

Tema 6: Métodos de control (V): interferencia a nivel feromonal

- 6.1. Introducción a la Ecología Química: semioquímicos
- 6.2. Feromonas
- 6.2.1. Características y tipos
- 6.2.2. Estudio del complejo feromonal de un insecto
- 6.2.3. Aplicaciones en el control de plagas
- 6.3. Aleloquímicos: kairomonas, características y sus perspectivas en lucha biológica

T E M A 6

T.CABELLO, 2006/2007.
Lucha Integrada. EPS.
UAL.

1

6.1. Introducción a la Ecología Química

Ecología química:

Estudia el ámbito de las interacciones intra e interespecíficas entre organismos, desde una perspectiva que enfatiza el significado de los compuestos químicos involucrados en tales interacciones.

En relación con las especies plagas:



SEMIOQUÍMICO:

Law y Regnier (1971) [Gr. *SEMEON*= marca o señal]

Def.: “Sustancia química que media, o regula, las interacciones entre individuos”.

Tipos:

- FEROMONA
- ALELOQUÍMICO

T E M A 6

T.CABELLO, 2006/2007.
Lucha Integrada. EPS.
UAL.

2

6.2. Feromonas

FEROMONA:

Karlson y Butenandt (1959)

[Gr. *FEREUM* = llevar y *HORMAN* = estimular]

Def.: “Sustancia química liberada al exterior por un individuo que origina en otro, de la misma especie, que lo recibe, un cambio en su fisiología, biología o comportamiento”.

Tipos:

- (A) Feromona sexual ◀
- (B) Feromona de agregación ◀
- (C) Feromona de alarma
- (D) Feromona disuasoria
- (E) Feromona que inducen cambios fisiológicos
- (F) Otras feromonas de insectos sociales ▶

▶ Presentan, en la actualidad, aplicaciones en el control de plagas agrícolas y forestales.

▶ Aplicación en polinización por la abeja.

T E M A 6

T.CABELLO, 2006/2007.
Lucha Integrada. EPS.
UAL.

3

6.2.1. Feromonas: características y tipos

FEROMONA SEXUAL:

Def.: “Sustancia química, generalmente producida y emitida por la hembra de una especie, que al ser percibida por el macho origina un comportamiento de búsqueda”.

Características:

- 1) Normalmente producida por la hembra adulta.
- 2) Se originan en glándulas situadas en la parte ventral del abdomen.
- 3) Son mezcla de 2 o más compuestos, en proporciones dadas.
- 4) Son específicas.
- 5) El macho, a veces, produce y emite feromonas.
- 6) Funciones:
 - (a) Feromona de la hembra:
 - Atracción a larga distancia.
 - Atracción a corta distancia.
 - Excitantes sexuales que inducen la cópula.
 - (a) Feromona del macho:
 - Atracción a corta distancia
 - Excitantes sexuales que inducen la cópula.

T E M A 6

T.CABELLO, 2006/2007.
Lucha Integrada. EPS.
UAL.

4

6.2.1. Feromonas: características y tipos

FEROMONA SEXUAL: (cont.)



Spodoptera exigua:
 Segrega una mezcla de
 (a) C₁₄-(Z,E) 9, 12-Ac
 (b) C₁₄-(Z) 9-OH
 En la proporción
 a / b = 70 / 30
 La adición de
 C₁₄-(Z) 9-Ac
 Inhibe la actividad

Pequeñas diferencias en las proporciones de la mezcla, permite a los machos diferenciar su especie, dentro del mismo género:

Insecto	a	a/b 10/1	a/b 1/10	b	b/c 10/1	b/c 1/10	c
<i>Semiothisa signaria</i>	17	→114	0	2	3	4	0
<i>Semiothisa bicolorata</i>	3	5	1	25	→83	2	1
<i>Semiothisa ulsterata</i>	0	0	0	0	0	64	→70

6.2.1. Feromonas: características y tipos

FEROMONA DE AGREGACIÓN:

Def: “ Sustancia química que orienta a los adultos de una especie, hacia lugares de concentración, alrededor del individuo emisor; estos lugares son favorables para anidar la colonia, para el ataque a plantas huéspedes, abundancia de alimento, refugio, etc”.

Ejemplo:
 Escoltídos, barrenillos plagas forestales.

