

El mundo de los insectos

Por Otto HECHT *

Los insectos son el grupo de animales más abundante en especies; alrededor de 900 mil son las que hasta ahora se han descrito y denominado. La clase *Insecta* comprende un 80% del total de los animales conocidos. Debido a tal abundancia de especies, encontramos insectos adaptados a una gran variedad de condiciones de vida. Aun especies muy emparentadas frecuentemente se distinguen entre sí, más que por características morfológicas, por diferencias en su modo de vivir.

Considerando a los insectos en cuanto al tipo de su alimentación, podemos distinguir como en todos los animales, unos que son carnívoros, otros herbívoros y aún omnívoros; y dentro de este esquema es posible distinguir numerosos subgrupos; por ejemplo, entre los herbívoros hay devoradores de hojas, parásitos de frutos, chupadores de savia, barrenadores de tallos, los que comen madera y otros que devoran semillas; entre los carnívoros son notables los devoradores de cadáveres, hay los que atrapan presas vivas, los destructores de pelos y plumas y los chupadores de sangre.

Muchos insectos pueden nutrirse de una gran variedad de plantas o de animales, llamándose por ello insectos polífagos. Por ejemplo, las mangas de langostas pueden acabar con toda la muy variada vegetación verde de una comarca. En cambio otros, los insectos oligófagos se nutren de sólo algunas especies vegetales, que a veces pertenecen a un solo género o a una sola familia de plantas. La catarinita de la papa (*Leptinotarsa decemlineata*) es un ejemplo de los que se nutren sobre diferentes solanáceas. Otros más se nutren exclusivamente de una sola especie de plantas (insectos monófagos). Una escala semejante encontramos en los que viven como ectoparásitos chupadores de sangre. Las chinches pueden alimentarse de cualquier animal de sangre caliente. Las pulgas prefieren determinados huéspedes, y se habla por esto de la pulga del hombre, de la del gato, de la del perro y de las diversas pulgas de diferentes roedores. Pero sabemos por propia experiencia que las pulgas de nuestros animales caseros también pueden ocasionalmente atacarnos, y en la epidemiología el traspaso de las pulgas de las ratas al

hombre juega un papel muy importante, ya que estas pulgas (debido a su cambio de huésped) están en posibilidad de transmitir de los animales al hombre ciertos agentes causales de enfermedades, como es el caso de las bacterias de la Peste Bubónica o de las rickettsias del tifo murino. Un paso más adelante en la unión estrecha de huésped-parásito lo constituyen los piojos. En general, cada especie de mamífero tiene una especie determinada de piojo o solamente unas pocas. Los piojos del ganado vacuno o los de los cerdos no van sobre el hombre, y las tres especies propias de él, bajo condiciones naturales, no van a los animales.

No podemos extendernos sobre lo diverso de los lugares donde viven y reposan los insectos y sobre sus diferentes refugios; mencionaremos solamente el ambiente tan distinto donde viven algunos de ellos. Las larvas de algunos escarabajos, las llamadas "gallinas ciegas", viven exclusivamente dentro de la tierra, donde unas se nutren de estiércol o de otros detritus de origen vegetal, y otras que por alimentarse de raíces ocasionan grandes daños en almácigos y sembradíos. Muchos descortezadores de árboles y sus larvas viven en las estrechas galerías que excavan en la zona limítrofe entre corteza y madera; estas galerías presentan una configuración típica para cada especie. Las larvas de tricópteros que viven en los riachuelos construyen los tubos dentro de los cuales viven de una manera peculiar para cada especie, unas los revisten con piedritas de tamaño más o menos uniforme, otras con pedacitos iguales de tallos o ramitas de plantas, y otras más con la misma clase de conchitas de caracoles.

