

"ORGANOS OLFATORIOS DE LOS INSECTOS Y SU IMPORTANCIA EN EL COM-  
PORTAMIENTO DE LOS MISMOS"

DISERTACION  
SOMETIDA A LA CONSIDERACION  
DE LA  
ESCUELA DE AGRICULTURA Y GANADERIA  
DE LA  
UNIVERSIDAD DE SONORA  
POR  
EDUARDO DESSENS CONTRERAS  
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OPTAR  
AL TITULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO AGRONOMO CON ESPECIALIDAD EN FITOTECNIA  
JULIO DE 1980



# Repositorio Institucional UNISON



“El saber de mis hijos  
hará mi grandeza”



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess

CON GRAN CARIÑO, ADMIRACION Y GRATITUD  
DEDICO ESTE TRABAJO A MIS PADRES POR  
HABERME ENCAUSADO HACIA EL CAMINO DE  
LA SUPERACION:

FERNANDO DESSENS MARTINEZ

MARIA DEL CARMEN CONTRERAS DE DESSENS

CON EL DESEO DE UNA  
CONSTANTE SUPERACION

A MIS HERMANOS:

MARIA ANTONIETA

FERNANDO A.

CESAR

FERNANDA G.



A MIS COMPAÑEROS, AMIGOS  
Y MAESTROS

A MIS TIOS Y FAMILIARES

POR SU APOYO A MI  
QUERIDA COMPAÑERA:  
MARIA TERESA



AGRADEZCO EN ESPECIAL AL  
BIOL. DON PEDRO AVILA S.  
POR SUS CONSEJOS, AYUDA  
Y ASESORIA EN LA REALI-  
ZACION DE ESTE TRABAJO.



## INDICE

Introducción.....	1
Literatura revisada.....	3
Conclusiones y recomendaciones.....	15
Bibliografía.....	21



## INDICE DE FIGURAS

Figura No. 1 .....	17
Figura No. 2 .....	18
Figura No. 3 .....	19
Figura No. 4 .....	20



## INTRODUCCION

El procedimiento futuro de control en los insectos, estará basado en el uso de mínimas cantidades de insecticidas químicos de amplio espectro y solo serán utilizados cuando pueda justificarse desde un punto de vista económico o de salud. En los últimos años se ha venido investigando sobre diferentes compuestos químicos relacionados con la fisiología de los insectos y entre éstos han destacado por su acción en el comportamiento de los insectos las llamadas feromonas o atrayentes.

La importancia de las feromonas o atrayentes en los insectos, es su especificidad, pudiendo usarse en diferentes formas:

- 1).- Para muestrear las poblaciones de insectos de una especie, determinando su densidad relativa.
- 2).- Para seguir el movimiento de insectos marcados, en el estudio de dispersión y emigración.
- 3).- Para estudiar su supervivencia en su habitat natural.
- 4).- Para estudiar el comportamiento asociado con la búsqueda de pareja, alimento y sitios de oviposición.

En la actualidad se han estado también utilizando como procedimientos de control de algunas especies:

- 1).- En el muestreo o dinámica de poblaciones de insectos plagas, correlacionándola con niveles de infestación.
- 2).- En la atracción del insecto a su destrucción por trampas o cebos envenenados.
- 3).- En la confusión de los insectos en el apareamiento, gregarización, alimentación u oviposición.



En el sentido más estricto, las feromonas son sustancias químicas estimulantes que hacen a los insectos orientar sus movimientos hacia el lugar donde aquellas se encuentren.



## LITERATURA REVISADA.

Importancia de las feromonas en el comportamiento de los insectos. Las feromonas tienen un papel muy importante en el comportamiento de los insectos. Determinan la actividad de éstos en la búsqueda de alimento, pareja, lugar para depositar sus huevecillos y algunas veces los sitios de protección. Las feromonas, sobre todo las que están vinculadas al comportamiento sexual, son biológicamente activas en cantidades muy pequeñas. En el sentido más estricto, las feromonas son sustancias químicas o estímulos que provocan una respuesta inmediata de los insectos correspondientes a la especie que las produce. El patrón completo del comportamiento sobre la alimentación, el apareamiento o la oviposición puede comprender cierto número de estímulos (8).

La feromona es secretada por el insecto hacia el exterior y causa una reacción específica en un individuo dado de la misma especie; no tiene actividad dentro del organismo, sin embargo, actúa entre los individuos de la especie correspondiente (5 y 8).