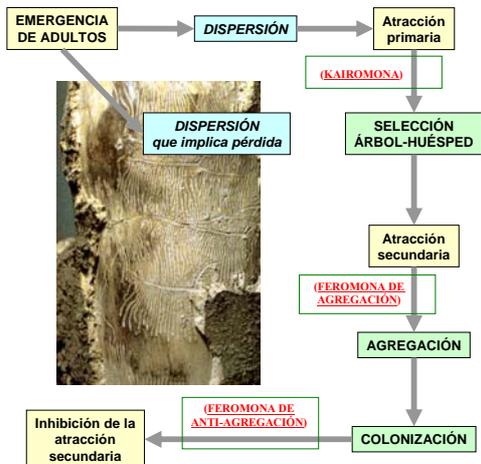
Formosa de especies asociadas a Pinus sp. en Chile

Especie	Formosa	Proporción	Ataques	Identidad	Edad
F. CATEGORÍA					
F. BREVICOMINA					
F. CURETIDIA					
F. GIBBERICOMINA					
F. FLUCTIVENTRIS					
F. VIOLETTAE					

6.2.1. Feromonas: características y tipos

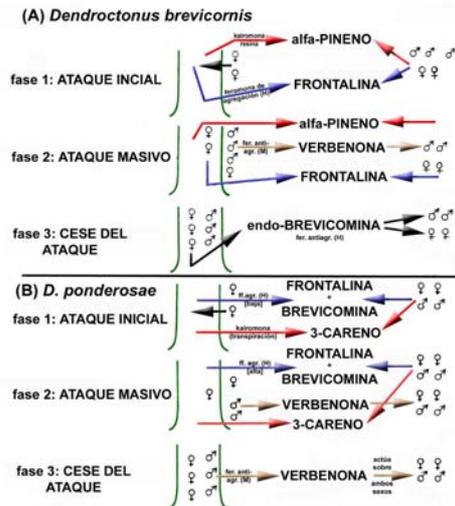
FEROMONA DE AGREGACIÓN: (cont.)

Modelo simplificado de las fases de selección y colonización del árbol-huésped por escoltídos plagas



6.2.1. Feromonas: características y tipos

FEROMONA DE AGREGACIÓN: (cont.)



Utilización:
 Feromona de agregación (análogo) contra escoltídos, mediante trampas con adhesivo, colocadas como barreras, antes de la zona a proteger.

6.2.1. Feromonas: características y tipos

FEROMONA DE ALARMA:

Def.: “Sustancia química emitida por un individuo de la especie al detectar un peligro (depredador, parasitoide, etc.), que sirve de aviso a sus coespecíficos próximos”.

Tipos: existen dos.

- Huida, p.e.: en áfidos o pulgones
- Ataque, p.e.: abejas y otros insectos sociales.

FEROMONA DISUASORIA:

Def.: “Son sustancias químicas que ahuyenta a insectos de la misma especie, e inhibe su comportamiento de aproximación a ciertos objetos”.

Ej.: Feromona disuasoria de oviposición.

- Fitófagos: para evitar la oviposición en el mismo fruto.
- Parasitoides: evita la oviposición en el mismo huésped.

OTRAS FEROMONAS DE INSECTOS SOCIALES:

- Feromona trazadora.
- Feromona de reconocimiento.
- Etc.

T E M A 6

T.CABELLO, 2006/2007.
Lucha Integrada. EPS.
UAL.

9

6.2.2. Estudio del complejo feromonal de un insecto

Etapas en el desarrollo de un análogo de feromona / semioquímico:

- 1) Estudio del comportamiento. Tipo: sexual, gregario, etc.
- 2) Naturaleza del estímulo. Tipo: visual, sonoro, odorífico, etc.
- 3) Desarrollo de bioensayo.
- 4) Localización de la fuente del estímulo químico.
- 5) Extracción de los compuestos activos.
- 6) Aislamiento.
- 7) Identificación.
- 8) Síntesis de compuestos activos. (Análogos químicos)
- 9) Comprobación de la actividad: bioensayo.
- 10) Formulación del compuesto activo.
- 11) Evaluación: Ensayos en campo.

T E M A 6

T.CABELLO, 2006/2007.
Lucha Integrada. EPS.
UAL.