Las larvas de los mosquitos se desarrollan según la especie en muy distintos tipos de acumulaciones de agua, por ejemplo en ciénagas con determinada clase de vegetación, arrozales, entre los carrizos de las orillas de lagos, en charcos de agua de lluvia o formados por nieve derretida, en el agua de filtración en lechos pedregosos de ríos, en zanjas de cierto tipo, en agua acumulada en las huellas de las pisadas del ganado, en huecos de árboles o en el agua recolectada en las axilas de las hojas de Bromeliáceas, plantas epifitas muy frecuentes en los trópicos, en barriles con agua y hasta en los floreros de los panteones. Entre los mosquitos adultos hay "especies domésticas" que no sólo penetran a las casas o establos para picar a sus moradores, sino también para reposar largamente en los sitios oscuros de paredes y techos, mientras que digieren la sangre y desarrollan sus ovarios. Otros mosquitos prefieren reposar fuera de las casas, siempre en sitios resguardados, entre el zacate, en arbustos y matorrales, en los taludes de los ríos, al pie de los troncos de los grandes árboles en la selva, en huecos de árboles o de rocas, o viven, como muchos mosquitos selváticos en los trópicos, en las copas de los árboles más altos.

Los insectos ocupan ambientes característicos para cada especie, ya sea durante todo su ciclo evolutivo, o bien durante un estadio determinado de su desarrollo. Cualquier entomólogo podría hacer listas enormes de los *hábitat* de las numerosas especies. Queremos, sin embargo, preguntarnos: ¿Cómo se orientan los insectos dentro de su ambiente? ¿Qué estímulos los instigan a cambiar de lugar, y cuáles definen su conducta, por ejemplo durante la búsqueda de alimento o de un lugar apropiado para ovipositar?

La sensibilidad en las diferentes percepciones de los insectos en ocasiones supera por mucho a la nuestra y en otras es considerablemente menor. Ningún insecto puede recibir una imagen tan precisa de los objetos que le rodean o de un paisaje que se extiende a lo lejos, como la reciben los ojos humanos. La construcción completamente distinta de los ojos de los insectos nos explica esto. Sin embargo estos órganos, que están formados por un conjunto de unidades cuneiformes y angostas, llamadas omatidias, facilitan la percepción del movimiento, lo cual es importante en el caso de los insectos predadores, que reconocen a sus víctimas sólo cuando éstas se mueven. Además, la percepción de distintas intensidades de luz los posibilita para encontrar lugares o superficies más claras o más oscuras (fototaxis positiva o negativa). Muchos insectos también pueden distinguir ciertos colores, y aun la luz ultravioleta, invisible para el ojo humano.



"diferencias en el modo de vivir"

* De la Academia de la Investigación Científica de México.

El olfato de los insectos es a veces asombroso. Para ilustrar esto tomaremos como ejemplo el caso de las avispas parásitas de huevecillos o de larvas de otros insectos. La avispa hembra perfora con el ovíscapo el cuerpo de su presa y desliza en su interior un huevecillo, del cual posteriormente emerge la larva de la avispa, la cual se alimenta de las vísceras de su huésped. Cuando la presa se halla a la vista sobre una hoja, como las orugas de la mariposa blanca de la col, la avispa, que vuela de hoja en hoja, no tiene dificultad en localizarla. En cambio, cuando la presa se halla oculta, como en el caso de las larvas de *Sirex* que viven en los troncos de pinos, en una galería excavada a varios centímetros de profundidad en la madera, la avispa se halla delante de un problema que sólo puede superar gracias a lo extraordinario de su olfato. La hembra recorre el tronco del pino tamborileando con sus largas antenas, portadoras de numerosas células sensoriales, hasta que localiza la larva del *Sirex*; introduce entonces su ovíscapo a través de la corteza y de la madera y deposita su huevecillo en el cuerpo de la larva.

