

# Las Feromonas De La Colmena

## ¿La inteligencia química?

“Actualizado”

Por Orlando Valega

Correo: valegaorlando@gmail.com

### *¿Quién gobierna en la colmena? :*

#### *¿La reina, las obreras, las feromonas? o Serán Inteligentes*

En su libro "Out of Control" (Fuera de control) Kevin Kelly nos habla de la capacidad de los insectos, que a pesar de tener un cerebro pequeño, capaz de realizar solo unos cuantos actos más o menos reflejos, al combinarse en cantidades ingentes, se convierten en verdaderos entes superiores que "parecen" pensar. Tanto la hormiga como la colmena de *Apis mellifera*, son una muestra de ello. Se trata del poder "tonto" del individuo convertido en "listo" por la interacción de miles o cientos de miles de dichos individuos.

Estos 60000 individuos que componen el "Organismo Colmena" se mueven y cumplen sus diversas funciones como si fuera un organismo superior. Pero en los organismos superiores una parte de sus células componen el tejido cerebral de donde provienen los impulsos nerviosos que rigen la vida del mismo. En el "Organismo Colmena" ¿Quién o Qué grupo de individuos gobierna? ¿Quién le indica al "Organismo Colmena" que hay que renovar la reina? ¿Quién le dice cuando enjambra? ¿Como eligen las abejas que acompañarán al enjambre y cuales se quedan para continuar la vida en la vieja colmena a punto de renovar su reina?, ¿Quién decide y como se lo comunica a las abejas exploradoras que es momento de buscar una nueva morada?, y una vez que encontraron el lugar elegido ¿Quién decide cual es el lugar ideal?. Las exploradoras cuando encuentran un potencial lugar para anidar que les resulta optimo, vuelven todas juntas al enjambre. ¿Como se comunican y quien toma la decisión de volver? Una vez de vuelta en el enjambre. ¿Cómo y quienes comunican el hallazgo? ¿Quién toma la iniciativa de dirigir el enjambre al lugar elegido por las exploradoras? ¿Qué induce a las obreras a labrar celdas para zánganos? ¿Qué información induce a matar los zánganos? ¿Por qué una colonia huérfana no mata los zánganos?

Comente cuan hábiles son las abejas para volver desde varios km de distancia al lugar preciso en que esta ubicada la piquera de su Colmena, parecería que fuera una actitud instintiva, automática y rutinaria. Pero, que pasa cuando esta misma abeja es seleccionada o por decisión propia, decide salir en enjambre, y una vez que salió, jamás vuelve a la conocida y tantas veces visitada piquera de la vieja colmena. Esto no parece ser instintivo, mas bien una decisión voluntaria, como si fuera razonada. -

Hay autores que siguen afirmando que la reina gobierna y otros que son las obreras que conducen al "Organismo Colmena". Que tanto los zánganos como la reina son esclavos de las obreras, otros dicen que tienen una inteligencia química en referencia al flujo de feromonas que inunda el "Organismo Colmena".

Ninguna duda que las feromonas de la reina influyen muchísimo sobre los demás componentes del "Organismo Colmena", no solo sobre su comportamiento sino en su desarrollo fisiológico, pero no decide cuando

enjambrar, ni cuando salir a fecundarse o matar los zánganos. Además, cuando están solas las abejas que llamamos exploradoras buscando una nueva morada, de repente, al unísono, todas vuelven donde el enjambre, evidentemente que no influye para nada la reina y sus feromonas, pero ¿Quién decide volver? ¿Cómo se lo comunican entre ellas y con las demás?

Son las obreras que empujan a la reina a enjambrear, la conducen y construyen su nueva morada. Si una reina no puede salir para acompañar al enjambre porque el apicultor le puso irracionalmente una rejilla excluidora en la piquera, las abejas creyendo que ella se resiste, la empujan y tironean hasta que logran sacarla, aunque mejor no sea, en pedazos y enjambran igual a un destino de muerte.

Son las obreras que obligan a la reina a salir en su vuelo nupcial y le marcan el camino de regreso con feromonas de Nassanov.

Son las obreras que matan los zánganos cuando se aproxima el periodo de receso floral.

Son también las obreras que deciden cuando criar zánganos construyendo celdillas especiales mas grandes después de haber criado gran cantidad de obreras hermanas.

Son las obreras que alimentan la cría, la reina, los zánganos y a las demás obreras, pero cuando falta el alimento, son ellas también las que deciden comerse las larvas recién nacidas, para equilibrar el contenido de proteínas del "Organismo Colmena". Primero la "COLMENA" a ella se someten las obreras, reina y zánganos, la vida individual cuenta poco.

Son las obreras las que detectan las larvas enfermas o consanguíneas o óvulos de otra obrera y las eliminan, protegiendo al "Organismo".

Si falta proteínas se comen las larvas, sin parar la postura.

Casi todo está ejecutado por las obreras. Con su extraordinario olfato rastrean fácilmente los alimentos a largas distancias y una vez logrado el botín vuelven sin equivocarse al mismo lugar de donde partieron, la "COLMENA", pero no traen cualquier alimento, tienen capacidad para discernir entre un néctar pobre en azúcar y otro mas concentrado y prefieren los pólenes ricos en proteína desdeñando el pobre como el de coníferas.

Perciben las futuras condiciones climáticas y en base a ese pronóstico ejecutan algunas tareas como el acopio de propóleos o la expulsión de los zánganos.

Perciben la inminencia de movimientos sísmicos o la proximidad de tormentas eléctricas.

Son muy sensibles a las energías telúricas. Saben con precisión los lugares de cruces de energía o las fallas del terreno o vetas de agua, allí asientan el enjambre, en ese lugar y no otro fijan el lugar donde pasaran su vida.

Investigaciones recientes han proporcionado información sobre algunas de las capacidades cognitivas de las abejas. Estos resultados son impresionantes teniendo en cuenta el diminuto cerebro de estos animales. Asimismo, se han puesto de manifiesto algunas habilidades fascinantes que asemejan a estos insectos con los seres humanos.

Por ejemplo, las abejas reconocen las caras humanas y tienen la suficiente habilidad para discernir entre dos caras humanas distintas. Por otro lado, tal como hacen las personas tienen dificultades para reconocer rostros si están invertidos ciento ochenta grados.

Además, las abejas pueden contar hasta cuatro objetos cuando los encuentran sucesivamente en su ruta de pecoreo. Parece que las abejas pueden ayudarse

en su navegación en busca de alimentos mediante el reconocimiento de los hitos importantes que encuentran en el camino, siempre que su número no sea mayor de cuatro. (Asociación de Apicultores de Tenerife)

El Escritor Maurice Maeterlinck, en su libro la "Vida de las abejas" representaba a ese desconocido poder conductor de los destinos de la "Colmena" como el "Espíritu de la "Colmena", Veamos una parte de su maravilloso libro.

### **"El Espíritu De la Colmena" Por: Maurice Maeterlinck**

*La Reina no da orden alguna y se encuentra sometida, como el último de sus vasallos, al poder oculto y soberanamente sabio que llamaremos, mientras no tratemos de descubrir dónde reside, «el espíritu de la "Colmena"». Pero ella es allí la madre y el órgano único del amor. La ha fundado en la incertidumbre y la pobreza. La ha repoblado sin cesar con su sustancia (feromona), y todos cuantos la miman, obreras, machos, larvas, ninfas, y las jóvenes princesas cuyo próximo nacimiento va a precipitar su partida, y una de las cuales la sucede ya en el pensamiento inmortal de la especie, han salido de su vientre. «El espíritu de la "Colmena"» ¿Dónde está y qué encarna? No es semejante al instinto particular del pájaro que sabe construir su nido con destreza y que busca otros cielos apenas reaparece el día de la emigración. No es tampoco una tipo de costumbre maquinal de la especie, que sólo quiere ciegamente vivir y que choca con todos los ángulos de la casualidad en cuanto una circunstancia imprevista perturba la serie de los fenómenos acostumbrados. Por el contrario, sigue paso a paso las circunstancias todopoderosas, como un esclavo inteligente y listo que sabe sacar partido, de las órdenes más peligrosas de su amo.*

*Dispone implacablemente, pero con discreción y como si estuviera sometido a algún gran deber de las riquezas, la felicidad, la libertad, la vida de todo un pueblo alado. Regula día por día el número de los nacimientos y lo pone en estricta relación con el de las flores que iluminan la campiña.*

*Anuncia a la reina su destronamiento o la necesidad de que parta, la obliga a dar la vida a sus rivales, cría previamente a éstas, las protege contra la saña política de la madre, permite o prohíbe, según la generosidad de los cálices multicolores, la edad de la primavera y los probables peligros del vuelo nupcial, que la primogénita de las princesas vírgenes vaya a matar en su cuna a sus jóvenes hermanas que entonan el canto de las reinas.*

*Otras veces, cuando la estación avanza, cuando se acortan las horas floridas, ordena, para clausurar la era de las revoluciones, y apresurar la vuelta al trabajo, que las obreras mismas asesinen a toda la descendencia real.*

*Este «espíritu» es prudente y económico, pero no avaro. Parece que conociera las leyes fastuosas y algo locas de la Naturaleza en cuanto atañe al amor. De modo que, durante la abundancia del verano, tolera, como que entre ellos si elegirá su amante la reina que va a nacer, la presencia incómoda de trescientos o cuatrocientos machos aturdidos, desmañados, inútilmente atareados, pretenciosos, total y escandalosamente holgazanes, ruidosos, glotones, groseros, sucios, insaciables, enormes. Pero cuando la reina está fecundada, cuando las flores se abren más tarde y se cierran más temprano, una mañana decreta fríamente la matanza general y simultánea.*

*Reglamenta el trabajo de cada una de las obreras. Distribuye, de acuerdo con su edad, la tarea a las nodrizas, que cuidan las larvas y las ninfas; a las damas de honor que proveen al mantenimiento de la reina y no la pierden de vista; a*

las ventiladoras que azotando las alas ventilan, refrescan o calientan la "Colmena", y apresuran la evaporación de la miel demasiado cargada de agua; a los arquitectos, a los albañiles, a las cereras, a las escultoras que forman la cadena y edifican los panales; a las saqueadoras que salen al campo en busca del néctar de las flores que se convertirá en miel, el polen que sirve de alimento a las larvas y las ninfas, el propóleos que sirve para calafatear y consolidar los edificios de la ciudad, el agua, y la sal necesarias para la juventud de la nación. Impone su tarea a las químicas, que garantizan la conservación de la miel instilando en ella, por medio de su dardo, una gota de ácido fórmico; a las tapadoras que sellan los alvéolos cuyo tesoro está maduro; a las barrenderas que mantienen la meticulosa limpieza de las calles y de las plazas públicas; a las necróforas que llevan lejos de allí los cadáveres; a las amazonas del cuerpo de guardia que velan día y noche, por la seguridad de la entrada, interrogan a cuantos van y vienen, examinan a las adolescentes a su primer salida, espantan a los vagabundos, los sospechosos y los rateros, expulsan a los intrusos, atacan en masa a los enemigos terribles y si es necesario barrean la puerta.