10

6.2.2. Estudio del complejo feromonal de un insecto

Ensayos con feromonas de insectos y otros semioquímicos:

• OBJETIVOS:

- 1) Comprobar el estímulo y su naturaleza. Se realiza con el compuesto natural.
- 2) Comprobar la actividad del análogo químico. Se realiza con el compuesto sintético.

• TIPOS DE BIOENSAYOS:

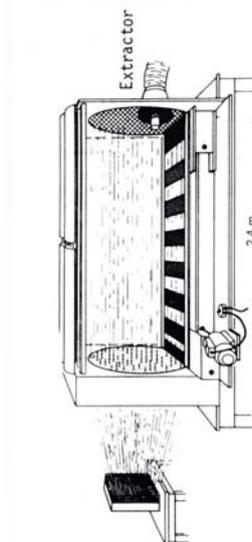
- 1) En laboratorio (bioensayos):
 - Con insectos vivos
 - Empleo de tunel de viento.
 - Empleo de olfactómetro.
 - Electroantenograma
- 2) En condiciones de campo:
 - Con insectos vivos
 - Infestación natural.
 - Infestación artificial (recapturas)

T E M A 6

T.CABELLO, 2006/2007.
Lucha Integrada. EPS.
UAL.

11

6.2.2. Estudio del complejo feromonal de un insecto

Esquema de un túnel de viento para el análisis de componentes feromonales en insectos.

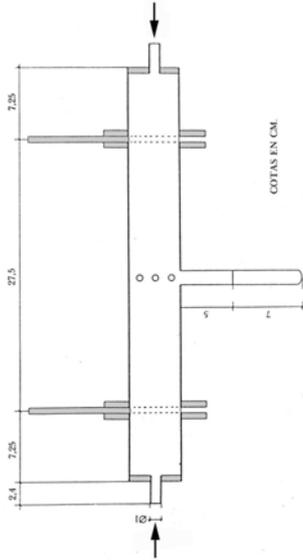
T E M A 6

T.CABELLO, 2006/2007.
Lucha Integrada. EPS.
UAL.

12

6.2.2. Estudio del complejo feromonal de un insecto

Esquema de un olfactómetro para el análisis de componentes feromonales y otros semioquímicos en insectos.



T E M A 6 T.CABELLO, 2006/2007. Lucha Integrada. EPS. UAL. 13

6.2.2. Estudio del complejo feromonal de un insecto

Ejemplo de utilización de un olfactómetro en la respuesta de insectos parasitoides los semioquímicos del huésped y de la planta.

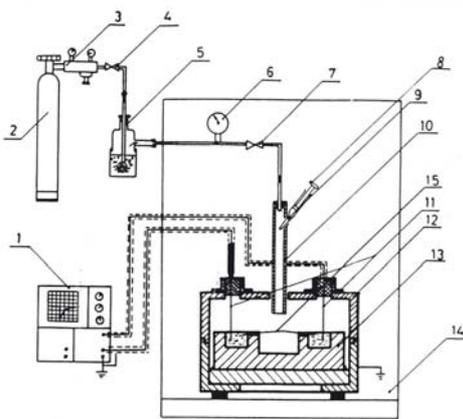
Cuadro. —Efecto de la planta (hoja y flores) del algodón y de los insectos huéspedes (hembras de *H. armigera*, *E. insulana* y *E. acrobasis*) sobre los aditivos de *T. cordubensis* y *T. sp. p. borei* ensayado con olfactómetro (a 20±1°C, 70±5% HR, e iluminación continua)

Especie	Tratamiento	Con	Sin	Nº	g.l.	Significación
<i>T. cordubensis</i>	Hoja algodón	53,1%	13,2%	0,127	1	n.s. 0,000<P<0,000
	Hojas algodón	41,6%	10,8%	0,000	1	n.s. 0,106<P<0,000
	Hembras de <i>Heliothis</i>	41,6%	10,8%	18,100	1	k. P<0,001
	Hembras de <i>Earias</i>	26,3%	5,7%	13,261	1	k. P<0,001
<i>T. sp. p. borei</i>	Hojas algodón	29,4%	15,6%	3,069	1	s. 0,006<P<0,100
	Flores algodón	5,6%	28,9%	15,782	1	k. P<0,001
	Hojas algodón	19,4%	14,3%	0,774	1	n.s. 0,106<P<0,000
	Hembras de <i>Heliothis</i>	19,4%	14,3%	0,774	1	n.s. 0,106<P<0,000
Hembras de <i>Earias</i>	Hojas algodón	29,2%	12,9%	3,442	1	n.s. 0,006<P<0,100
	Hembras de <i>Earias</i>	25,9%	6,0%	10,716	1	k. 0,001<P<0,010