Las abejas generalmente visitan la misma clase de flores y se guían en gran parte por el olor peculiar de éstas. Una abeja que ha encontrado una cantidad satisfactoria de néctar en determinada clase de flores, vuela de una a otra para hacer acopio de miel y no toca otra clase de flor. Cuando ha vaciado su cosecha en las celdillas de los panales, la industriosa colectora regresa al mismo terreno para visitar de nuevo la misma especie de flores. Esta costumbre es ventajosa para las abejas, ya que debido a sus repetidas visitas aprenden a alcanzar con mayor rapidez la fuente de néctar oculta en el fondo de las flores. Para las plantas esta costumbre resulta ser de suma importancia ya que garantiza su polinización. Si una abeja visitara indistintamente diferentes especies de flores, mucho polen se llevaría inútilmente de una clase de flor a otra.

Al tratar de esta economía de trabajo no debemos olvidar que las abejas son insectos sociales que laboran en grupos. Cuando las abejas exploradoras han encontrado una fuente abundante de alimento, incitan a otras obreras a iniciar la recolección de néctar o de polen según el caso. En la comunidad de las abejas existe un "idioma" cuyos símbolos no están formados por sonidos sino por movimientos y figuras de baile que ejecutan sobre el panal las que a él regresan.

Por la determinada configuración de la danza y por otras características, así como por la mayor o menor intensidad de estos movimientos, las "danzantes" comunican a las otras abejas si la fuente de aprovisionamiento se encuentra cerca o lejos de la colmena. Además, por la dirección de la línea central de determinada figura del baile se indica en qué orientación debe emprenderse el vuelo de recolección. El olor de las flores adherido al cuerpo de las que han regresado indica a las que están listas para salir la clase de flores que deben visitar. Cuando las abejas encuentran una fuente de abastecimiento extraordinariamente rica facilitan aún más su localización marcándola con un olor peculiar producido por las glándulas de un órgano especial situado en la punta del abdomen y que al evaginarlo satura el aire con tal atrayente olor.

Si la producción de néctar es pobre no efectúan este marcado. Consecuentemente no guían a sus compañeros a sitios cuya escasa producción de néctar no vale la pena de explotar; presenciarnos con esto un ejemplo más de la economía de trabajo en esta comunidad de insectos sociales.

Algunas sustancias aromáticas juegan un papel muy importante en la atracción de los sexos. En muchas especies de mariposas las hembras poseen en el extremo del abdomen un saco evaginable cuyas glándulas producen un olor que atrae a los machos desde lejos. Alrededor de una pequeña jaula que contenga a una de estas hembras puede congregarse gran número de machos, que han acudido a veces de distancias que varían de unos cientos de metros hasta más de un kilómetro. Si se coloca la hembra bajo una campana de vidrio los machos ignoran su presencia. Usando 500 mil hembras del gusano de seda se logró extraer y aislar el compuesto aromático de dicho órgano y conocer su estructura química (hexa-deca-dienol). Algo semejante se logró con la *Lymantria dispar*, mariposa cuyas orugas son una muy destructora plaga forestal en los Estados Unidos. El compuesto (acetoxi-hidroxi-hexadeceno) producido en las glándulas odoríferas de esta especie es fácil y económicamente sintetizado y es eficaz aun en diluciones infinitesimales: una diezmilmillonésima parte de un miligramo produce aún la respuesta de los machos. Actualmente se proyecta capturar todos los machos, aun de bosques extensos, en trampas provistas de esta sustancia o asperjar parte del follaje u otro sustrato con



"¿cómo se orientan los insectos dentro de su ambiente?"

insecticidas a los cuales se ha mezclado una ínfima cantidad de este atrayente, y privar así a la especie de toda posibilidad de reproducción.