«El espíritu del "Organismo Colmena"», en fin, es el que fija la hora del gran sacrificio anual al genio de la especie, hablo de la enjambrazón, en que un pueblo entero, llegado a la cúspide de su prosperidad y de su poderío, abandona de pronto a la generación futura todas sus riquezas, sus palacios, sus moradas y el fruto de sus fatigas, para marcharse a buscar a lo lejos, la incertidumbre y la desnudez de una nueva patria. He ahí un acto que consciente o no, va más allá de la moral humana. Arruina a veces, empobrece siempre, dispersa inevitablemente, la ciudad dichosa para, obedecer a una ley más alta que la dicha de la ciudad. ¿Dónde se formula esa ley que, según hemos de verlo en seguida, está lejos de ser fatal y ciega, como se cree? ¿Dónde, en qué asamblea, en qué consejo, en qué esfera común funciona ese espíritu a que todos se someten, y que está, él también, sometido a un deber heroico y a una razón que siempre mira al porvenir?

Sucede con nuestras abejas como con la mayor parte de las cosas de este mundo; observamos algunas de sus costumbres y decimos; hacen esto, trabajan de esta manera, sus reinas nacen así, sus obreras permanecen vírgenes, enjambran en tal época. Creemos conocerlas con esto y no pedimos más. Las miramos revoloteando de flor en flor, observamos el ir y venir palpitante del "Organismo Colmena"; esa existencia nos parece muy sencilla, y limitada, como las demás, a los instintivos cuidados del alimento y la reproducción. Pero que el ojo se acerque y trate de darse cuenta... ahí está la complejidad espantosa de los fenómenos más naturales, el enigma de la inteligencia, de la voluntad, de los destinos, del objeto, de los medios y de las causas, la organización incomprensible del más mínimo acto de la vida.

### **Los entomólogos Kirby y Spence Decían:**

«Mostradnos un solo caso en que, empujadas por las circunstancias, hayan tenido la idea de sustituir, por ejemplo, la arcilla o la argamasa por la cera y el propóleos, y convendremos en que son capaces de raciocinar.» Apenas se había formulado, cuando otro naturalista, Andrew Knight, que había untado con una especie de barniz hecho de cera y trementina la corteza enferma de ciertos árboles, observó que sus abejas renunciaban por completo a cosechar propóleos y no hacían uso sino de aquella materia desconocida, pero

inmediatamente probada y adoptada, que hallaban lista ya y en abundancia en los alrededores de su mansión. “La vida de las abejas Libro 7”

Es común en el Brasil el uso de alimentadores colectivos para suministrar, tanto el jarabe como el polen o sustitutos (harina de soja, levadura de cerveza, leche en polvo, etc.) Las abejas retiran ávidamente los sustitutos y los llevan al “Organismo Colmena”.

Yo he visto recolectar alimento para aves o polenta de maíz, a falta de polen, polen en vez de cera y brea en reemplazo del propóleo. Las abejas Africanas A.M. Scutellata (africanas) si no consiguen polen utilizan otro sustituto que puede ser las esporas de los hongos (roya)

Por lo general respetan a las otras colmenas y comparten el hábitat sin problemas, a pesar de que falte el alimento. El conocido pillaje se produce a consecuencia de la intervención del apicultor que al abrir una colmena permite el escape de olores que desparramados por el viento estimulan el instinto de supervivencia desatando el pillaje y pelea feroz entre colmenas. Otra cosa es el “saqueo” que se produce en las colmenas venidas a menos, con reina débil o sin reina, poco antes de la invernada o al salir de ella, Es otro ejemplo que privilegia a el “Organismo Colmena” por sobre las abejas. Una colmena que no va a sobrevivir el invierno no necesita de las reservas, que si servirán para otra que tiene una muy buena reina pero sin ese alimento de reserva no podría subsistir el invierno. Cuando en vísperas del invierno, un grupo de abejas descubre que una colmena no tiene reina o esta es muy débil, la invaden y retiran todo el alimento sin que la colmenita invadida oponga resistencia, esta simplemente huye sin dar pelea. No hay batalla. Como siempre, se privilegia la vida del individuo “Colmena”.

Es sabido que la abeja deja parte de sus entrañas con el aguijón después de aguijonear lo que le produce la muerte.

Pero no es casual de que solo aguijoneen las abejas mas viejas. La colmena no sacrifica las nodrizas, tan necesarias para amamantar la cría, ni las abejas jóvenes que labran la cera.; solo las abejas viejas defienden a la colmena. “A partir de la tercera semana las abejas ya tienen desarrollado sus glándulas de veneno y a partir de este momento protegen la colmena”.

La “colmena” regula la cantidad de abejas que son utilizadas para defender el nido del ataque de algún predador, ante situaciones poco peligrosas solo algunas que otras abejas salen a intimidar al posible agresor pero si la agresión pone en peligro la supervivencia se defienden con mayor cantidad de abejas, pero siempre son las abejas mas viejas las que aguijonean. ¿Cómo y quién decide cuantas abejas guardianas atacarán?

### **¿Serán Inteligentes entonces?**

Sir. John Lubbock, se inclina mucho a negar a la abeja todo discernimiento y toda facultad de raciocinio, desde que sale de la rutina de sus habituales trabajos. Da como prueba de ello un experimento que todo el mundo puede repetir fácilmente. Introducid en un botellín media docena de moscas y media, docena de abejas; luego, con el botellón acostado horizontalmente, volved el fondo hacia la ventana de la habitación. Las abejas se empeñarán durante horas enteras, hasta morir de fatiga o de inanición, en hallar salida, a través del fondo de cristal, mientras que las moscas habrán escapado en menos de dos minutos, por el gollete que ocupa el extremo opuesto. (Maurice Maeterlinck: Parecería muy lógica la deducción de Sir. John Lubbock, pero las moscas no acuden a la luz como lo hacen los insectos que viven en la oscuridad como los

coleópteros y las abejas en la profundidad de algún hueco de una termita o de un árbol en la profundidad de la selva. Pero imaginemos a una abeja que se encuentra dentro de un gran tronco en la profundidad de la selva y por sobre ella solo logra divisar una que otra luz por arriba en la espesura, sale por uno de esos huecos lumínicos en busca de las flores, y después de conseguir su botín, vuelve a ingresar por el mismo lugar por donde salió. Claro que es capaz de olfatear un depósito de miel e ingresar por el agujero de la cerradura si no hubiera otra entrada mas fácil, pero si del otro lado hay una pequeña entrada de luz, la experiencia de millones de años le indican que por allí está la salida. Lamentablemente, si está cerrada con un vidrio, objeto creado por el hombre que no conoce, se estrella contra el una y mil veces.

Es capaz de reconocer de entre varias personas quien fue el agresor. En una oportunidad nos pusimos a retirar material de un colmenar y entramos sin los buzos. A uno de mis hijastros se le ocurrió acercarse a pocos centímetros de la piquera con su celular para filmar o sacar una foto. No se dio cuenta de que la colmena reaccionó y comenzaron a salir en grandes grupos, señal de que paso seguido van a atacar. Cuando se dio cuenta salió disparando, también otro hermano menor que vestía pantalones cortos, Increiblemente las abejas persiguieron al fotógrafo, al de pantalones cortos ni lo molestaron, a pesar de que estaba mas desprotegido. Pasaron cerca unos perros que tampoco fueron agredidos y yo metido dentro de la camioneta podía observar el espectáculo para contarlo a ustedes.

Por lo general cuando trabajamos con las colmenas ellas no atacan a vecinos ni a los animales, para que esto ocurra tiene que producirse un descontrol muy grande. Ellas solo intentan aguijonearnos a nosotros. Saben identificar a los agresores.

En otra oportunidad mi ayudante comenzó a cargar unas alzas a la camioneta donde las abejas libaban restos de miel, primero amenazo una abeja con picar, siguió cargando, pronto dos, tres y ya tuvo que equiparse con el buzo, pero se sumaron todas atacándolo furiosamente, curioso, a mi no me atacaron y eso que estaba muy cerca. Lo curioso es que estando fuera de la colmena actuaron sincronisadamente y solo atacaron al que ellas consideraban el agresor.

Aprovechan la cera estampada que le pone el apicultor, rápidamente interpreta sobre la conveniencia de utilizarla. Pero también aprovecha una simple guía de cera en la rendija del cabezal que usa de soporte a los panales que prolijamente labran hacia abajo. Pero si la separación que dejamos entre panal y panal es muy grande, labran otro panal pequeño entre medio.

**Cera Que No Es Cera** artículo Ampliado el 10/12/2010

Parecería que todas las conductas de los individuos de la colmena estuvieran regulados por flujos químicos. Pero en cierta oportunidad observe que la cera de opérculo en un 95 % no era cera. Era cera mezclada con una arenilla que podría ser polen, aserrín, etc. Lo importante es que la estiraron con algo que no es cera y en proporciones no habituales. Ese año tuvimos una feroz sequía y las abejas no lograron desarrollar convenientemente sus glándulas cereras pero a pesar de ello lograron opercular la miel reemplazando a la cera con otra sustancia.

Daniel Colidio en el grupo "Apinatura" comentó: *Es muy interesante lo que escriben, quiero contarles algo que me paso y que tal vez sea una pavada pero. Me paso que agarre un enjambre en una caja y era época donde no había entrada y estiraron los panales con cartón roído. Es muy noble la abeja y*

*no se fija en los obstáculos, lo hace de alguna manera. Saludos. Daniel Colidio*  
“Polen, cartón roído, pelos, y vaya a saber cuantos sustitutos mas, utiliza la abeja en situaciones límites, con baja secreción de cera. Como dice Daniel Colidio; la abeja no sabe de obstáculos, lo hace de alguna manera, pero lo hace. No en vano sobrevivió por mas de 100 millones de años”.

*Pero, ¿Qué feromona impulsó a la colmena a recolectar el polen o aserrín para este fin? ¿Todos sus actos serán el producto de un impulso químico? ¿Qué las induce a robar propóleos de los cajones viejos ante pronósticos de mal tiempo? Cuando las colmenas son trasladadas a regiones de clima favorable durante todo el año muy pronto cambian de hábito y dejan de acopiar grandes cantidades de alimento. Acumulan cuando son llevadas a una región cuyos inviernos son fríos o en aquellas en que tienen épocas lluviosas por mas que no haga frío. La colmena tiene una extraordinaria capacidad de adaptación. ¿Será el instinto, el flujo de feromonas, o inteligencia?*

*¿Dónde radica esa inteligencia capaz de indicarle, -desde la colmena- a todos y cada uno de sus integrantes lo que debe hacer?*

*Un apicultor de Inglaterra, el Dr. Ribbands, se propuso hallar la respuesta. Reparo en que la vida de la colmena ofrecía una particularidad que nadie se había detenido a considerar: La constante circulación de alimento. Pasaba el alimento en sucesión continua de la nodriza a la reina; de la nodriza a las cereras, a las limpiadoras, a las recibidoras, a las recolectoras y luego en sentido inverso. El doctor Ribbands llego a la conclusión de que la abeja aportaba en cada periodo de su desarrollo cierta clase de secreción glandular o de enzima. Cuando de todas estas sustancias hay suficiente cantidad, los individuos que integran la colmena sienten que esta se halla equilibrada. Por el pensamiento del Dr. Ribbands cruzaba una y otra vez lo observado por la señora Perepelova acerca de ese "factor inhibitorio" producido por la presencia de la reina que impedía el desarrollo de los ovarios de las obreras y que estas por consecuencia pusieran huevos, o que hicieran celdillas para criar reinas (realeras) . Que con la muerte o deterioro de la reina faltaba ese factor inhibitorio y las obreras al poco tiempo construían realeras para criar una nueva reina y en su defecto las obreras con sus ovarios ya desarrollados comenzaban a poner huevos.*

*De ahí paso el Dr. Ribbands a la idea de la colmena-animal, este es, integrada por organismos que funcionan individualmente, pero regidos sin cesar por lo que constituye la esencia de la colmena: el dorado alimento, el factor inhibitorio o “Feromonas” como lo llamamos hoy.*

## **Las feromonas del “Organismo Colmena”**

Las feromonas del “Organismo colmena” representa una de las formas más avanzadas de comunicación entre las abejas.

