

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



LAS FEROMONAS EN LOS INSECTOS

S E M I N A R I O

( OPCION II - A )

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO AGRONOMO PARASITOLOGO

P R E S E N T A

EDUARDO DE LEON YUNTINPING

OCTUBRE DE 1983

QP572

-P47

14

C.1

040.554

FA9

1983

T  
QP572  
.P47  
L4  
C.1

U40.030  
FA9  
1983

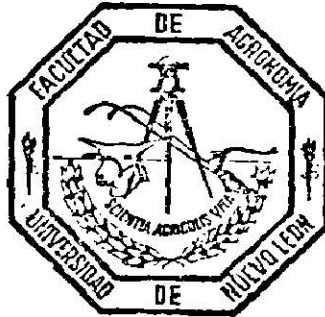




1080061825

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



LAS FEROMONAS EN LOS INSECTOS

S E M I N A R I O

( OPCION II - A )

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO PARASITOLOGO

P R E S E N T A

LUIS EDUARDO DE LEON YUNTINPING

ASESOR: Dra. AURORA GARZA ZUÑIGA

MARIN, N.L.

OCTUBRE DE 1983



T  
QP 572  
.P 47  
L4



Biblioteca Central  
Maana Solidaridad

F. Tesis



FONDO  
TESIS LICENCIATURA

# I N D I C E

		página
I.	Introducción .....	1
II.	Revisión de literatura .....	3
2.1.	Concepto de feromona .....	3
2.2.	Diferenciación entre hormona y feromona .....	3
2.3.	Tipos de feromonas .....	4
2.3.1.	Feromonas liberadoras .....	4
2.3.2.	Feromonas primarias .....	5
2.4.	Ordenes importantes productores de feromonas.	6
2.4.1.	Hymenoptera .....	6
2.4.2.	Lepidoptera .....	7
2.4.3.	Coleoptera .....	8
2.4.4.	Diptera .....	9
2.5.	Feromonas como atrayentes sexuales .....	9
2.5.1.	Feromonas sexuales producidas por la hembra .	9
2.5.2.	Feromonas sexuales producidas por el macho ..	10
2.5.3.	Compuestos identificados .....	10
2.5.3.1.	Compuestos producidos por la hembra .....	10
2.5.3.2.	Compuestos producidos por el macho .....	11
2.5.4.	Anatomía y fisiología .....	11
2.5.5.	Funciones .....	12
2.6.	Feromonas de alarma .....	12
2.6.1.	Producción .....	12
2.6.2.	Funciones .....	13
2.6.3.	Diferencia entre feromonas sexuales y de alar ma .....	14



	página
2.6.4. Compuestos identificados .....	14
2.7. Feromonas marca-senderos .....	15
2.7.1. Producción .....	15
2.7.1.1. Hormigas .....	15
2.7.1.2. Termitas .....	17
2.7.1.3. Abejas y avispa s .....	18
2.7.2. Funciones .....	19
2.7.3. Compuestos identificados .....	19
2.8. Feromonas que mantienen la estructura de la- colonia .....	19
2.8.1. Abeja <u>Apis mellifera</u> L. ....	20
2.8.2. Isoptera (termitas) .....	21
III. Conclusiones .....	25
IV. Bibliografía citada .....	26

## I N T R O D U C C I O N

---

Aunque para algunas personas sea desconocido, el aire -- que nos rodea se encuentra algunas veces envuelto con señales secretas, sutiles olores, los cuales comunican una gran variedad de mensajes.

Hace ya algunos años, ésto fue observado por gran número de investigadores, pero no ha sido sino hasta años recientes-- cuando con avances tecnológicos, medios de aislamiento, análisis y bioensayos que se pudo ir descubriendo un lenguaje silencioso, el más antiguo del mundo.

Entomólogos y naturalistas, se dieron a la tarea de estudiar a fondo y tratar de descifrar éste discreto y silencioso lenguaje aromático. Algunos de ellos, determinaron que estas señales eran productos aromáticos, derivados de sustancias químicas que son despedidas al medio por los insectos, sustancias a las cuales se les dió el nombre de "feromonas", cuyo significado se compone de las raíces griegas, "pherein", llevar y "horman", excitar o estimular. Tales sustancias se hallan ampliamente difundidas, sobre todo en insectos de hábitos sociales tales como abejas, hormigas, termitas, los cuales tienen un sistema de comunicación extremadamente complejo.

Existen ciertas sustancias químicas liberadas por los insectos, denominadas feromonas de alarma, por medio de las cuales otros miembros de la misma especie, son puestos en alerta de un peligro; otras veces un camino es delimitado por otro tipo de sustancias similares, camino por el cual siguen los demás miembros hasta llegar a una fuente de alimento. A estas



sustancias se les conoce como feromonas marca-senderos.

Existen también feromonas que son utilizadas por los --- insectos en cantidades pequeñísimas, que desempeñan funciones de atracción y excitación sexual, aún a grandes distancias. - A estas feromonas se les ha llamado de atracción sexual.

El interés del presente seminario, es el de llevar a cabo una revisión documental que tiene por objeto, el dar una - idea clara y concisa del cómo las feromonas, juegan un papel muy importante en gran número de insectos, influyendo sobre - las actividades de sus vida diaria, tales como alimentación - apareamiento y agregación, entre otras.

## REVISION DE LITERATURA

### 2.1.- Concepto de feromona.

Las feromonas pueden ser definidas como: Sustancias químicas que son secretadas y liberadas a la atmósfera por un organismo; en los insectos, estas sustancias son producidas por las glándulas exocrinas y recibidas como un mensaje por otros miembros de la misma especie, sobre los cuáles inducen una reacción específica de comportamiento o un proceso de desarrollo.

Entre los insectos que comúnmente utilizan este sistema de comunicación, se encuentran los coleópteros (picudos), himenópteros (avispas, hormigas y abejas), isópteros (termitas), lepidópteros (palomillas nocturnas), ortópteros (cucarachas y saltamontes).

En términos generales, las feromonas se hallan involucradas en los siguientes procesos de los insectos: a) comportamiento reproductivo, b) regulación social y reconocimiento, c) control de la diferenciación de clases, d) alarma y defensa.

