

La interacción entre insectos y su entorno

Romero Pérez Araceli¹ y Johnattan Hernández Cumplido²

¹Estudiante de Biología, Facultad de Ciencias, UNAM,

²Departamento de Ecología y Recursos Naturales, Facultad de Ciencias, UNAM, Ciudad Universitaria, 04510, Coyoacán, Ciudad de México.
ara_rpi8@ciencias.unam.mx

Resumen

Los insectos pueden percibir olores a grandes distancias. Esta característica, además de serles útil en el reconocimiento de enemigos o de parejas sexuales, les sirve como un medio de comunicación. En el artículo se explica cómo los insectos perciben los olores, y cómo ocurre la comunicación en distintos niveles. Científicos de varias disciplinas se han interesado en el tema por sus implicaciones y porque puede tener diversas aplicaciones, por ejemplo, en el control biológico de plagas.

Palabras clave: Comunicación olfativa, insectos, niveles tróficos, control de plagas.

Abstract

Insects are able to distinguish odors at long distances. Smell, helps them recognize enemies and sexual mates, but it also works as a communication tool. In this article, we explain how insects can perceive smells, and the way they communicate at different levels. Experts of a great variety of disciplines are interested in this area because it can have different applications, such as in biological pest control.

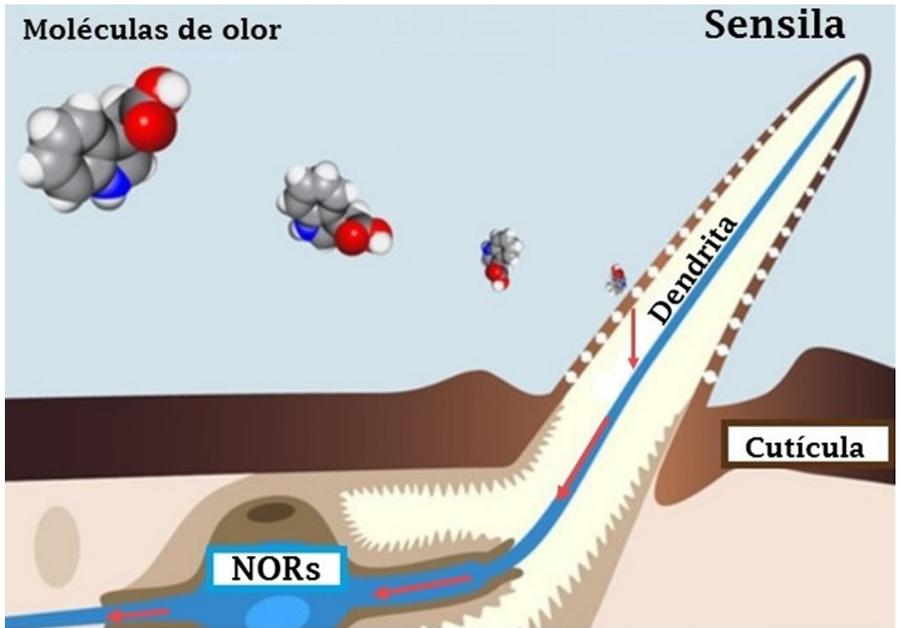
Keywords: Olfactory communication, insects, trophic levels, pest control.