Las feromonas son sustancias químicas secretadas por las glándulas exocrinas de un animal que provocan una respuesta conductual o fisiológica de otro animal de la misma especie. En las abejas melíferas, los objetivos de los mensajes feromonales suelen ser entre miembros de la misma colonia, pero hay algunas excepciones en las que el objetivo puede ser miembro de otra colonia (Free 1987).

La organización compuesta de la sociedad de las abejas melíferas, que consta de tres castas adultas (reina, obrera y macho) y cría no autosuficiente, proporciona muchas actividades coordinadas y procesos de desarrollo y, por lo

tanto, necesita una forma elaborada similar de comunicación entre los miembros de la colonia. Las feromonas son el factor clave para generar y mantener esta complejidad, asegurando una amplia plasticidad de funciones que permiten a la colonia lidiar con eventos imprevistos o condiciones ambientales cambiantes.

Las feromonas están involucradas en casi todos los aspectos de la vida de la colonia de abejas melíferas:

- Desarrollo y reproducción (incluyendo apareamiento y enjambre de reinas),
- Alimentación,
- Defensa,
- Orientación y, en general,

La integración total de las actividades de la colonia, desde la fundación hasta el declive.

Las feromonas permiten la comunicación entre todas las castas de abejas melíferas: reina-obrera, obrera-obrera, reina-zánganos, y entre abejas adultas y crías (Trhlin y Rajchard 2011; Winston 1987).

En las abejas melíferas, como en otros animales, hay dos tipos de feromonas: “feromonas cebadoras” y “feromonas liberadoras”.

Las feromonas cebadoras actúan a nivel fisiológico, desencadenando respuestas complejas y a largo plazo en el receptor y generando cambios tanto en el desarrollo como en el comportamiento.

Las feromonas liberadoras tienen un efecto más débil, generando una respuesta simple y transitoria que influye en el receptor solo a nivel de la conducta.

La mayoría de las feromonas conocidas en los insectos son del tipo liberador; se clasifican en varias categorías según su función (por ejemplo, sexual, agregación, dispersión, alarma, reclutamiento, seguimiento, territorial, reconocimiento) (Ali y Morgan 1990).

Las “feromonas cebadoras” se desarrollan especialmente en insectos sociales, donde representan la principal fuerza impulsora en la evolución de la armonía social y en el mantenimiento de la homeostasis de las colonias (Le Conte y Hefetz 2008). Entre las feromonas de abejas melíferas, la “señal reina” y las “feromonas de cría” (descritas en detalle a continuación) son principalmente “feromonas cebadoras” (que también tienen algunas funciones liberadoras), mientras que la mayoría de las feromonas de obreras deben considerarse

“feromonas liberadoras”. (Neurobiology of Chemical Communication. Capítulo 5 Comunicación química en la sociedad de la abeja melífera Laura Bortolotti y Cecilia Costa).

Falta mucho por investigar, pero la mayoría de los científicos que realizan en la actualidad trabajos de investigación apícola se inclinan a considerar válida la idea de la colmena animal.

Estas sustancias químicas que modifican el comportamiento de los integrantes de la colmena se denominan feromonas y son muchas y con múltiples funciones. Para muchos científicos la inteligencia de la colmena está en las feromonas, Consideran que poseen una inteligencia química ya que ellas regulan la conducta de sus integrantes.

**Las principales feromonas las podemos clasificar en:**



- I) Feromonas de la Reina
- II) Feromonas de las obreras
- III) Feromonas de los zánganos
- IV) Feromonas de la cría
- V) Ejemplos y comentarios:

**I) Feromonas de la Reina** (Neurobiology of Chemical Communication. Capítulo Comunicación química en la sociedad de la abeja melífera Laura Bortolotti y Cecilia Costa).

La abeja reina de la miel representa el principal factor regulador de las funciones de la colonia. Esta regulación se logra en gran medida por medio de feromonas, que son producidas por diferentes glándulas y emitidas como una mezcla química compleja, conocida como la "señal feromonal de la reina".

La "señal feromonal de la reina" actúa principalmente como una feromona cebadora, induciendo varias modificaciones fisiológicas y de comportamiento en las abejas obreras de la colonia que resultan en el mantenimiento de la homeostasis de la colonia mediante el establecimiento de la jerarquía social y la preservación de la supremacía reproductiva de la reina. Más específicamente, los efectos de la "señal feromonal de la reina" son:

- 1 -Atracción de las abejas del sequito
- 2 -El mantenimiento de la cohesión de las obreras (nido y enjambre)
- 3 – En reinas vírgenes actúa como atrayente de zánganos.
- 4 -La supresión de la cría de la reina y el enjambre
- 5 -La inhibición de la reproducción de las obreras y
- 6 -La estimulación de las actividades de las obreras: limpieza, construcción, vigilancia, alimentación y alimentación de crías.

Se sabe que cuando la reina está vieja o enferma (señal feromonal baja) o muere (sin señal feromonal), las obreras, son inducidas a criar nuevas reinas de crías jóvenes dentro de las 12-24 horas. La remoción de la reina en ausencia de cría joven tiene un efecto desbastador. permite el desarrollo de los ovarios de varias obreras, las que comienzan a poner óvulos sin fecundar los que dan nacimientos de zanganitos adultos (las feromonas de la cría conjuntamente con la señal feromonal de la reina inhiben el desarrollo de los ovarios de las obreras)

A partir de este momento comienza la decadencia de la colonia: las obreras dejan de realizar sus actividades; la colonia se vuelve desorganizada, no apta, sucia, susceptible a enfermedades y presa de depredadores; se despuebla rápidamente y se dirige hacia una muerte segura.

La feromona mandibular de la reina (QMP) es, con mucho, la señal química más estudiada y conocida. Su primera identificación se remonta a 1960, cuando se detectó el ácido (E) -9-oxodec-2-enoico, más simplemente conocido como 9-ODA, como la sustancia secretada por las glándulas mandibulares de la reina (Barbier y Lederer 1960; Callow y Johnston 1960). Los órganos secretores son un par de glándulas en forma de saco ubicadas dentro de la cabeza sobre la base de la mandíbula. Las glándulas se abren a través de un conducto corto en la base de la mandíbula y su secreción corre a lo largo de un canal más profundo rodeado de pelos (Billen 1994).

En 1988, Slessor et al. descubrieron otros cuatro compuestos secretados por las glándulas mandibulares que actúan sinérgicamente con 9-ODA: los dos

enantiómeros del ácido 9-hidroxidec-2-enoico (9-HDA), el p-hidroxibenzoato de metilo (HOB) y el 4-hidroxi-3-metoxi -feniletanol

Los cinco componentes juntos fueron más activos que cualquiera de las sustancias individuales, solas o en combinación, para formar el séquito de las abejas obreras

Se concluyó que estos cinco productos químicos juntos forman la base de la secreción de QMP, que representa el componente principal de la “señal feromonal de la reina”.

### **Funciones de la feromona mandibular (QMP)**

1 -Atracción de las abejas del séquito Produce la atracción de las abejas del séquito, Las primeras funciones de QMP que se descubrieron se debieron a sus propiedades atrayentes hacia las obreras: la formación del séquito de la reina y la constitución y mantenimiento del grupo de enjambres (Kaminsky et al. 1990; Winston et al. 1989).

En 2003, Keeling et al. identificó cuatro compuestos adicionales producidos por la reina que actúan sinérgicamente con QMP para atraer a las obreras a formar el grupo de retina: alcohol coniferílico (CA), oleato de metilo (MO), hexadecano-1-ol (PA) y ácido linoleico (LA); la primera es secretada por las glándulas mandibulares, mientras que las otras se producen en diferentes partes del cuerpo de la reina. Estas sustancias estaban inactivas solas, pero en combinación con QMP se descubrió que aumentaban en gran medida la actividad del séquito de la reina. Además, en un estudio reciente, Maisonnasse et al. (2010a) mostraron que las reinas privadas artificialmente de glándulas mandibulares aún pueden atraer obreras en el séquito, sugiriendo que QMP no era la única feromona capaz de atraer obreras y que, en su ausencia, otras sustancias pueden desempeñar su papel.

### 2 -El mantenimiento de la cohesión de las obreras (nido y enjambre)

La presencia de la reina es esencial para mantener unido el grupo de abejas enjambre: si la reina muere o no puede volar, el enjambre pronto regresa a la colmena de los padres. El atractivo de la reina hacia el grupo de enjambres se desencadena por medio de señales feromonales, principalmente el QMP

### 3 – En reinas vírgenes actúa como atrayente de zánganos.

Poco después de su descubrimiento, quedó claro que el QMP es utilizado por reinas vírgenes para atraer zánganos durante los vuelos de apareamiento (Gary 1962); más específicamente, al usar maniqués de reina se demostró claramente que 9-ODA atraía a los zánganos (Gary y Marston 1971).

### 4 -La supresión de la cría de la reina y el enjambre

La supresión total o parcial de la señal feromonal de la reina QMP induce a las obreras a criar reinas.

La cría de nuevas reinas en una colonia tiene dos ámbitos principales: la reproducción de la colonia a través del enjambre y el reemplazo de la reina cuando es vieja o débil (este fenómeno se conoce como supersedure) o si muere por alguna razón apícola o patológica

### 5 -La inhibición de la reproducción de las obreras y

Una de las principales características de la sociedad de las abejas melíferas es la presencia de dos castas femeninas (reina y obreras) entre las cuales la reina es la única reproductora. Las obreras están equipadas anatómicamente con ovarios (que contienen una menor cantidad de ovarioles en comparación con las reinas), pero la presencia de la reina inhibe el desarrollo de los ovocitos. Si la reina está ausente (y la colonia y sus obreras se denominan "sin reina" en oposición a "reina en postura"), los ovarios de las obreras pueden volverse activos y las obreras pueden poner huevos (Butler y Fairey 1963; de Groot y Voogd 1954; Jay 1968; Velthuis et al. 1990). Sin embargo, solo pueden producir huevos haploides no fertilizados que dan lugar a la descendencia masculina, ya que no se han apareado y no tienen una espermateca

#### 6 -La estimulación de las actividades de las obreras: limpieza, construcción, vigilancia, alimentación y alimentación de crías.

En las sociedades de insectos altamente avanzadas, existe una organización típica de la casta infértil que determina una división del trabajo dependiente de la edad, llamada polietismo temporal, en la que las obreras progresan desde las tareas realizadas dentro del nido (limpieza, construcción, alimentación) durante los primeros 2– 3 semanas de vida, a los realizados fuera de él (ventilación, protección, alimentación) en las últimas 1-3 semanas (Robinson 1992). Este progreso conductual parece estar impulsado por factores endógenos, ya que está relacionado con la cantidad de JH en la hemolinfa de la obrera, que aumenta con el aumento de la edad (Huang et al. 1991). Sin embargo, la asignación de tareas de cada grupo de obreras (grupo de obreras de la misma edad) puede ser modulada por factores ambientales que modifican los requisitos de la colonia: puede resultar en una pérdida de obreras de más edad (por ejemplo, abejas recolectoras que mueren en el campo) en un desarrollo más rápido de las abejas jóvenes en forrajeras, mientras que la falta de abejas jóvenes (por ejemplo, por una interrupción natural o artificial de la puesta de huevos de la reina) puede resultar en un desarrollo conductual más lento o un reverso de los forrajeros a las abejas nido (Huang y Robinson 1992 ; Robinson et al. 1992b).