### 2.2.- Diferenciación entre hormona y feromona.

De acuerdo con lo enunciado anteriormente, se observa que hay una clara diferencia entre hormona y feromona; los efectos de las hormonas se hallan relacionados con la regulación interior del organismo, es decir, se trata de secreciones internas del mismo individuo, las cuáles son llevadas en la sangre, por lo que las hormonas actúan como mensajeros químicos entre diferentes tejidos del mismo individuo (11).



En contraposición, las feromonas son secreciones externas liberadas por un insecto, las cuales llevan un mensaje químico a otro individuo de la misma especie y sobre el cual van a producir cambios en su comportamiento o desarrollo.

Los efectos sensoriales de las feromonas pueden conducir a la estimulación del sistema nervioso central (por medio de neuroendocrinas) e indirectamente producir cambios en su conducta o crecimiento por acción hormonal (21); esto significa, que en algunos casos, la propia feromona puede tener indirectamente un efecto hormonal sobre el receptor, como por ejemplo en la diferenciación de clases (24).

### 2.3.- Tipos de feromonas.

Wilson y Bosset, citados por Truman y Riddiford (1975), clasificaron en 1963 a las feromonas en dos tipos: liberadoras y primarias.

#### 2.3.1.- Feromonas liberadoras.

Una feromona liberadora, denota una respuesta de comportamiento relativamente rápida, la cual es directamente inducida por la feromona (fig. 1).

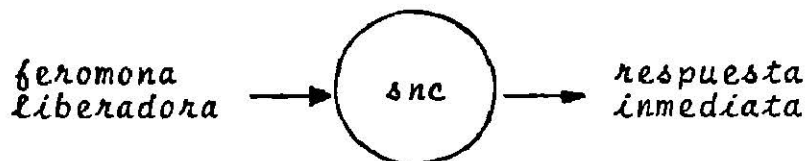


Figura 1.- Forma en que actúa una feromona liberadora sobre un insecto receptor.

No son necesarios estímulos sensitivos adicionales para que el comportamiento ocurra, siendo ésto debido, posiblemente a una acción directa sobre el sistema nervioso central --- (24).

Las feromonas liberadoras producen en este caso, una inmediata respuesta en el insecto receptor y aparentemente son el medio primario de comunicación entre los insectos sociales.

Los compuestos más conocidos son aquéllos que inducen - al apareamiento, alarma, repulsión, atracción y marca-sende--ros (15).

### 2.3.2.- Feromonas primarias.

El efecto que presenta una feromona primaria no es inmediato, sino que tarda en evidenciarse; un insecto luego de -- percibir un estímulo reacciona de una forma normal, producién--dose una respuesta también normal (respuesta 1), pero si este estímulo se ve afectado por una feromona primaria en el siste--ma nervioso central, se originará como consecuencia una res--puesta diferente (respuesta 2), la cual tardará cierto tiempo en presentarse (21). Lo anterior se muestra en la siguiente - figura:

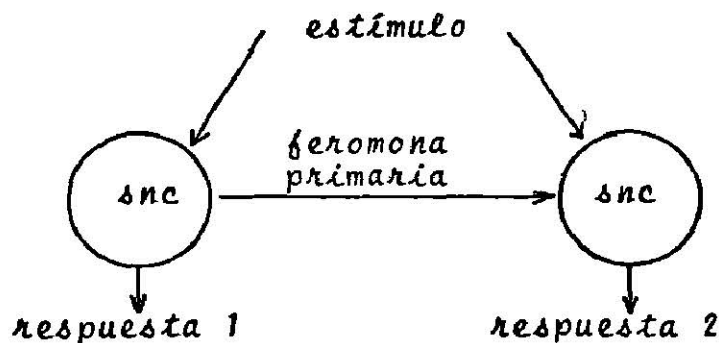


Figura 2.- Representación gráfica de una feromona primaria.

Una función común de las feromonas primarias en los insectos, es la diferenciación de clases. Un ejemplo de este tipo de feromonas es el que presenta la abeja, feromona que ha sido sintetizada, y de la cual se hablará detalladamente más adelante. Normalmente esta feromona primaria actúa como anticonceptivo, pero durante las actividades de apareamiento, es un atrayente sexual para los zánganos, esto es que actúa como feromona liberadora. Similares feromonas inhibidoras de clases son producidas por las termitas y formas avanzadas de hormigas.

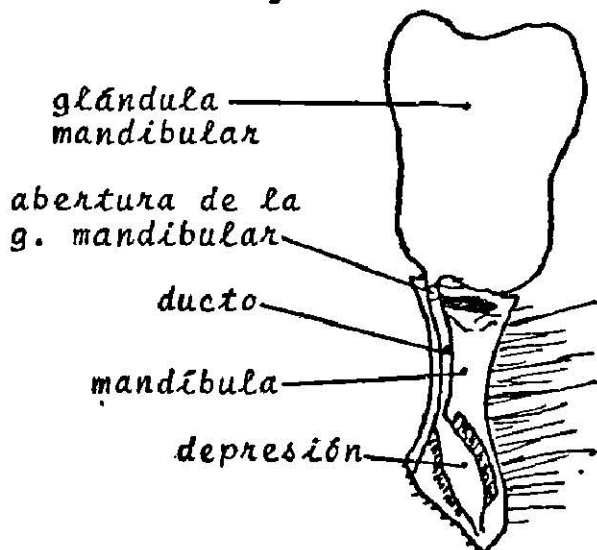
Las feromonas primarias son poco conocidas, debido a las pequeñas cantidades de material disponible para su análisis y a falta de bioensayos confiables (15).

#### 2.4.- Ordenes importantes productores de feromonas.

##### 2.4.1.- Hymenoptera.

##### Apis mellifera L.

En las abejas se encuentran dos glándulas productoras



de feromonas, éstas son: 1) glándula mandibular, localizada en la cabeza y 2) glándula de Nassanoff, que se encuentra en el abdomen. La glándula mandibular posee un grupo de células secretoras en la parte superior, las cuales se encuentran

Figura 3.- Glándula mandibular de una abeja obrera.

cubiertas por una capa cuticular de donde nace un ducto que atraviesa la mandíbula hasta llegar a una depresión (fig. 3). La glándula de Nasanoff por otra parte, se halla entre el sexto y séptimo tergito abdominal, y ésta compuesta de grandes células que poseen individualmente un estrecho ducto principal, proyectado al exterior a través de la cutícula.

Hormigas.

