



UNIVERSIDAD DE SONORA

DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA Y GANADERIA

LOS REGULADORES DE CRECIMIENTO EN INSECTOS,
UNA ALTERNATIVA PARA EL MANEJO INTEGRADO

DISERTACION

Martín Barreras Valenzuela



Mayo de 1996

Repositorio Institucional UNISON



**"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"**



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

UNIVERSIDAD DE SONORA
DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA Y GANADERIA

LOS REGULADORES DE CRECIMIENTO EN INSECTOS, UNA
ALTERNATIVA PARA EL MANEJO INTEGRADO

DISERTACION

Martín Barreras Valenzuela



Mayo 1996

"LOS REGULADORES DE CRECIMIENTO EN INSECTOS, UNA ALTERNATIVA
PARA EL MANEJO INTEGRADO"

DISERTACION

Sometida a consideración del
Departamento de Agricultura y Ganadería

de la

Universidad de Sonora

por

MARTIN BARRERAS VALENZUELA

Como requisito parcial para obtener
el título de Ingeniero Agrónomo
con especialidad en Fitotecnia

MAYO 1996

Esta disertación fue realizada bajo la Dirección del Consejo Particular y aprobada y aceptada como requisito parcial para la obtención del grado de:

Ingeniero Agrónomo

Con Especialidad en Fitotecnia

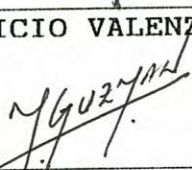
CONSEJO PARTICULAR

ASESOR:



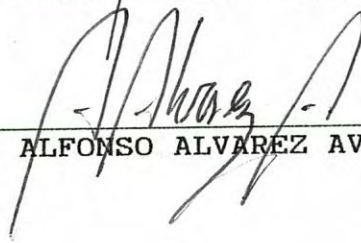
M.C. PATRICIO VALENZUELA CORNEJO

CONSEJERO:



ING. MARIO GUZMAN MARQUEZ

CONSEJERO:



ING. ALFONSO ALVAREZ AVILES

DEDICATORIA

A mis padres, Juan de Dios y Rafaela, por su gran esfuerzo y apoyo por darme la oportunidad de prepararme profesionalmente.

A mis hermanos, Maria Elena, Catalina, Brigido, Jose Hector, Juan Enrique y Rafaela, por sus consejos y apoyos brindados.

A mi esposa, Irma C. por su apoyo, cariño y comprensión durante la elaboración de esta disertación.

A mis hijas, Karina Ivone "Rirri", Erika Daniela "Ulilo" y Diana Raquel "Plumply" a quienes le dedico este trabajo con todo mi amor, como ejemplo en su formación futura.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por permitirme concluir este trabajo

Al M.C. Patricio Valenzuela Cornejo, por su gran apoyo y orientación, durante la realización de esta disertación.

Al Ing. Mario Guzmán Márquez, por su valiosa colaboración en la elaboración de esta disertación.

Al Ing. Alfonso Alvarez Avilés, por su valioso apoyo en la elaboración del presente trabajo.

A los maestros, por sus conocimientos y dedicación brindada durante mi período académico.

CONTENIDO

	PAG
I. RESUMEN.....	vii
II. INTRODUCCION.....	1
III. LITERATURA REVISADA.....	3
3.1 Control de la metamorfosis del insecto.....	3
3.2 La pared del cuerpo del insecto.....	6
3.3 Funciones de la pared del cuerpo.....	7
3.4 INSECTICIDAS DE REGULADORES DE CRECIMIENTO EN INSECTOS.....	8
3.4.1 Análogos de la hormona juvenil.....	8
3.4.1.1 Modo de acción.....	8
3.4.1.2 Pyriproxyfen.....	9
3.4.1.3 Cyromazina.....	12
3.4.1.4 Fenoxicarb.....	17
3.4.1.5 Thiocyclam-hidogenoxalato.....	21
3.4.2 Inhibidores de la síntesis de quitina en los insectos.....	22
3.4.2.1 Modo de acción.....	22
3.4.2.2 Buprofezin.....	22
3.4.2.3 Diflubenzuron.....	25
3.5 Manejo de resistencia a reguladores de crecimiento.....	27

3.6 Ventajas y desventajas de los reguladores de crecimiento en insectos.....	28
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	30
V. BIBLIOGRAFIA.....	32

RESUMEN

Con la finalidad de garantizar un eficiente control sobre plagas, que ciclo a ciclo, disminuyen considerablemente el rendimiento de los diversos cultivos agrícolas, así como también, para contrarrestar la problemática de la contaminación ambiental y el desequilibrio de la fauna benéfica, se ha desarrollado una nueva generación de ingredientes activos, cuya características son relevantes en comparación a las presentadas por los insecticidas convencionales.