T E M A 6 T.CABELLO, 2006/2007. Lucha Integrada. EPS. UAL. 14

6.2.2. Estudio del complejo feromonal de un insecto

Esquema de un electroanténografo para el análisis de componentes feromonales en insectos.

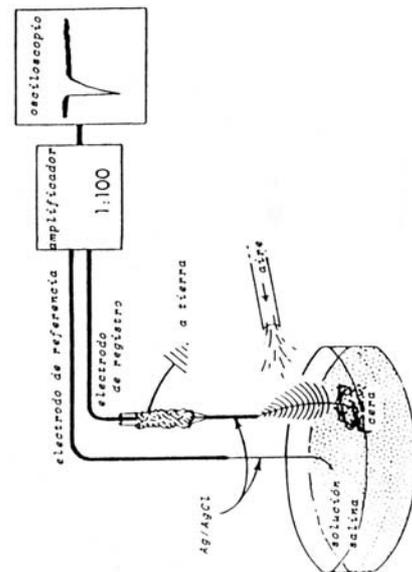


Dispositivo para medir actividades antenodispersantes por electroantenografía:
 1) osciloscopio Tektronix DM63; 2) bomba de aire depurado; 3) manorreductor; 4) y 7) válvulas de paso; 5) humidificador; 6) manómetro; 8) jeringa; 9) muestra; 10) tubo portador de aire; 11) electrodos de plata; 12) caja de Faraday; 13) célula; 14) soporte; 15) antena.

T E M A 6 T.CABELLO, 2006/2007. Lucha Integrada. EPS. UAL. 15

6.2.2. Estudio del complejo feromonal de un insecto

Esquema de funcionamiento del electroanténografo.



T E M A 6 T.CABELLO, 2006/2007. Lucha Integrada. EPS. UAL. 16

6.2.2. Estudio del complejo feromonal de un insecto

Señal en el oscilógrafo, producida por la antena del insecto, al recibir el estímulo y detección de feromonas por comparación con cromatografía gas-líquido.

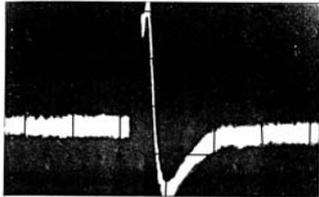
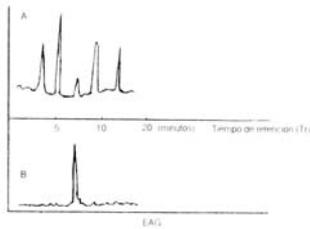


Fig. 1-3b.—Señal en el oscilógrafo, producida por la despolimerización de la antena.



Detección de feromonas por acoplamiento de cromatografía gas-líquido y electroantemografía.

A. Cromatografía gas-líquido de una fracción atayante.
B. Señal simultánea en el EAG. La antena es sensible al pic@ 17 = 25 m.

T E M A 6

T.CABELLO, 2006/2007.
Lucha Integrada. EPS.
UAL.

17

6.2.3. Feromonas: aplicaciones en el control de plagas

IMPORTANCIA:

(Fuente: OILB,2002)

VENTAS DE INSECTICIDAS Y SEMIOQUÍMICOS EN 1991, 96 Y 97.

TIPO / LOCALIZACIÓN	1991	1996	1997
INSECTICIDAS/MUNDIAL	-	8,65 bill.\$	9,10 bill.\$
EE.UU.	1,20 bill.\$	2,68 bill.\$	3,60 bill.\$
EUROPA	-	2,28 bill.\$	-
RESTO	-	3,69 bill.\$	-
FEROMONAS Y SEMIO-QUÍMICOS	7,50 mill.\$	19,80 mill.\$	-

(Se estima, que entre 1999 y 2004, un incremento del 10.6%, con un valor final, en dicho año, de 208 millones de dólares)

FORMULACIONES APROBADAS, E.P.A. (EE.UU.), PARA VARIAS MATERIAS ACTIVAS.