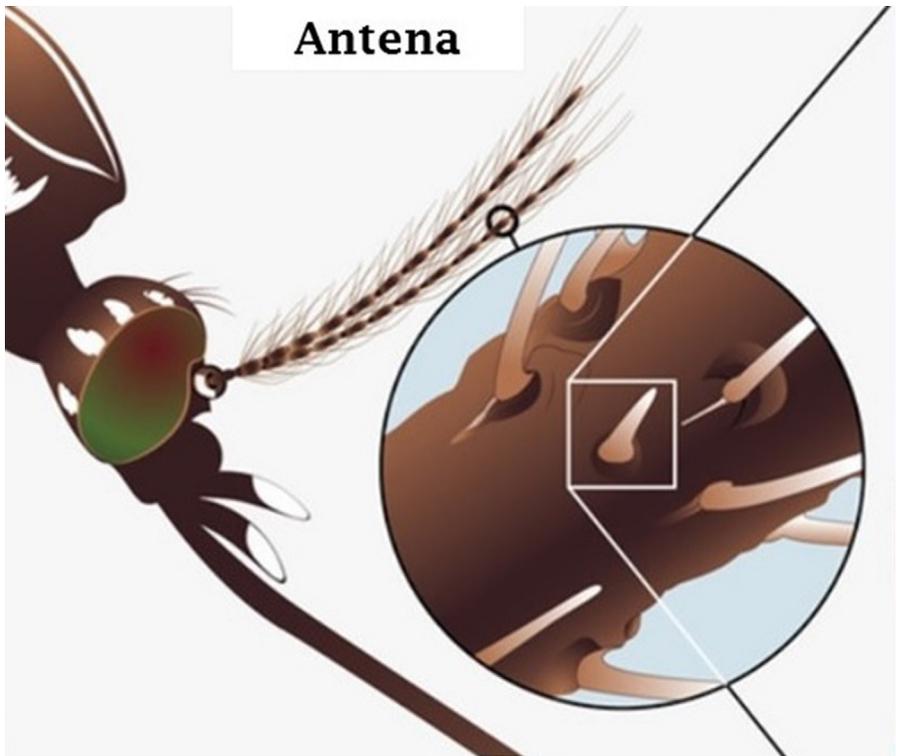
En mi época de infante, recuerdo un lejano día de mis clases de ciencias naturales en que se explicaba sobre los sentidos en todos los animales, incluido el ser humano. En un pequeño recuadro existía un “¿Sabías qué?”, donde exponían una polilla “olfateando” con el fin de buscar una pareja con quien reproducirse. Si mi mente no me falla, era una explicación sobre la capacidad de los insectos para percibir olores a distancias que van desde los centímetros hasta los kilómetros.

Tiempo después, comprendí que el comportamiento social, alimentario y de supervivencia de la mayoría de los animales radicaba principalmente en el sentido del olfato; y así como los humanos podemos percibir el olor de la comida, las feromonas de una persona y el aroma de su entorno, para los insectos el olfato representa una de las herramientas más importantes para encontrar alimento y un auxiliar para evitar enemigos y posibles competencias. La gran diferencia radica en el modo en que percibimos y olfateamos nuestro entorno, y claro está, que no tenemos la capacidad de percibir olores a grandes distancias.

La percepción de los aromas para los insectos no solo se limita a reconocer el entorno oloroso que emite su enemigo insecto, ni su potencial pareja sexual; sino que la liberación de dichos olores también sirve como un medio de comunicación entre niveles tróficos. La polinización es el ejemplo más claro, lo que sabemos es que los insectos son atraídos por el polen de las flores, el dulce aroma de las plantas, el curioso color de una flor y el tamaño de la misma. Pero jamás nos explicaron ¿qué es ese aroma?, ¿cómo ocurre este mecanismo de percibir y reconocer?, ¿cómo entre tanto entorno oloroso, contaminación y miles de factores, tales como: lluvia, viento, latitud y humedad, un pequeño insecto puede reconocer un compuesto químico de una especie de planta en particular y, más aún, de los insectos que se encuentran presentes?, ¿qué son esos olores?, ¿las plantas solo liberan compuestos químicos para atraer insectos polinizadores? Y podríamos escribir más y más párrafos con preguntas, algunas aún sin responder y otras que, al haber sido resueltas, han permitido conocer un poco más sobre la capacidad olfativa de los insectos. Pero mejor iniciemos una explicación sobre lo que se ha ido descubriendo en todo este tiempo.



Esquema de la estructura interna de un sensilio olfativo. Las líneas de color rojo indican la dirección que lleva un estímulo olfativo. Inicia con la entrada del receptor por los poros de la cutícula hasta ser reconocida por la membrana dendrítica, donde la información será reconocida y traducida mediante los NORs para finalmente ser llevada al cerebro. Modificado de <https://jonathanbohbot.weebly.com/research.html>



¿Un insecto olfatea?