El blanco de acción que presentan estos insecticidas, radica en la interferencia del ciclo biológico del insecto.

Estos compuestos de acuerdo a su modo de acción, se ordenan en dos grupos: Los análogos de la hormona juvenil y los inhibidores de la síntesis de quitina.

Los análogos de la hormona juvenil, están directamente relacionados con las hormonas liberadas por la corpora alata en la cabeza del insecto (hormona cerebral, hormona de la muda o ecdysona y la hormona juvenil), cuyas funciones principales son el control de los procesos reproductivos, la muda y la metamorfosis. Este grupo de compuestos presenta una especificidad de acción, la cual lo limita a poseer un

espectro de control amplio.

Los inhibidores de la síntesis de quitina, están directamente relacionados con la pared del cuerpo del insecto, inhibiendo la incorporación de la quinta hacia la cutícula recién formada durante el proceso de muda. El espectro de acción de estos compuestos es mucho más amplio que el de los miméticos de la hormona juvenil.

Por que son específicos y afectan poco a la fauna benéfica, este grupo de insecticidas están considerados dentro de los programas de manejo integrado de plagas (MIP).

El objetivo de este trabajo, es dar a conocer la eficiencia de los reguladores de crecimiento de acuerdo a evaluaciones realizadas a nivel mundial, así como sus efectos sobre la estructura biológica del insecto, y en general como una alternativa prometedora dentro del manejo integrado de plagas, y para la conservación del medio ambiente y la salud humana.

INTRODUCCION

El uso de insecticidas químicos para el control de insectos, en los diversos cultivos agrícolas es una práctica antigua, y debido a que es uno de los métodos más utilizados en el combate de plagas, estos han logrado desarrollar altos niveles de resistencia, ocasionando con ello un deficiente control sobre las principales plagas, razón por la cual los técnicos y agricultores aumentan las dosis de éstos productos, implicando altos costos, mayores problemas de residuos en las cosechas, y lo más grave aún, aumentar los niveles de contaminación del medio ambiente y aumentar los niveles de riesgo a la salud humana.

Por lo anterior los centros de investigación mundial se han visto en la necesidad de desarrollar nuevos ingredientes activos, siendo los más recientes los denominados reguladores de crecimiento de los insectos (RCI), cuyas características consisten en su especificidad sobre géneros de plagas, no son fitotóxicos, baja contaminación del medio ambiente, presentando acción ovicia y traslaminar.

El efecto de estos insecticidas, ha demostrado no ser de acción rápida, sino que, los insectos tratados siguen desarrollándose, pero posteriormente sufren deformaciones estructurales severas.

El objetivo de la presente disertación fué hacer una revisión bibliográfica, sobre la eficacia de estos compuestos, las principales plagas que controlan, así como su baja toxicidad hacia la fauna benéfica y el impacto que presentan para el medio ambiente, y la salud humana.

LITERATURA REVISADA

3.1. Control de la metamorfosis del insecto

El sistema endocrino de los insectos regula las funciones tales como la muda y la metamorfosis, por la elaboración de hormonas, estas son producidas en una variedad de células neuroendocrinas, las cuales son neuronas en forma de secretorias en función (28).

El sistema endocrino consta de glándulas que producen hormonas, estas sustancias químicas se introducen en la sangre, que las lleva a otras partes del cuerpo donde producen algún efecto sobre un proceso fisiológico. Las principales funciones de las hormonas son el control de los procesos reproductivos, la muda y la metamorfosis (3).

Las células neurosecretoras en el cerebro producen una o más hormonas que juegan un papel en el crecimiento, metamorfosis y actividades reproductivas. Una de éstas, llamada hormona cerebral, estimula a las glándulas protorácicas a producir la hormona de la muda o ecdysona, la cual inicia el crecimiento y desarrollo, y provoca la muda. Algunas autoridades creen que esta hormona actúa sobre el núcleo de las células, activando regiones cromosomales particulares, ocasionando una variedad de reacciones que

culminan con la muda. Estas glándulas generalmente cesan su actividad secretora al tiempo de pupación (3).