Las hormigas poseen glándulas mandibulares similares a las de la abeja, además presentan otras glándulas productoras de feromonas, tales como la venenosa y la de Dufour (fig. 4).

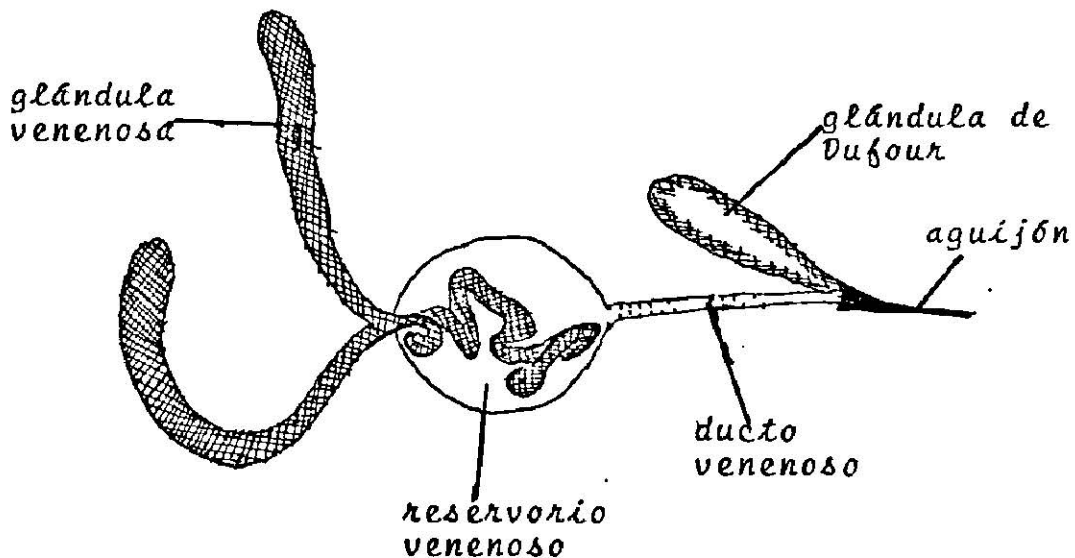


Figura 4.- Glándula venenosa y de Dufour en una hormiga obrera.

#### 2.4.2.- Lepidoptera.

Las hembras de este orden tienen glándulas productoras de feromonas, que se encuentran situadas entre los segmentos posteriores del abdomen. La liberación del aroma se lleva a -



cabo mediante la contracción y expansión de las glándulas, --  
ésto debido a los movimientos realizados con el abdomen.

Los machos también poseen glándulas productoras de aroma. Estas glándulas se hallan asociadas a las escamas; a estas --  
escamas se les ha llamado "androconias" y pueden encontrarse en grupos o dispersas en las alas. Son, por lo general, de --  
forma elongada y terminadas en una hilera de protuberancias o fimbriillas (fig. 5). Se asume que células glandulares, se --  
hallan conectadas a la base -- de la escama, ésto no se ha --  
determinado del todo aún; así como tampoco lo está, el cómo es descargada la feromona a --  
través de estas escamas (2).

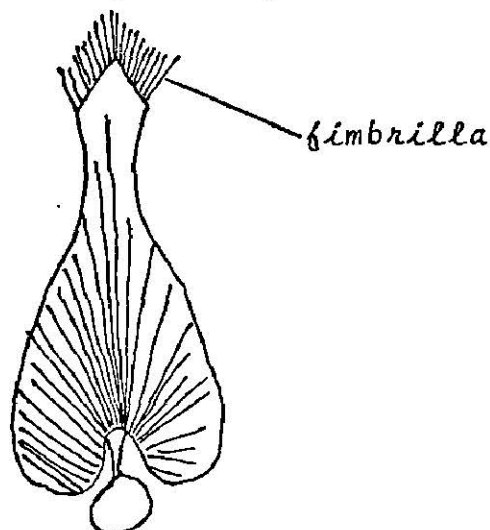


Figura 5.- Androconia perteneciente a Pieris sp.

#### 2.4.3.- Coleoptera.

Algunos escarabajos hembra, poseen glándulas productoras de feromonas en el abdomen; casos de éllo están representados en Diabrotica balteata (Le Conte) y Popillia japonica Newman.

#### 2.4.4.- Diptera.

En este orden, tenemos que la hembra de Certitis capitata (Wiedemann), posee glándulas rectales como productoras de feromonas (11).

## 2.5.- Feromonas como atrayentes sexuales.

A menudo lo que ocurre con este tipo de feromonas, es -- que una hembra atrae a un macho, aunque el aroma puede atraer a ambos sexos en algunas ocasiones.

Con pocas excepciones, las feromonas son un prerrequisito para que se efectúe un cortejo y apareamiento satisfactorio. La necesidad de apareamiento, es tan fuerte que cuando un macho de la cucaracha americana, Periplaneta americana (L.), se dejó sin alimento por cuatro semanas y después se le dió a escoger, entre la feromona sexual de la hembra o comer, sin vacilación, respondió a la feromona hasta poco antes de morir (11).

### 2.5.1.- Feromonas sexuales producidas por la hembra.

Estas feromonas por lo general son específicas y son detectadas por receptores antenales localizados en el macho. -- Tal es el caso de ciertos lepidópteros, en los cuales, si una pequeñísima cantidad de moléculas ( $10^{-12}$   $\mu$ g, como en la palomilla gitana), entra en contacto con el receptor antenal, el macho es excitado y levanta el vuelo en dirección aproximada al origen de la feromona; ésto es, cerca de la hembra donde -- otros estímulos sensoriales, tales como los de la visión, del tacto ó el sacudimiento de las alas, son importantes (4).

En la mayoría de los lepidópteros, las hembras vírgenes receptivas adoptan una pose típica de llamado, ésto se produce de la siguiente manera: las alas descansando a lo largo del -- dorso y el abdomen curvo hacia arriba. El aroma de la feromona sexual, provoca en los machos excitación, movimientos de --

las antenas y vibración de las alas (11).

La distancia inicial de atracción varía. Machos de la palomilla gitana, se ha reportado que vuela 4 Km. aproximadamente hacia la hembra, siendo la atracción efectiva de más o menos 100 m. (4).