No hace falta decir que los insectos cuentan con un sistema “olfatorio” diferente al nuestro, existe una gran diferencia en el tamaño y forma de las estructuras olfativas de los vertebrados, así como en la capacidad de detectar olores; sin embargo, se ha observado una convergencia evolutiva

en los mecanismos neuronales encargados de detectar y discriminar los estímulos. Pero, entonces, si no hay fosas nasales ni narinas, ¿cómo perciben los insectos los olores de su entorno? El sentido olfativo de los insectos se lleva a cabo principalmente en las antenas, y algunas veces en apéndices bucales (llamados palpos). En cada

antena y palpo se encuentran inervadas sensilias olfativas, es decir, una serie de diminutos pelos sensoriales en donde se ubican las neuronas receptoras olfativas (NROs) responsables de detectar olores.

Los axones de las NROs en general forman dos nervios por antena, y se fusionan hasta conectar al cerebro del insecto. Una misma antena puede contener diferentes tipos de sensilias, los cuales reaccionarán

a compuestos químicos diferentes (Guidobaldi y Guerenstein, 2012).

La detección de los volátiles, lípidos y otros compuestos químicos ocurre de la siguiente forma: las moléculas del olor llegan a la antena e ingresan a las sensilias olfativas a través de los poros de la cutícula. Una vez dentro, viajan hasta las dendritas de las NROs donde son reconocidas hasta ser codificadas y procesadas por el cerebro.

La señal reconocida informará sobre la situación del entorno, iniciando con la calidad y cantidad de olor detectado, si se trata de un solo compuesto químico o es una mezcla de varios, la posible dirección e intensidad con la que es recibida y finalmente, la frecuencia del mismo; es aquí donde se demuestra la importancia de contener diferentes tipos de NROs, ya que permitirá diferenciar cada compuesto (Guidobaldi y Guerenstein, 2012).

¿Comunícate con tu olor?

La **comunicación química sexual (CQS)** es un tipo de comunicación intraespecífica (entre individuos de su misma especie) por la que los insectos liberan infoquímicos para indicar su posición o dar un mensaje. Para ello, es necesario un emisor (generalmente las hembras) que libera compuestos químicos, en este caso feromonas, con el fin de ser reconocidos por su receptor (los machos) y llevar a cabo el contacto sexual (Romero-López, 2016).

Algunos insectos como mariposas y chinches presentan glándulas exocrinas, ya sea en su abdomen o tórax, que segregan feromonas para atraer a su pareja. Por ejemplo, las chinches hematófagas de la subfamilia Triatominae (transmisoras de la enfermedad de chagas) presentan glándulas de Brindley y metasternales, las cuales liberan compuestos químicos atrayentes para los machos. Algunas especies de escarabajos de la familia Melolonthidae son atraídos sexualmente debido a la secreción de olores constituidos por derivados de ácidos grasos y alcaloides (Romero-López, 2016).

La **comunicación química interespecífica** evalúa la secreción de compuestos químicos entre individuos de diferentes especies. Los científicos han dividido estos compuestos infoquímicos de acuerdo con el efecto que generan en: a) **alomonas**, químicos que favorecen a la especie productora, b) **kairomonas**, que proporcionan ventaja al organismo que recibe la señal, y c) **sinomonas**, que benefician a ambos. Dentro de la comunicación interespecífica se ubica la defensa química contra ataques por parte de otros artrópodos o depredadores de mayor tamaño, generalmente vertebrados



Tipos de comunicación química en insectos. Comunicación intraespecífica: ocurre entre individuos de la misma especie, generalmente por la secreción de feromonas. Los ejemplos más comunes son, el comportamiento social de las hormigas, o la atracción sexual.

como aves, reptiles y mamíferos, además de la comunicación química alimentaria (Pfeiffer *et al.*, 2018).