Tipo	Materia activa	Formulados aprobados
Plaguicidas	Permetrina	730
	Lambdacyhalotrin	28
	Glifosato	87
	Fosmet	17
	<i>B.t. kurtaki</i>	74
Feromonas	Gossyp lure	13
	Codlemone	14
	OFM pheromone	13
	Tomato pinworm pheromone	13
	Muscalure	12

T E M A 6

T.CABELLO, 2006/2007.
Lucha Integrada. EPS.
UAL.

18

6.2.3. Feromonas: aplicaciones en el control de plagas

IMPORTANCIA: (cont.)

(Fuente: OILB,2002)

REGISTRO EN EE.UU. Y U.E. DE SEMIOQUÍMICOS Y OTROS.

Zona	Materia activa	Número [m.a./producto]
EE.UU.	Feromonas	31 / 157
	Atrayentes florales/volátiles planta	18 / 74
	Repelentes	18 / 64
	Otros (derivados de plantas o insectos)	6 / 11
U.E.(*)	Atrayentes	41
	Repelentes	8

(*) España (27); Grecia (18); Francia (5); Alemania y Austria (2); resto de países (1).

T E M A 6

T.CABELLO, 2006/2007.
Lucha Integrada. EPS.
UAL.

19

6.2.3. Feromonas: aplicaciones en el control de plagas

COMPONENTES:

- 1) Materia activa.
- 2) Estabilizantes.
- 3) Emisor (difusor o dispensador)
- 4) Trampa u otros dispositivos.

Materia activa y estabilizantes:

M.A.: 1 o varios componentes químicos de síntesis, que actúan como análogos de la feromona. Si se trata de la feromona sexual, la materia activa sólo es efectivo sobre los machos.

Impurezas:

- Alcoholes: aparecen asociados con las glándulas productoras de feromonas. El incremento de su concentración reduce efectividad.
- Isómeros: de la m.a., reduce la eficacia.

Estabilizantes: se añaden a la m.a.

- Antioxidantes
- Protectores UV
- Polímeros

T E M A 6

T.CABELLO, 2006/2007.
Lucha Integrada. EPS.
UAL.

20

6.2.3. Feromonas: aplicaciones en el control de plagas

COMPONENTES: (cont.)

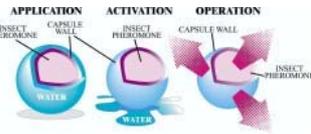
Emisores: Soporte de la m.a. y estabilizantes, que permite la liberación lenta, de forma constante, de la misma.

Funciones:

- Velocidad de emisión regular y constante.
- Presentar un periodo largo de efectividad.
- Sistema de aplicación económico (producto + mano de obra)
- Protección de la m.a. de los agentes ambientales.

Tipos:

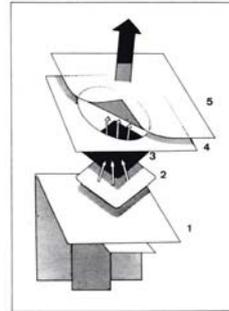
- Micro-encapsulado.
- Laminados de plástico.
- Fibras huecas.
- Collares tubulares.



Micro-encapsulado de feromona
Ø = 20-500 µm

6.2.3. Feromonas: aplicaciones en el control de plagas

COMPONENTES: (cont.)



Laminado de plástico

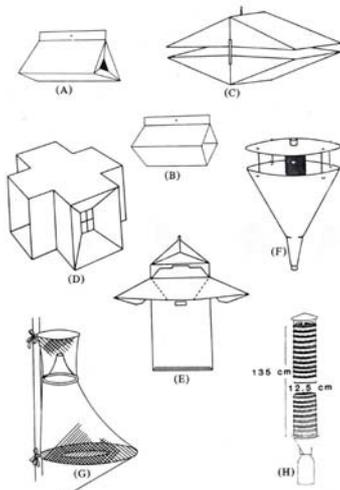


Collar tubular

6.2.3. Feromonas: aplicaciones en el control de plagas

COMPONENTES: (cont.)