#### 2.5.2.- Feromonas sexuales producidas por los machos.

Son pocos los casos en que los machos despiden atrayentes sexuales. Uno de estos casos es el macho del picudo Anthonomus grandis Boheman, el cuál produce un complejo de feromonas que atraen a las hembras durante el verano y a ambos sexos en primavera. Los machos vírgenes son doblemente atraídos, a diferencia de aquellos que ya han copulado. Las hembras vírgenes son tres veces más receptivas que las que ya se han apareado.

En díptera, Certitis capitata W. y algunas especies de Drosophila spp, son consideradas importantes como productoras de atrayentes sexuales.

#### 2.5.3.- Compuestos identificados.

A continuación se enumeran algunos compuestos químicos -- producidos por insectos machos y hembras, los cuáles han sido aislados e identificados. Tales compuestos actúan presumiblemente como feromonas (11).

##### 2.5.3.1. Compuestos producidos por la hembra.

feromona	nombre científico
Acetato de (Z) 7-Dodecenilo .....	<u>Trichoplusia ni</u> (Hub.)
Acetato de (Z) 9-Tetradecenilo .....	<u>Spodoptera frugiperda</u> (Sml.)
Acetato de (Z) 11-Tetradecenilo ....	<u>Ostrinia nubilais</u> (Hub.)

feromona	nombre científico
Acetato de (E) 5,9 - Tridecadecenilo ...	<u>Pectinophora gossypiella</u> (S.)
Acetato de (Z) 9 -Tricodecenilo .....	<u>Musca domestica</u> L.

#### 2.5.3.2.- Compuestos producidos por el macho.

feromona	nombre científico
(+) cis 2-Isopropenil, 1-metil ciclobutanoetanol .....	<u>Anthonomus grandis</u> B.
(Z) 3,3 -Dimetil $\Delta^{1-\beta}$ -ciclohexanoetanol .....	<u>Anthonomus grandis</u> B.
(Z) 3,3 -Dimetil $\Delta^{1-\alpha}$ -ciclohexanoacetaldehido .....	<u>Anthonomus grandis</u> B.
(E) 3,3 -Dimetil $\Delta^{1-\alpha}$ -ciclohexanoacetaldehido .....	<u>Anthonomus grandis</u> B.

#### 2.5.4.- Anatomía y fisiología.

La liberación de feromonas está relacionada con el fotoperíodo, por lo que se efectúa a diferentes horas del día o de la noche. Ciertas observaciones han revelado que el macho de Heliothis sp (Lepidoptera), es atraído por la hembra de las 0.4 hrs. hasta poco antes del amanecer. Así mismo, la presencia de plantas hospederas es necesaria para que haya una mayor atracción y por lo tanto un incremento en el porcentaje de apareamientos por parte de ambos sexos (2).

Por otro lado, la remoción del corpora alata en ciertos insectos origina que la producción de atrayentes se vea suspendida. Tal es el caso de Periplaneta americana (L.) y Byrostia fumigata Guerin. Esta última, no produce la feromona sexual si se le extrae el corpora alata poco después de la muda, pero ello es un proceso reversible, si se reimplanta el corpora alata (11).



### 2.2.5.- Funciones.

La supervivencia de muchos insectos depende del uso de -- feromonas sexuales. Las feromonas liberadas por la hembra tienen el propósito de atraer a los machos distantes, para luego excitarlos sexualmente y por último copular.

Las feromonas liberadas por el macho excitan sexualmente a la hembra haciendola más receptiva. En estudios realizados -- con machos, estos respondieron a cantidades infinitesimales de extractos preparados con abdómenes de hembras. Las respuestas incluyeron reacciones como curvatura del abdomen en dirección a la fuente de estímulo, movimientos e intentos copulatorios -- con miembros cercanos del mismo sexo (10).

### 2.6.- Feromonas de alarma.

#### 2.6.1.- Producción.

Los insectos sociales poseen ciertas glándulas cuya fun-- ción es la de biosintetizar estímulos químicos en feromonas -- que provocan alarma entre los individuos de la colonia. Por -- ejemplo, si una hormiga es atacada o si la pared del nido se -- derrumbase (termitas), se produce una feromona la cuál es percibida por otros miembros de la colonia, quienes responden al llamado acudiendo en gran número, hasta congregarse los individuos necesarios para resolver el problema (4).

Las sustancias de alarma son producidas por las obreras y reproductoras, pero nunca por el macho; además, estas sustancias son altamente volátiles lo que hace que se dispersen rápidamente atrayendo así a las obreras.

En hormigas (formicidae), las feromonas son producidas -- por las glándulas mandibulares de los miembros de las subfamilias Ponerinae, Myrmicinae, Dorylinae; en la glándula supra--nal en Dolichoderinae y en la glándula mandibular, de Dufour y venenosa en Formicinae.

En las abejas, las feromonas de alarma se producen en las glándulas mandibulares. La feromona principal de la abeja se -- halla asociada con una membrana quitinosa que se encuentra so--bre el aguijón. Las avispas del genero Vespa spp, producen la feromona de alarma en la glándula venenosa (11).

Las glándulas productoras de feromonas tanto de las hormi--gas como de las abejas y avispas, son representadas en la si--guiente figura:

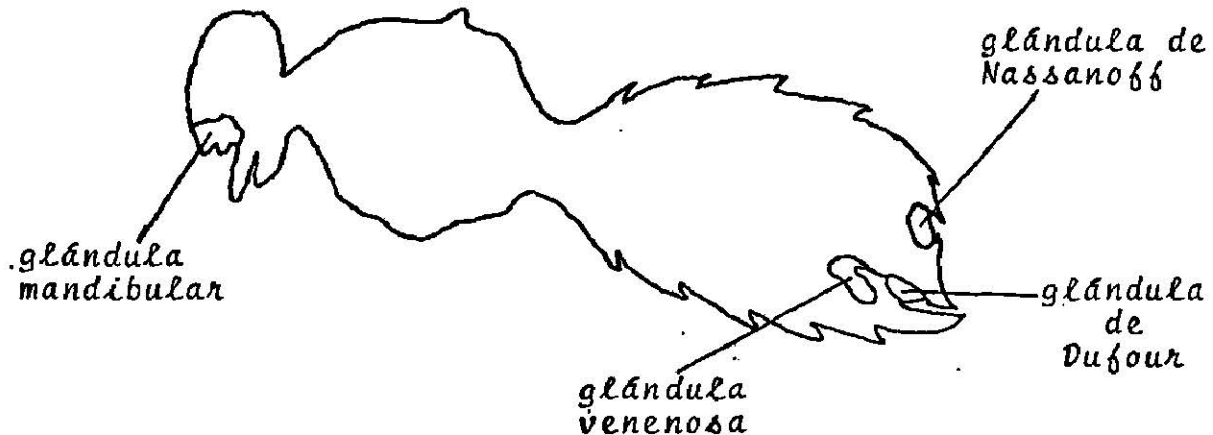


Figura 6.- Representación gráfica que muestra la posi--ción que guardan las glándulas exocrinas.

