

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE QUIMICA

AISLAMIENTO Y ESTRUCTURA DE ATRAYENTES
SEXUALES EN LOS INSECTOS

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER
EL TITULO DE :
QUIMICO
PRESENTA

LILIANA GABRIELA BARAGANO ROCA



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

CLAS: Tesis
ANO: _____
FECHA: 1975
PROC: 411-36



QUIMICA

Presidente

DR. ALFONSO ROMO DE VIVAR

Vocal

DR. TIRSO RIOS CASTILLO

Secretario

DR. JOSE CALDERON PARDO

Primer Suplente

DR. FEDERICO GOMEZ GARIBAY

Segundo Suplente

DR. CARLOS GUERRERO RUIZ

Sitio donde se desarrolló el tema:

INSTITUTO DE QUIMICA.

Sustentante:

LILIANA GABRIELA BARAGANO ROCA

Asesor:

DR. TIRSO RIOS CASTILLO

A mis padres.

A mi tía Doris.

A mi abuelita Angelina.

Al Dr. Ríos, con agradecimiento.

A Víctor.

I N D I C E

	Página
I. INTRODUCCION	1
II. GENERALIDADES	
a) Breve historia	2
b) Funciones	5
c) Aislamiento y determinación de estructuras de los atrayentes sexuales	7
d) Usos	13
III. RESULTADOS Y CONCLUSIONES	15
Tabla I (Abejas y Abejorros)	16
Tabla II (Hormigas)	20
Tabla III (Mariposas)	22
Tabla IV (Escarabajos)	25
Tabla V (Chinches)	31
Tabla VI (Cucarachas)	32
Tabla VII (Orugas y Gusanos)	33
Tabla VIII (Moscas)	37
Tabla IX (Polillas)	39
Tabla X (Garrapatas)	44
Tabla XI (Picudo del Algodón)	45
IV. BIBLIOGRAFIA	47

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

El estudio químico de los insectos se inicia a partir de 1934 (1) con el aislamiento de las llamadas hormonas de insectos, también se han aislado feromonas y dentro de ellas las sustancias conocidas como atrayentes sexuales; estos compuestos son importantes ya que les permite a los insectos perpetuar su especie.

Los químicos han tenido que emplear las técnicas más modernas como infrarojo, ultravioleta, espectrometría de masas, etc., en la determinación de sus estructuras debido a que se aíslan en cantidades muy pequeñas.

En la actualidad, los atrayentes sexuales se están empleando para controlar plagas, ya que por este medio no se contamina el ambiente con sustancias nocivas como son los insecticidas.

Dado el desarrollo de la química de los insectos y la importancia de los compuestos aislados se pensó en realizar una recopilación bibliográfica del - aislamiento y estructura de los atrayentes sexuales.

El presente trabajo incluye la revisión bibliográfica exhaustiva del tema, encontrándose 120 trabajos publicados desde 1939 hasta 1973.

I I . G E N E R A L I D A D E S

Breve historia.

En las últimas dos décadas, se han realizado varios estudios sobre la química de los insectos que han mostrado que éstos disponen de hormonas que se encargan de regular su crecimiento, forma, metabolismo y conducta. También se han aislado otras sustancias que se han denominado feromonas, entre ellas encontramos a los atrayentes sexuales, sustancias de rastreo, de alarma y de otros tipos (2).

Los primeros estudios químicos sobre insectos son los hechos por Wigglesworth en 1934 (1).

Más tarde, algunos de los compuestos aislados fueron llamados atrayentes sexuales debido a que son sustancias excretadas por los insectos tanto hembras como machos, dichas sustancias son detectadas por insectos del sexo opuesto a distancias relativamente grandes y se ha visto que tienen como función atraerlos para poder aparearse.

Ya en 1957 Butenandt y sus colaboradores vietnamitas, descubren que el macho de la chinche, Belostoma indica, excreta una sustancia que tiene un olor característico a canela, el acetato de (E)-2-hexen-1-ol (3).

En 1959, el término de feromona es introducido por Lucher y Karlson y se refiere a sustancias que actúan como mensajeros entre individuos de la misma especie, creándose un "lenguaje químico" para su comunicación (4).

A partir de 1958, los atrayentes sexuales reciben una gran publicidad para ser usados en el control de plagas.

En 1960, Babier, Lederer, Butler et al. (1961), identifican el ácido (E)-9-oxo-2-decenoico como una sustancia elaborada por la abeja reina de Apis mellifera, este compuesto, que es producido en las glándulas mandibulares, juega un importante papel en la inhibición de la construcción de la celda real, esta feromona tiene también como función inhibir el desarrollo ovárico de las abejas obreros. La actividad del ácido se ve incrementada por otros compuestos volátiles producidos por la abeja reina (5).

En este año (1960), Jacobson aísla el atrayente sexual de la polilla gitana Porthetria dispar, cuya estructura es (Z)-(+)-10-acetoxi-7-hexadecen-1-ol (4).

Durante 1961, Butenandt y colaboradores encuentran que un alcohol, el bombikol, es el atrayente sexual del Bombix mori L. (3).

En 1962, se aisló el compuesto (Z)-(+)-12-acetoxi-9-octadecen-1-ol que resultó ser otro de los atrayentes de Porthetria dispar (4).

En este mismo año, Gari demostró que la sustancia extraída de la abeja reina de la Apis mellifera, fue el ácido (E)-9-oxo-2-decenoico, el cual es un poderoso atrayente sexual para el zángano, cuando este se encuentra en vuelo (5).

En este mismo período se hicieron estudios sobre el atrayente sexual de la mosca Musca domestica y se reportó que son hidrocarburos que contienen de 16 a 35 átomos de carbono en su cadena y que otros hidrocarburos tienen efectos menores (6).

Para 1963, Jacobson, Beroza y Yamamoto identifican la feromona sexual de Periplaneta americana como el propionato de 2,2-dimetil-3-isopropiliden -

ciclopropilo (7).

Durante este año se empiezan a aplicar las técnicas espectrométricas para determinar las estructuras de los atrayentes sexuales.

Este mismo año, Kannowsky concluyó después de varios experimentos, que los machos del género Lassius sp son atraídos por las hembras de su especie durante el vuelo, pero el compuesto no ha sido aún determinado.

Blumm descubre en 1966 que el neral y el geranial excretados por la glándula mandibular de los insectos de Lestremellita limao sirven como atrayentes sexuales para esta especie.

Kannowsky y Johnson en 1969, encuentran que los machos de Lassius umbratus, y sus hembras, durante el apareamiento en vuelo y después de él, contienen la misma cantidad de sustancia mandibular que la que tienen los machos en su nido antes de iniciar el vuelo.

En 1970, Beroza encuentra el atrayente sexual de Musca domestica, al cual llamó muscaluro (6).

Y en 1971, Carlson et al. identifican al muscaluro como 9-tricoseno, más tarde se ve que es una mezcla de los isómeros (Z) y (E) (6).

Funciones.

Los insectos excretan las feromonas sexuales cuya función parece ser la de atraer individuos del sexo opuesto de su misma especie e inducirlos al apareamiento. Se ha encontrado que aproximadamente 150 especies de hembras y 50 especies de machos las producen.

Estas feromonas o atrayentes sexuales son compuestos químicos muy volátiles que pueden ser captados por los insectos, también se ha visto que algunos de ellos solo son captados cuando el insecto se encuentra en vuelo.

Las pruebas para decidir si un compuesto es atrayente sexual o no, se hacen poniendo en un papel la sustancia, que puede haber sido extraída de los insectos o bien sintetizada, y se observa si el insecto es atraído o no, así como se verá también si cuando llega toma la posición de apareamiento o no.