Las feromonas causan una reacción específica en el individuo receptor de la misma especie, esto puede ser: alarma, atracción sexual, gregarización, marcadores de ruta, cambios específicos en desarrollo fisiológico, por ejemplo, determinación sexual o maduración (7).

Los estímulos por sustancias químicas pueden ser de dife-



rente manera: si los compuestos químicos están presentes en forma gaseosa en concentraciones relativamente bajas, éstos pueden ser percibidos como olores y el mecanismo de percepción es conocido como olfato. Esto es importante en la vida de los insectos, por ejemplo, los olores pueden asistir a los insectos a encontrar su alimento o compañero (3).

Los insectos varían enormemente en su comportamiento dirigido por el sentido del olfato. Mucho de los quimiorreceptores de ellos están hechos de células especializadas para responder a sustancias simples, como atrayentes sexuales específicos, a comidas específicas, o a componentes especiales de las plantas que constituyen el alimento (14).

En efecto, los olores promueven actividad; algunas sustancias atraen insectos, otras los repelen o tienen un efecto evasivo, mientras que en algunos casos las respuestas varían con la concentración del olor (3).

Feromonas, componentes de la comunicación química. Las feromonas son sustancias que sirven como señales químicas entre miembros de una especie, puede ser considerada como un sistema de comunicación química. Algunos animales producen solo unas cuantas feromonas, otras producen más. El sistema de feromonas más complejo es el de los insectos sociales (2).

La mayoría de las feromonas que actúan olfatoriamente (como atrayentes sexuales) causan una respuesta de comportamiento inmediata, por lo tanto éstas son llamadas liberadores químicos



(1).

Las feromonas de acción olfatoria son recibidas por los quimiorreceptores de la antena. Por eso un estímulo nervioso pasa al sistema nervioso central y causa un cierto patrón de comportamiento (5).

La comunicación química difiere de la visión o sonido por varios caminos. La transmisión es lenta (los químicos son generalmente vapores), pero la señal es poco novedosa y es algunas veces efectiva sobre un gran rango (2 Km o más). La localización de la señal por el receptor es generalmente más pobre que la localización de estímulos de sonido o visión, y es generalmente realizado por movimientos del animal hacia él, o por movimientos en la dirección de una alta concentración (2).

Hitherta, observa como el control de liberación de feromona está siempre representado principalmente por el cerebro y el corpora allata (cuerpo alado), pero existen algunos ejemplos en los cuales el control reside también en el corpora cardiaca (cuerpo cardiaco), junto con la intervención de otros factores externos que son también necesarios para la liberación de la feromona sexual (1).

Las feromonas juegan un importante papel en la actividad de los insectos. Algunos actúan como sustancias de alarma, otras juegan un papel individual o de reconocimiento de grupo, otras son atrayentes sexuales, algunas en la formación de gregarización, algunas intervienen en la localización de rastreo y unas en la determinación de castas (insectos sociales).



Las sustancias de alarma en las hormigas son generalmente producidas por glándulas mandibulares o anales. Los atrayentes sexuales son generalmente producidas por las hembras, y sirven para atraer al macho. Las sustancias marcadoras de camino son generalmente descargadas del aguijón o ano (hormigas). Las feromonas relacionadas en la determinación de castas incluye la sustancia reina producida por la abeja reina y algo similar sucede con sustancias producidas por termites y hormigas (2).

Feromonas de alarma.- Estas sustancias son elaboradas por las glándulas mandibulares, glándulas anales, o el ovipositor y produce típicamente el vuelo o agresión. Una feromona típica de alarma de hormiga es el 2-metilheptanona, que es la responsable del olor a frutas de las obreras apañonadas y produce confusión inmediata y comportamiento errático de todas las obreras en la vecindad inmediata. Cuando es descargada por medio de las mandíbulas hacia una hembra intrusa, ésta última queda marcada como agresor (7).

Feromonas marcadoras de camino.- Son sustancias de persistencia baja elaboradas por hormigas y termites. La hormiga Formica rufa (Linnaeus), parece usar ácido fórmico como marcador de camino. La feromona mayor de las marcadoras de camino de la hormiga Atta texana (Buckley), es el metil 4-metilpirol-2-carboxilato (7).