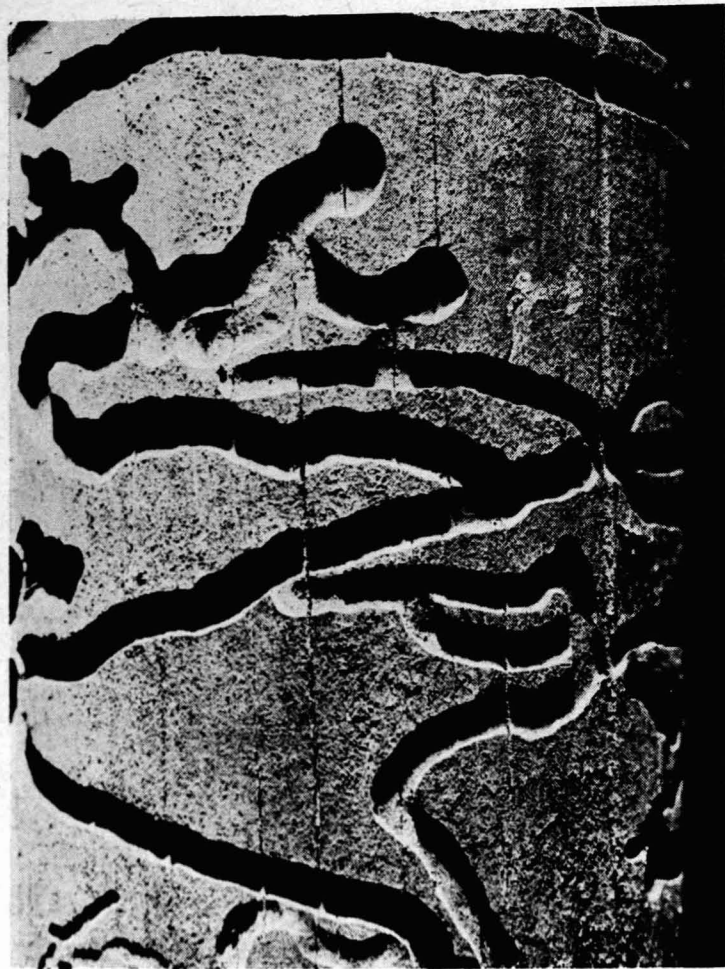
No siempre es fácil distinguir entre olfato y percepción gustatoria y ambos sentidos a menudo se reúnen bajo el término de percepción química. En general, el olfato se refiere a una percepción a distancia, mientras que la percepción gustatoria controla las cualidades de alimento por contacto. Los receptores gustatorios en su mayoría se encuentran localizados en las partes bucales, particularmente en los palpos labiales; en las abejas, avispas y hormigas se encuentran también sobre las antenas, y muchas mariposas y ciertas moscas los poseen en los artejos tarsales de las patas anteriores. Si se toca el tarso anterior de una de estas mariposas con un pincel mojado en una solución azucarada, se obtiene una respuesta de la espiritrompa, la cual se desenrolla como si fuese a chupar néctar.

La *Vanessa atalanta* o mariposa almirante responde a una solución de azúcar de 0.003%, mientras que la lengua humana percibe soluciones que al menos deben contener 0.4% de azúcar. El umbral de percepción para la sensación gustativa del hombre es en este caso 133 veces más alto que para dicha mariposa.

Una sustancia excitante para muchos insectos es el agua. Poseen la capacidad de percibir pequeñas diferencias en la humedad relativa del aire, lo cual les facilita la búsqueda de un ambiente óptimo a este respecto. No hay que olvidar que los insectos, en comparación con otros animales terrestres, son de un tamaño pequeño; y que por lo mismo son cuerpos que presentan una superficie muy grande en relación a su volumen. Consecuentemente estarían expuestos al peligro de una rápida desecación si no contaran con una protección especial contra la evaporación del agua. Para comprender mejor esto, debemos sólo recordar que las moscas domésticas pueden permanecer por mucho tiempo sobre el vidrio de una ventana soleada, mientras que una gota de agua del tamaño de la mosca puesta sobre este mismo lugar se evaporaría en muy poco tiempo.