En las glándulas mandibulares de la abeja reina, Apis mellifera, se produce una feromona que es la mezcla del ácido (E)-9-oxo-2-decenoico y el ácido (E)-9-hidroxi-2-decenoico, los cuales actúan para inhibir la construcción de la celda real (5).

En las hembras el atrayente sexual se encuentra generalmente en el extremo de su abdomen. Algunas polillas hembras, por medio de glándulas especiales que se encuentran en el extremo de su abdomen, atraen a la polilla macho a una distancia considerable, este último lo percibe por medio de sus antenas a través de una "sensación química" y se produce una respuesta característica de comportamiento, el macho se excita, vuela hacia la hembra y finalmente se aparean.

Butenandt y Hecker reportan que el atrayente sexual n-(E)-10.(Z)-12-hexadecadien-1-ol es activo en una concentración 1×10^{-12} , su actividad desaparece en la concentración 1×10^{-13} y disminuye si se cambia la geometría de las dobles ligaduras de su molécula (5).

En el caso de la hembra de la polilla gitana, ésta carga sus huevos y al volar excreta la feromona (disparluro), atrayendo al macho; esta feromona se ha demostrado que es un atrayente sexual muy potente, después de ser excretada el macho la localiza y fertiliza los huevos.

Se ha visto que muchos de los atrayentes sexuales son mezclas de varios-compuestos. Por ejemplo, el muscaluro, feromona sexual de la mosca (Musca domestica), es una mezcla de (Z) y (E)-9-tricoseno y en algunas ocasiones también se ha encontrado presente el (Z)-9-heneicoseno.

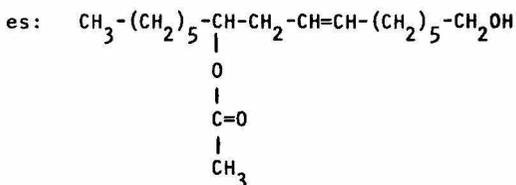
Un mismo atrayente sexual puede atraer a diferentes especies. También una sustancia que sea feromona sexual de una especie puede tener una función diferente en otra especie como feromona de alarma, defensa, rastreo, etc.

Aislamiento y determinación de las estructuras de los atrayentes sexuales.

Para determinar la estructura de la mayoría de los atrayentes sexuales de los insectos, se usan análisis espectroscópicos como son infra-rojo, ultravioleta, resonancia magnética nuclear, y la espectrometría de masas como en el caso de los siguientes compuestos:

Para obtener puro el atrayente sexual de las especies Bombix mori, Periplaneta americana y Porthetria dispar, se pasó una corriente de aire sobre 10,000 hembras vírgenes aproximadamente durante 9 meses. Los vapores fueron condensados, se extrajeron con hexano y se cromatografiaron, obteniéndose 12.2 mg. de la sustancia pura. Su estructura exacta no ha sido determinada (7).

Los dos últimos segmentos abdominales de 50,000 polillas gitanas hembras fueron extraídos con benceno, después se saponificó el extracto y de la fracción neutra fue separado el material soluble en acetona que fue cromatografiado, obteniéndose 20 mg. de un líquido puro ligeramente colorido cuya fórmula es:



Otro aislamiento se realizó de la siguiente manera: Se introdujeron los escarabajos en troncos de pino y les permitieron alimentarse 3 ó 4 días, después de extraer la feromona, ésta fue analizada en cromatografía de gases.

Los resultados obtenidos fueron:

Por cromatografía de gases se vió que la sustancia extraída tanto en ma

chos y hembras de Ips caligraphus eran dos compuestos que se encontraban en mayor proporción: el (Z) y el (E) verbenol, esto fue determinado por su tiempo de retención, además de estos productos, los machos producen el ipsdienol (ausente en las hembras). La estructura de estos compuestos fue confirmada por espectroscopía de masas e infra-rojo.

La cantidad relativa de estos compuestos varía considerablemente en cada individuo y en general las hembras producen mucho menos verbenol que los machos. Realizando varias pruebas se observó que la combinación de ipsdienol y (Z) verbenol es la de mayor actividad, habiendo una gran cantidad de hembras que responden a esta combinación de feromonas (8).

La feromona de la polilla Cadra cautella se aisló de la siguiente manera:

Cerca de 1,200,000 hembras vírgenes de la polilla (Cadra cautella) del almendro fueron colectadas. Sus cuerpos fueron extraídos con cloruro de metileno, después de evaporar el disolvente quedaron 1,800 g. de un líquido de color amarillo. Se le adicionaron a este líquido 6 l. de metanol y se concentró, entonces se formó un precipitado. El líquido amarillo sobrenadante se separó del precipitado por decantación, y se extrajo cuatro veces con metanol. La fracción metanólica se evaporó al vacío dejando un aceite café-amarillento. El aceite fue cromatografiado en 4 porciones de ácido silícico. La fracción activa fue eluída en la mezcla de n-hexano-éter. Posteriormente la fracción fue cromatografiada en columna de ácido silícico.

El aceite resultante fue cromatografiado en una columna de ácido silícico impregnado con nitrato de plata al 15%, la feromona pura resultó ser un aceite ligeramente colorido. El espectro infra-rojo de esta feromona

mostró bandas de absorción de 3010, 2924, 2880, 1740, 1380, 1365, 1240, 965 y 720 cm^{-1} , estas bandas sugieren que existen grupos acetatos, dobles ligaduras (E); por espectrometría de masas se determinó la fórmula $\text{C}_{16}\text{H}_{28}\text{O}_2$ (252.20893).

Por hidrogenación catalítica sobre Pd/C y además hidrólisis alcalina de la feromona se obtuvo una mezcla de acetato de mirístilo y de alcohol mirístico, lo cual se confirmó al hacerle una cromatografía de comparación con los compuestos reales. De aquí se concluyó que era un alcohol con 14 átomos de carbono y un grupo acetato. El espectro de R.M.N. de la feromona dió los siguientes datos: 4H de $-\text{CH}=\text{CH}-$; 2H de $-\text{CH}_2-\text{OCO}-$; 2H de $-\text{CH}_2-\text{C}=\text{C}-$; 3H de $-\text{O}-\text{CO}-\text{CH}_3$; 2H de $-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-$; 5H de $-\text{C}=\text{C}-\text{CH}_3$ $-\text{CH}_2-\text{C}-\text{O}-\text{C}=\text{O}$; 10H de $-(\text{CH}_2)_5-$

Del análisis de los datos anteriores la feromona resultó ser el acetato de 9,12-tetradecadienilo. Para asignar la estructura geométrica de las dobles ligaduras, se sintetizaron los 4 posibles isómeros, encontrándose que el acetato de (Z)-9-(E)-12-tetradecadienilo era idéntico a la feromona natural (9).

El atrayente de la especie Plodia interpunctella fue aislado e identificado por el siguiente proceso:

Se extrajeron 670,000 hembras y machos de esta especie con 18 l. de cloro de metileno, siendo colectados los insectos 24 horas antes del experimento, el disolvente se eliminó, el aceite residual se extrajo 4 veces con metanol. La porción soluble en metanol fue primero hidrolizada con una solución al 4% de KOH en metanol a temperatura ambiente. El aceite residual fue mezclado con metanol y se aisló en la misma forma que la anterior. Una vez aislado fue acetilado de la manera usual con anhídrido acético para dar un -

aceite, el cual mostró una fuerte actividad de feromona. Dicho acetato fue cromatografiado 2 veces sobre una columna de ácido silícico y purificada en una columna de ácido silícico impregnada con nitrato de plata al 15% y la feromona obtenida resultó ser un aceite. Este aceite por medio de sus espectros infra-rojo, ultravioleta, resonancia magnética nuclear y otras pruebas fue identificado como acetato (Z)-9-(E)-12-tetradecadienilo (9).