La corpora allata produce una hormona llamada Hormona Juvenil, cuyo efecto es inhibición de la metamorfosis. Las secreciones de la corpora alata tienen efectos sobre otros procesos además de la inhibición de la metamorfosis y probablemente muchas hormonas son producidas por la corpora alata, estas afectan la producción de huevecillos en la hembra y el desarrollo de las glándulas accesorias en el macho y varios procesos metabólicos (3).

La metamorfosis de los insectos es controlada por tres hormonas: La hormona cerebral, la hormona de la muda ó ecdysona y la hormona juvenil. La hormona cerebral, estimula a las glándulas protorácicas para producir ecdysonas, la cual promueve el crecimiento e induce a la muda. La hormona juvenil controla el desarrollo larval y ninfal y previene la metamorfosis. Si la ecdysona es inyectada hacia un abdomen de insecto aislado, este abdomen madura. La eliminación de la hormona juvenil de una larva ó ninfa (extrayendo la corpora alata) ocasionará que la larva mude a pupa y que la ninfa mude a adulto, en presencia de ecdysona (3).

Inyección de ecdysona a una pupa (en presencia de la hormona juvenil) provocará que mude a una segunda pupa. Inyección de la hormona juvenil al último instar larval o pupal causará que se produzca otro instar larval o pupal en la próxima muda. La corpora alata está activa durante los

instares tempranos y usualmente cesa la secreción de la hormona juvenil en el último instar preadulto (8).

La hormona juvenil liberada por las glándulas de la corpora alata en la cabeza de los insectos, junto con las hormonas de la muda o ecdysonas que circulan en la sangre de los insectos, representan papeles muy importantes en el crecimiento, desarrollo y reproducción de los insectos. Debido a que los insectos llevan su esqueleto o cutículas en la parte exterior de sus cuerpos, deben éstas ser mudadas periódicamente para poder crecer más. La muda de las larvas es controlada por éstas dos clases de hormonas: Las ecdysonas, que inician la deposición de nuevas capas de la cutícula y la reabsorción de la cutícula vieja por las células epidérmicas y que, por lo tanto, son esenciales para la muda; y la hormona juvenil (8).

La hormona juvenil, cuya presencia controla la naturaleza de la cutícula que es abandonada en las etapas larvarias, en las cuales está disponible una gran cantidad de la hormona juvenil, se forma una nueva cutícula juvenil; de no estar presente, el insecto maduraría prematuramente. Por otro lado, cuando las larvas alcanzan su tamaño óptimo, cesa la alimentación y el insecto muda a su etapa crisálida, momento en el que casi no debe estar presente la hormona juvenil, por lo que se deposita una cutícula madura ó adulta (8).

3.2 La pared del cuerpo del insecto.

Una característica de los insectos que ha sido importante en su evolución, es la naturaleza de la pared de su cuerpo. Los insectos no tienen huesos, si no que la pared del cuerpo hace las funciones de un esqueleto externo. La pared del cuerpo está constituida por tres capas principales: La cutícula, la epidermis y membrana basal (28).

Las placas endurecidas de la cutícula de los insectos son conocidas como escleritos. Entre éstas placas, la cutícula es suave, continúa e ininterrumpida de un esclerito a otro, pero permanece suave y flexible y con frecuencia sin desdoblarse (28).

La cutícula a su vez, está constituida por la epicutícula y la procutícula. La epicutícula, es la capa más externa del integumento o pared del cuerpo, típicamente es de un espesor de 1 a 2 micras, a prueba de agua, muy resistente al ataque de las sustancias químicas e insoluble en los solventes ordinarios. La procutícula a su vez se compone de la exocutícula y endocutícula. La exocutícula, es una capa rígida de color entre ámbar y negro, que se localiza en la parte superior de la endocutícula. La cutícula, puede contener crecimientos unicelulares en forma de pelos conocidos como setas. La endocutícula se localiza arriba de las células hipodérmicas, la cual es incolora y flexible (28).

Aparte de las funciones estructurales de la cutícula del insecto, o sea, de pared del cuerpo, es uno de los sistemas orgánicos principales y un sitio de actividad bioquímica completa. La epidermis o hipodermis, morfológicamente está compuesto de una sola capa de células hipodérmicas, y está separada de la actividad del cuerpo por una delgada membrana basal. Las células hipodérmicas son la fuente de secreciones que forman las capas exteriores de la cutícula y también el fluido de las mudas, conteniendo una mezcla de enzimas quitinosas y la proteasa, la cual disuelve a la cutícula vieja (28).