La **comunicación química alimentaria** varía de acuerdo al hábito alimenticio de los insectos; los volátiles y compuestos químicos que reconoce un insecto necrófago no son similares a los que percibe un insecto frugívoro o polinizador. Además, la respuesta y atracción es especie-específica. Para explicar un poco mejor, utilicemos como ejemplo los insectos polinizadores. Inicialmente el insecto reconocerá una mezcla compleja de compuestos volátiles orgánicos liberados por las plantas; sin embargo, el nivel de emisión volátil diferiría debido a factores que interpongan a la planta, tales como los ritmos diurnos, la edad de la flor y el estado de la polinización. También

depende de las condiciones ambientales como la luz, la temperatura, la humedad, la altura y, claro está, su calidad nutritiva.

Se ha documentado que el aprendizaje de estos olores permite la formación de un **código de olor**, cuya finalidad es facilitar y disminuir el esfuerzo en la búsqueda de alimento para su visitante; de esta forma, a pesar de que la planta libere dosis bajas o poco frecuentes de olores, el insecto localizará su alimento. En el caso de los insectos carnívoros y depredadores se ha observado que la búsqueda de presas radica en el reconocimiento de compuestos químicos secretados por las mismas; sin embargo, se ha observado que existe un efecto más profundo, una interacción multitrofica por la que las plantas y los insectos depredadores de herbívoros se ven beneficiados.

Huele a comida

Cada vez que leemos algún estudio sobre interacciones planta-insecto sale a la luz la frase **lucha evolutiva** o **coevolución**. Aquella batalla por la supervivencia gracias a la cual las plantas crean nuevas y novedosas defensas, y a su vez los insectos producen armamentos que les permiten combatir contra ellas. Las emisiones de volátiles de las plantas dañadas por herbívoros no solo son el resultado de ser picadas, masticadas o dañadas, sino que también son un medio de comunicación, es decir una medida tanto de advertencia como auxilio para otras plantas.

Durante la década de los noventa se reportaron los primeros estudios en los que se mencionaba la liberación de compuestos volátiles inducidos por herbívoros y su efecto como un mensaje de advertencia a organismos externos. La idea de árboles parlantes sonaba algo dramático y difícil de considerar, ¿cómo con un olor toda la población de árboles entendía que había un enemigo cerca? Fue a finales de 1980 cuando se observó que esta señal no solo era para alertar, sino también funcionaba como un mensaje de atracción para los insectos carnívoros.

La interacción planta-herbívoro-carnívoro ocurre de la siguiente forma: la constante herbivoría de los insectos ocasiona la liberación de compuestos volátiles de plantas inducidas por herbívoros (por sus siglas en inglés HIPV, *herbivore induced plant volatiles*); estos compuestos volátiles actúan como señales, con el fin de atraer a los enemigos naturales de los herbívoros. Los HIPV se emiten en varias escalas espaciales y son muy variables tanto en frecuencia como en composición química, ya que dependen de la especie y de la fase de desarrollo, tanto de la planta como del herbívoro (Heil, 2014; Aartsma *et al.*, 2017).

Los HIPV se componen generalmente de volátiles de hoja verde (moléculas de glucosa) y un conjunto de terpenos. La liberación de estos compuestos volátiles puede ocurrir inmediatamente después de que comienza el ataque por parte de los herbívoros, como ocurre en la planta de algodón y en algunas plantas de la familia Brassicaceae, o puede ocurrir horas después del ataque. Por ejemplo, el maíz libera compuestos a solo unas horas



Tipos de comunicación química en insectos. Comunicación interespecífica: ocurre entre individuos de diferentes especies, la secreción de compuestos químicos depende de la especie con la que interactúe. La defensa química y búsqueda de alimento son los ejemplos más claros.

de haber recibido la señal de liberación, mientras que en otras plantas, esto tarda algunos días (Aartsma *et al.*, 2017).