50,000 insectos adultos de Amblyomma americanum de 2 a 6 semanas fueron homogenizados en 1 l. de benceno, se filtró y el residuo fue extraído dos veces con benceno, se combinaron los filtrados, se secaron y fueron destilados al vacío para eliminar el benceno. La primera información que se obtuvo fue que la feromona era un ácido débil. Entonces el residuo fue suspendido en NaOH 0.1 M y con hexano se removieron los lípidos. La fase acuosa resultante se filtró para separar el material insoluble café-rojizo, el filtrado se saturó con CO₂ y la feromona se recuperó por extracción con el mínimo volumen de benceno. La -cromatografía de gases de la sustancia aislada reveló la presencia de 5 compuestos principales, de los cuales sólo uno fue activo. A la feromona pura se le -determinó su espectro de infra-rojo y su espectro de masas. El espectro de infra-rojo se corrió en CCl₄ y CS₂, los picos que presentó fueron: 3550 (OH li-bre); 1300 y 1250 (C-O-H fenólico); 1600, 1460 y 1450 (aromaticidad); de 1250 a 720 (3 H adyacentes en el anillo) y 940 cm⁻¹ (C-C1).

El espectro de masas dio la información de la existencia de dos cloros. -Por los datos obtenidos se supuso que el compuesto era 2,6-dicloro fenol comprobándose por comparación con una muestra auténtica (71).

La identificación del atrayente de Ips confusus se basó en los siguientes datos:

Su espectro de infra-rojo presentó bandas de OH; CH olefínico; dobles ligaduras conjugadas; grupo vinilo; grupos gemetilo. El espectro de ultravioleta proporcionó los siguientes datos: $\lambda_{\text{max.}}^{\text{hexano}} = 226 \text{ m}\mu$ $\epsilon = 20,000$ lo cual implica que existe un sistema de dobles ligaduras conjugadas.

Por espectrometría de masas se dedujo su fórmula: $\text{C}_{10}\text{H}_{18}\text{O}$.

Además se obtuvieron datos de R.M.N., rotación óptica, etc. La estructura de esta feromona resultó ser (-)-2-metil-6-metileno-7-octen-4-ol (10).

Al estudiar la feromona de Ceratitis capitata se realizó el siguiente experimento:

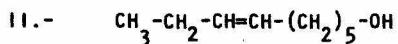
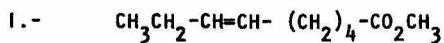
A unos 20,000 machos de Ceratitis capitata confinados en un recipiente cerrado, se les pasó una corriente de aire (160 hrs.), que después se burbujeó en cloruro de metileno (fracción A) y en éter (fracción B), los compuestos solubles en cloruro de metileno se separaron en 3 fracciones una ácida, otra alcalina y otra neutra. La fracción neutra se cromatografió sobre sílica gel, usándose como eluyente hexano:éter (95:5). Por cromatografía gas-líquido de las fracciones A y B se separaron dos compuestos I y II.

De las pruebas químicas se dedujo que el compuesto I era un ester y el II un alcohol. Esto se comprobó al examinar los datos espectroscópicos. El espectro del compuesto I mostró bandas en 1730 (C=O), 1250, 1200 y 1160 cm^{-1} -- (R-C^O-O-CH₃) y el compuesto II dio bandas en 3340 (OH), 1370 (OH) y 1050 (C-OH) ambos espectros presentaron una banda muy fuerte en 963 cm^{-1} (dobles ligaduras (E)).

Por el tiempo de retención en la cromatografía gas-líquido que I era un nonenoato de metilo y el II un nonenol. Quedando pendiente la localización de la doble ligadura.

Los espectros de masas de I y II permiten determinar las fórmulas moleculares que fueron: $C_{10}H_{18}O_2$ para I y $C_9H_{18}O$ para II.

Para determinar la posición de la doble ligadura se realizó una ozonólisis y de los resultados obtenidos se establecieron las siguientes estructuras:



(11).

Usos.

El uso principal que se le ha dado a los atrayentes sexuales de los insectos es el control de plagas, ya que su reproducción va directamente ligada con la facilidad de que se localicen unos a otros. Se dice que este método es mejor que el de los insecticidas, porque tiene mayor especificidad. Como sabemos los insecticidas y productos de este tipo además de exterminar a la plaga, también matan a insectos benéficos, así como a otros animales y perjudican al hombre; se sabe que sólo el 1% de un millón de especies de insectos son dañinos para el hombre, el resto son benéficos o indiferentes (12).

Como un ejemplo de esta aplicación, se sabe que en EE.UU. se usa el atrayente sexual de la polilla gitana para detectar y controlar sus infiltraciones, ya que este es uno de los insectos más destructores como defoliador forestal. Su atrayente es el disparluro y ya ha sido identificado y sintetizado (12).

También se han realizado estudios sobre el atrayente sexual del escarabajo occidental del pino, de la polilla del almendro que pertenece a Cadra cautella, y la feromona sexual de la polilla de Plodia interpunctella y otros (9).

Existen tres formas de emplear a los atrayentes sexuales para el control de plagas:

1.- Cuando se aplica exclusivamente en el lugar donde se localiza la plaga; el mecanismo que se utiliza para evitarla es usando trampas que contienen el atrayente con un insecticida.

2.- En una técnica conocida como 'confusión del macho'. En ésta, el macho localiza la feromona, pero al no encontrar a la hembra tiene una confusión y entonces sus intentos de aparearse se ven frustrados y así se evita la repro

ducción.

3.- Cuando se desea atraparlos en forma masiva; esta técnica como la anterior evita la reproducción del insecto deseado, la forma en que se emplea es poniendo la feromona en una cantidad mayor de que la que producen las hembras y en esta forma se atraen a la mayoría de los machos.

Estas dos últimas ya han sido probadas a gran escala.

Para la aplicación de estos procedimientos se deben realizar estudios muy minuciosos para evitar que la feromona pueda atraer a otras especies no deseadas, se ha visto que algunos atrayentes sexuales para machos de una especie lo son también para hembras de otra, sin embargo, a través de estudios se pueden encontrar algunos que sean específicos.

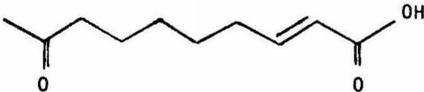
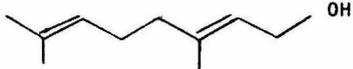
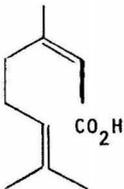
Los atrayentes sexuales usados en el control de plagas pueden regular el comportamiento esencial para la sobrevivencia de cada especie y además los insectos presentan menor resistencia a ellos que a los insecticidas.

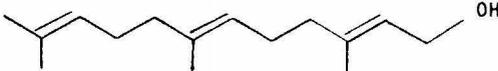
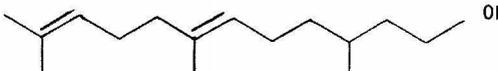
III . RESULTADOS Y CONCLUSIONES

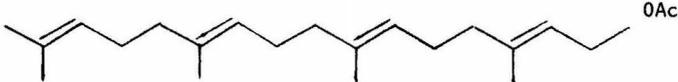
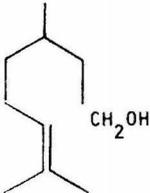
- 1.- De los 120 trabajos recopilados se encontraron 91 en inglés; 16 en alemán; 5 en japonés; 5 en francés y 3 en ruso, en los cuales se describen el aislamiento y determinación de la estructura de 90 compuestos caracterizados como atrayentes sexuales.
- 2.- En la sección II se describen, en una forma general, las técnicas usadas en el aislamiento de los atrayentes sexuales; así como los métodos generales utilizados para determinar las estructuras moleculares de algunos de los atrayentes mencionados.
- 3.- Dichos atrayentes se agruparon en once tablas que se describen a continuación:
- | | |
|----------------------------------|------------|
| Atrayentes de Abejas | Tabla I |
| Atrayentes de Hormigas | Tabla II |
| Atrayentes de Mariposas | Tabla III |
| Atrayentes de Escarabajos | Tabla IV |
| Atrayentes de Chinchas | Tabla V |
| Atrayentes de Cucarachas | Tabla VI |
| Atrayentes de Orugas y Gusanos | Tabla VII |
| Atrayentes de Moscas | Tabla VIII |
| Atrayentes de Polillas | Tabla IX |
| Atrayentes de Garrapatas | Tabla X |
| Atrayentes de Picudo del Algodón | Tabla XI |
- 4.- En cada tabla se especifica la especie del insecto y se da la estructura química de la feromona aislada, así como las referencias correspondientes.