Feromonas de gregarización.- Estas son sustancias químicas, o combinaciones químicas que causan que los insectos se agreguen o congreguen. La feromona de gregarización del "es-



carabajo khapra", Trogoderma granarium (Everts), es reportada como una mezcla de ácidos grasos, ésteres, metil y etil oleatos, etil-palmitato, etil-estereato y etil-lineleato. Los escarabajos descortezadores Ips spp y Dendroctonus spp, emplean grupos de terpenos naturales y metabólicamente alterados de pino, como feromonas de gregarización (7).

Feromonas sexuales.- Estas son amplia, sino universalmente distribuidas en la clase Insecta y parece haber alcanzado su cúspide evolucionaria en los Lepidópteros en donde ya han sido demostradas en más de 170 especies. En la mayoría de los Lepidópteros en los que se ha estudiado estas feromonas sexuales son típicamente elaboradas por glándulas reversibles en la terminal del abdomen del insecto hembra, aunque el macho del "gusano de la cera", Galleria mellonella (Linnaeus), produce una feromona sexual en las glándulas de las alas y, en mariposas de la familia Nymphalidae el macho produce las feromonas sexuales. El macho del picudo del algodónero Anthonomus grandis (Boheman), posee una mezcla de por lo menos de cuatro feromonas: cis-2-isopropenol-1-metilciclobutano etanol, cis-3,3-dimetil- $\Delta^1$ - $\beta$ -ciclohexano etanol, y cis y trans-3,3-dimetil- $\Delta^1$ - $\alpha$ -ciclohexano acetaldehído. La liberación de feromonas sexuales es un proceso complejo correlacionado con la madurez sexual de la hembra virgen, y, así, con el fotoperíodo y la intensidad de luz, por ejemplo en los Noctuidos, ocurre la liberación de feromona con una intensidad lumínica mínima (7).



Las feromonas sexuales (atrayerentes sexuales), de los insectos han sido los compuestos más investigados. Esto es el resultado de la utilización de ellas en el control de los insectos. Pruebas de campo con trampas y atrayente han dado resultados satisfactorios, por lo menos en áreas limitadas (5).

Dentro del orden Lepidóptera; los atrayerentes sexuales de algunas especies son conocidas en la actualidad. La feromona del "gusano de seda", Bombyx mori (Linnaeus), ha sido muy estudiada, fué obtenida casi en su estado puro por Butenandt, y el conocimiento de las feromonas en los insectos se ha desarrollado muy rápidamente desde que se identificó químicamente la feromona sexual del gusano de seda, trans-10-cis-12-hexadecadieno-1-ol, (bombicol). Esta se forma en las glándulas laterales del último segmento abdominal. La hembra es capaz de retraer y proyectar éstas glándulas, de tal forma que ella puede regular la liberación del atrayente. Hembras fertilizadas casi no producen feromonas. Consecuentemente hembras jóvenes vírgenes de Bombyx mori (Linnaeus), fueron criadas para la colección del atrayente (5,8).

En el orden Coleoptera los machos y hembras de escarabajos del gusano harinero, Tenebrio molitor (Linnaeus), produjeron feromonas sexuales específicas. El sitio de producción fué encontrado en glándulas del último segmento abdominal. El olor de la hembra es mucho más potente para los machos que el olor de los machos para la hembra (5).

En el orden Orthoptera, Roth & Willis encontraron que las



hembras de las cucarachas (Periplaneta americana (Linnaeus)), producen un atrayente sexual específico. Este pudo extraerse de ellas con éter de petróleo e impregnar un papal filtro con él. Los machos reaccionan hacia esta feromona moviendo las antenas, extendiendo sus alas e intentando copular (5).

La composición química de muchas feromonas de los insectos es conocida; algunas son bastante específicas, y otras son mezclas complejas conteniendo cantidades específicas de cada compuesto químico (2).

Importantes feromonas de insectos:

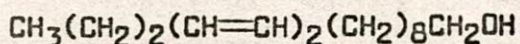
Especie

Feromona

Estructura

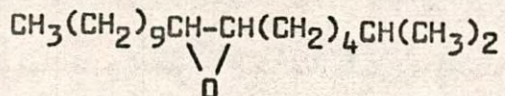
Gusano de seda, Bombyx mori (Linnaeus)

Trans-10-cis-12-hexadecadien-1-ol, (bombicol)



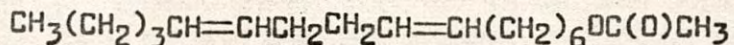
Palomilla gitana, Porthetria dispar (Linné)

Cis-7,8-epoxi-2-metiloctadeno, (disparlure)



Gusano rosado, Pectinophora gossypiella (Saunders)