Esta protección la proporciona la capa más externa de la cutícula o "piel" de los insectos, la *epicutícula*, que es una membrana de sólo unos milésimos de milímetro, constituida por ceras, y completamente impermeable al agua.

La capa media de la "piel" o *exocutícula* se forma por la inclusión de materiales duros en la *endocutícula* quitinosa. El mayor grosor de esta exocutícula impide que los rayos solares calienten excesivamente el cuerpo del insecto, lo cual haría más rápida su desecación. Aquellos insectos o larvas que viven en un medio muy húmedo tienen cutícula muy tenue, y cuando



"Los insectos ocupan ambientes característicos para cada especie"

se les saca de su ambiente al aire seco se encogen y mueren; por ejemplo sucede así en algunos termites y con las larvas que minan los tejidos vegetales jugosos.

Pero también otros insectos, no obstante su envoltura impermeable y su grueso caparazón cuticular, están expuestos al peligro de la desecación. Pierden agua debido a la evaporación a través del sistema respiratorio constituido por las tráqueas abundantemente ramificadas en todos los órganos y tejidos del



"otros se nutren exclusivamente de una sola especie"

cuerpo. Muchos insectos sin embargo pueden cerrar los estigmas que son las aberturas del sistema traqueal. Pero justamente cuando hace calor, todos los procesos de estos animales *poiquiloterms* se aceleran y el requerimiento de oxígeno es consecuentemente mayor, así que los estigmas deben permanecer abiertos.

La búsqueda de condiciones favorables de temperatura y humedad ambiental, y la permanencia dentro de éstas, es de gran importancia para la conservación de la vida de muchos insectos. Consecuentemente, en el análisis de los factores ambientales que rigen la conducta de los insectos, es de sumo interés la determinación de la temperatura predilecta y de la zona preferida de humedad. Esto se hace introduciendo un número suficiente de individuos en aparatos dentro de los cuales pueden distribuirse sobre diferentes partes de un gradiente de temperatura o humedad, o congregarse en lugares definidos de éste. Por supuesto que la elección de ciertas temperaturas y humedades también depende del estado fisiológico en que se encuentre el insecto. Individuos que acaban de beber agua, o que han ingerido alimentos ricos en este líquido, a veces se inclinan más a permanecer en un ambiente seco que aquellos cuyo contenido corporal de agua se encuentra disminuido.

Citaremos unos cuantos ejemplos de la conducta de insectos ante diferente humedad de aire. Muchas hormigas se agrupan en la parte más húmeda del gradiente de prueba, casi en la zona de aire saturado con vapor de agua. Los "gusanos de alambre", que son larvas de coleópteros elatéricos, cuya capa protectora de cera se lesiona por la acción abrasiva de partículas de tierra entre las cuales se arrastran, prefieren los lugares húmedos del suelo.

Los insectos que viven en las bodegas de granos almacenados, en productos alimenticios secos o en madera seca, como los gorgojos de cereales, el gusano del harina (la larva del pinacate, *Tenebrio molitor*), el *Ptinus tectus*, coleóptero que vive en la madera de construcción, o las larvas perforadoras de madera de muchos coleópteros, prefieren una atmósfera seca. El agua tan necesaria para la vida de estos insectos que viven en medios tan secos la pueden conseguir de dos modos: ya sea que devoren grandes cantidades de alimento y extraigan la cantidad de agua contenida en él como en el caso del pinacate *Tenebrio molitor*, o bien por oxidación de sustancias nutritivas, como en el caso de las larvas de la polilla de la lana y las del harina; la combustión de la grasa proporciona mayores cantidades de agua que la de carbohidratos o de proteínas.

La localización de un ambiente favorable con respecto a la humedad la efectúan la mayoría de los insectos no por un movimiento directo o *taxis*, sino por una *kinesis*: en un medio desfavorable, por ejemplo en aire seco o, en cambio, en aire demasiado húmedo, los animales se muestran inquietos y se mueven sin dirección determinada hasta que por una casualidad dan con un área favorable. En la mayoría de los insectos las células receptoras de la humedad probablemente están en las antenas; sin embargo poco es lo que se ha investigado a este respecto.