#### 2.6.2.- Funciones.

La función principal de las feromonas de alarma en los in--sectos sociales, es advertir a los demás miembros de la colo--

nía cuando se presenta algún peligro. En caso de que la concentración del contenido glandular sea alto, la feromona de alarma actúa en algunos casos como una sustancia de defensa, la cual funciona como un irritante producido por las mandíbulas. Tal es el caso del ácido fórmico producido por Formica spp. (2).

El comportamiento seguido por la acción de la feromona de alarma sobre los insectos, es básicamente el mismo para todas las especies y consiste en una orientación inicial hacia la fuente de emisión cuando la concentración es baja. Cuando la concentración es alta, se produce una actividad intensa para atacar o huir.

#### 2.6.3.- Diferencia entre feromonas sexuales y de alarma.

Las feromonas de alarma difieren considerablemente de las sexuales en lo siguiente: 1) Las feromonas sexuales son altamente específicas, mientras que las de alarma pueden actuar sobre insectos de otros órdenes. 2) Para que haya respuesta, se necesitan cantidades extremadamente pequeñas de feromonas sexuales, mientras que para que ocurra una respuesta en las feromonas de alarma, se necesita de  $10^7$  -  $10^{10}$  veces más cantidad. 3) Las feromonas de alarma están formadas por varios compuestos y las sexuales por un sólo. 4) Las feromonas sexuales son efectivas a grandes distancias y las de alarma sólo a unos pocos centímetros.

#### 2.6.4.- Compuestos identificados.

Algunos de los compuestos identificados como feromonas de

alarma son los que se describen a continuación (11):

feromona	nombre científico
2 -Heptano (cetona) .....	<u>Apis mellifera</u> Linn.
Terpinol (hidrocarburo) .....	<u>Amitermes</u> sp.
Acido fórmico .....	<u>Formica</u> sp.
2 -Hexanol (aldehido) .....	<u>Cimex lectularius</u> Linn.

## 2.7.- Feromonas marca-senderos.

### 2.7.1.- Producción.

Las feromonas marca-senderos son muy comunes en hormigas y termitas, y en menor número en abejas y avispas. Cuando una obrera encuentra alimento, al regresar al nido, depósitos periódicos de feromona son liberados, los cuáles se hacen más continuos al paso de las demás obreras, formando con ello un sendero por el cuál encuentran aproximadamente el camino de regreso al nido y viceversa (4).

#### 2.7.1.1.- Hormigas.

El aroma es producido en la glándula de Dufour o en la glándula venenosa en Myrmicinae; en la glándula de Pavan en Dolichoderinae, y en el intestino posterior en Ponerinae, Dorylinae y Formicinae. Por lo que estas feromonas pueden ser dispersadas por el aguijón, el borde del sexto esternito abdominal y el ano (11).

El sendero, inicialmente se halla constituido de una serie de marcas aromáticas producidas por una hormiga obrera a medida que va tocando el suelo con su abdomen. Subsecuentemen



te como el sendero es usado por muchas hormigas, los manchones aromáticos que se van produciendo se unen dentro de una línea recta, la cual puede continuar por varias semanas aún en condiciones de calor. Los aromas marca-senderos de muchas hormigas son específicos de especies, pero cuando la feromona proviene de la glándula venenosa, como en el caso de Attini spp, estos aromas pueden no ser tan específicos.

Algunos senderos son de exploración, otros de reclutamiento para obreras hacia una fuente de alimento. Los senderos exploratorios son hechos por hormigas soldado (Ponerinae, Dorylinae), y son formados más o menos continuamente por las obreras ciegas a medida que recogen el alimento.

Los senderos de reclutamiento son puestos únicamente por las obreras luego de haber encontrado una fuente de alimento o un nuevo nido, el cual es más acogedor. Estos senderos son hechos por miembros de Myrmicinae, Dolichoderinae y Formicinae a diferencia de los senderos exploratorios de las hormigas soldado, los cuales son senderos efímeros, dependiendo del uso -- constante que se le dé para preservar su durabilidad.

Si una obrera de Solenopsis spp encuentra alimento, el -- cual no puede acarrear, ésta retorna al nido dejando un sendero. Al encontrarse una compañera corre hacia ella, pudiendo -- trepar sobre de ésta, posiblemente transmitiéndole la sustancia -- marcadora. Estas reclutan obreras las cuales siguen el sendero -- marcado, de regreso a donde se halla el alimento. Si el -- alimento se halla a una distancia corta, las obreras reclutas pueden alcanzarlo, pero si se encuentra a mayor distancia las

primeras partes del sendero, pueden haberse evaporado antes - de que las obreras efectúen el recorrido (fig. 7).