Esta plasticidad en la asignación de tareas de las obreras está regulada, al menos en parte, por QMP, mediante la supresión de títulos JH en las obreras; en colonias suplementadas con QMP sintético, las obreras mostraron un nivel reducido de JH asociado con un retraso en el desarrollo del comportamiento y una reducción de la actividad de alimentación (Pankiw et al. 1998). Este mecanismo podría tener una importancia adaptativa, de modo que la presencia de la reina evita que las obreras se conviertan demasiado rápido en forrajeras, preservando así una reserva de obreras jóvenes en caso de pérdida de forrajeros debido a causas ambientales adversas (Winston y Slessor 1998). Sin embargo, es probable que la regulación del desarrollo del comportamiento de las obreras sea modulada principalmente por las propias obreras, ya que la alteración artificial de la demografía de las obreras es efectiva para cambiar el desarrollo del polietismo por edad incluso con la presencia constante de la reina (Huang y Robinson 1996; Robinson y Huang 1998). Es más probable que QMP actúe como un inhibidor auxiliar en la división del trabajo de las obreras en lugar de como un motor primario

## **Otras feromonas de la reina**

Las glándulas mandibulares no son la única fuente de productos químicos con un papel en la cohesión social y la homeostasis de las colonias. Durante muchos años, los investigadores presumieron que QMP solo podría explicar la regulación de todas las funciones de la colonia. Más tarde, se descubrieron otras fuentes de feromonas que estaban de acuerdo con la naturaleza multicomponente de la señal de la reina.

### 1 -Feromonas de la glándula tergal

### 2 -Feromona de huella: feromonas de la glándula tarsal

### 3 -Feromona marcadora de huevos o una Señal de fertilidad: feromonas de la glándula de Dufour

### 4 -Envejecimiento de la señal de la reina: feromonas de la glándula de Koschevnikov

### 1 -Feromonas de la glándula tergal

Las glándulas de Tergal, también conocidas como glándulas de Renner y Bumann, se encuentran debajo de los tergitos abdominales y sus conductos se abren a través de la cutícula en la región del borde posterior de los tergitos (Renner y Baumann 1964). En las reinas, se producen numerosas células de glándulas grandes, principalmente en tergitos III a V, mientras que las obreras solo tienen muy pocas células y se reducen considerablemente (Billen et al. 1986).

Varios autores han postulado el papel de las glándulas tergal como fuente de feromonas con una función de apoyo a QMP, en particular en las razas africanas de abejas melíferas (Velthuis 1970, 1985).

### 2 -Feromona de huella: feromonas de la glándula tarsal

Las glándulas tarsianas (Arnhart 1923) están presentes en reinas, obreras y zánganos y consisten en una capa unicelular de epitelio glandular ubicada en el sexto tarso de cada una de las seis patas

Se supone que el secreto de las glándulas tarsianas puede servir para diferentes propósitos en las tres castas de abejas, ya que se observaron algunas diferencias en la composición química en reinas, obreras y machos (Lensky et al. 1984).

Lensky y Slabezki (1981) observaron que las secreciones de las glándulas tarsianas depositadas por la reina apareada en el panal inhiben la construcción de la copa de la reina por las obreras;

Cuando la reina no puede llegar a lugares aislados por una rejilla o distanciados ex profeso del nido, donde se colocó cría joven; las obreras levantan tasas de cría de reinas. (método utilizado por Gilbert M. Doolittle)

### 3 -Feromona marcadora de huevos o una Señal de fertilidad: feromonas de la glándula de Dufour

La glándula de Dufour, descrita por primera vez en las abejas melíferas por Dufour en 1841, es una glándula tubular asociada con el aparato de picadura junto con el veneno, la vaina de picadura y las glándulas de Koschevnikov

Una de las principales teorías exploradas es el papel de la secreción de la glándula de Dufour como una feromona marcadora de huevos específica de la casta aplicada por la reina durante la deposición, lo que podría permitir a las obreras distinguir entre huevos puestos por la reina o por la obrera (Ratnieks

1988; Ratnieks y Visscher 1989). El reconocimiento de los huevos es fundamental para el mecanismo de vigilancia de las obreras, mediante el cual las obreras matan los huevos puestos por sus compañeros de trabajo pero dejan los huevos puestos por la reina (un pequeño porcentaje de obreras pone huevos incluso en presencia de la reina) (Ratnieks 1993).

Una hipótesis alternativa para el papel de las secreciones de las glándulas de Dufour es una señal de fertilidad

Finalmente, como se indicó anteriormente, la combinación de QMP y las secreciones de las glándulas de Dufour fue efectiva para inhibir el desarrollo ovárico en las obreras, aunque ninguna fue tan efectiva como la presencia de la reina (Katzav-Gozansky et al. 2006).

Toda esta evidencia sugiere que la secreción de la glándula de Dufour es un componente de la señal reina, tanto en sus efectos liberadores, como lo revela la estimulación del comportamiento del séquito, como en sus efectos primarios, correlacionados con el dominio reproductivo y la fertilidad, a través de la inhibición del desarrollo ovárico. Los roles específicos de la secreción de la glándula de Dufour y el QMP en la regulación del desarrollo fisiológico y el comportamiento de las obreras aún deben ser aclarados.

#### 4 -Envejecimiento de la señal de la reina: feromonas de la glándula de Koschevnikov

La glándula de Koschevnikov está ubicada cerca del eje de la picadura. En las obreras de las abejas melíferas, la glándula produce una feromona de alarma que se libera cuando una abeja pica. En las reinas, la glándula parece jugar un papel diferente, coincidiendo con la señal de reina ya descrita. La glándula comienza a degenerarse después de que la reina tiene 1 año de edad y esto contribuye a la pérdida de señal en las reinas viejas (Grandperrin y Cassier 1983).

## **II) Feromonas de las obreras** (Neurobiology of Chemical Communication. Capítulo 5 Comunicación química en la sociedad de la abeja melífera Laura Bortolotti y Cecilia Costa).

La secreción específica de casta es una característica importante del sistema feromonal de abejas melíferas. Algunas glándulas de abejas melíferas se desarrollan típicamente en solo una de las dos castas femeninas (por ejemplo, las glándulas tergal en reinas o la glándula Nasonov en obreras); no obstante, la mayoría de las glándulas se desarrollan tanto en reinas como en obreras, pero su secreción es específica de la casta, como es el caso de las glándulas mandibulares, Dufour, tarsal y Koschevnikov.

La plasticidad glandular en las abejas melíferas está vinculada a dos procesos de determinación de la casta: el que da lugar a las diferencias entre reinas y obreras, y el que da lugar a la diferenciación entre las obreras, el desarrollo conductual denominado polietismo temporal. El desarrollo de las glándulas en las obreras sigue un patrón temporal vinculado a las actividades relacionadas con las secreciones de las glándulas: por ejemplo, las glándulas de cera y las glándulas hipofaríngeas (con secreciones relacionadas con las actividades de construcción y alimentación) se desarrollan antes y son más activas en las abejas jóvenes, mientras que la producción de feromonas con alarma de picadura es baja en las abejas jóvenes y aumenta a medida que las obreras se convierten en abejas guardianes. Sin embargo, la secreción de la glándula no necesariamente muestra una rigidez específica de la casta, sino que puede ser

más bien plástica y adaptativa, lo que respalda las necesidades cambiantes de la colonia (Katzav-Gozansky et al. 2002).

1 -Regulación de la capacidad reproductiva de las obreras:

2 -Regulación de la maduración de las nodrizas: oleato de etilo

3 -Orientación y reclutamiento: las feromonas de la glándula Nasonov

4 - Agrupación de enjambre Glándula Nasonov

5 - Reclutamiento de comida (agua)

6 -Marcado y reclutamiento en el comportamiento de forrajeo: glándulas tarsianas y otras feromonas

1 -Regulación de la capacidad reproductiva de las obreras:

Las glándulas mandibulares de las abejas melíferas representan un modelo claro de secreción específica de casta. Las reinas y las obreras producen una mezcla relacionada con la casta de ácidos grasos funcionalizados de 8 y 10 carbonos, que coinciden con los roles reproductivos y no reproductivos de la reina en la colonia (Plettner et al. 1996). Mientras que las glándulas mandibulares reina producen principalmente 9-ODA, 9-HDA, HOB y HVA, en las glándulas mandibulares de las obreras los componentes predominantes son el ácido 10-hidroxi-2 (E) decenoico (10-HDA), el ácido 10-hidroxidecanoico (10-HDAA), y sus respectivos diácidos. Ambas castas producen los compuestos alifáticos de la otra casta en pequeñas cantidades: las reinas tienen algo de 10-HDA y 10-HDAA y las obreras tienen un rastro de 9-HDA (Plettner et al. 1995, 1997).

En casi todas las subespecies de abejas melíferas, la eliminación de la reina conduce al desarrollo de un cierto número de obreras que ponen huevos que luego pueden suprimir el desarrollo del ovario en las otras obreras por medio de feromonas, tal como lo hace la reina

Por lo tanto, si es necesario, las glándulas mandibulares de las obreras pueden producir un conjunto de productos químicos muy similares a los de las glándulas reina y con una acción comparable.

Otros autores encontraron que no solo la secreción de la glándula mandibular está involucrada en el desarrollo reproductivo de las obreras, sino también la de la glándula de Dufour, ya que ambas glándulas muestran una mayor actividad en las obreras que ponen huevos (Katzav-Gozansky et al. 2000).

. Este fenómeno es particularmente evidente en obreras de A. m. capensis, en los cuales la transformación de la obrera infértil a reina falsa es rápida y reconocible por la formación de un séquito de abejas obreras que rodean a la reina falsa (Crewe y Velthuis 1980). Además, las obreras de esta subespecie muestran características intermedias entre las reinas y las obreras: presentan una espermateca funcional y son capaces de producir descendencia femenina por partenogénesis thelytokous (Onions 1912). Por estas razones, el papel de las feromonas mandibulares de la obrera en la regulación de la reproducción de la obrera se ha estudiado ampliamente en A. m. capensis,

2 -Regulación de la maduración de las nodrizas: oleato de etilo

Cuando se habla de la regulación del polietismo de las obreras, se dice que la reina es solo un factor auxiliar para impulsar el inicio del desarrollo del comportamiento, que es modulado principalmente por las propias obreras (Huang y Robinson 1996)

Leoncini et al. Identificaron la sustancia química que actúa como un factor inhibidor que retrasa el inicio de la edad de alimentación. (2004) como oleato de etilo. Esta sustancia se encontró en altas concentraciones en el cuerpo de las abejas forrajeras adultas

El descubrimiento de esta nueva feromona aclara cómo las obreras pueden regular su propia asignación de tareas: cuando hay un gran número de recolectores en la colonia, su secreción inhibe el desarrollo de abejas jóvenes, que pueden dedicarse a ocupaciones de nidos; Cuando los recolectores envejecen o se pierden, la inhibición falla y las abejas jóvenes se convierten en nuevos recolectores

Otros estudios demostraron que se produce en el epitelio del cultivo de miel a través de la transformación del etanol derivado del néctar fermentado, luego se exuda al esqueleto donde se transmite entre las obreras como un producto de baja volatilidad a corta distancia o por contacto físico, y difundido en la colmena por evaporación (Castillo et al. 2012; Muenz et al. 2012).