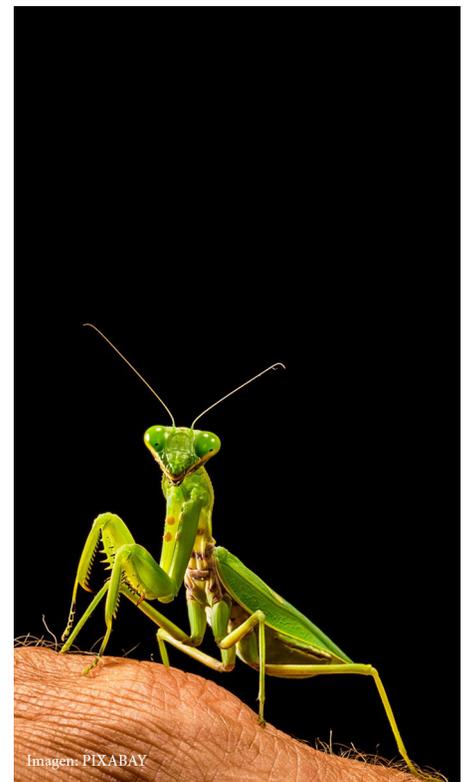
Imaginemos que nosotros fuéramos un insecto depredador y tuviéramos la capacidad de reconocer el aroma de una apetitosa oruga, que se encontrara mezclado con los cientos de olores liberados por todos los herbívoros que se alimentaran de esa misma planta y también con los miles de compuestos liberados por árboles, arbustos, hierbas y demás plantas que existen en el entorno.

Nuestro olfato sería tan sensible que, a pesar de este mosaico de olores, del viento, de la turbulencia y del cambio de composición química de algunos compuestos, podríamos volar hacia donde estuviera nuestra comida.

Sorprendente ¿no es así?

Por último y como se mencionó al inicio de este apartado, la lucha evolutiva nunca se detendrá y así como las plantas liberan compuestos para advertir y pedir ayuda, los herbívoros también son sensibles a los HIPV, lo que les permite reconocer y evitar

alimentarse de plantas que presentan mayores defensas químicas y posibles depredadores o competencia que afecten su supervivencia.