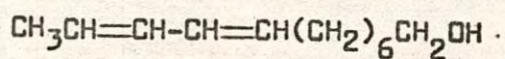
Cis,cis- y cis-trans-7,11-hexadecadienil acetato, (gossyplure)





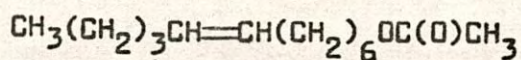
Palomilla de la manzana, Laspeyresia pomonella (Linnaeus)

Trans, trans-8,10-dodecadien-1-ol



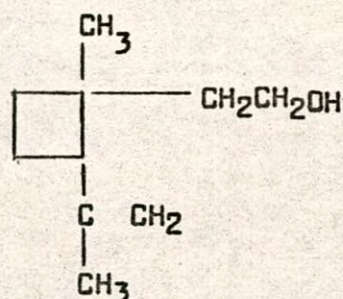
Gusano medidor de la col, Trichoplusia ni (Hübner)

Cis-7-dodecenil acetato

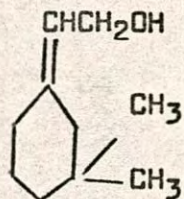


Picudo del algodón, Anthonomus grandis (Boheman)

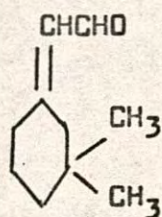
Cis-2-isopropenol-1-metil-ciclobutano etanol



Cis-3,3-dimetil- $\Delta^1$ - $\beta$ -ciclohexano etanol



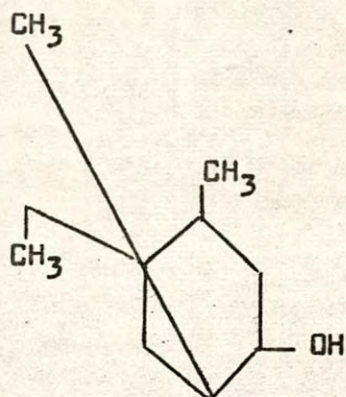
Cis- y trans-3,3-dimetil- $\Delta^1$ - $\alpha$ -ciclohexanoacetaldehido





Escarabajos descortezadores, Ips y Dendroctonus spp

Cis-(+)-verbenol



(7)

Tipos de quimiorreceptores. El estudio de la quimiorrepción ha sido de gran importancia por ser el proceso sensorial que es punto de partida de una gran variedad de los más importantes patrones de comportamiento en los insectos. Estos patrones incluyen comportamiento alimenticio, de selección de habitat, de respuesta parásito-hospedera, comportamiento integrando las funciones de castas en insectos sociales, y también de las respuestas de los insectos hacia los atrayentes y repelentes hechos por el hombre (9,2)

Además del olfato existe otro mecanismo de percepción de las sustancias químicas, pudiendo ser percibidas por contacto directo, si éstos están presentes en estado líquido o en solución a concentraciones relativamente altas. Esto es conocido como quimiorrepción de contacto y no está claramente separada del olfato (3).

La información concerniente a la estructura de los quimiorreceptores obtenida con técnicas modernas está ahora dispo-



nible para más de cincuenta especies de insectos. Un quimio-receptor típico de un insecto está compuesto de; 1).- Partes cuticulares, 2).- Neuronas sensoriales y 3).- Células envolventes (11).

La quimiorrecepción o percepción de olor y sabor en insectos, es realizada por pelos sensoriales modificados. Estos constan de una neurona bipolar asociada con una célula tricógena o glandular y están cubiertos por una pared cuticular muy delgada, a través de la cual la sustancia química se introduce por ósmosis (figura No. 1) (6).

La identificación de los receptores olfatorios es a menudo incierto, porque está basada solamente en los resultados de experimentos (3).

Las clavijas basicónicas son densas y gruesas, la punta de forma redondeada y de tallos constantes, mide  $20\mu$  de longitud por  $4\mu$  de ancho. Forel les llama clavijas y Schenck las describió en 1903. La pared tiene tres poros. Estas sensillas son inervadas por veinte células sensitivas en desarrollo, en las dendritas se forma una base que se prolonga desde el eje central de la seta, y se ramifica al nivel de los poros (figura No. 2). La función olfatoria de la clavija basicónica ha sido demostrada notablemente en la "langosta europea", Locusta migratoria, y Camponotus vagus (hormiga). Sensillas similares aparecen en las antenas de los insectos en la mayoría de los órdenes. (4).