Trampas: dispositivos, sólo necesario en algunas formas de aplicación de los análogos a las feromonas, que permiten la captura y muerte del insecto.



6.2.3. Feromonas: aplicaciones en el control de plagas

MÉTODOS DE CONTROL DE PLAGAS mediante análogos a las feromonas sexuales:



6.2.3. Feromonas: aplicaciones en el control de plagas

SEGUIMIENTO DE POBLACIONES:

- Método indirecto.
- Utilización de dispensador + trampa
- Distribución estratégica y recuento de machos capturados (vigilancia)
- Información: presencia, intensidad y extensión de la plaga.
- Por la especificidad de las feromonas: sólo es útil en una especie plaga del cultivo.
- Se complementa con tratamientos químicos.

Análogos (feromonas sexuales) comercializados en España:

Lepidópteros	178 especies.
Coleópteros	25 especies.
Dípteros	10 especies.
Homópteros	4 especies.
Dictiópteros	3 especies.

T E M A 6

T.CABELLO, 2006/2007.
Lucha Integrada. EPS.
UAL.

25

6.2.3. Feromonas: aplicaciones en el control de plagas

CONFUSIÓN SEXUAL:

Consiste en situar, en campo, una serie de emisores de la feromona sintética que desoriente a los machos adultos, pierdan los rastros de la feromona natural emitida por la hembra y perturbe, o evite, la cópula.

Métodos de Aplicación:

(1) Impregnación del aire.

El efecto se produce por saturación de la capacidad sensorial de las antenas de los machos y desorientación para encontrar las trazas de las hembras.



Control de: Tortricidos
Aplicación: pulverización
Efectividad: 2-3 semanas

T E M A 6

T.CABELLO, 2006/2007.
Lucha Integrada. EPS.
UAL.

26

6.2.3. Feromonas: aplicaciones en el control de plagas

CONFUSIÓN SEXUAL: (cont.)

- (2) Distribución de fuentes artificiales, que compiten con las hembras. Consiste en distribuir dispensadores, dentro del cultivo. Requiere un mayor coste económico.
- (3) Autoconfusión. Última técnica aparecida en el mercado. Se distribuyen 10-30 dispositivos por Ha., que atraen a los machos y les aplica, electrostáticamente la feromona, que se adhiere al tegumento.

Aplicaciones:

-Inicio: 1967. *Trichoplusia ni*.

-Europa: se aplican:

<i>Eupoecilia ambiguella</i> :	30.000 Ha	(1999)
<i>Cydia pomonella</i> :	10.000 Ha	(1999)
<i>Lobesia botrana</i> (Italia)	8.000 Ha	(2002)

-América:

Pectinophora gossypiella

Estados Unidos	18.000 Ha	(1999)
México	3.200 Ha	(1999)
<i>Cydia pomonella</i>	37.000 Ha	(2000)

T E M A 6

T.CABELLO, 2006/2007.
Lucha Integrada. EPS.
UAL.

27

6.2.3. Feromonas: aplicaciones en el control de plagas

CONFUSIÓN SEXUAL: (cont.)

- España: disponibles comercialmente.

<i>Anarsia lineatella</i>	500 difusores/Ha
<i>Chilo suppressalis</i>	100 dif/Ha
<i>Grapholima molesta</i>	270-500 dif/Ha, según prep.
<i>Cydia pomonella</i>	300-400 dif/Ha, 70 días.
<i>Lobesia botrana</i>	175 dif./Ha.

CAPTURAS MASIVAS:

Colocación de trampas+emisor+insecticida (dentro de la trampa), para capturas el número importante de insectos y reducir sus descendencias.

(1) Con análogos a las feromonas sexuales:

(2) Con análogos a otras feromonas.

(3) Con atrayentes alimenticios:

En Europa:

Escoltídos, en masas forestales, an. Feromonas de agregación.

Mosca del olivo, mosca de la fruta.

- España: disponibles comercialmente.

Chilo suppressalis 5 dif/Ha

Pectinophora gossypiella 10 trampas/Ha (3-4 meses)

Moscas de la fruta, olivo Proteína hidrolizable.

T E M A 6

T.CABELLO, 2006/2007.
Lucha Integrada. EPS.
UAL.

