción de panales
12 hs	● sellados de celdas
1 h	● guardianas

- 1 h • vuelo de orientación
- 10 hs • recolección de alimento

Salvo las actividades recolectoras, las actividades en el interior de la colmena son aparentemente las mismas durante el día y la noche.

Construcción del panal

Las glándulas cereras situadas en la base de los 4 últimos segmentos del abdomen. Se vuelven funcionales a la edad de 12 días y cesan de funcionar a los 18 días. Luego de una abundante ingestión de miel y en días con temperaturas entre 33 °C y 36 °C, la cera comienza a ser segregada. En el momento de producción las abejas se entrelazan formando cadenas próximas al lugar de producción y se quedan quietas mientras la glándula segrega la cera en forma líquida. Al ponerse en contacto con el aire, esta cera se solidifica formando una escama que es retirada por la abeja y llevada a sus mandíbulas, donde es masticada y mezclada con saliva antes de fijarla a las paredes. Todo el proceso dura 4 mín. (FIGURA.2).



FIGURA. 2. Vista ventral de una obrera quitándose la escama de cera de la glándula cerera (A), y vista ventral (B) y lateral (C) del pasaje de la escama desde la pata trasera hacia el primer par de patas de donde será llevado a la mandíbula.

Alimentación de las crías

Las actividades sobre la cría se hacen más raras con la declinación del funcionamiento de las glándulas hipofaríngeas, lo cual ocurre a partir de los 13 días.

Desde la postura de un huevo las obreras entran en las celdas y efectúan inspecciones de 2 seg. Durante los primeros 2 días de vida las larvas son alimentadas copiosamente. Al 3^{er} día son alimentadas nuevamente, pero la larva consume la totalidad del alimento en el mismo día, desde esos momentos son alimentadas a intervalos de manera más racionada. Cada alimentación requiere de ½ a 2 min.

Trofalaxis

Es el comportamiento por el cual se transfieren alimento entre dos individuos contactando ambos aparatos bucales. Puede realizarse de obrera a obrera, o de estas con la reina o los zánganos. La transferencia se realiza en 1 a 5 seg., generalmente se da por pedido de una abeja mediante contactos con las antenas. Constituye la principal vía de difusión de las feromonas.

Defensa

El aguijonazo de una abeja no es una agresión, sino un comportamiento de defensa. Una abeja fuera del área de su colonia raramente ataca y cuando ocurre se trata de un accidente.

En situaciones de calma, cualquier abeja portadora de alimento aún perteneciente a otra colonia ingresa a la colmena sin inconvenientes. Sin embargo, a la menor alteración, las guardianas permanecen en alerta paradas sobre los 2 pares de patas traseras, las mandíbulas cerradas, las antenas hacia adelante y las alas desplegadas listas para atacar. Cuando esto ocurre la mayoría de las abejas son inspeccionadas individualmente con rápidos contactos. En caso de detectar intrusas las aguijonean provocando su muerte.

Los desencadenantes del sistema de defensa de las guardianas son vibraciones, olores extraños a la colonia o movimientos bruscos cercanos a la entrada de esta. Una vez depositado el aguijón, la feromona de alarma del saco de veneno se libera e indica a otras abejas el área a atacar.

Las abejas de solo un día de emergidas de la celda no pueden aguijonear por inmadurez del aparato vulnerador, tampoco lo hacen los zánganos que carecen de estos órganos y raramente lo hacen las reinas.

Pillaje

Es un comportamiento que aparece en momentos de mucha presión de pecoreo (abundancia de pecoreadoras), y ausencia de néctar en las fuentes florales. Normalmente se desencadena por imprudencia de los apicultores que trabajando en estos períodos no toman las precauciones necesarias. Cuando abejas de otra colonia perciben el olor a miel de colmenas abiertas son atraídas y comienzan a recolectar como si se tratara de cualquier otra fuente floral. La riqueza de esta fuente genera un rápido reclutamiento que en ocasiones supera el sistema defensivo de la colonia, sea porque se trata de colonias no muy fuertes o bien porque se las ha dejado muy desorganizadas. En estos casos las abejas pilladoras llegan a destruir la colonia en algunas horas.