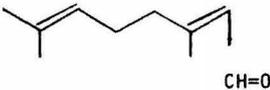
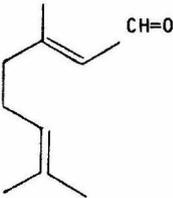
T A B L A I

ABEJAS Y ABEJORROS

Especie	Nombre y Estructura	Ref.
<u>Apis mellifera</u>	Acido (E)-9-oxo-2-decenoico	5
<u>Apis indica</u>		7
<u>Apis dorsata</u>		13
<u>Apis florea</u>		14
		15
<u>Apis</u> (varias especies)	3,7-dimetil-2,6-octadienol (Geraniol)	5
		
<u>Apis</u> (varias especies)	Ac. 3,7-dimetil-2,6-octanoico (Acido Nerólico)	5
		
<u>Apis</u> (varias especies)	3,7-dimetil-2,6-octadienal (Citral)	5
	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{C} = \text{CH} - (\text{CH}_2)_2 - \text{C} = \text{CH} - \text{CH} = \text{O} \\ \qquad \qquad \qquad \\ \text{CH}_3 \qquad \qquad \qquad \text{CH}_3 \end{array}$	

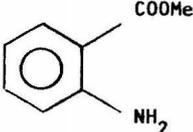
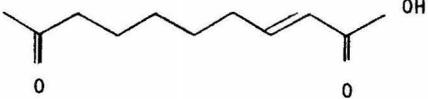
Especie	Nombre y Estructura	Ref.
<u>Bombus terrestris</u>	Farnesol	16 17
		
<u>Bombus hortorum</u>	Nonadeceno	5
	No se determinó la posición de la doble ligadura.	
<u>Bombus terrestris</u>	2,3-dihidrofarnesol	5
		
<u>Psithyrus bohemicus</u>	Hexadecen-1-ol	5
<u>Psithyrus silvestris</u>	No se determinó la posición de la doble ligadura.	

Especie	Nombre y Estructura	Ref.
<u>Bombus hortum</u>	Acetato de geranil geranilo	4
		5
<u>Psithyrus silvestris</u>	Tetradecanal	5
<u>Psithyrus bohemicus</u>	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_{12}-\text{CH}=\text{O}$	
<u>Psithyrus silvestris</u>	Hexadecanal	5
<u>Psithyrus bohemicus</u>	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_{14}-\text{CH}=\text{O}$	
<u>Psithyrus silvestris</u>	Citronellool	5
<u>Psithyrus bohemicus</u>		

Especie	Nombre y Estructura	Ref.
<u>Lestremelitta limao</u>	Neral	5
<u>Trigona subterranea</u>	 <chem>CC(=C)CC=CC=O</chem>	
<u>Lestremelitta limao</u>	Geranial	5
<u>Trigona subterranea</u>	 <chem>CC(=C)CC=CC=O</chem>	
<u>Apis</u> (varias especies)		

T A B L A II

HORMIGAS

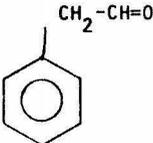
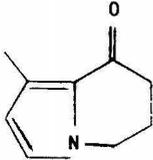
Especie	Nombre y Estructura	Ref.
<u>Atta sexdens</u>	4-metil-3-heptanol $\begin{array}{ccccccc} \text{CH}_3 & -\text{CH}_2 & -\text{CH} & -\text{CH} & -(\text{CH}_2)_2 & -\text{CH}_3 \\ & & & & & \\ & & \text{OH} & \text{CH}_3 & & \end{array}$	5
<u>Camponotus nearticus</u>	Antranilato de metilo 	5
<u>Dolichoderus quadripunctaes</u>	Acido-(E)-9-oxodec-2-enoico 	18
<u>Atta sexdens</u>	Acido nonanoico $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_7-\text{COOH}$	5

Especie	Nombre y Estructura	Ref.
<u>Atta sexdens</u>	4-metil-3-heptanona	5
<u>Leibunum formosum</u>	$\begin{array}{ccccccc} \text{CH}_3 & -\text{CH}_2 & -\text{C} & -\text{CH} & -(\text{CH}_2)_2 & -\text{CH}_3 \\ & & \parallel & & & \\ & & \text{O} & \text{CH}_3 & & \end{array}$	

T A B L A I I I

MARIPOSAS

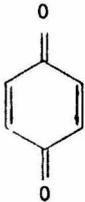
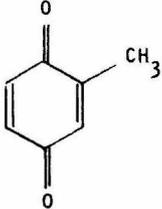
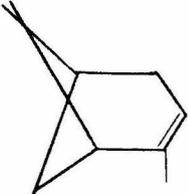
Especie	Nombre y Estructura	Ref.
<u>Prodenia litura</u>	Acido palmítico $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_{14}-\text{COOH}$	19
<u>Prodenia litura</u>	Acido estearico $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_{16}-\text{COOH}$	19
<u>Prodenia litura</u>	Acido oleico $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_7-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_7-\text{COOH}$	19
<u>Prodenia litura</u>	Acido linoleico $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_4-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_7-\text{COOH}$	19

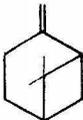
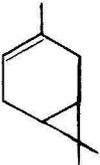
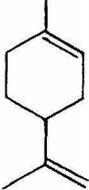
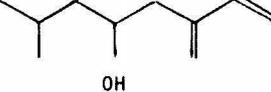
Especie	Nombre y Estructura	Ref.
<u>Lepidoptera</u>	Fenil acetaldehido 	20
<u>Lycora ceres ceres</u>	7-metil-2,3-dihidropirrolizidin-1-ona 	4
<u>Lycora ceres ceres</u>	Acetato de cetilo $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_{15}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_3$	4
<u>Lycora ceres ceres</u>	Acetato de (Z)-11-octadeceno $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_5-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_9-\text{CH}_2-\text{OAC}$	4

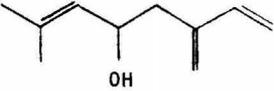
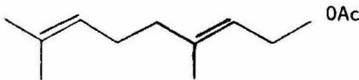
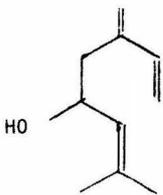
Especie	Nombre y Estructura	Ref.
<u>Cadra cautella</u>	Acetato de (E)-12-(Z)-9-tetradeca-	9
<u>Plodia interpunctella</u>	dienilo	21
<u>Sodoptera frugiperda</u>	$\text{CH}_3\text{-CH=CH-CH}_2\text{-CH=CH-(CH}_2\text{)}_8\text{-OAc}$	

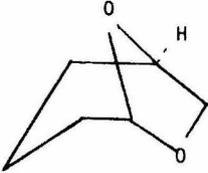
T A B L A I V

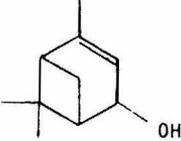
ESCARABAJOS.