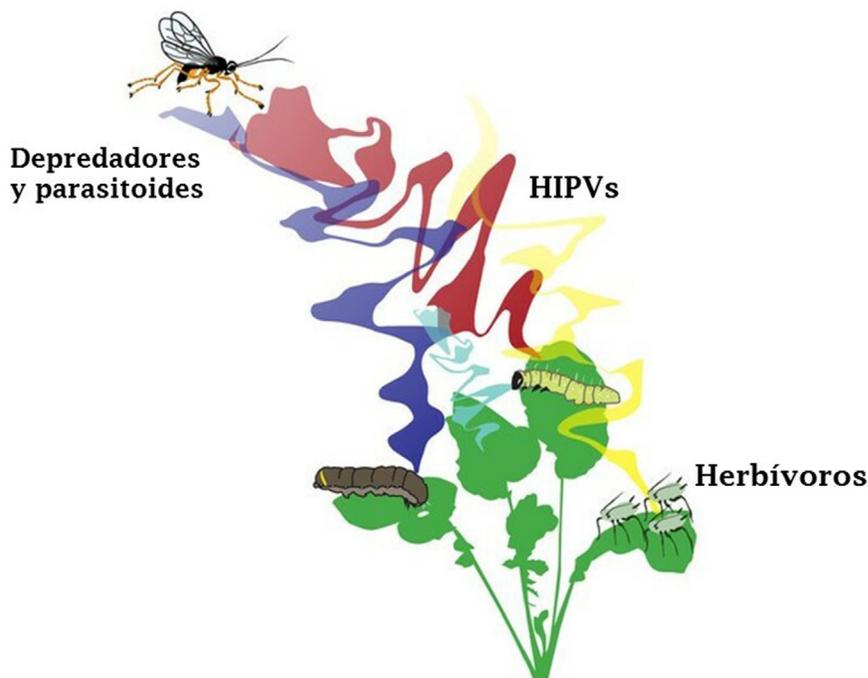


La comunicación química como una aplicación

El estudio de la capacidad olfativa de los insectos sigue creciendo día con día en el mundo científico. Las ramas de la investigación que han puesto sus ojos en este tema van desde la neurofisiología, la evolución, la conducta y la ecología, entre otras, así como la búsqueda de la aplicación de este conocimiento. No es sorprendente imaginar por qué tantas ramas están involucradas. En el caso de las ramas fisiológicas y neurológicas, su interés radica en la comparación de la capacidad sensorial de los humanos y la de otros animales. El ser humano posee una gran capacidad de utilizar la vista y el oído por sobre los demás sentidos, siendo en algunos casos la base para nuestro día a día; en el caso del olfato, a pesar de ser utilizado de manera consciente e inconsciente, existen muchas dudas e incógnitas debido a la variabilidad que hay en la interpretación. Para comprender esto, situemos el siguiente ejemplo: imaginemos que al pasar por una cafetería el aroma del café molido nos invade. Para algunos el olor puede ser intenso, para otros leve, varios dirán hasta qué clase o tipo de café es, pero al final solo lo interpretaremos como "huele a café". En el caso de los insectos parece que el mensaje no solo indica a qué huele, sino que actúa más como un mensaje concreto y preciso.

En el sentido ecológico, las relaciones multitróficas planta, herbívoro y depredadores de los herbívoros han aumentado conforme pasan los años, desde reconocer los compuestos químicos en tiempo y forma, evaluar los compuestos que liberan diferentes insectos, o todos los compuestos que una planta puede liberar a la vez. Y finalmente, sus aplicaciones han ido aumentando en el uso agrícola como control biológico, evitando el uso de pesticidas y aplicando el uso de depredadores. La ecología química aún tiene mucho que dar y mucho que responder. Las investigaciones apenas van comenzando, siendo el efecto del dioicismo, la presencia de vertebrados y la contemplación del calentamiento global algunas de las nuevas brechas que se abren para una profundización.

Pero como todo conocimiento nuevo, nunca está de más que nos sorprendamos, dudemos y preguntemos. Yo jamás creí que aquella imagen de la polilla olfateando



Interacciones multitróficas mediada por compuestos volátiles. El daño en las plantas ocasionado por la constante herbivoría emite la liberación de compuestos volátiles, los cuales son reconocidos por insectos carnívoros y parasitoides. Cada compuesto volátil varía dependiendo del herbívoro. Modificado de Aartsma *et al.* (2017).

significara tantos años de adaptaciones evolutivas y de investigaciones humanas. Ni mucho menos que mi interés por leer sobre el tema me llevaría a este punto de comprender que vivimos en un mundo en el que miles de olores invisibles nos invaden. **H**

Agradecimientos

Al proyecto RA202918 otorgado al Dr. Johnattan Hernández Cumplido. Gracias por el continuo apoyo.

Referencias

- Aartsma, Y., Bianchi, J. A., Wer, W., Poelman, E. H. y Dicke, M. 2017. Herbivore-induced plant volatiles and tritrophic interactions across spatial scales. *New Phytologist*, 216: 1054-1063.
- Guidobaldi, F., Guerenstein, P. 2012. El Sistema Olfativo de los Insectos. En: Rojas, J. C. y Malo, E. A. (eds.). *Temas Selectos en Ecología Química de Insectos*. El Colegio de la Frontera Sur. México. D. F., p. 46-71.
- Heil, M. 2014. Herbivore-induced plant volatiles; targets, perception and unanswered questions. *New Phytologist*, 204: 297-306.
- Pfeiffer, L., Ruther, J., Hofferberth, J. y Stöckl, J. 2018. Interference of chemical defense and sexual communication can shape the evolution of chemical signal. *Science Reports*, 8(321): 1-10.
- Romero-López, A. A. 2016. Comunicación química de coleópteros Melolonthidae distribuidos en México: a una década de distancia. *Dugesiana*, 23(1): 59-73.