Las pecoreadoras producen una feromona EO (de Ethyl Oléate) (oleato de etilo) que actúa como un inhibidor químico retardando el paso a pecoreadora de otras obreras de la colonia. El oleato de etilo está presente en altas concentraciones en el buche de las pecoreadoras y mediante trofalaxia se trasmite a las obreras más jóvenes.

Si lo pensamos con un cierto detenimiento la acción de esta feromona sería un mecanismo relativamente simple de regulación del número de pecoreadoras. Una pecoreadora que vuelve a la colonia y que traspasa su carga de néctar a otra obrera, inhibiría con esta feromona el paso a pecoreadora de la obrera receptora.

Pero en el caso de que el número de pecoreadoras comenzase a disminuir, las obreras receptoras de comida de mayor edad al no recibir comida impregnada con la feromona pasarían a dedicarse a labores de pecoreo. . Ref: "La comunicación química en las abejas: El lenguaje de las feromonas" Francisco Padilla Alvarez (padilla@uco.es) y José M. Flores Serrano. Universidad de Córdoba, Departamento de Zoología, Campus Universitario de Rabanales, 14071 Córdoba

### 3 -Orientación y reclutamiento: las feromonas de la glándula Nasonov

La secreción de la glándula Nasonov es la feromona exclusiva para obreras más conocida en las abejas melíferas.

La secreción de Nasonov se compone de siete compuestos volátiles: geraniol, ácido nerólico, ácido geránico, (E) -citral, (Z) -citral, (E-E) -farnesol y nerol (Pickett et al. 1980). Tiene un efecto atractivo general y es utilizado por las obreras en varias situaciones diferentes, siendo los más importantes:

El marcado de la entrada a la colmena,

La agrupación de enjambres y

El marcado de las fuentes de alimentación.

Estudios recientes revelaron un nuevo papel posible de la feromona Nasonov dentro de la colmena: Las obreras seleccionan larvas jóvenes para criar reinas a medida que las nuevas reinas exponen su glándula Nasonov para atraer a otras obreras hacia la célula larval seleccionada

### 4 - Agrupación de enjambre

Junto con el QMP, la secreción de la glándula Nasonov de las obreras funciona como un factor de cohesión para la agrupación de enjambres.

Entre los diversos componentes, el geraniol, (E) -citral y el ácido nerólico fueron los más atractivos. En estudios posteriores, una mezcla de feromonas sintéticas fue capaz de atraer enjambres a las cavidades artificiales del nido donde se aplicó (Schmidt 1994, 1999).

### 5 - Reclutamiento de comida (agua)

La función de la glándula Nasonov en el reclutamiento de obreras para sitios de

alimentación se conoce desde hace algún tiempo, pero su mecanismo preciso aún se debate. Cuando un recolector encuentra una fuente de alimento rentable, expone sus glándulas Nasonov para orientar a sus compañeros de nido y los estimula a aterrizar en él (Free 1987).

Esto sugiere que la feromona Nasonov se usa principalmente para reclutar obreras hacia fuentes de agua y está involucrada en la ubicación de la fuente de néctar solo cuando la recompensa es muy alta o los depósitos de nidos son particularmente escasos.

#### 6 -Marcado y reclutamiento en el comportamiento de forrajeo: glándulas tarsianas y otras feromonas

Se cree que la secreción de las glándulas tarsianas de la obrera, también conocida como feromona de la huella de la obrera, tiene un papel auxiliar en el marcado de la entrada de la colmena y las fuentes de alimentos. Las obreras del desembarco lo depositan en la entrada de la colmena y probablemente también en las flores visitadas, lo que aumenta el atractivo de la feromona Nasonov (Williams et al. 1981). En esta función compartida, la feromona de huella probablemente actúa como una señal de proximidad, siendo activa a distancias cortas, mientras que la feromona Nasonov es un gran atractivo, con sus compuestos volátiles siendo efectivos también a distancias más altas (Ferguson y Free 1981).

Thom y col. (2007) descubrieron que las abejas bailarinas producen y liberan cuatro hidrocarburos cuticulares (dos alcanos, tricosano y pentacosano, y dos alquenos, Z- (9) -tricoseno y Z- (9) -pentacoseno) desde su abdomen en el aire. Estos compuestos se producen por vía subcutánea y se secretan en la superficie de la cutícula. Cuando se inyectan en una colmena, el número de recolectores que abandonan la colmena aumenta significativamente, lo que sugiere un papel feromonal en el reclutamiento de obreras

Otra feromona implicada en el comportamiento de alimentación es la 2-heptanona secretada por las glándulas mandibulares de las obreras. Ejerce un efecto repelente y, por lo tanto, parece estar correlacionado con un aroma repelente de marcas de forraje

#### **Comportamiento defensivo: feromonas de alarma**

Hay dos tipos diferentes de obreras involucrados en el comportamiento defensivo: las guardianas y las defensoras.

Las abejas guardianas son obreras que patrullan la entrada de la colmena. Las defensoras, también llamados aguijones, son abejas que responden a un peligro o una perturbación volando, picando y a veces persiguiendo intrusos (Breed et al. 1990).

Se han identificado dos grupos principales de sustancias con efecto de alarma en las abejas melíferas: las feromonas de alarma del aparato de picadura, que tienen como componente principal el acetato de isopentilo (Blum et al. 1978; Boch et al. 1962), y la feromona de alarma de la glándula mandibular, con su componente único 2-heptanona (Shearer y Boch 1965). Ambas sustancias provocan un comportamiento defensivo contra los intrusos en la entrada de la colmena.

#### 1 - Aparato de picadura

#### 2 -Glándulas mandibulares: 2-heptanona



### 1 - Aparato de picadura

Las feromonas de alarma se producen principalmente en las abejas melíferas obreras por la glándula Koschevnikov y por las áreas glandulares de las vainas de las picaduras (Figura 5.3); las secreciones se volatilizan rápidamente en los pelos de la membrana setosa en la base del bulbo de picadura (Cassier et al. 1994; Lensky et al. 1994).

Durante el comportamiento defensivo, las abejas guardianas aparecen en la entrada de la colmena, levantando el abdomen y exponiendo la cámara de picadura para liberar feromonas de alarma; al mismo tiempo, abren sus alas, dispersando los componentes volátiles.

Se han identificado más de 40 compuestos (incluidos productos biosintéticos precursores, intermedios y finales)

El acetato de isopentilo (IPA, o acetato de isoamilo) es el principal componente activo de la mezcla de feromonas de alarma y es responsable de la mayoría de la actividad de liberación de picadura.

Está ausente en las reinas y las obreras jóvenes y aumenta a medida que la obrera envejece, alcanzando su nivel más alto cuando la obrera tiene alrededor de 2 a 3 semanas de edad, justo cuando comienza a realizar tareas de vigilancia. Luego, la cantidad disminuye a medida que se convierte en un recolector

Hay evidencia de que las razas de abejas melíferas que difieren en la intensidad del comportamiento defensivo pueden mostrar diferencias en la cantidad y composición de las feromonas de alarma. Collins y col. (1989) encontraron que las abejas africanas tienen niveles más altos para nueve de los 12 componentes de feromona de alarma en comparación con las abejas europeas y el doble de IPA (acetato de isopentilo)

### 2 -Glándulas mandibulares: 2-heptanona

El papel de la 2-heptanona (2HPT) producido por las glándulas mandibulares de las obreras en la defensa de colonias es menos claro que el IPA. Cerca del nido hay una fuerte respuesta por parte de las abejas guardianas (Shearer y Boch 1965), pero en general muestra una capacidad mucho menor para reclutar abejas e inducir picaduras que el IPA

**III) Feromonas de los zánganos** (Neurobiology of Chemical Communication. Capítulo 5 Comunicación química en la sociedad de la abeja melífera Laura Bortolotti y Cecilia Costa).

Se conocen muy pocas señales feromonales en los zánganos de abejas melíferas y la mayoría están relacionadas con características sexuales. Esto refleja el papel menor de los machos en la sociedad de las abejas melíferas, casi completamente limitado a la función de apareamiento.

Lensky y col. (1985) verificaron el papel de las secreciones de las glándulas mandibulares de los zánganos en la atracción de otros zánganos voladores a las áreas de congregación. Las glándulas mandibulares de los zánganos son mucho más pequeñas que las de las reinas y las obreras y su tamaño varía según la edad. La actividad secretora aumenta de 0 a 3 días de edad a un máximo a los 7 días de edad, mientras que después de 9 días las glándulas ya no estaban activas.

La secreción de la glándula tarsal del zángano también difiere químicamente de la de la hembra, y sus efectos biológicos aún son oscuros (Lensky et al. 1984)

#### **IV) Feromonas de la cría** (Neurobiology of Chemical Communication. Capítulo 5 Comunicación química en la sociedad de la abeja melífera Laura Bortolotti y Cecilia Costa).

Las larvas de *A. mellifera* producen una mezcla compleja de compuestos que actúan como feromonas cebadoras y liberadoras, regulando el desarrollo de las obreras y el crecimiento de colonias. Esta feromona de cría (BP) es una mezcla de 10 ésteres de ácidos grasos: metil palmitato, metil oleato, metil estearato, metil linoleato, metil linoleato, metil palmitato, etil oleato, etil estearato, etil linoleato y etil linolenato (Le Conte et al. al. 1990). Todos estos compuestos forman el cebador de feromona de cría, pero cada componente, solo o en combinación, muestra uno o más efectos liberadores en las abejas adultas (Le Conte et al. 2001).

##### 1 -Regulación del desarrollo y cuidado de la cría

##### 2 -Regulación de la capacidad de reproducción de las obreras

##### 3 - Regulación del desarrollo del comportamiento de la obrera

##### 1 -Regulación del desarrollo y cuidado de la cría

La BP es secretada por las glándulas salivales larvales, que son mejor conocidas en las larvas de abejas melíferas por su función en la secreción de seda necesaria para la construcción del capullo de pupa. Las células epiteliales de las glándulas salivales larvales secretan los ácidos grasos en la luz de las glándulas, que actúan como un reservorio de los componentes del éster de BP (Le Conte et al. 2006). La producción de los diferentes componentes de la feromona varía en función de la edad de casta y larva (Le Conte et al. 1994/1995) y esta modulación de la señal es funcional para garantizar la respuesta adecuada a las necesidades de cualquier edad de larva y casta por parte de la abeja enfermera receptora. . Por ejemplo, se descubrió que:

- El linolenato de metilo, el linoleato de metilo, el oleato de metilo y el palmitato de metilo, que son producidos en grandes cantidades por las larvas durante el recubrimiento celular, inducen a las abejas obreras a tapar las células (Le Conte et al.1994).

- El palmitato de metilo y el oleato de etilo aumentan la actividad de las glándulas hipofaríngeas de las obreras, que producen material proteico (jalea real) que las abejas nodrizas alimentan a las larvas jóvenes (Mohammedi et al. 1996).

- Durante la cría de la reina, el estearato de metilo aumenta la aceptación de las copas de la reina,

- El linoleato de metilo aumenta la producción y administración de la jalea real, y

- El palmitato de metilo aumenta el peso de las larvas de la reina (Le Conte et al. 1995).