Especie	Nombre y Estructura	Ref.
<u>Brachinus</u>	p-benzoquinona 	3
<u>Brachinus</u>	Toluiquinona 	3
<u>Ips confusus</u>	α -pineno	22
<u>Ips typographus</u>		23
<u>Epuraea pigmae Gyll</u>		
<u>Thanasimus formicarius L.</u>		
<u>Medetera signaticornis L.W.</u>		
<u>Ips confusus</u>	myrceno	5
<u>Pinus ponderosa</u>	$\text{CH}_2=\text{CH}-\overset{\text{CH}_2}{\parallel}{\text{C}}-(\text{CH}_2)_2-\text{CH}=\overset{\text{CH}_3}{\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}}$	22

Especie	Nombre y Estructura	Ref.
<u>Ips confusus</u>	α -pineno	19
<u>Epuraea pigmae</u> Gyll		23
<u>Ips typographus</u>		
<u>Medeterea sigmaticornus</u> L.W.		
<u>Thanasimus formicarius</u> L.		
<u>Ips confusus</u>	3-careno	22
<u>Dendroctonus brevicomis</u>		24
<u>Ips confusus</u>	Limoneno	22
<u>Ips typographus</u>		23
<u>Euparea pigmaea</u> Gyll		
<u>Thanasimus formicarius</u> L.		
<u>Medeterea signaticornus</u> L.W.		
<u>Ips confusus</u>	(+) -2-metil-6-metileno-7-octen-4-ol	8
<u>Ips calligruphus</u>		25
<u>Ips grandicollis</u>		
<u>Ips paraconfusus</u>		

Especie	Nombre y Estructura	Ref.
<u>lps confusus</u>	(+) -2-metil-6-metileno-2,7	8
<u>lps caligraphus</u>	octadien-4-ol	25
<u>lps paraconfusus</u>		
<u>lps avulsus</u>		
<u>lps confusus</u>	Nonanal	4
	$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_7 - \text{CH}=\text{O}$	
<u>lps confusus</u>	Acetato de geranilo	4
		
<u>lps confusus</u>	(-) -2-metil-6-metileno-7-octen-4-ol	10
		

Especie	Nombre y Estructura	Ref.	
<u>Ips confusus</u>	"Brevicom"	10	
<u>Dendractonus frontalis</u>		15	
<u>Dendractonus brevicomis</u>		26	
<u>Dendractonus ponderosal</u>		27	
<u>Trogoderma inclusum</u>		28	
<u>Attagenus megatoma</u>			
<u>Attagenus picseus</u>			
<u>Limonis californicus</u>			
<u>Temnochila verescens cholodia</u>			
<u>Enoclerus lecontei</u>			
<u>Ips confusus</u>		"Frontalin"	24
<u>Enoclerus lecontei</u>			26
<u>Dendractonus frontalis</u>		28	
<u>Dendractonus brevicomis</u>			
<u>Dendractonus ponderosal</u>	Estructura no determinada.		
<u>Temnochila inclusum</u>			
<u>Attagenus megatoma</u>			
<u>Attagenus picseus</u>			
<u>Limonis californica</u>			
<u>Temnochila versens chorida</u>			

Especie	Nombre y Estructura	Ref.
<u>Attagenus megatoma</u>	Acido (E)-3-(Z)-5-tetradecadienico	10
		26
	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_7-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{COOH}$	
<u>Ips confusus</u>	"Verbenol" (mezcla de cis y trans)	8
<u>Ips calligraphus</u>		25
<u>Ips grandicollis</u>		26
<u>Dendroctonus frontalis</u>		29
<u>Dendroctonus brevicomis</u>		
<u>Dendroctonus ponderosa</u>		
<u>Trogoderma inclusum</u>		
<u>Attagenus megatoma</u>		
<u>Attagenus picseus</u>		
<u>Limonis californicus</u>		
<u>Trogoderma inclusum</u>	(+)-(Z)-14-metil-8-hexadecenoato de metilo	30
	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-(\text{CH}_2)_4-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_6-\text{CO}_2-\text{Me}$	

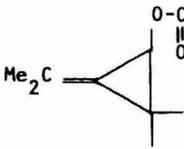
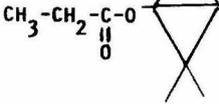
Especie	Nombre y Estructura	Ref.
<u>Trogoderma inclusum</u>	(-)-(Z)-14-metil-8-hexadecen-1-ol	30
		31
$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}(\text{CH}_3)\text{-(CH}_2)_4\text{-CH=CH-(CH}_2)_6\text{-CH}_2\text{-OH}$		

T A B L A VCHINCHES.

<u>Especie</u>	<u>Nombre y Estructura</u>	<u>Ref.</u>
<u>Belostoma indica</u>	Acetato de 2 hexenilo $\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_2 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{OAc}$	25
<u>Belostoma indica</u>	Acetato de (E)-2-hexenol $\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_2 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{OAc}$	3

T A B L A V I

CUCARACHAS

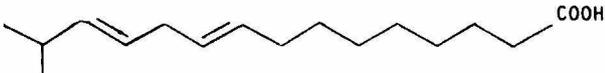
Especie	Nombre y Estructura	Ref.
<u>Periplaneta americana</u>	Se han propuesto las estructuras siguientes:	3
		7
		32
		33
		34
		35

T A B L A V I I

ORUGAS Y GUSANOS.

Especie	Nombre y Estructura	Ref.
<u>Trichoplusia ni</u>	Fenil acetaldehido $\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{-CH=O} \\ \\ \text{C}_6\text{H}_5 \end{array}$ 	20
<u>Trichoplusia ni</u>	Acetato de (E)-7-dodecen-1-ol $\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_3\text{-CH=CH-(CH}_2\text{)}_6\text{-OAc}$	36
<u>Trichoplusia ni</u>	Acetato de (Z)-7-dodecenilo $\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_3\text{-CH=CH-(CH}_2\text{)}_6\text{-OAc}$	36 37 38 39
<u>Bombix mori</u>	"Bombitol" Estructura no determinada.	40

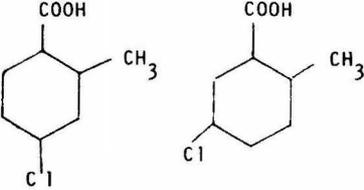
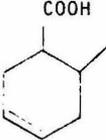
Especie	Nombre y Estructura	Ref.
<u>Bombix mori</u>	"Bombixina"	41
	Estructura no determinada.	
<u>Bombix mori</u>	"Bombykol"	3
y otros	(E)-10-(Z)-12-hexadecadienol	4
		7
		42
	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_9-\text{OH}$	43
		44
<u>Bombix mori</u>	Se han propuesto las siguientes estructuras:	7
		35
<u>Bombix mori</u>	Acido oleico	45
	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_7-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_7-\text{COOH}$	

Especie	Nombre y Estructura	Ref.
<u>Bombix mori</u>	Acido linoleico $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_4-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_7-\text{COOH}$	45
<u>Bombix mori</u>	Acido-14-metil-9,12-pentadecanoico 	45
<u>Trichoplusia ni</u>	Acetato de -5-dodecen-1-ol $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_5-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_4-\text{OAc}$	46
<u>Chrorestoneura fumiferana</u> <u>Chrorestoneura occidentalis</u>	(E)-11-tetradecanal $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_9-\text{CH}=\text{O}$	47

Especie	Nombre y Estructura	Ref.
<u>Ceramica picta</u>	Acetato de n decanol	48
	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_9-\text{OAc}$	

T A B L A V I I I

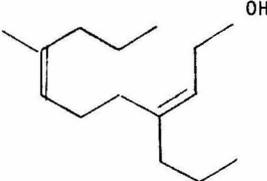
MOSCAS.