El calor es un factor muy importante para todos los insectos, ya que subsisten activamente dentro de ciertos límites de temperatura, y su ligación con ciertos lugares o *habitat* y también su distribución geográfica son definidos en alto grado por límites térmicos. La preponderancia del calor sobre las manifestaciones vitales de estos animales *poiquiloterms* nos hace suponer de antemano que los insectos tienen la capacidad de percibir diferencias de temperatura. No tenemos conocimientos satisfactorios acerca de la estructura y el funcionamiento de los órganos sensoriales cuticulares que actúan como termorreceptores. En cuanto a su ubicación, tenemos algunos datos que nos han proporcionado experimentos de amputación que han puesto de manifiesto la consecuente falta de respuestas normales a los estímulos térmicos. En las pocas especies estudiadas hasta el momento, los receptores se han encontrado localizados en muy diversas partes del cuerpo, sobre las antenas, los palpos labiales, la punta del abdomen, los artejos tarsales de las patas anteriores y los cercos que se proyectan desde el último segmento abdominal.

Si comparamos la sensación de calor de los insectos con la de los animales homeotermos o con nuestra percepción de temperaturas, debemos hacer hincapié en una diferencia fundamental. Nosotros sentimos un estímulo térmico como más caliente o más frío que la temperatura constante de nuestro cuerpo o la de nuestra piel, que varía sólo dentro de límites estrechos. A los insectos les falta tal medida de comparación para la estimación

de las temperaturas ambientales. Debe suponerse que su sistema nervioso central tiene la capacidad de percibir grados de temperatura sin referirlos a un punto térmico inherente al organismo.

Observamos frecuentemente que bajo condiciones naturales muchos insectos se congregan en lugares relativamente calientes, a menudo forman grandes aglomeraciones, por ejemplo ciertas chinches de plantas se colocan sobre hojas o piedras calentadas por el sol; las moscas domésticas y las moscas picadoras de los establos lo hacen sobre paredes soleadas; las cucarachas se esconden frecuentemente bajo la estufa en las cocinas o cerca del motor de los refrigeradores, y de noche algunos insectos pequeños encuentran un refugio agradable en las corolas de las flores, gracias al calor producido por la respiración del tejido vegetal. La exactitud con la cual los insectos eligen cierta zona térmica nos la muestra la aglomeración de moscas alrededor de un mechero Bunsen. Donde encuentran una temperatura de aproximadamente 40° C, los numerosos individuos que se congregan ahí forman un anillo. La zona completamente libre de moscas dentro de él nos indica que éstas no solamente son atraídas por el calor sino que evitan una zona de temperatura demasiado alta.

Pruebas que se hacen introduciendo diferentes especies en aparatos con un gradiente de temperaturas, muestran la temperatura predilecta en la cual se congregan los animales. Un ejemplo muy marcado nos lo ofrecen los piojos del cuerpo, los cuales, dentro de tal dispositivo, se aglomeran cerca de los 29° C de temperatura, que corresponde a la que hay entre la piel y la ropa. Se observó que los piojos se alejan de un enfermo de tifo cuando éste tiene fiebre muy alta, y caminan sobre el lado exterior de las cobijas, de donde fácilmente pueden pasar a las personas que cuidan del tifoso.