##### 2 -Regulación de la capacidad de reproducción de las obreras

Además de sus efectos liberadores en las obreras relacionadas con el desarrollo larvario, los componentes de BP actúan como feromonas cebadoras que regulan, en sinergia con QMP, el desarrollo ovárico de las obreras. En particular, se descubrió que el palmitato de etilo y el linolenato de metilo actúan como inhibidores del desarrollo del ovario de las obreras (Mohammedi et al. 1998),

Además, BP desvía el transporte de vitelogenina a la glándula hipofaríngea en lugar de a los ovarios, lo que redirige el metabolismo de las obreras de la reproducción a la cría (Le Conte y Hefetz 2008).

Recientemente se ha identificado una nueva feromona altamente volátil, E- $\beta$ -ocimeno, en larvas de abejas melíferas (Maisonnasse et al. 2009); el E- $\beta$ -ocimeno tiene un efecto frecuente en la regulación de la fisiología y el desarrollo de la obrera adulta. En particular, ejerce dos efectos principales: inhibición de los ovarios de las obreras y modulación de la maduración conductual de las obreras (Maisonnasse et al. 2010b). Parece que BP y E- $\beta$ -ocimene actúan de manera sinérgica para reprimir la activación de los ovarios de las obreras;

### 3 - Regulación del desarrollo del comportamiento de la obrera

Además de los efectos sobre el desarrollo larvario, BP induce un aumento en el crecimiento de colonias también a través de una modulación del desarrollo del comportamiento de la obrera.

En cuanto al desarrollo ovárico de la obrera, E- $\beta$ -ocimene coopera con BP en la regulación de la actividad de la obrera; en particular, el E- $\beta$ -ocimeno induce un desarrollo temprano de la obrera hacia tareas de alimentación, optimizando así la recolección de alimentos. Maisonnasse y col. (2010b) intentaron explicar cómo estas dos feromonas actúan sinérgicamente en el mantenimiento de la homeostasis de las colonias a través de la retención de una proporción adecuada de enfermera / recolector y la inhibición de la reproducción de la obrera.

Se sabe que en presencia de cría, las obreras inician la búsqueda de comida antes en comparación con las colonias sin cría (Amdam et al. 2009; Tsuruda y Page 2009), asegurando así una adecuada recolección de alimentos; sin embargo, una sobreabundancia de recolectores podría conducir a una falta y una disminución en el cuidado de las crías. Por el contrario, demasiadas enfermeras causan una disminución en la recolección y almacenamiento de alimentos en la colonia y una disminución posterior en la alimentación de las crías. BP y E- $\beta$ -ocimene pueden controlar este equilibrio ya que las larvas jóvenes y viejas emiten diferentes tipos y cantidades de estas dos feromonas: las larvas jóvenes emiten principalmente E- $\beta$ -ocimene, mientras que BP se produce en una cantidad creciente durante el crecimiento larvario, alcanzando las concentraciones más altas durante la etapa de límite.

De esta forma, las larvas jóvenes, que tienen menores necesidades de lactancia, promueven la recolección de forraje y polen al emitir una baja cantidad de BP y una gran cantidad de E- $\beta$ -ocimeno, mientras que las larvas viejas, que tienen mayores necesidades de lactancia, retrasan la alimentación y promueven un mayor cuidado de la cría al producir una gran cantidad de BP lo que también estimula el desarrollo de las glándulas hipofaríngeas de las obreras y las tareas de cuidado de la cría, como la limpieza, la nutrición y la protección de las células (Figura 5.4). Por lo tanto, las larvas jóvenes y viejas juegan roles opuestos en la maduración conductual de las abejas obreras de acuerdo con sus necesidades específicas: las larvas jóvenes promueven el forrajeo y las larvas viejas promueven el cuidado de las crías (Maisonnasse et al. 2010b).

Está claro que el desarrollo del comportamiento de las obreras, que conduce al típico polietismo de la edad de las abejas melíferas, es un proceso complejo y flexible, que involucra más de un estímulo. El efecto combinado de las señales de reina, las feromonas de la obrera (oleato de etilo) y las feromonas de cría da como resultado una modulación plástica de la actividad de la obrera que puede

adaptar la respuesta de la obrera a las necesidades de la colonia, que varían según la etapa de desarrollo de la colonia y los factores ambientales (Castillo et al. 2012).

*El pecoreo del polen además de ser estimulado por las feromonas de la cría también es estimulado por la cantidad de polen almacenado y la cantidad y calidad de la jalea en el alimento compartido por las nodrizas a las pecoreadoras de polen. ver :(Polen, mucho mas que proteínas)*

## V) Ejemplos y comentarios:

### Feromonas Reales

Si dejamos huérfana a una colmena, a las pocas horas se notan algunas celdas de larvas muy jóvenes, agrandadas y con gran cantidad de jalea real. Son las incipientes celdas reales que están formando las obreras ante la ausencia de la reina. (falta la señal de la reina)

Por el contrario, si en una colmena que está criando celdas reales, colocáramos una reina fecundada en plena postura, inmediatamente las obreras destruyen todas las celdas y no vuelven a formarlas. (se restituye la señal de reina).

Ocurre con mucha frecuencia que en una colmena con una reina en postura, las obreras preparen dos o tres celdas reales de buen tamaño, casi siempre, en el centro de uno de los panales de cría. Las obreras, ante la mínima disminución de la señal de reina, deciden reemplazar a la reina por una nueva. Puede ser una colonia "Anecballie" que jamás enjambrar y a la mínima disminución de la señal de reina cría una reina nueva, o puede ser que la reina tenga algún problema sanitario o de envejecimiento. A este fenómeno lo denominan "Supersedure" (Son las "**celdas de reemplazo**"). **Es de gran utilidad para el apicultor mantener y multiplicar estas colonias que mantienen el vigor de la colmena sin enjambrar.-**

Sabemos que en momentos de plena postura, el nido se agranda empujando las reservas hacia arriba, pero cuando estamos en plena mielada aumenta el ingreso de miel, que empuja hacia abajo la postura de la reina. Cuando la colmena tiene muchas abejas y gran ingreso de néctar, la reina no tiene casi lugar para depositar sus huevos, declinando así la postura y la señal de la reina. En esta circunstancia se produce el fenómeno conocido como "**enjambrazón**" y se forman una gran cantidad de celdas reales en los bordes de los panales. (Denominadas "**celdas de enjambrazón**"). **Si antes de que las obreras decidan enjambrar damos lugar a la reina para la postura la colonia continua sin enjambrar (aumenta la señal de reina) .-**

En todos los casos mencionados hay un **denominador común**: Falta el estímulo que producen una o más sustancias elaboradas por la reina que, -con su presencia-, inhibe la formación de celdas reales y el desarrollo de los ovarios de las obreras. Estas sustancias fueron definidas como "feromonas" por Karlston & Lüsber (1959), partiendo de las raíces griegas ferein (transportar) y horman (excitación). La definición que ellos han dado es la siguiente: "Las feromonas son unas sustancias secretadas por los individuos y que percibidos por otros individuos de la misma especie, provocan una reacción específica, un comportamiento o una modificación biológica".

Las reinas que ven suspendida la postura por varios días, como puede ser el caso de reinas compradas de un criadero, normalmente son rechazadas por las obreras, a pesar de estar huérfanas, prefiriendo a las celdas reales criadas por

ellas. Este fenómeno es otro ejemplo de la falta de “sustancia real” o “feromona real” o “señal de reina”. Todos los métodos utilizados para introducir una reina de esas características, tratan de obligar a las abejas a aceptar a una madre que no les agrada. La reina a cambiar, libera más feromonas que la nueva a introducir, por lo tanto, al retirar la reina para cambiarla por la nueva, las obreras prefieren las celdas reales propias. Para que las obreras no puedan quedarse con estas celdas proponen destruirlas y obligar a las abejas a recibir a la reina nueva. Algunos criadores proponen camuflar a la reina nueva con los olores de la vieja, frotando la jaula de transporte con el cuerpo de ésta o dejándola muerta dentro de la colmena. A pesar de todos estos métodos se corre un gran riesgo de perder la soberana nueva, al pretender introducir una reina de estas características en una colmena grande y con muchas abejas, ya que las reinas nuevas son muy nerviosas y asustadizas, lo que produce la reacción de las obreras que atacan a la reina y la asfixian. (Es probable que por el miedo la reina nueva libere “**feromonas de alarma**” que son tomadas como una señal de agresión por las obreras y maten a la reina por eso). Todos los criadores manifiestan que es más fácil introducir las reinas recién fecundadas en un núcleo o en un paquete de abejas. Esto es lógico ya que los núcleos y los paquetes se confeccionan con abejas nodrizas que no son agresivas. Mejor en un paquete en el que no se pueden criar celdas reales, tan preferidas en estos casos por las abejas..

#### Feromona de la huella o tarsal:

Cuando confinamos a una reina en un sector de la colmena, al poco tiempo aparece una que otra celda real en el sector en que no transita la reina, si colocamos celdas abiertas estas son alimentadas y si injertamos celdas cerradas, no son destruidas por las obreras. Aquí también falta la sustancia real (Feromonas de la huella) y se explica por la razón de que no es solo olor sino que hay un contacto corporal con la sustancia dejada por las patas de la reina “Feromona tarsal”

Este fenómeno feromonal fue utilizado por Gilbert M. Doolittle para instrumentar el método de cría de reinas que hasta hoy se utiliza.

**Según C:C: Miller:** *Sería una historia demasiado larga para enumerar todos los planes que he usado en la crianza de reinas. He criado excelentes reinas, y muchas de ellas, por el plan Alley, y por el plan de la copa celular Doolittle, junto con sus modificaciones de Pridgen y otros. Creo que fui el primero en comentar que se puede criar a una reina en una colonia con una reina en postura; y las he criado tanto en un alza superior como en la misma cámara de cría. Tampoco es absolutamente necesario tener una rejilla excluyente de reina entre las alzas. En lugar de un excluidor, he usado un paño con espacio para el paso en las esquinas. Ni el excluyente ni la tela son absolutamente necesarios; la distancia es suficiente El primer caso reportado fue de esta manera:*

*Sobre una colmena que contenía una colonia se habían apilado cuatro pisos de panales vacíos para mantenerlos a salvo. Para asegurarme de que las abejas no descuiden el cuidado de los panales más distantes, pongo un marco de cría en el piso superior. Unas semanas más tarde, encontré una reina en postura en el piso superior con la antigua reina todavía abajo. Las abejas que habían subido a ese marco de cría, estaban tan lejos de la reina que, criaron una reina propia. Un agujero en el piso superior había permitido el vuelo de la joven reina sin invadir los dominios de su madre* Del libro “El método Miller de la crianza de la

reina”Condensado a partir de 50 años entre las abejas. Por el Dr. C.C. Molinero Publicado por LA EMPRESA DE A. I. ROOT, Medina, Ohio 1911

**Por lo expuesto no es necesario** utilizar una rejilla para renovar la reina de una colonia, según CC miller otra estrategia consiste en subir uno o mas cuadros con huevos y cría recién nacida, a un alza separada al menos por otro alza, de la cámara donde esta la reina. Las nodrizas atraídas por las “feromonas de la cría” suben a alimentar a las larvas, pero por falta de las feromonas tarsales de la reina que no recorre ese lugar, crían otra reina que reemplazara a la que está en plena postura. Con esta estrategia elaborada a partir de conocer el efecto de las feromonas se logran dos objetivos de gran utilidad en el manejo de las colmenas:

1°- Logramos evitar la enjambrazón al liberar espacio para la postura de la reina y

2° -Logramos criar cómodamente una reina que reemplazara a la actual.