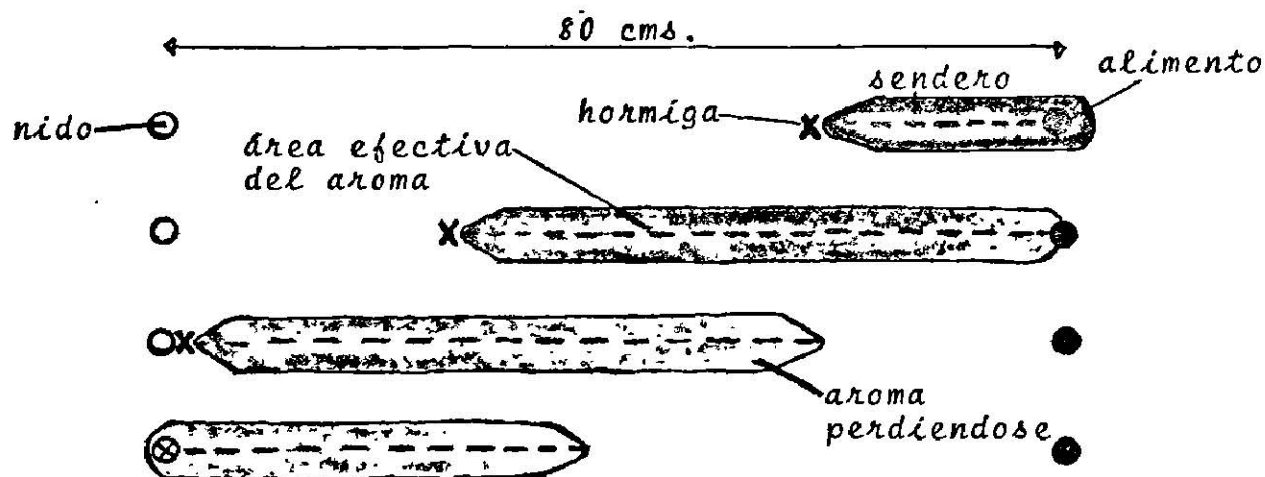


Figura 7.- Intervalos de tiempo por los que pasa una hormiga para dirigirse a la fuente de alimento y regresar al nido.

Cuando el alimento se va escaseando, son menos las obreras que regresan hasta que desaparece el sendero. De ésto se puede decir que para que sea efectivo el marcaje de senderos, es necesario que la colonia posea una mayor cantidad de obreras o que las pocas existentes, sean muy hábiles para ir y -- venir hacia el alimento o nido rápidamente y no se extinga el resto.

#### 2.7.1.2.- Termitas.

Las feromonas marca-senderos son liberadas al exterior - cuando una termita presiona su abdomen contra el suelo para - marcar un sendero, la secreción es liberada de un reservorio formado por el cuarto y quinto segmento abdominal, los cuáles

se hallan traslapados (11).

### 2.7.1.3.- Abejas y avispas.

Existe cierta feromona que atrae a las obreras y las estimula para entrar a la colmena. Esta feromona es producida por una glándula que se encuentra en la parte ventral de su cuerpo y cuyas secreciones son liberadas a través de las patas. Las obreras de Vespula vulgaris L., despiden una feromona la cual guía a las avispas de regreso a casa (2).

Según investigaciones llevadas a cabo se ha comprobado el papel del olfato en la orientación de las abejas recolectoras. Cuando una abeja recolectora ha descubierto un manantial importante de néctar, al regresar a la colmena ejecuta una danza especial, verdadero lenguaje de gestos y signos que indica a las demás compañeras, la dirección a seguir. Este mensaje queda reforzado por el perfume de la flor visitada, que impregna todavía el cuerpo del insecto, ésto es si el lugar de recolección no se encuentra a gran distancia. Pero si el vuelo de retorno ha sido demasiado largo, el perfume únicamente lo conserva el polen que lleva en su buche y que regurgita en la abeja.

La abeja tiene su propio perfume, el cual, es elaborado por la glándula de Nassanoff, quedando impregnado de éste el lugar que visita, sus huellas olorosas pueden servirle también de guía para hallar de nuevo, el lugar de recolección.

Los individuos de una misma colmena poseen un olor carac-

terfístico que les permite reconocerse unos a otros, por lo que toda abeja extraña en determinada colmena es expulsada -- como una intrusa (17).

### 2.7.2.- Funciones.

Las feromonas marca-senderos, son utilizadas para dirigir a otros miembros de la colonia hacia un lugar distante, -- que puede variar desde algunos cuantos centímetros (insectos terrestres), hasta varios cientos de metros (abejas). En la -- mayoría de los casos, los senderos son trazados por las obreras cuando regresan de una fuente de alimento. Estos senderos son utilizados por otros miembros de la misma especie, los -- cuáles van incrementando y acentuando estas vías. Los sende-- ros también pueden ser utilizados para la migración de la co-- lonia o para guiar a las obreras cuando se necesita reparar -- el nido (11)

### 2.7.3.- Compuestos identificados.

La única feromona marca-sendero que ha sido identificada y sintetizada en insectos sociales es la que produce la termi-- ta Reticulitermes virginicus Banks.

El compuesto es un alcohol oleafínico primario, n-3, --- cis-6, trans-8- dodecatrieno-1-ol, es activo abajo de 0.1 pi-- cogram y ha sido sintetizado totalmente (15).

### 2.8.- Feromonas que mantienen la estructura de la colonia.

La población de una colonia de insectos, es frecuentemen-- te mantenida por feromonas. Una feromona real en abejas, ter--



mitas y avispas inhibe la maduración de los ovarios de las obreras, si la reina muere o se aleja por mucho tiempo, se producen cambios drásticos en el comportamiento dentro de la colonia y una nueva reina es elegida.

La diferenciación de clases en termitas, es el resultado de feromonas producidas por reproductoras y soldados (4).

### 2.8.1.- Abeja Apis mellifera L.

La abeja produce varias feromonas, las cuales juegan en parte, un papel importante en el control de la estructura social de su colonia. En general, una hembra reproductivamente activa de la colonia, segrega una feromona, misma que inhibe los ovarios de las hembras restantes. Si una abeja reina es muerta o se aleja por mucho tiempo, su ausencia es percibida de inmediato por las demás hembras, quienes toman una actitud inquietante por espacio de 30 min.. A las pocas horas más tarde, comienzan a construir de emergencia celdas reales.

En presencia de la abeja reina, esta conducta es inhibida por una feromona conocida como "sustancia reina", producida en sus glándulas mandibulares. El principal componente de esta sustancia es el ácido 9-oxodecenico, el cual es también componente principal del atrayente sexual. Es esencial que la feromona esté circulando continuamente al derredor de la colonia, para con ello, inhibir la construcción de celdas reales.

De las glándulas mandibulares donde es producida la sustancia reina, ésta pasa a ser distribuida sobre la mayor parte del cuerpo de la abeja reina, de donde es tomada por las

obreras quienes la ingieren de allí, siendo distribuida luego a otras obreras en la comida. Como resultado, la sustancia es distribuida rápidamente a toda la colonia.

La emergencia de reinas puede tener lugar en colonias con reina madura, pudiendo deberse a: 1) La producción de la feromona por una abeja que ya tiene varios años, puede ser reducida. 2) Si una colonia es grande y congestionada. En cualesquiera de los dos casos, la distribución de la feromona puede ser insuficiente, trayendo por consiguiente la formación de nuevas celdas reales (2).