3.3. Funciones de la pared del cuerpo

Dentro de la pared del cuerpo, el exoesqueleto del insecto sirve para dos funciones muy importante: protege a los músculos, nervios y otros órganos delicados de daño mecánico y sirve como estructura para la adherencia de los músculos. En esta última capacidad, un exoesqueleto parece ofrecer ciertas ventajas sobre el endoesqueleto óseo de los vertebrados (28).

El exoesqueleto, proporciona un área mucho más grande para adherencia de los músculos y cierta oportunidad para la acción de palancas muy efectivas. Como una armadura protectora, casi no se le puede mejorar puesto que evita que el cuerpo se empape con agua, lo protege de un secado excesivo y de los ataques de muchos microorganismos que les

ocasionan enfermedades y es probablemente el aspecto principal que capacita a los insectos para vivir en la más grande variedad de condiciones (28).

En los artrópodos el desarrollo y endurecimiento en la pared del cuerpo, dan lugar a un exoesqueleto, el cual le sirve como sostén a la estructura de la pared del cuerpo. La pared del cuerpo actúa como una estructura permeable, manteniendo al insecto húmedo y oxigenado (3).

3.4. INSECTICIDAS REGULADORES DE CRECIMIENTO EN INSECTOS

3.4.1. Análogos de la hormona juvenil

Los insecticidas reguladores de crecimiento en insectos implican dos grupos de compuestos según su modo de acción, están los análogos de la hormona juvenil (AHJ) y los inhibidores de la síntesis de quitina (ISQ) (18).

3.4.1.1. Modo de acción

Estos compuestos actúan específicamente en el sistema endocrino de los insectos y este modo de acción diferente les permite ser efectivos contra insectos que han desarrollado resistencia hacia insecticidas convencionales. Los miméticos de la hormona juvenil, no alteran el desarrollo normal de las larvas de los insectos y no tienen actividad larvicida verdadera, por lo que su uso está en la fase adulta. Además, para que sean efectivos tienen que aplicarse en el período

correcto del ciclo de vida del insecto.

3.4.2.2. Pyriproxyfen.

2(1-metil-2(4-fenoxifenoxi) ethoxylpiridina afecta el balance hormonal en los insectos, en algunos casos este análogo de la hormona juvenil causa una fuerte supresión de la embriogénesis, metamorfosis y formación del adulto (20).

El pyriproxyfen, actúa sobre plagas domésticas, como son la mosca doméstica Musca domestica (L.), Cucarachas Blatella germanica (L.) y la mosca tsetse Glossina spp. como la Palomilla de la manzana Cydia pomonella (L.) y la Palomilla de la fruta oriental Grapholita molesta (Buss) (20).

El análogo de la hormona juvenil Pyriproxyfen, también actúa sobre las escamas de los cítricos, tales como Escama Roja de California Anonidiella aurantii (Maskell) y Escama Cerosa de Florida Ceroplastes floridensis (Comstock). Es un potente supresor de la embriogénesis y la formación adulta de la mosquita blanca Bemisia tabaci (Gennadius) (20).

En pruebas preliminares de campo en Israel, en plántulas de algodón infestadas con huevecillos de mosquita blanca de 0 a 1 día de edad, con la aplicación de 0.1 g de ingrediente activo (i.a) de pyriproxyfen por litro, se obtuvo una supresión de 100% en la eclosión de los huevecillos (20).

Adultos hembras de Bemisia tabaci (Gennadius) que fueron expuestos por 48 horas, sobre hojas de algodón, tratadas con

5 mg de i.a. de pyriproxyfen, afectó en la oviposición, obteniéndose huevecillos infértiles. Este efecto persistió por dos días, después de la transferencia de las hembras a hojas no tratadas, y continuó hasta por 8 días, pero con efectos reducidos (20).

En ninfas de segundo instar, de Bemisia tabaci (Gennadius) tratadas con 0.04 a 5 mg de i.a./l de pyriproxyfen, no se presentó efecto durante el desarrollo normal, sino hasta la etapa de pupa, ya que la emergencia de adultos, estuvo totalmente suprimida; en ninfas de tercer instar tratadas con concentraciones similares, la supresión de la emergencia de adultos fluctuó entre el 91 y 100% (20).