Las clavijas celocónicas son muy difundidas en el orden



Hymenoptera, fueron descritas por primera vez por Braxton Hicks (1859) después por Kraepelin y Schenck en 1903. Estos órganos están invaginados dentro de la cutícula, pero la ausencia del canal intermedio entre la base de la ampula terminal, le dá un aspecto de botella de champagne. La abertura del órgano está orientada hacia la parte distal de sus articulaciones y la parte basal contra el interior. Su diámetro menor es alrededor de 8 a 9  $\mu$  y su longitud de 15 a 20  $\mu$ . Están innervadas por tres células sensoriales. Masson y Friggi demostraron su función olfatoria (figura No. 3). Otras hendiduras olfatorias en la superficie dorsolateral de la antena contienen otros tipos de sensilias (4)

Sensilias placoideas; los órganos de éste tipo aparecen en los dos segmentos basales de las antenas de áfidos y consisten de áreas ovales de cutícula transparente con rangos de variación en lo largo del diámetro. Los órganos o sensilias placoideas también aparecen en la antena de *Apis* spp, pero aquí no es seguro que haya perforaciones en la cutícula y las dendritas no se aproximen a la superficie (figura No. 4). Estos órganos están presentes en las antenas de muchas especies de Himenoptera, algunas especies de Coleoptera y Homoptera. (3, 11, 15).

Respuesta a olores (feromonas) de los quimiorreceptores olfatorios. La mayoría de las sensilias olfatorias tienen un número de células sensoriales y, por lo menos en algunos casos, cada célula responde de una manera particular a un espectro



del olor. Algunos olores pueden hacer que unas respondan mientras que en otras no pueden tener efecto o deprimen la actividad de una célula que está activa. Células diferentes responden a diferentes olores aunque éstos puedan estar mezclados. Otras células responden a olores particulares los cuales son significativos para las especies. Por ejemplo, ciertas células en las sensilias del macho de Antherea spp, son estimuladas por la feromona de la hembra, pero, no responden a la de Bombyx spp. Ninguna de las células de los receptores de la hembra de aquella especie responde a dicha feromona (3).

Para que ocurra una respuesta, un número determinado de moléculas del olor estimulante debe impregnar los sitios receptores y esto es facilitado por el gran número de sensilias generalmente presentes, por la presencia de un número de neuronas sensoriales en cada sencilia, y por la multiplicación de terminaciones nerviosas de la pared de la clavija sensorial. Correlacionado con esto parece que los umbrales sensoriales a los olores son menores cuando el número de sensilias presentes es mayor, y, quizás también reflejan la diferencia en el número de de sensilias de los diferentes órganos de un insecto su diferente sensibilidad. En Phormia spp, por ejemplo, las antenas son más sensibles a los olores que los palpos y éstos que la labela (3).



## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Después de lo descrito en los párrafos anteriores, podemos concluir que a los órganos quimiorreceptores de los insectos y su función se debe mucho del comportamiento de los insectos, a grado tal que algunos autores consideran a las feromonas como el lenguaje de los insectos (13).

El uso de trampas con feromonas u otras formas de utilizarlas para controlar algunas plagas es muy importante en la actualidad. La investigación ha estado progresando en diversas especies como: gusano rosado, Pectinophora gossipyella (Saunders), palomilla del manzano, Laspeyresia pomonella (Linnaeus), Ostrinia nubilalis, y picudo del algodónero, Antonomus grandis (Boheman), etc. Mientras que el uso de los insecticidas vá siendo cada vez más indeseable ecológicamente. Esto aunado a la síntesis de feromona o atrayentes ha provocado la aplicación de métodos de bajo costo con éstos compuestos en algunos cultivos intensivos.

Por otra parte, el aprovechamiento de los atrayentes sexuales sintéticos han hecho posible mantener altas concentraciones de feromonas sintéticas en el medio ambiente del insecto. Estas concentraciones pueden estar hechas para exceder las concentraciones de feromonas naturales producidas por una población de insectos. El uso de ellas en la interferencia



con el apareamiento, es comunmente llamado el método de confusión. La interferencia en el apareamiento por tal procedimiento pudiera ocurrir por causa de fatiga fisiológica en machos, principalmente por la inhabilidad de mantener las respuestas a la feromona natural. Lo más probable, sin embargo, es que la confusión ocurriría porque los machos o hembras no pueden orientarse hacia la fuente de las feromonas naturales, siendo incapaces de distinguir entre éstas y las sintéticas (12).