#### 2.8.2.- Isoptera (termitas).

El mecanismo para la diferenciación de clases no es del todo bien conocido, pero evidencias al respecto indican que, esto se debe a la influencia de al menos dos feromonas. Una de éstas es la "feromona social", la cual es producida por la pareja real, y es transferida a toda la colonia a través de defecaciones trofaláxicas (alimentación), y aparentemente inhiben la producción de formas reproductivas secundarias o termitas inhibidas, esto sucede en Kaloterme flavicollis (Fabr.).

La otra feromona es producida por soldados cuando existe una cierta concentración de individuos en la colonia, inhibiendo el desarrollo de la mayoría de las ninfas al llegar a su estado de obreras (4).

En ausencia de la pareja real, reemplazos reproductivos se presentan en menos de una semana, los cuales generalmente son excesivos y son devorados por las termitas inhibidas, de

manera que sobrevive sólo un rey y una reina.

Normalmente una reina Kalotermes, produce una sustancia que impide el desarrollo de la hembra inhibida (fig. 8-A). - En ausencia de esta sustancia, cualquier hembra inhibida que sea competente, puede llegar a ser una reina reproductora. - El macho produce una feromona parecida que también impide el desarrollo de machos inhibidos (fig. 8-B), la producción de esta feromona es estimulada de algún modo por la presencia de la reina (fig. 8-C). La producción de inhibidor por la reina es estimulada por el macho a un menor grado (fig. 8-D). - Estas feromonas inhibidoras se producen en la cabeza o tórax, de donde pasan al ano, a través del canal alimenticio. Son - recogidas por algunas termitas inhibidas, como resultado de - la alimentación proctodial, y pasadas a otros miembros duran- te la alimentación mutua.

Si una hembra inhibida recibe la sustancia inhibidora femenina, es posible que ésta sea absorbida, pero si ella recibe la sustancia inhibidora masculina, ésta pasa sin ser alterada, a otros miembros de la colonia (fig. 8-E). Recíprocamente, los machos absorben la sustancia inhibidora masculina y pasan más adelante la sustancia inhibidora femenina (fig. 8-F). Esto es importante dado que las feromonas, como en las abejas son solamente activas por un tiempo corto y por lo tanto, es necesario que esté circulando continuamente al derredor de la colonia en orden, para prevenir el desarrollo de reemplazos - reproductivos.

El macho produce una sustancia más, la cual, en ausencia del inhibidor femenino, estimula la producción de hembras --- (fig. 8-G). Si una sustancia similar, es producida por la reina ésta será muy débil. Finalmente, el comportamiento de las termitas inhibidas es afectado por otras feromonas las cuales, inducen a las termitas a ingerir los reemplazos reproductivos que hayan quedado. El macho produce una sustancia que incita a la eliminación de machos excedentes (fig. 8-H); a su vez la hembra produce otra sustancia similar que induce también a la eliminación de hembras excedentes (fig. 8-J). Estas feromonas

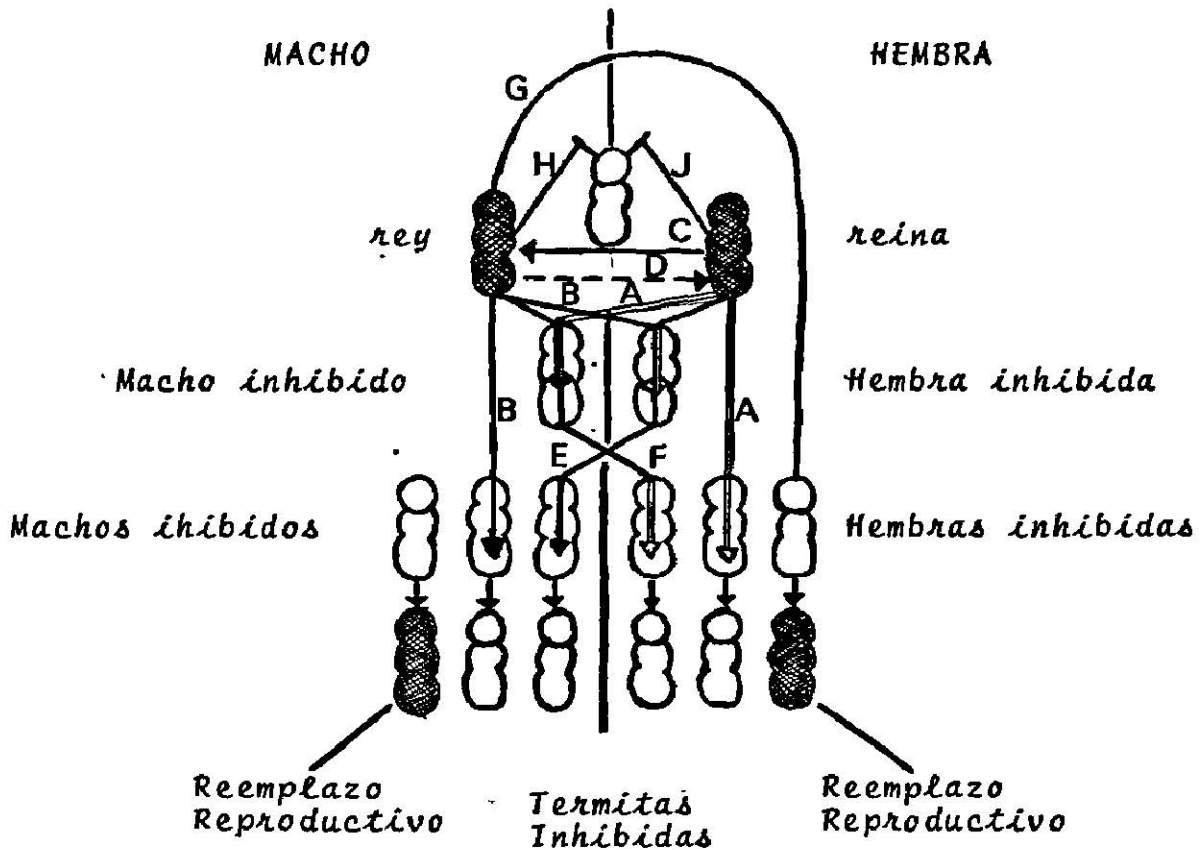


Figura 8.- Representación tentativa de la acción de las feromonas en Kalotermea sp.

posiblemente son secretadas por la cutícula, estimulando a -- las termitas inhibidas por su vía antenal. Como resultado de este complejo de sustancias, la colonia se mantiene con un -- macho y una hembra reproductivos (pareja real).