Control de la temperatura

La temperatura del nido se mantiene de manera constante entre 34°C y 35°C. Si sobrepasa estos valores, la disminuyen mediante la evaporación de agua, la dispersión de individuos en toda la colmena, la formación de racimos en el exterior y la ventilación. Cuando desciende de estos niveles la aumentan mediante la vibración de los músculos alares que produce calor metabólico. Si la temperatura es muy baja conforman una bocha en el área de cría con numerosas capas de abejas que reduce las pérdidas de calor por convección.

Comportamiento higiénico

Aunque la mayoría de las abejas muere en el campo, las que mueren en el interior ya sean larvas o adultas son retiradas y depositadas lejos de la colmena. Este comportamiento es determinante para una mayor o menor resistencia a enfermedades, pues con ello reducen los riesgos de diseminación de agentes patógenos al interior de la colonia. Es un comportamiento que se desencadena por una alta sensibilidad al ácido oleico y que está regulado genéticamente. Líneas de abejas resistentes a enfermedades son seleccionadas sobre la base de este comportamiento.

Comportamiento recolector

Las abejas pueden recolectar polen, agua, néctar o propóleos. La recolección de uno u otro depende de las necesidades de la colonia.

La temperatura mínima para efectuar vuelos de pecoreo es de 12°C y generalmente cesan con temperaturas superiores de 40°C, aunque puede continuar con el acarreo de agua.

La distribución de abejas en el campo depende de la oferta nectarífera y no de la distribución de las colmenas. Igualmente, la proximidad de una fuente de alimento a la colonia, no asegura visitas ya que la «decisión» de visitar una u otra especie está determinada por numerosos factores.

Recolección de polen: el polen es recolectado por las abejas jóvenes que al poner en contacto su cuerpo con las anteras de las flores, se cubren de granos de polen que quedan adheridos a los pelos que recubren casi toda la superficie del cuerpo. Luego de esto procede mediante una operación muy compleja a depositar ese polen en las cestillas del 3^{er} par de patas conformando una pelota.

Una vez en la colmena elegirá una celda próxima al nido de cría donde será depositada la carga. Posteriormente otra abeja la compactará hacia el fondo de la celda al mismo tiempo que lo mezcla con saliva y miel conformando lo que se conoce como **pan de abejas**.

Los viajes de recolección de polen son por lo general más cortos que los destinados a la recolección de néctar. El tiempo requerido y el número de flores a visitar para constituir las pelotas de polen dependen en gran medida de la especie visitada:

pera	80 flores
diente de león	100 flores
colza	30 flores.

El peso de una carga de polen varía entre 12 y 30 mg.

Recolección de néctar: el néctar es un alimento azucarado que segregan los nectarios de las flores, generalmente situados a la base de la corola. La abeja detecta las fuentes de alimento inicialmente por el aroma y solo a proximidad el color o la forma juegan algún rol. El número de visitas necesario para completar una carga (50 mg) también depende de la planta visitada.

Luego de completar una carga la abeja retorna a la colonia, si la fuente es escasa camina por el nido y se la entrega a la primera abeja receptiva que encuentra. Si la fuente es rica, ejecuta la danza y a intervalos ofrece parte de la carga a las demandantes, al culminar la danza retorna a la fuente floral.

Recolección de agua: se utiliza fundamentalmente en la dilución de miel para la alimentación de las larvas, en el enfriado y humidificación del nido. Las recolectoras de agua danzan al igual que cuando recolectan néctar.

En verano cuando se requiere reducir la temperatura del nido, el agua colectada es depositada en las celdas de ligazón que se sitúan sobre los marcos, así como sobre las celdas operculadas o donde se encuentran huevos o larvas.

La regulación del acarreo según Lindauer, se desencadena cuando en el intercambio de alimento por trofalaxis las receptoras tienen néctar más concentrado que las recolectoras. La continuidad del acarreo depende de la rapidez con que las colectoras son descargadas por las receptoras, cuando no hay tomadoras de la carga la actividad se detiene.

Las necesidades de agua de una colonia en primavera son de aproximadamente 200ml/día y de 1000 ml en verano, se estima en 800 abejas el número necesario para acarrear ese volumen por día.

Recolección de propóleos: el propóleos es una mezcla de resinas que se encuentran generalmente en las yemas vegetativas de algunas especies vegetales.