#### Enjambrazón:

En plena mielada, el néctar compite con la postura de la reina llenando las celdillas que esta podría utilizar y por ello disminuye la liberación de feromonas, hay pocas larvas jóvenes y baja también la feromonas de las larvas (BP o Brood Pheromone ) que inhiben el desarrollo de las celdas reales .y el desarrollo de los ovarios de las obreras ( Se descubrió además que el 40 % de las obreras al momento de enjambrazar, tiene desarrollado los ovarios). Además, el contacto entre abejas se hace difícil ya que hay muchas abejas en poco espacio, Para poder mantener la temperatura muchas abejas salen fuera del nido formando una especie de barba hecho que hace más difícil aún la transmisión de la feromona. Este conjunto de factores hace que las obreras construyan gran cantidad de celdas reales en los bordes de los panales ya que es el último lugar que tuvo acceso la reina para aovar. Si retiramos cuadros con miel y en su lugar colocamos cuadros vacíos para postura de la reina, si además colocamos más alzas vacías, es probable, - si el proceso no está muy avanzado- que las abejas destruyen las celdas reales y vuelva todo a la normalidad. Manuel Ockman solucionó en parte este problema, adicionando un medio alza a la cámara de cría en forma permanente, de manera que nunca falte espacio para el nido. En realidad no se conocen con certeza y precisión todos los factores que contribuyen a desencadenar el proceso de enjambrazón pero la explicación que acabo de describir es la que más me convence. Se cree también que la enjambrazón se desencadena por recalentamiento del nido y se sugiere no exponer a las colmenas al sol durante mucho tiempo para evitar la enjambrazón. Sin embargo en nuestra zona subtropical, con dos mieladas cortas al año, una en primavera temprana y otra a fin de verano, esto no se cumple ya que hay proliferación de enjambres tanto en primavera temprana con tiempo fresco, como en verano con temperaturas muy altas. De acuerdo con nuestra experiencia un flujo intenso e inesperado de néctar, puede desencadenar el proceso hasta en los núcleos fuertes. Como medida preventiva, siempre dejamos mucho espacio para el nido y si observamos colmenas con barbas de abejas bajo la piquera las revisamos y si es necesario y se está a tiempo, -con celdas reales abiertas- las descongestionamos agregando cuadros vacíos a la cámara de cría.

### Feromonas de Nassenov.

-No solo la reina produce feromonas, las abejas, por medio de las glándulas de Nassenov liberan un olor que marca un rastro que es fácilmente identificado a lo lejos por sus congéneres favoreciendo la aglutinación de los individuos, y la ubicación de la colmena etc. Es muy fácil comprobar el funcionamiento de las glándulas de Nassenov : Si rociamos abejas de distintas colmenas en un lugar, al poco tiempo estas se reúnen y apiñan ya que las feromonas de Nassenov las atrae. ¡Atención! Las feromonas de nassenov atraen abejas, no abejas de una determinada colmena, simplemente ellas se sienten atraídas por esa feromona.

La feromona consiste en una mezcla de 7 compuestos volátiles, siendo el principal el geraniol, pero los de mayor actividad atractiva para las abejas son los ácidos (E) citral y geraniol.

Las obreras liberan esta feromona en diferentes circunstancias. Es relativamente frecuente observar en la piquera de una colonia a varios animales batiendo sus alas con la cabeza dirigida hacia el interior de la colonia y el abdomen levantado y dirigido hacia el exterior.

La feromona ayuda a las pecoreadoras que regresan a la colonia a localizar la entrada a la misma, además ayuda a localizar la colmena a las obreras que están haciendo vuelos de orientación y en general a los animales que se han desorientado debido a algún disturbio sufrido por la colonia. En los días de fuerte viento o con una meteorología adversa es corriente ver en la piquera obreras exponiendo al viento las secreciones de esta glándula.

En la enjambrazón la feromona de Nasanoff desempeña un papel fundamental en la formación del enjambre y en la orientación del mismo hacia la nueva colmena. En estas dos situaciones esta feromona actúa de forma conjunta con las fabricadas por la reina.

Cuando un enjambre sale de una colmena no está estructurado y las obreras suelen colocarse en varios puntos cercanos a la colonia original.

Cuando sale la reina se une a uno de los puntos de congregación, y en ese momento las obreras se apiñan rápidamente a su alrededor y comienzan a emitir la feromona de la glándula de Nasanoff.

Se ha descrito también la liberación de esta feromona en los lugares de recolección de agua, probablemente la usan las obreras para indicar la posición del recurso a las pecoreadoras que están llegando. También hay autores que citan la posibilidad del uso de las secreciones de esta glándula para marcar las flores visitadas por las pecoreadoras.

Otra feromona que tiene funciones de orientación es la denominada feromona de la huella que se fabrica en unas glándulas localizadas en los tarsos de las abejas denominadas glándulas de Arnhart. Las obreras van depositando esta feromona en las superficies sobre las que caminan. Se utiliza para marcar la entrada de la colmena y tiene un efecto sinérgico con la feromona de Nasanoff ya que incrementa su poder de atracción. *Ref: "La comunicación química en las abejas: El lenguaje de las feromonas" Francisco Padilla Alvarez (padilla@uco.es) y José M. Flores Serrano.*

*Universidad de Córdoba, Departamento de Zoología, Campus Universitario de Rabanales, 14071 Córdoba*

### Las feromonas de la cría inducen la recolección de polen:

Las feromonas de la reina y de la cría mantienen la euforia de las obreras y las estimulan a realizar todas las tareas.

Las obreras estimuladas por un buen ingreso de néctar y polen desarrollan las glándulas hipofaríngeas productoras de jalea real y alimentan copiosamente a la reina que inmediatamente comienza a poner huevos en las celdas previamente preparadas por las obreras limpiadoras. Con los primeros nacimientos de las larvas a los tres días, las feromonas de la cría inducen a las pecoreadoras a buscar polen para alimentar a las nodrizas y a las larvas mayores. A medida que aumenta la postura se incrementa el flujo de las feromonas y se desarrollan las glándulas cereras obligando a las abejas cereras a construir nuevos panales. Las feromonas también regulan la construcción de los nuevos panales o el operculado de las celdillas llenas de miel madura. Cuanto mayor el flujo de feromonas mayor cantidad de celdillas para miel y zángano se construyen.

Sabemos que el polen es necesario para el desarrollo de la cría y en especial para la cría de Zángano, en la medida que ingresa a la colmena buen polen se incrementa la cría de obrera primero y con ella y el incremento de la actividad de la reina se incrementan el flujo de las feromonas que a su vez inducen a las obreras a labrar celdillas mas grandes en las que depositará la reina los óvulos de los futuros zánganos.

-Pero ni bien baja el ingreso de polen o baja su calidad, baja también la postura de la reina, disminuyen las feromonas, las obreras dejan de limpiar las celdillas grandes y se corta la postura de óvulos para zángano.

El incremento de las feromonas de la reina y de la cría de obrera induce la postura de óvulos para zánganos. Una reina vieja o deficiente con bajo nivel de feromonas reales cría menos zánganos normales. (Puede suceder que llegue a colocar óvulos en celdillas de obrera por la falta de espermatozoides que lo fecunden y de estas celdillas nazcan pequeños zanganitos, lo que indicaría que la reina debe ser renovada si ya no lo hizo la colmena)

-Ante la falta de estas feromonas por envejecimiento o enfermedad de la reina las abejas se desmoralizan y hasta abandonan el cuidado y guardia de la colmena. Este echo es aprovechado en ciertas épocas del año por colmenas invasivas para robar el alimento en un proceso que denomino "Saqueo", no pillaje, que es otra cosa. Las abejas primero dan vueltas alrededor de la colmena desmoralizada y al percibir la falta de feromonas reales y de la cría deciden atacar ya que no hay riesgo de que esta se defiendan. Roban a una colmena que de todas maneras está destinada a perecer ya que no fue capaz de renovar a tiempo su reina.

#### Las nodrizas son atraídas por las feromonas de la cría:

Las Feromonas que libera la larva dijimos que inhibe el desarrollo de los ovarios de las obreras al igual que las feromonas reales

Las larvas liberan feromonas que atraen a las nodrizas y las inducen a amamantarlas, esas feromonas son tan fuertes que son capaces de cambiar el lugar de ubicación de un enjambre. Sabemos que las abejas exploradoras van orientando al enjambre y lo van llevando al nuevo destino y por mas que coloquemos al enjambre dentro de una caja con hermosos panales, limpios y prolijitos, si ya tenía elegido el lugar de su futura morada, inexorablemente abandona la cómoda caja. Una forma de hacer quedar al enjambre consiste en colocar junto a los panales de la caja uno al medio con crías abiertas, es decir con larvas. Las abejas nodrizas atraídas por las feromonas de las crías comienzan a amamantarlas y logran cambiar el destino del enjambre, además



la misma feromona le indica a las pecoreadoras que deben conseguir alimento para ellas: el polen.

Yo utilizo este conocimiento para cazar enjambres y además para separar de una colmena a las abejas de edad temprana que denominamos nodrizas: Separo de la colmena panales con cría abierta (larvas) y los coloco en un alza, sin las abejas acompañantes. Luego coloco sobre la colmena una rejilla excluidora de reinas y sobre la rejilla el alza con los panales de cría. Muy pronto, a los pocos minutos, se llena de abejas nodrizas que acuden a amamantar a las crías.

Las feromonas de la cría inducen a las obreras a recolectar polen. Cuando llega un enjambre y se mete voluntariamente en una caja podemos observar que al principio no acarrea polen, solo néctar que sirve de alimento para las cereras, al cuarto día cuando comienzan a nacer las primeras larvas se observan las patas cargadas del dorado alimento.

*En Yugoslavia, la señora Moskovlievick coloco en un panal de cría, convenientemente aislado, a la reina y a 503 abejas recolectoras de unos 28 días de edad, en todas las cuales se habían secado las glándulas lactíferas. A estas abejas se les presentaba la alternativa de producir leche (jalea real) o dejar que las larvas muriesen por falta de alimento. Pasaron los días sin que en las celdillas del panal se advirtiese señal de vida. Por fin, una tarde, vio la señora Moskovlievic que en una de las celdillas se posaba una recolectora. Se quedo observando detenidamente a esa abeja. Una brillante gota de leche de abeja acababa de quedar depositada cerca de la boca de una larva recién nacida. Acto seguido tomo la señora Moskovlievic a la abeja recolectora y examino con el microscopio las glándulas lactíferas. Estas glándulas, antes secas, estaban hinchadas de leche. La abeja había regresado a la juventud.*  
Las feromonas de la cría estimulan el desarrollo de las glándulas hipofaríngeas produciendo la regresión

#### Feromona EO (de Ethyl Oléate) de las abejas adultas

*Mykola Haydak saco de una colmena un panal de cría en el cual, después de haberlo puesto en lugar aislado, coloco varias abejas recién salidas de la fase larval. No había allí abejas limpiadoras, nodrizas, cereras, guardianas ni recolectoras. Haydak quedo en espera de los resultados del experimento. Tan espectacular prontitud hubo en el proceso de su desarrollo, que tenían apenas tres días de edad cuando, mientras unas salían en vuelos de exploración, otras estaban construyendo celdillas, trabajo que es propio de abejas de 16 días. Al cuarto día recolectaron polen. Al cabo de una agobiadora semana de esfuerzos, la prematura colmena empezó a funcionar normalmente.*

Este también es un ejemplo del efecto de las feromonas: Las abejas obreras adultas también producen una feromona EO (de Ethyl Oléate) que inhibe la madurez de las abejas más jóvenes, de tal manera que si hay muchas pecoreadoras, las nodrizas tardan más en madurar y en salir a recolectar. Pero en caso de la ausencia de el EO, las abejas jóvenes maduran más rápido. Esta feromona EO (de Ethyl Oléate) se transmite de boca en boca por "trofalaxia" En el caso contrario cuando la mielada llega antes de que la colmena evolucione lo suficiente y tienen pocas pecoreadoras, las nodrizas maduran antes y salen a recolectar. Este fenómeno se nota y mucho en las colmenas ya que disminuye la postura y la colmena junta algo de miel pero no se desarrolla lo suficiente.