Especie	Nombre y Estructura	Ref.
<u>Musca domestica</u>	(Z)-9-tricoseno $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_7-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_{12}-\text{CH}_3$	6 49 50
<u>Musca domestica</u>	(Z)-9-heneicoseno $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_7-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_{10}-\text{CH}_3$	6
<u>Pterandrus rosa</u> <u>Ceratitis capitata</u>	4-(o 5)-cloro-2-metil ciclohexano carboxilico 	51
<u>Pterandrus rosa</u> <u>Ceratitis capitata</u>	Acido-6-metil-3-hexen-1- carboxilico 	51

Especie	Nombre y Estructura	Ref.
<u>Ceratitis capitata</u>	(E)-6-nonenoato de metilo $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_4-\text{CO}_2\text{Me}$	11
<u>Ceratitis capitata</u>	(E)-6-nonen-1-ol $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_4-\text{CH}_2-\text{OH}$	11

T A B L A I X

POLILLAS.

Especie	Nombre y Estructura	Ref.
<u>Lespeyresia pomonella</u>	2Z 6Z-7-metil-3-propil-2,6-decadien-1-ol	52 53
		
<u>Laspeyresia pomonella</u>	(E)-8-(E)-10-dodecadien-1-ol	54 55
	$\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_6-\text{CH}_2-\text{OH}$	
<u>Nudibia cytherea cytherea</u>	[cis-5-decen-1-il]-3-Metil butanoato	56
	$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{C}-\text{O}-(\text{CH}_2)_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_3-\text{CH}_3 \\ \quad \quad \quad \\ \text{CH}_3 \quad \quad \quad \text{O} \end{array}$	
<u>Homomelina aurantiaca</u>	2-metil heptadecano	57
<u>Homomelina lacta</u>		
<u>Pyrrharctea isabella</u>		
	$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-(\text{CH}_2)_{14}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	

Especie	Nombre y Estructura	Ref.
<u>Porthetria dispar</u>	(d)-(Z)-10-acetoxi-7-hexadecen-1-ol	3 4 7 58
	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_5-\underset{\text{OAc}}{\text{CH}}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_5-\underset{\text{OH}}{\text{CH}_2}$	
<u>Porthetria dispar</u>	(Z)-7,8-epoxi-2-metil octadecano	59
	$\text{CH}_3-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-(\text{CH}_2)_4-\underset{\text{O}}{\text{CH}}-\text{CH}-(\text{CH}_2)_9-\text{CH}_3$	
<u>Porthetria dispar</u>	"Dispaluro"	12
	Estructura no determinada.	
<u>Porthetria dispar</u>	(+)-(Z)-14-acetoxi-11-eicosen-1-ol	7
	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_5-\underset{\text{O}-\text{C}-\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_9-\text{CH}_2-\text{OH}$	

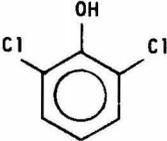
Especie	Nombre y Estructura	Ref.
<u>Porthetria dispar</u>	(+)-(Z)-12-acetoxi-9-octadecen-1-ol	3
		7
		60
	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_5-\underset{\substack{ \\ \text{OAc}}}{\text{CH}}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_7-\text{CH}_2-\text{OH}$	61
		62
		63
<u>Pectinaph gossypiella</u>	Acetato de 10-propil-5,9-tridecadienilo	64
	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\underset{\substack{ \\ \text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3}}{\text{CH}}=\text{C}-(\text{CH}_2)_2-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_4-\text{OAc}$	
<u>Galleria mellonella</u>	Undecanal	65
	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_9-\text{CH}=\text{O}$	
<u>Sodoptera frugiperda</u>	Acetato de (Z)-9-tetradecenilo	5
<u>Adoxophyes orana</u>		21
<u>Adoxophyes faciata</u>		66
	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_3-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_8-\text{OAc}$	

Especie	Nombre y Estructura	Ref.
<u>Adoxophyes orana</u>	Acetato de (Z)-11-tetradecenilo	5
<u>Adoxophyes faciata</u>		66
<u>Argyrotaenia velutiana</u>		67
	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH=CH-(CH}_2\text{)}_{10}\text{-O Ac}$	
<u>Porthetria dispar</u>	Se han propuesto las siguientes estructuras:	7 35
<u>Lymantria dispar</u>	"Gyptol"	40
	Estructura no determinada.	
<u>Coreyra cephalonica</u>	Acido de cadena larga	68
	Estructura no determinada.	

ARTIFICIALES Fueron sintetizadas y evaluadas para polillas.

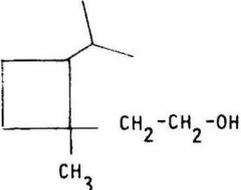
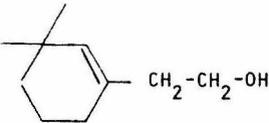
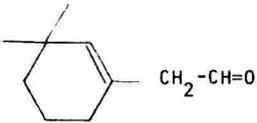
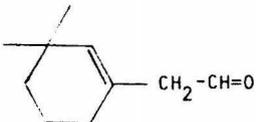
Especie	Nombre y Estructura	Ref.
<u>Curpocapsa pomonella</u>	(Z)-9-octadecen-1-ol $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_7-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_7-\text{CH}_2-\text{OH}$	69
<u>Zerphera diniana</u>	Acetato de (E)-12-tetradecenilo $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_{10}-\text{CH}_2-\text{OAc}$	70

T A B L A XGARRAPATAS.

Especie	Nombre y Estructura	Ref.
<u>Amblyomona americanum</u>	2,6-dicloro fenol 	71

T A B L A X I

PICUDO DE ALGODON.

Especie	Nombre y Estructura	Ref.
<u>Anthanomus grandi</u>	(+)-(Z)-2-isopropil-1-metil ciclobutano etanol 	72 73
<u>Anthanomus grandi</u>	(Z)-3,3-dimetil $\Delta^{1-\beta}$ ciclohexano etanol 	72 73
<u>Anthanomus grandi</u>	(Z)-3,3-dimetil $\Delta^{1-\gamma}$ ciclohexano acetaldehido 	72
<u>Anthanomus grandi</u>	(E)-3,3-dimetil $\Delta^{1-\alpha}$ ciclohexano acetaldehido 	72 73

Especie	Nombre y Estructura	Ref.
<u>Anthanomus grandi</u>	"Grandluro"	74
		75
	Estructura no determinada.	

I V . B I B L I O G R A F I A

- 1.- Wigglesworth, V.B. Quart. J. micro. Sci. 17 191 (1934).
- 2.- Wigglesworth, V.B. Las hormonas de los insectos. Endeavour. 24 91 21-6 (1965).
- 3.- Scent attractants and repelents of insects. Fieser, F. L. and Fieser, M. Reinhold publishing Incorporation. 560-9.
- 4.- The chemistry of insect hormones and insect pheromones. Karlson, P. Pure Appl. Chem. 14 1 75-87 (1967).
- 5.- Social Insect Pheromones: Their chemistry and function. Blum, M.S. and Brand, J.M. Am. Zoologist. 12 553-6 (1972).
- 6.- Pheromone effects of cis-9-long chain alkenes on the common house fly. Improved sex attractant combination. Ajai, S., Steele, R.W., Smallman, B.N., Merez, O. and Mozagai, C. Can. Entomol. 104 102 1963-5 (1972).
- 7.- Smissman, E.C. Some aspects of insect chemistry. J. of Pharmaceutical Sci. 54 10 1395-1405 (1965).
- 8.- Pheromones and host volatiles that govern agragation of the six-spined engraver beetle, Ips calligraphus. Renwiik, J.-A.A. and Vite, J.P. J. Insect Physiol. 18 6 1215-9 (1972).
- 9.- Sex pheromone of the almonth moth and Indian meal moth cis-9-trans-12-tetradecadienyl acetate. Kawahara, Y., Kitamura, Ch., Takahashi, S., Hara, H. and Ishii, S., Fukami, H. Science 171 3973 801-2 (1971).
- 10.- Spectrometric Identification of insect sex attractants. Silverstein, R.M. J. of Chem. Ed. 45 12 794-7 (1968).