La producción de soldados es posiblemente controlada de una forma similar. Esto se basa en observaciones hechas sobre la estructura de la colonia. En colonias de Kaloterms spp.-- donde el número de individuos es grande, existe un promedio - de tres soldados por cada 100 individuos dentro de la colonia. (2).

## C O N C L U S I O N E S

Al leer las conclusiones de un trabajo de investigación, nos damos cuenta que presentan, de una forma clara y concisa; aportaciones nuevas a la ciencia. Derivados de experimentos que fueron comprobados a través de los estudios llevados a cabo, por lo que las conclusiones que se dan a continuación, -- son en base a la literatura revisada para la elaboración del presente seminario:

- 1.- Existen 2 tipos de feromonas: liberadoras y primarias. -- Una diferencia bien marcada se haya entre hormona y feromona liberadora, más no en cuanto a hormona y feromona -- primaria, dado que ésta última da origen a la primera.
- 2.- Las feromonas actúan de una manera muy esencial en lepidopteros, como atrayentes sexuales; himenopteros, marcando senderos que les indican el camino a seguir a determinado lugar para obtener alimento. En isópteros y algunos himenópteros regulan la estructura social que guar--dan estos insectos.
- 3.- Los autores citados en el presente seminario, guardan -- una concordancia en cuanto a sus aportaciones y opinio--nes con respecto a la forma en que actúan las feromonas en los insectos y las cuáles son como lo hemos descrito con anterioridad.



## BIBLIOGRAFIA CITADA

- 1.- Borror, D.J., D.M. De Long and Ch.A. Triplehorn. An introduction to the study of insects. 2a. ed. Ed. Holt, Rinehart and Winston. New York. p. 51-52. 1976.
- 2.- Chapman, R.F. The insects. Structure and function. 2a.-- ed. Ed. Elsevier. New York. p. 732-748. 1976.
- 3.- Davey, K.G. La reproducción de los insectos. Trad. de la 1a. ed. en inglés por Salvador V. Peris. Ed. --- Alhambra. Madrid. p. 91-92. 1968.
- 4.- Elzinga, R.J. Fundamentals of Entomology. Ed. Prentice-Hall. New Jersey. p. 103-7. 1978.
- 5.- García, V.C. Importancia de las antenas en la mosca mexicana de la fruta Anastrepha ludens Loew, en la percepción de atrayentes químicos. Tesis sin publicar. Para obtener el título de Ingeniero Agrónomo. ITESM. Monterrey, N.L. México. p. 22-28. 1981.
- 6.- Gary, N.E. Pheromonas of the Honey Bee, Apis mellifera L. p. 30-46. En: Control of insect behavior by natural products. D.L. Wood, R.M. Silverstein y M. Nakajima. Academic Press. New York. 345 p. 1970.
- 7.- Hodgson, E.S. Chemoreception. En: The Physiology of insects. M. Rockstein. 2a. ed. Academic Press. New York. 5(2) p. 127-161. 1974.

- 8.- Horm, D.J. Biology of insects. Ed. W.B. Suanders. Philadelphia. p. 238-9. 1976.
- 9.- Jacobson, M. Chemical insect attractants and repellents.-  
Ann Rev. Entomol. 11:403. 1966.
- 10.- \_\_\_\_\_ Insect sex pheromones. Ed. Academic Press.  
New York. 382 p. 1972.
- 11.- \_\_\_\_\_ Insect pheromonas. p. 229-267. En: The --  
physiology of insect. M. Rocksttin. 2a. ed. Ed. -  
Academic Press. New York. v.3 326 p. 1973-74.
- 12.- Johnson, C.G. Migración y dispersal of insect by flight.  
Ed. Methuan. Great Britain. p. 220, 291. 1969.
- 13.- Little, V.A. General and applied entomology. 3a. ed. --  
Ed. Harper. New York. p. 55,467. 1972.
- 14.- Metcalf, C.L., W.P. Flint. Insectos destructivos e insecu  
tos utiles sus costumbres y su control. 8a. imp. -  
Ed. Continental. México. p. 146. 1976.
- 15.- Moser, J.C. Pheromonas of social insects. p. 161-175. -  
En: Control of insects behavior by natural products.  
D.L. Wood, R.M. Silverstein and M. Nakajima. Acade--  
mic Press. New York. 345 p. 1970.
- 16.- Pimentel, D. Insects, science, & society. Ed. Academic-  
Press. New York. p. 79-96. 1975.
- 17.- Pesson, P. El mundo de los insectos. Trad. de la 2a. ed.  
en inglés por Monserrat Bassedes A. Ed. Juventud. -  
España. p. 195-99. 1967.

- 18.- Price, P.W. Insect ecology. Ed. Wiley. New York. p.241, 276. 1975.
- 19.- Shorey, H.H. Sex pheromones of lepidoptera. p. 249-280. En: Control of insects behavior by natural products. D.L. Wood, R.M. Silverstein and M. Nakajima. Academic Press. New York. 345 p. 1970.
- 20.- \_\_\_\_\_ Animal communication by pheromones. Ed. Academic Press. London Ltd. p. 167. 1976.
- 21.- Truman, J.W., L.M. Riddiford. The effects of hormones on behaviour. 10: 300-1. En: Advances on insect physiology. Academic Press. London. 1970-75.
- 22.- Weatherston, J. and J. Pery. Sex pheromones of moths. -- 1 (2). En: Endeavour. New Series. 1977.
- 23.- Wigglesworth, V.B. The principles of insect physiology. 7a. ed. Ed. Chapman and Hall. London. p. 102, -- 501, 609. 1976.
- 24.- \_\_\_\_\_ Fisiología de los insectos. Trad. - de la 7a. ed. en inglés por Mariano Illera M. Ed. - Acriba. Zaragoza. p. 149-150. 1978.
- 25.- Wood, T.G., K.E. Lee. Termites and soils. Ed. Academic Press. London. p. 2,3,7,46. 1971.