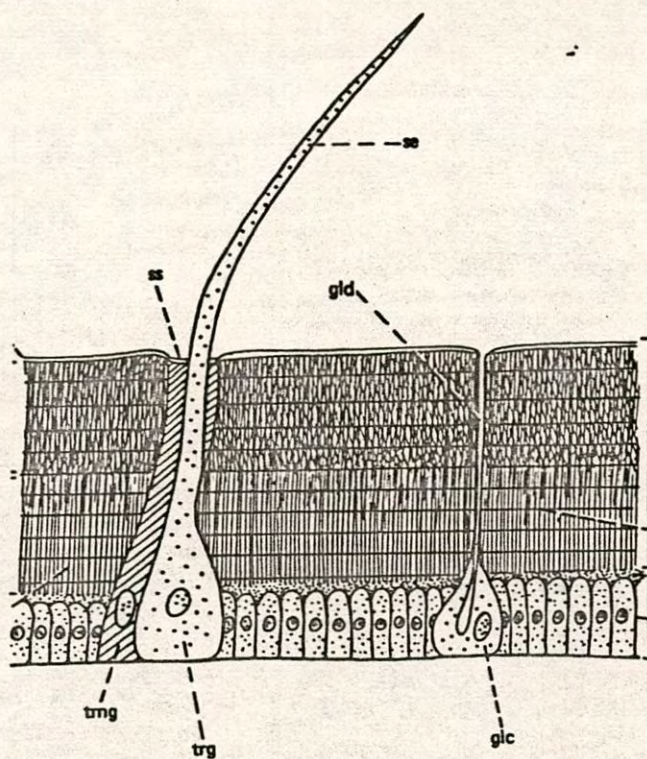


Figura No. 1.- Sección diagramática de la pared del cuerpo de un insecto. glc, célula glandular; gld, ducto de la célula glandular; tmg, célula tormógena ; trg, célula tricógena (la cual forma la seta); se, seta; ss, cavidad setal.

( 2 )