28

6.2.3. Feromonas: aplicaciones en el control de plagas

TRATAMIENTO LOCALIZADO:

- España: disponibles comercialmente.

FARNESOL+NEROLIDOL (feromite)

Actuación: Análogo a la feromona sexual que emite las hembras de los ácaros.

Aplicación: conjunta con un acaricida, contra araña roja. Aumenta la efectividad del pesticida al incrementar la actividad locomotora de los machos adultos, que origina una mayor posibilidad de contacto con el acaricida.

6.3. Aleloquímicos

ALELOQUÍMICO:

Whittaker (1970)

Def.: “Sustancia química significativa para un organismo de una especie diferente a la fuente, por razones distintas a las alimenticias”.

Actúa entre individuos de distinta especie o entre un ser vivo y una fuente no viva.

TIPOS:

- ALOMONA
- KAIROMONA
- SINOMONA
- APNEUMONA

ALOMONA:

Def.: “Sustancia química producida, o adquirida, por un organismo que cuando contacta con otro organismo de distinta especie, en un contexto natural, provoca en el receptor una respuesta de comportamiento o fisiológica, que es adaptativamente favorable al emisor, pero no al receptor”.

Ej.: Función de defensa de las plantas contra el fitófago (fitojuvenoides, antihormonas juveniles, fitoecdisteroides, antiecdisonas).

6.3. Aleloquímicos

KAIROMONA:

Def.: “Sustancia química producida, o adquirida, por un organismo que cuando contacta con otro organismo de distinta especie, en un contexto natural, provoca en el receptor una respuesta de comportamiento o fisiológica, que es adaptativamente favorable al receptor, pero no al emisor”.

Ej.: Parasitoides y depredadores-búsqueda de su huésped o presa.

Feromona de cóccidos en *Aphytis* (Parasitoide)

Feromona de áfidos en *Chrysoperla* (Depredador)

Table The identified compounds involved in the host selection process of several parasitoids.

Family	Parasitoid	Host	Source	Chemical	Reference
Braconidae	<i>Dacnusa rapae</i>	<i>Myzus persicae</i>	Host plant	Allyl isothiocyanate	(166)
Tachinidae	<i>Cyzenis albicans</i>	<i>Oporosiphites bromatae</i>	Damaged host plant	Sucrose and fructose	(83)
Braconidae	<i>Microplitis croceipes</i>	<i>Heliothis zea</i>	Frass	1,3-methyl pentacosane	(99)
Trichogrammatidae	<i>Trichogramma evanescens</i>	Eggs of wide range of lepidopterous hosts	Female moth scales	Tricosane	(100)
Braconidae	<i>Cardiochiles nigriceps</i>	<i>Heliothis virescens</i>	Mandibular gland and frass	Several methyl hentria-, dotria-, and tritriacontane n-Heptanoic acid	(228)
Braconidae	<i>Orgilus lepidus</i>	<i>Phthorimaea operculella</i>	Frass	n-Heptanoic acid	(88)
Tachinidae	<i>Archytas marmoratus</i>	<i>Heliothis virescens</i>	Frass	Protein	(149)
Ichneumonidae	<i>Diapriids</i>	<i>Galleria mellonella</i>	Hemolymph	Serine Arginine Leucine MgCl	(9, 87)

6.3. Aleloquímicos

SINOMONA:

Nordlund y Lewis (1976) (griego syn= con o conjuntamente)

Def.: “Sustancia química producida o adquirida, por un organismo que cuando contacta con otro organismo de distinta especie, en un contexto natural, provoca en el receptor una respuesta de comportamiento o fisiológica, que es adaptativamente favorable a ambos: receptor y emisor”.

Ej.: En insectos comedores de madera (Dictiópteros) que necesitan protozoos en el intestino.

La hormona de la muda actúa en el ciclo sexual del protozoo.

APNEUMONA:

Def.: “Sustancia química emitida por un material no vivo, que cuando contacta con un organismo vivo provoca una respuesta de comportamiento o fisiológica, que es adaptativamente favorable al mismo, pero perjudicial para otro organismo vivo, de distinta especie, que se puede encontrar sobre, o en, el material no vivo”.

Ej.: Parasitoide: *Venturia canescens* (Ich.) que es atraído por la harina de avena, substrato alimenticio de su huésped.