Si un tubo de metal en forma de U, en cuyo interior pasa una corriente de agua a 35° C, se acerca a un piojo a unos 2 centímetros de distancia, éste sigue al tubo cuando se mueve. En ensayos similares, utilizando chinches de cama o chinches hociconas (*Triatoma*), éstas, además de seguir el tubo, proyectan su trompa o proboscis hacia adelante en posición de picar. Colocando una mota de algodón caliente sobre la tela metálica de una jaula de moscas picadoras (*Stomoxys calcitrans*) éstas mueven su proboscis en dirección al algodón tratando de picar a través de las mallas. No solamente el calor ayuda a los insectos hematófagos a localizar a sus huéspedes y provoca la acción de picar; los estímulos químicos y a veces los visuales también tienen su importancia. Es bastante compleja la conducta de los mosquitos, pero debido a investigaciones recientes nos encontramos en posibilidad de explicar tentativamente las diferencias en atracción, no solamente entre distintas especies de animales huéspedes, sino también entre individuos de la misma especie. Personas con la piel fresca, clara y húmeda, atraen menos a los mosquitos que las de piel más caliente, oscura y seca. Las ropas

de color claro hacen a sus portadores menos atractivos para los mosquitos que los vestidos oscuros. Pero los factores más importantes que causan las diferencias individuales de atracción son ciertos olores corporales, cuya fuente está en la sangre; las sustancias atractivas se difunden desde los capilares a través de la piel. Recientemente se encontró que son ciertos aminoácidos, presentes en la sangre, particularmente la lisina y la alanina, y sobre todo la primera, los que ejercieron mayor atracción para los mosquitos (*Aedes aegypti*), esto además de la atracción por el bióxido de carbono, liberado por la respiración y cierta difusión percutánea. Otro autor hace responsable de la atracción a ciertos esteroides, principalmente sustancias estrógenas, existentes en la sangre.

Al principio de esta nota nos hemos referido muy brevemente a la percepción de la luz. Ya que hay mucho por referir sobre este problema y en particular sobre la percepción de diferentes grados de luminosidad, forma, color y movimiento, y sobre el papel que juegan los diversos estímulos visuales en la orientación de los insectos, preferimos tratar el tema en otro artículo.

Independientemente de los estímulos de que se trate y cuando contemplamos el panorama general de lo que significan para la vida de los animales, llegamos siempre a la misma consideración: cada especie animal proporciona un documento no solamente sobre la asombrosa multitud de especies que se han originado en el curso de la evolución, sino también sobre su adaptación a las más diversas condiciones de vida, y en qué manera las respuestas a los estímulos ambientales, a menudo específicas, facilitan el mantenimiento individual de la vida y la conservación de la especie. Consecuentemente, el estudio del mundo de los sentidos y de la conducta de los animales ha adquirido en los últimos decenios una importancia cada vez mayor dentro de la investigación zoológica.

Esperamos que un mejor conocimiento sobre la fisiología de la percepción, las respuestas a los estímulos y el comportamiento de los insectos, nos conduzcan además a la obtención de métodos prácticos para atrapar a los insectos nocivos mediante trampas ópticas o químicas, o bien mediante estímulos repulsivos, para mantenerlos lejos de donde puedan causar daños o molestias.

No es posible en un artículo como éste dar notas bibliográficas, ni siquiera mencionar los nombres de los numerosos investigadores a quienes debemos antiguos y nuevos conocimientos. Sin embargo, para los lectores más interesados queremos citar por lo menos algunas obras cuyo estudio puede familiarizarlos en mayor grado con los problemas y resultados de los cuales ofrecimos sólo una selección muy pequeña de ejemplos: W. von BÜDDENBROCK, *Vergleichende Physiologie, Band I: Sinnesphysiologie*. (Verlag Birkhäuser Basel, Suiza, 1952).—C. G. BUTLER, *The World of the Honey Bee*. (Collins London, 1954).—J. D. CATHY, *An Introduction to the Behaviour of Invertebrates*. (George Allen and Unwin Ltd. London, 1958).—K. von FRISCH, *Bees, Their Vision, Chemical Senses, and Language*. (Cornell University Press. Ithaca, N. Y., 1950.)



"algunas sustancias aromáticas juegan un papel muy importante en la atracción de los sexos."