Personalmente utilizo este conocimiento para acelerar el desarrollo de los núcleos antes de la mielada. Núcleos que no me servirían de nada pasan a transformarse en poderosas colmenas en poco tiempo:

Con dos colmenas muy fuertes y un pequeño núcleo consigo tres colmenas fuertes; ¿Cómo se hace? Muy sencillo, a una de las colmenas muy fuertes le retiro cuadros con cría cerrada y a la otra le saco abejas pecoreadoras. La primera rápidamente al tener muchas abejas inducen la postura de la reina y la segunda colmena muy fuerte ante la falta de pecoreadoras y por consiguiente, menos feromonas EO<sub>(de Ethyl Oléate)</sub> de las abejas mas viejas, maduran mas rápido las nodrizas transformándose en precoces pecoreadoras. En el núcleo las pecoreadoras inducidas por las feromonas de las larvas sufren la regresión necesaria para alimentar a la nueva cría.

En flujos muy importantes de néctar la colmena privilegia la recolección de néctar y polen antes que continuar con la cría. Esto se debe a que la colmena busca mantener un equilibrio entre el ingreso de la proteína y el consumo. Al incrementarse el consumo por parte de las pecoreadoras, disminuye la postura para economizar proteínas.

#### Feromonas de reina atraen a las pecoreadoras y las feromonas de la cría a las nodrizas y :

Ya analizamos varios casos de el efecto de las feromonas de la cría como atrayente de nodrizas, como las inducen a amamantarlas y como empujan a las pecoreadoras a buscar polen.

Hubo una época en que al hacer las divisiones dejaba el núcleo con crías y abejas nodrizas en el lugar donde estaba la colmena dadora de crías para aprovechar las abejas pecoreadoras que volvían al lugar. A las pocas horas el núcleo estaba rebosante de abejas pero al día siguiente, al volver para injertar la celda, el nucleo tenía pocas abejas, solo nodrizas, las pecoreadoras se fueron a una colmena contigua atraída por la “señal de reina” y seguramente por las feromonas de Nassanov Solo quedaron las nodrizas atraídas por las feromonas de las crías. Las atracciones de las feromonas de la cría son tan fuertes que, si se deja fuera de la colmena un panal con cría, las nodrizas salen en auxilio de las crías cubriendo el panal para calentar y amamantar la cría. Por otro lado, cuando sale el enjambre, las obreras atraídas por la señal de reina primero y las feromonas de Nassanov después, forman la congregación de abejas muy conocido como el enjambre. Algunos apicultores tienen el hobby de hacerse cubrir por las abejas reteniendo una reina pegada a su cuerpo. En estos dos casos, no hay crías, por tanto, las nodrizas y pecoreadoras por igual, siguen la señal de la reina. –

#### Las feromonas de la cría también atraen a las recolectoras

Con el fragor de la cosecha muchas veces vienen cuadros con cría, cerrada y abierta, después de la cosecha dejamos fuera de la sala de extracción las medias para que las limpien las abejas del lugar, las dejan sequitas y listas para ser devueltas. Pero o sorpresa, en los panales con cría, las mismas abejas que vinieron a llevarse los restos de miel, se quedan a cuidar de las crías, abiertas y cerradas. Toman esa característica actitud de las nodrizas que revolotean sobre las crías. Son pecoreadoras que se quedan a cuidar las crías y lo mismo si son abiertas o cerradas. Una abeja pecoreadora queda fuera de su colmena para cuidar una cría de otra colmena ¿Instinto o feromonas?

### Las abejas en todas las etapas del desarrollo. Desde una obrera hasta la mejor de las reinas

Muchos parecen pensar que hay una marcada división entre obrera y reina. Parece que creen que la abeja es una obrera perfecta o una reina perfecta. Creo que soy el primero en señalar que las abejas pueden criarse en todas las etapas, desde una obrera hasta una reina perfecta. Estas etapas se deben a la cantidad de jalea real que recibe la larva en crecimiento. Estas diferentes etapas no solo son provocadas por el tipo de alimento que recibe la larva, sino que, no se olvide, por la cantidad que recibe. En nuestro trabajo hemos observado a las abejas en muchas etapas como se indicó anteriormente.

1°-En varios casos hemos observado una abeja como una obrera, pero con un abdomen más puntiagudo con un color amarillo como el de una virgen. Tal abeja permanece en la colonia y actúa como una obrera y de ninguna manera interfiere con la celda para reina que se le da o con la virgen cuando emerge. Si una abeja de este tipo va o no a los campos o realiza algún trabajo útil sobre la colmena nunca he podido determinar.

2°-Luego hay una abeja unos pasos por encima de eso, que es la abeja más despreciable que jamás haya existido. Es similar a la abeja que acabamos de describir, pero un poco más grande y más como una reina, pero una muy pequeña no la notarías aunque esté a la vista. Ella derribará las celdas para reina tan rápido como las das. Lo que la convierte en una plaga es el hecho de que ocurre tan poco que no la buscas, sino que intentas encontrar una virgen normal.

No sé de dónde vuela una abeja así para aparearse, porque cuando finalmente la veo, ella nunca tiene una oportunidad.

3°-Una abeja, unos pocos pasos por encima de la descrita, vuela para aparearse pero nunca vuelve.

4°-La abeja que está encima de las moscas y parejas que se acaban de mencionar, regresa, pone unos pocos huevos y es reemplazada. Los criadores envían demasiadas de estas reinas utilizando el método de injerto.

5°-Una reina superior a la última puede permanecer en la colmena y reposar con moderación, perdiendo así un cultivo de miel y muere en invierno o se sustituye a principios de la próxima primavera.

6°-Luego están las reinas desde aquí hasta la reina completamente desarrollada que mantiene a la colmena llena de abejas obreras que producen una cosecha abundante de miel.

La primera abeja mencionada se cría en una celda de una obrera, mientras que la siguiente se cría en una celda pequeña que a menudo se puede confundir con una celda de un zángano.

Extracto del libro: Mejores reinas por Jay Smith Derechos de autor, 1949 por Jay Smith

### Feromonas de la glándula de Dufour

Una de las principales teorías exploradas es el papel de la secreción de la glándula de Dufour como una feromona marcadora de huevos específica de la casta aplicada por la reina durante la deposición, lo que podría permitir a las obreras distinguir entre huevos puestos por la reina o por la obrera (Ratnieks 1988; Ratnieks y Visscher 1989). El reconocimiento de los huevos es fundamental para el mecanismo de vigilancia de las obreras, mediante el cual las obreras matan los huevos puestos por sus compañeras de trabajo, pero

dejan los huevos puestos por la reina (un pequeño porcentaje de obreras pone huevos incluso en presencia de la reina) (Ratnieks 1993)

Jay Smith ya describía de la presencia en la colmena de pseudo reinas que competían con las reinas. Ratnieks 1993 manifiesta que a pesar de tener reina la colonia algunas obreras pretenden competir con la reina poniendo ovulitos que son destruidos por otras obreras.

Cuanto mas obreras ponedoras tenga una colonia mayor será la cría despereja a semejanza de la cría salteada por consanguinidad

Cuanto mas vieja o mal fecundada sea una reina menos puede competir con las obreras ponedoras y mas salteada se presentará la cría.

Feromonas de la glándula de Koschevnikov en las reinas. Las feromonas de esta glándula en las obreras esta relacionada con la defensa pero, en las reinas parece que si bien, no tienen esa función, actuarían como una feromona de alarma, en las reinas muy jóvenes Las reinas muy jóvenes, recién fecundadas, son muy miedosas y ante la menor perturbación de la colmena, liberan una feromona que produce confusión en las obreras, que las impulsa a atacar a la reinita produciendo el comportamiento de bola. Posiblemente se deba a feromonas liberadas por la reina, desde las glándulas de Koschevnikov. Estas glándulas se atrofian con el tiempo y al año ya no cumplen ninguna función en las reinas, en coincidencia con la maduración total y definitiva de la misma, Se sabe que después de 30 días de vida de una reina ya es mas tranquila y que alcanza la madurez plena al año de edad. Yo siempre comparo esta actitud de las obreras cuando atacan especialmente a las personas que le temen. Entiendo que la adrenalina producida por el temor induce a la abeja a defenderse y aguijonear, lo mismo sucede cuando las abejas intentan pillar otra colmena, seguramente que liberan feromonas de alarma que induce a las obreras guardianas a expulsarlas. Muy distinto a cuando por error, una abeja se mete en la piquera equivocada y las guardianas la dejan pasar. -

¿Qué induce a la obrera a opercular la celdilla cuando la miel esta madura?

El néctar en su proceso de maduración en los panales también actúa como una feromona; el oleato de etilo: Otros estudios demostraron que el “oleato de etilo” (de Ethyl Oléate)\_se produce en el epitelio del cultivo de miel a través de la transformación del etanol derivado del néctar fermentado, luego se exuda al esqueleto donde se transmite entre las obreras como un producto de baja volatilidad a corta distancia o por contacto físico, y difundido en la colmena por evaporación (Castillo et al. 2012; Muenz et al. 2012).

Muchas veces me pregunte como las abejas saben el momento en que la miel esta madura y lista para opercular. Parecería que en esta reacción química del néctar (de Ethyl Oléate)\_esta la respuesta.

La entrada de néctar también induce a las abejas cereras a construir panales nuevos. Igualmente, la abundancia de néctar y polen de calidad induce a las obreras a limpiar o labrar celdillas mas grandes para cría de zánganos.

***Referencias bibliográficas:***

1. **INFO-REINAS N°40 -INVIERNO 97 LAS FEROMONAS DE LA REINA POR MARC WINSTON, DÉPARTEMENT DES SCIENCES BIOLOGIQUES, UNIVERSITÉ SIMON FRAZER- VANCOUVER (CANADA)**
2. **Las feromonas de la reina según SADA, Revista Campo y Abejas, Edición Especial, Abril de 2004, pág. N°26**
3. **Las abejas maduras pueden retrasar el crecimiento de las más jóvenes. Portal Apícola (25/02/05)**
4. **Cría de reinas por Gilles Fert.**
5. **“La comunicación química en las abejas: El lenguaje de las feromonas” Francisco Padilla Alvarez (padilla@uco.es) y José M. Flores Serrano. Universidad de Córdoba, Departamento de Zoología, Campus Universitario de Rabanales, 14071 Córdoba**
6. Neurobiology of Chemical Communication. Mucignat-Caretta C, editor. Boca Raton (FL): [CRC Press/Taylor & Francis](#); 2014. © 2014 by Taylor & Francis Group, LLC. NCBI Bookshelf. A service of the National Library of Medicine, National Institutes of Health. From: [Chapter 5, Chemical Communication in the Honey Bee Society](#). Capítulo 5 Comunicación química en la sociedad de la abeja melífera Laura Bortolotti y Cecilia Costa.

Por Orlando Valega  
Correo valegaorlando@gmail.com