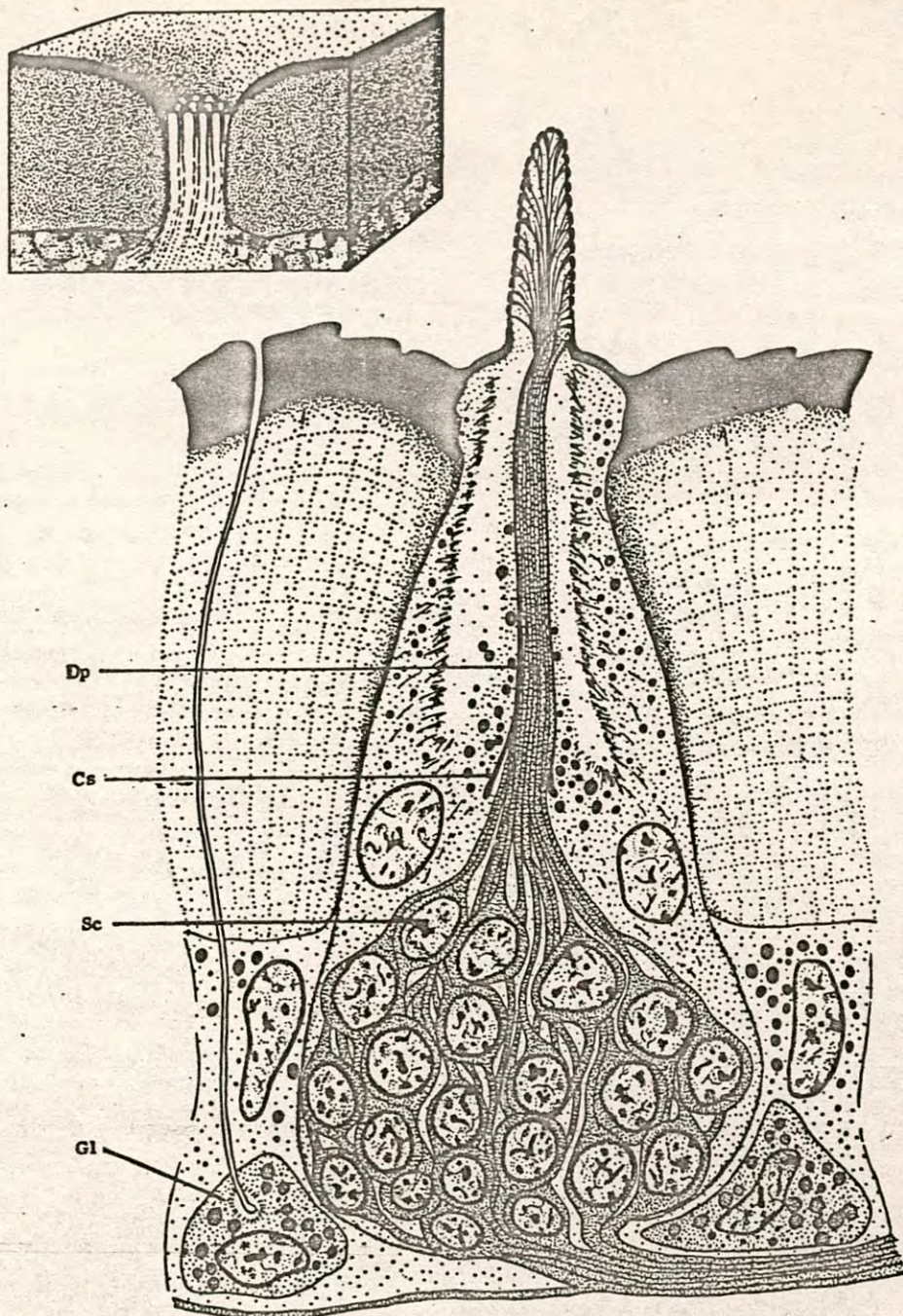


Figura No. 2 .- Sensilia basicónica de la antena de chapulín. Los procesos distales (Dp) de las células nerviosas distales (Sc) están canalizadas hacia una envoltura cuticular (Cs). Estas abandonan esta envoltura cerca de la base de la clavija, dendritas en forma de arborización del sistema nervioso central y terminan en poros de la cutícula. Aquí la membrana nerviosa quizás esté en contacto directo con el aire. Gl, glándula tormógena y tricógena, núcleos celulares cerca de la terminación baja de la envoltura. (10)



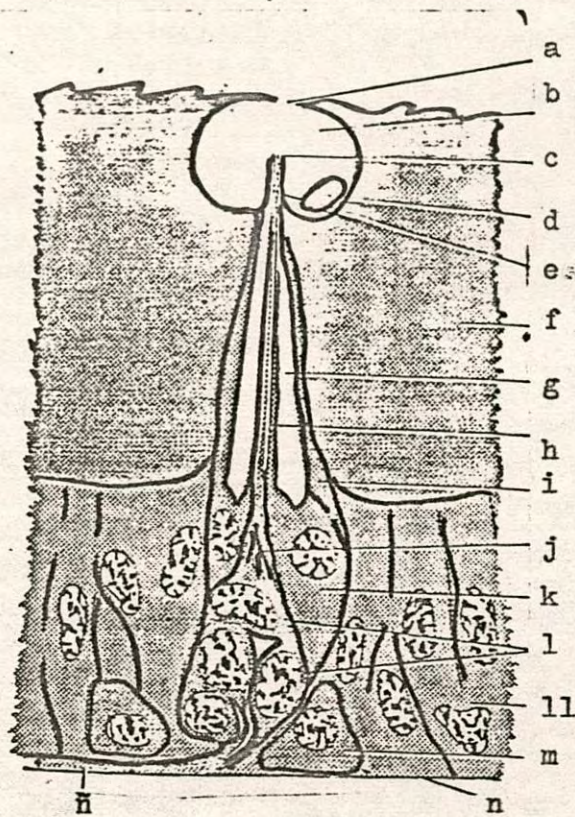


Figura No. 3.- Diagrama de una clavija celocónica de la antena de un chapulín. a, abertura en cutícula; b, cavidad; c, extremo de la clavija; d, residuo del fluido de la muda; e, clavija; f, cutícula; g, vacuola; h, escolopalo; i, célula tormogena; j, dendritas; k, célula tricógina; l, neuronas sensoriales; ll, epidermis; m, célula glandular; n, membrana basal; ñ, nervio. (3)