- 11.- Insect sex attractant 13. Isolation, identification and -
synthesis of sex pheromones of the male Mediterranean fruit
fly. Jacobson, M., Ohinata, K., Chambers, D.L., Jones, W.-
A. and Fujimoto, M.S. J. of Med. Chem. 16 3 248-51 -
(1973).
- 12.- Insect control I. Use of Pheromones. Marx, J.L. Science
181 4101 736-7 (1973).
- 13.- Sex attractant acting as an aphrodisiac in the honey bee -
(*Apis mellifera*). Butter, C.G., Proc. Roy. Ent. Soc. (Lon-
don) Serv. A. 42 71-6 (1967).
- 14.- Cis-9-oxo decenoic acid: synthesis and evaluation as a ho-
ney bee pheromone and masking agent. Doolittle, R.E., Blum,
M.S. and Bosh, R. Ann. Entomol. Soc. Amer. 63 4 1180-5 -
(1970).
- 15.- Synthesis of brevicomin, principal sex attractant in the -
frass of the female western pine beetle. Bellas, T. E., -
Brownlee, R.G. and Silverstein, R.M. Tetrahedron 25 5149-
53 (1969).
- 16.- Sexual attractant of the male bumblee. Stein, G. Natur--
wissenschaften 50 305 (1963).
- 17.- The sex attractant of the male bumblebee. Stein, G. Biol.
Zentr. 82 3 345-9 (1963).
- 18.- Research on the biology and ethology of *Dolichermus quadri-*
punctatus (L.) (Hym. Formicidae, Dolichoderidae): VII Study
of mechanisms inhibiting egg-laying in workers in the pre--
sence of their queen: Role of pheromones. Torosian, C. *In*
sects Sociaux. 15 2 105-44 (1968).

- 19.- Lipids from the anterior of the female butterfly *Prodenia litura*. Salak, M.A.D., Zayed and Thakya, M. Hassen Z. - *Physiol. Chem.* 341 1-2 91-8 (1965).
- 20.- Supplementary data of phenylacetaldehyde attractants for *Lepidoptera*. Creighton, C.S., Mc Fadden, T.L. and Culhant, - E.R.J. *Econ. Entomol.* 66 1 114-5 (1973).
- 21.- Sex pheromone of the Southern armyworm moth. Isolation, identification and synthesis. Jacobson, M., Redfern, R.E., Jones, W.A. and Aldridge, M.H. *Science* 170 3957 542-4 - (1970).
- 22.- Pheromone of *Ips confusus* IV Isolation of the attractive substance by gas-liquid chromatography. Pitman, G.B., Renwick, J.A.A. and Vite, J.P. *Contrib. Boyce Thompson Inst.* 23 6 243-50 (1966).
- 23.- Attraction of the bark beetle *Ips tipographus* L. to terpenes and a male produced pheromone. Rudinsky, J.A., Novak, V. - and Svihara, P.Z. *Angew. Entomol.* 67 2 179-88 (1971).
- 24.- Management of western pine beetle populations. Use of chemical messengers. Vite, J.P. and Pitman, G.B. *J. Econ. Entomol.* 63 4 1132-5 (1970).
- 25.- Sex attractants in frass produced by males *Ips confusus* in ponderosa pine. Silverstein, R.M., Rodin, J.O. and Wood, - D.L. *Science* 154 3748 509-10 (1966).
- 26.- Attractant pheromones of coleoptera. Silverstein, R.M. -- *Chem. Contr. Insect Behav. Proc. Symp. 1969* (publ. 1970) -- 21.40. Edited by Beroza, M. Academic New York, N. Y.
- 27.- Western pine beetle: Field response to its sex pheromone -

- and a synergistic host terpene, myrcene. Bedard, W.D. and Tilden, E.T. *Science* 164 1284-5 (1969).
- 28.- Predator-prey response to western pine beetle attractants. Pitman, G.B. and Vite, J.P. *J. Econ. Entomol.* 64 2 402-4 (1971).
- 29.- Response of *Blastophagus piniparda* L. (Col., Scolytidae) - to trans-verbenol, cis-verbenol and verbenone, know to be population pheromone of some American back beetles Xancas, Esko, Helmer Oksanen, and Vilho Perthe. *Ann. Entomol. Fenn.* 36 2 75-8 (1970).
- 30.- Sex attractant of female dermested beetle *Trogoderma inclusum*. Rodin, J.O., Silverstein, R.M., Burkholder, W.E. and Gorman, J.E. *Science* 165 3896 904-6 (1969).
- 31.- Sex pheromone habituation. Effects of habituation on the pheromone response level of *Trogoderma inclusum*. Vic, K. W., Drummond, P.C., Sower, L.L., Coffel, J.A. *Ann. Entomol. Soc. Amer.* 66 3 667-70 (1973).
- 32.- Isolation and identification of the sex attractant of the American cockroach. Jacobson, M., Beroza, M. and Yamamoto, R.T. *Science* 139 48-9 (1963).
- 33.- The structure of sex attractants of the American cockroaches. Day, A.C. and Whiting, M.C. *Proc. Chem. Soc.* 368 nov. (1964).
- 34.- The structure of the sex attractant of the American cockroach. Jacobson, M. and Beroza, M. *Science* 147 (3649)-748-9 (1965).
- 35.- Synthesis of some 1-substituted-2, 2-dimethyl-3-isopropyl

- idenecyclopropane. Meinwold, J., Wheeler, J.W., Nimitz, A. A., Liu, J.S. *J. Org. Chem.* 30 4 1038-46 (1965).
- 36.- Response of male cabbage loopers to 15 isomers and congeners of the looper pheromone. Toba, H.H., Green, N., Kishaba, .AN., Jacobson, M. and Debolt, J.W. *J. Econ. Entomol.* 63 4 1048-51 (1970).
- 37.- Sex pheromones of Lepidoptera XXXVIII. Role sex pheromones and other factors in reproductive isolation among ten species of Noctividae. Kaal, R.S., Shorey, H.H., McFarland, S.U. and Gaston, L.K. *Ann. Entomol. Soc. Amer.* 66 - 2 444-8 (1973).
- 38.- Sex pheromone of Lepidoptera XXXVIII. Electroantennogram responses in *Authographia californica* to cis-7-dodecenyl acetate and related compounds. Payne, T.L., Shorey, H.H., Gaston, L.K. *Ann. Entomol. Soc. Amer.* 66 3 703-4 (1973).
- 39.- Slow release plastic formulations of the cabbage looper pheromone cis-7-dodecenyl acetate. Release rate and biological activity. Fitzgerald, T.D., St. Clair, A.D., Daterman, G.E., Smith, R.G. *Environ Entomol.* 2 4 607-10 - - (1973).
- 40.- Sex pheromone of insects. Fukami, H., Kagaku To Seibustu 9 6 350-9 (1971).
- 41.- Bombixin, a sex attractant discharged by female moth, *Bombix mori*. Katashi Makino, Kijao Soto and Karou Inagami. - *Biochem. and Biophys. Acta* 19 394-5 (1956).
- 42.- Sexual attractants of silk moth II. Synthesis of Bombykol and cis-, trans- isomers of 10,12-hexadecadien-1-ol Bute--