Al encontrar una fuente la recolectora muerde la sustancia con sus mandíbulas y la mastica conformando una pasta que va alojando en sus cestillas, la conformación de una carga requiere de 15 a 60 min.

En la colmena la descarga la efectúa otra obrera, quien recibe la carga con sus mandíbulas y la mezcla con cera antes de aplicarla. La descarga lleva de una a varias horas. Esta actividad la realizan las recolectoras de néctar quienes durante un período se van a dedicar solo a esta recolección. Son pocos los individuos que la realizan y raramente danzan.

Enjambrazón

Es el medio de reproducción natural de las colonias y consiste en el abandono de la colonia por parte de la reina junto con una importante proporción de la población de obreras. Se produce en el momento de máxima población, la reina pasa gran parte del tiempo en buscar celdas vacías para aovar. En este momento se desencadena la construcción de celdas reales, en las cuales la reina va a poner un huevo, a partir del cual va a nacer una larva que será alimentada copiosamente.

Antes de partir, las abejas se alimentan hasta llenar sus buches melarios con miel. La cantidad de abejas que enjambran puede representar del 50 al 90 % de la población, generalmente abejas de 1 a 3 semanas de edad.

Previo a la partida se sucede una interminable sesión de danzas efectuadas por las abejas exploradoras que indican los diferentes sitios alternativos para el asentamiento del enjambre.

Los factores que controlan la enjambrazón son fisiológicos o externos, aunque existe un determinismo genético.

COMPORTAMIENTO DE LA REINA

Al emerger la reina matará las otras que se encuentran aún en las celdas, abriendo con sus mandíbulas el lateral de las celdas por donde introduce el aguijón. Si dos emergen al mismo tiempo un combate se produce entre las mismas.

La reina comienza a ejecutar los vuelos de orientación que le permiten situar la colmena a partir del 5^{to} o 6^{to} día, previamente ejercita sus músculos alares en el interior de la colonia.

El vuelo nupcial en el cual se producen los apareamientos se efectúa cuando hay buen tiempo, temperaturas superiores a 20°C y en las primeras horas de la tarde (13hs a 16hs). Durante un vuelo la reina se puede aparear con varios zánganos, igualmente puede efectuar

varios vuelos de fecundación. Al cuarto día de fecundada inicia la postura, pero puede comenzar en el mismo día.

La postura de cada huevo requiere de 10 seg. La postura máxima se considera en 2000 huevos/día y 200000 huevos/año.

COMPORTAMIENTO DEL ZANGANO

Luego de salir de su celda el zángano permanece en el nido de cría durante los primeros días y son alimentados por las obreras a través de la trofalaxis. A partir del 5^{to} día inician los vuelos de orientación que duran hasta 10 min mientras que los de apareamiento 1 hora. Durante el periodo de fecundación son aceptados en cualquier colonia.

Los apareamientos tienen lugar a partir del 12^o día cuando alcanzan madurez sexual. Si fecundan a la reina mueren una hora después. Al llegar el otoño comienzan a ser gradualmente marginados en el interior de la colmena y finalmente expulsados al exterior de la misma donde mueren rápidamente.

Bibliografía

- Bedascarrasbure, E; Bailez, O; Palacio, M.A; Ruffinengo, S; Cuenca Estrada, G. Guía de Apicultura. Facultad de Ciencias Agrarias. UNMDP. Pag. 293. 1984- 2000.
- Dade, H.A. 1985. Anatomy and dissection of the honeybee. Int. Bee Research Association. London. 158 p.
- Pickard, R.S. 1979. The thinking bee. In: Honeybee Biology, by J.B.Free. Central Association of beekeepers publications. p 35-44.
- Seeley, T.D. 1985. Honeybee Ecology. Princeton. Univ. Press.
- Snodgrass, R.E. 1956. Anatomy of the honeybee. Cornell Univ. Press. Ithaca, NY. 334 p.
- Winston, M.L. 1987. The biology of the honeybee. Harvard.Univ.Press. Cambridge. 281 p.

Autores :

Dra. María Alejandra Palacio

Dr. Sergio Ruffinengo

Ing Agrº. Cristina García

Lic Alim. María Soledad Varela

Tec. Analía Noelia Martínez