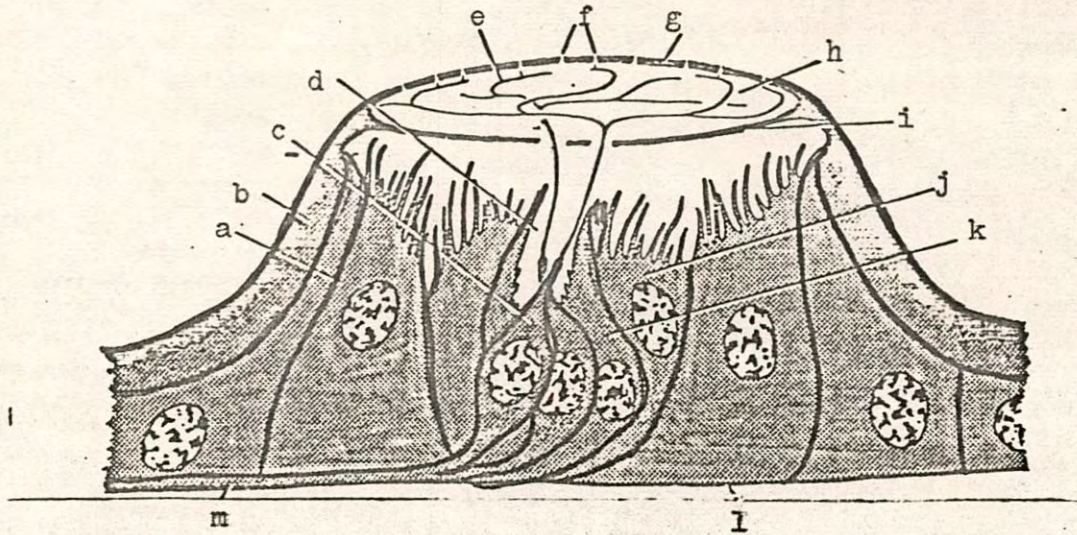


Figura No. 4.- Diagrama de una sensilia placoidea de la antena de un áfido. a, epidermis; b, cutícula; c, neurona sensorial; d, vacuola; e, ramificación de dendritas; f, poros; g, capa cuticular exterior; h, cámara ocupada por fluido; i, capa cuticular anterior; j, célula tormogena; k, célula tricogena; l, membrana basal; m, nervio. (3)



## BIBLIOGRAFIA

- 1).- ARANDA, E. 1973. Hormonal and neural integration and control of communicative behavior (Insect Behavior Seminar). Texas A & M. U.S.A. Seminario sin publicar.
- 2).- BORROR, D. J., M. D. DWIGHT and A. T. CHARLES. 1976. 4<sup>a</sup> ed. Holt, Rinehart and Winston. New York. pp. 8, 45, 51-52.
- 3).- CHAPMAN, R. F. 1971. The insects structure and function. 2<sup>a</sup> ed. American Elsevier publishing company. New York. pp. 622-629.
- 4).- FRESNEAU, D. 1979. Recherche du role sensoriel de l'antenne dans l'ethogenese des soins aux axons chez F. polyctena par la technique des antennectomies. Université René-Descartes-Paris. Tesis sin publicar.
- 5).- KARLSON, P. and A. BUTENANDT. 1959. Pheromones (ectophormones) in insects. Annual review of entomology. 4:39-40, 43-45, 53-54.
- 6).- METCALF, C. L. y W. P. FLINT. 1979. Insectos destructivos e insectos útiles. 12<sup>a</sup> impresión. Cía. editorial continental. pp. 148-152.
- 7).- METCALF, R. L. and W. H. LUCKMAN. 1975. Introduction to insect pest management. 1<sup>a</sup> ed. A Wiley-Interscience publication. New York. pp. 276-282.



- 8).- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCE. 1978. Manejo y control de plagas de insectos. 1<sup>a</sup> ed. Editorial LIMUSA. p. 312.
- 9).- ROCKSTEIN, M. 1974. The physiology of insects. 2<sup>a</sup> ed. Academic press. Vol. II. New York. pp. 127-128, 131-134, 150-151, 153, 158-161.
- 10).- SCNEIDER, D. 1964. Insect antennae. Annual review of entomology. 9:114-115.
- 11).- SLIFER, E. H. 1970. The structure of arthropods chemoreceptors. Annual review of entomology. 15:122-134.
- 12).- UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. 1979. The basic principles of insecta population suppression and management. pp. 421, 464-468, 517.
- 13).- WARE, G. W. 1978. The pesticide book. W. H. Freeman and company. p. 143.
- 14).- WIGGLESWORTH, V. B. 1974. Insect physiology. 2<sup>a</sup> ed. Editorial Chapman and Hall. London. pp. 144-145
- 15).- INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTE-RREY. Notas de curso de fisiología de insectos. Apuntes no publicados.