- nantdt, A., Hecker, E., Hopp, M. and Koch, W. Ann. 658 39-64 (1962).
- 43.- Fine structure and histochemistry of the sex attractant - gland of the silk worm. *Bombix mori*. Steinbrecht, R.A. Z. Zelforsh. Midroskop. Anat. 64 2 227-61 (1964).
- 44.- Tritium-labeling of the sex attractant bombykol. Kasang, - G.Z. Naturforsh B. 23 10 1331-5 (1968).
- 45.- Sexual attractants of silk moth III. Unsaturated fatty acids of the odoriferous glands of the silk worm moth (*Bombix mori*). Buttenandt, A., Hecker, E. and Zayed, S.M. A.D.Z.-Physiol. Chem. 333 114-26 (1963).
- 46.- Insect sex attractant X. 5-dodecen-1-ol acetate, analogs of the cabbage looper sex attractants. Warthen, D. and Jacobson, M.J. Med. Chem. 11 2 373-4 (1968).
- 47.- Physiologically active arthropod secretions X. Sex pheromone of the eastern spruce budworm, *Choristoneura fumifera*. Weatherston, J., Roelofs, W., Comeace, A. and Sanders, C.J. Can. Entomol. 103 12 1741-7 (1971).
- 48.- Precursor of female sex pheromone found in the males in the Zebra caterpillar. Butter, L.I., Mc Donough, L.M., Tanaki, G. and Landis, B.J. J. Econ Entomol. 65 4 1174-5 (1972).
- 49.- Chemical investigation of the sex pheromone of the house fly. Vooden, D.S., Jacobson, M., Rogoff, W.M. and Gritz G. H. J. Econ. Entomol. 65 2 358-9 (1972).
- 50.- Field evaluation of (Z)-9-tricosene a sex attractant pheromone of the house fly. Carlson, D.A. and Beroza, M. Environ Entomol. 2 4 555-9 (1973).

- 51.- The response of the males of *Pterandrus rosa* and *Ceratitis capitata* to synthetic lures. Georgala, M.B. J. Entomol.-Soc. Southern Africa 27 1 67-73 (1964).
- 52.- Synthetic proof of the structure of a proposed codling moth sex pheromone. Cooke, M.P. Jr. Tetrahedron letters 22 - 1983-6 (1973).
- 53.- A stereoselective synthesis of a proposed codling moth sex pheromone. Cooke, M.P. Jr. Tet. Let. 15 1281-4 (1972).
- 54.- Codling moth. Diel periodicity of catch in synthetic sex attractant vs female-baited traps. Batiste, W.C., Olsen, W.H. and berlowitz, A. Environ Entomol. 2 4 673-6 (1973).
- 55.- Synthetic sexual pheromones for the trapping of three harmful insects in orchards. Milaire, H.G. Def. Veg. 27 160 84-98 (1973).
- 56.- Isolation and structure of the sex pheromone of the moth - *Naturebia ceptheria ceptheria*. Henderson, H.E., Warren, F.L., Agustyn, O.P.H., Beerger, B.V., Schneider, D.F., Boshoff, P.R., Spies, H.S.C. and Gurtsema, H.J. J. Insect - Physiol. 19 6 1257-64 (1973).
- 57.- Hydrocarbon sex pheromone in tiger moths (Arctidae). Rodelofs, W.L. and Carde, R.T. Science 171 3972 684-6 -- (1971).
- 58.- Isolation, identification and synthesis of the sex attractants of gypsy moth. Jacobson, M., Beroza, M. and Jones, W.A. Science 132 1011-2 (1960).
- 59.- Potent sex attractant of the gypsy moth its isolation, identification and synthesis. Bierl, B.A., Beroza, M. and

- Collier, C.W. *Science* 170 3953 87-9 (1970).
- 60.- Insect sex attractant II Synthesis of a highly potent gypsy moth sex attractant and some related compounds. Jacobson, M., and Jones, W.A. *J. Org. Chem.* 27 2523-4 (1962).
- 61.- Effect of the optical activity on the synthetic of the sexual odor of the gypsy moth female. (gyptol and the higher - homolog of gyplure). Stefanonic, D.K., Grujic-Inyac, B. - and Milic, D.M. *zastita Bilja* No. 73 235-49 (1963).
- 62.- Insect sex attractant IV. The determination of gyplure in its mixtures by absorption and gas chromatography. Jones, W.A. and Jacobson, M.J. *J. Chromatog.* 14 1 22-7 (1964).
- 63.- Insect attractants and their significance in forest protection. Otto, D. *Biol. Rundsh* 6 1 22-32 (1968).
- 64.- Sex attractant of the pink bollworm moth: isolation, identification and synthesis. Jones, W.A., Jacobson M. and Martin, D.F. *Science* 152 3728 1516-7 (1966).
- 65.- Sex pheromones of pyralid moths I. Isolation and identification of the sex attractant of the *Galleria mellonella* - (greater waxmoth). Roller, H., Biemann, K., Bjerke, J.S., Nogard, D.W., McShan, W.H. *Acta Entomol. Bohemoslav* 65 3 208-11 (1968).
- 66.- Sex pheromone of summer fruit tortrix moth. *Adoxophys orana*. Two synergistic isomers. Meijer, G.M., Ritter, P.J., Persons, C.J., Minks, A.K. and Voorman, S. *Science* 175 -- 4029 1429-70 (1972).
- 67.- Sex pheromone perception: Synergistic and inhibitors for the red banded leaf roller attractant. Roelofs, W.L. and -

- Comeau, A. J. Insect Physiol. 17 3 435-8 (1971).
- 68.- Isolation and chemistry of the sexual pheromone of the rice moth *Corayra cephaloica*, Galleriidae: Lepidoptera. Singh, - D., Sidhlu, H.S. and Kalsi, P.S. Reichst. Aromen, Koerper_flegem 23 7 213-6 (1973).
- 69.- Artificial sex pheromone for codling moth. Mc. Donough, L. M., George, D.A. and Burt, B.A. J. Econ. Entomol. 62 1 243 -4 (1969).
- 70.- Use of synthetic sex attractant of the larch bud moth *Zurphea diniana* in monitoring traps under different conditions - and antagonistics action of the cis-isomer. Benz, G. and -- Von Solis, G. Experientia 29 6 729-30 (1973).
- 71.- 2,6-dichlorophenol, sex pheromone of the Lone Star Tick. Berger, R.S. Science 177 4050 704-5 (1972).
- 72.- Identification and synthesis of the four compounds comprising the boll weevil sex attractant. Gueldner, R.C., Tumilson, - J.H., Hardee, D.D., Thompson, A.C., Hedin, P.A. and Mingard, J.P. J. Org. Chem. 36 18 2616-21 (1971).
- 73.- Boll weevil sex attractant. Tumilson, J.H., Gueldner, R.C., Hardee, D.D., Thompson, A.C., Hedin, P.A. and Mingard, J.P. Chem. Contr. Insect Behav. Proc. Symp.1967. (publ. 1970) - 41-59.
- 74.- Gas chromatography determination of the components of the - synthetic boll weevil sex pheromone (grandlure). Bull, D.L., Ricard, A., Strokes, Hardee, D.D. and Gueldner, R.C. J. Agr. Food Chem. 19 1 202-3 (1971).
- 75.- Boll weevils in nature respond to grandlure a synthetic phe-

- romone. Hardee, D.D., McGibben, G.H., Guldner, R.C., Mitchell, E.B., Tumilson, J.H. and Cross, W.H. J. Econ. Entomol. 65 1 97-100 (1972).
- 76.- Arthropod hormones, pheromones and defensive secretions. - Herbert, R.B.J. Leeds Univ. Union Chem. Soc. 10 35-8 (1968).
- 77.- Honey bee sex attractant: Conformational analysis, structural specificity and lack of masking activity of congeners. Blum, M.S., Boch, R., Doolittle, R.E., Tribble, M.T. and Traynham, J.G. J. Insect Physiol. 17 2 349-64 (1971).
- 78.- Sex pheromone of insects. Warren, F.L. J. S. Afric. Chem. Inst. 22 1505-45 (1969).