En tratamientos de 1 a 25 mg de i.a./l de pyriproxyfen en la superficie superior en las hojas de algodón, ocasionó la inhibición en la eclosión del huevecillo de la mosquita blanca de los invernaderos T. vaporarium en la superficie inferior de la hoja, lo cual indica que el pyriproxyfen presenta una buena acción traslaminar. Estos descubrimientos, indican que el pyriproxyfen es un insecticida de control eficiente para Bemisia tabaci, el ingrediente activo tiene un efecto traslaminar y actúa en todas las etapas de esta plaga (20).

Adultos de la mosquita blanca de los invernaderos Trialeurodes vaporariorum (Westwood) al ser expuestos en plántulas de tomate tratadas con pyriproxyfen se obtuvieron Cl_{50} de 0.12 y 0.10 mg de i.a./l para la supresión de

incubación de huevecillos y emergencia de adultos, respectivamente. Sumergiendo plántulas de tomate infestadas con huevecillos de 0 a 1 día de edad o con larvas de primer estadio se obtuvieron CL_{50} de 0.043 y 0.036 mg de i.a./l de pyriproxifen, respectivamente. El producto no tuvo efecto directo sobre los estadios larvales, pero suprimió la emergencia de adultos (19).

Primer y tercer instares de T. vaporariorum tratados con 0.0025-0.04 mg de i.a./l de pyriproxifen puparon normalmente; sin embargo, hubo una supresión de emergencia de adultos de 57 y 100% para el primer y tercer instar respectivamente, al tratarlos con 0.4 mg de i.a./l. El tercer instar fue más susceptible que el primero (19).

También se presentó un efecto traslaminar del pyriproxifen cuando se trataron hojas en la parte superior con 5 y 25 mg de i.a./l, resultando una reducción en la eclosión de huevecillos de la mosca blanca del camote Bemisia tabaci sobre la parte inferior de la hoja (envez) (19).

En las evaluaciones realizadas con pyriproxifen (AHJ) 2/1-metil-2(4 fenoxifenoxi) ethoxylpiridina (MPEP) contra escamas de los cítricos se obtuvieron los siguientes resultados:

Contra la escama roja de california Aonidiella aurantii (Maskell), un tratamiento de 25 ppm inhibió el desarrollo de ninfas de primer instar y ninfas de segundo instar de 3 días

de edad. El desarrollo de ninfas de mayor edad, no fue detenido a dosis de 600 ppm, pero las hembras resultantes fallaron en su reproducción después de una aplicación de 100 ppm. Con la escama cerosa de la Florida Ceroplastes floridensis (Comstock) los tres estadios ninfales cesaron el crecimiento o fallaron en la oviposición como adultos al ser expuestos a 50 ppm de Pyriproxyfen (35).

En tratamientos con 100 y 200 ppm de MPEP sobre la escama cerosa de florida, se obtuvo el 68.7 y 97.5% de mortalidad de hembras de 3 a 10 días de edad, respectivamente. Las hembras jóvenes que sobrevivieron dejaron de crecer, pero empezaron a ovipositar como escamas morfológicamente inmaduras, pero hubo reducción en la oviposición y esterilidad de los huevecillos. El pyriproxyfen no tuvo efecto adverso sobre el desarrollo larval y pupal del ectoparásito Aphytis holoxanthus o la emergencia de adultos y fecundidad de la hembra (35).

3.4.1.3. Cyromazina

La cyromazina, N-cyclopropyl-1,3,5,-triazine-2,4,6-triamine es un regulador de crecimiento, análogo de la hormona juvenil, s-Trizine, con un modo de acción no determinado, actualmente está registrado como insecticida para el control de las moscas y para el control del minador de la hoja en hortalizas Liriomyza sativae (Blanchard); también reduce la emergencia del adulto afectando a la pupa del escarabajo colorado de la papa Leptinotarsa decemlineata

(Say) (39).

La cyromazina, es un regulador de crecimiento análogo de la hormona juvenil (AHJ), es de acción sistémica, es degradable en el suelo y agua. Presenta una acción específica contra minadores de la hoja del género *Liriomyza* en los cultivos hortícolas y florícolas (2).

Pruebas de cyromazina, sobre el adulto de la mosca mexicana de la fruta Anastrepha ludens (Loew), presentó efectos de mortalidad, una reducción en la fecundidad y la sobrevivencia de la progenie filial 1 (F1). La mortalidad dependió de la dosis, registrándose concentraciones desde 0.125 a 15% de cyromazina. Las hembras de dos días de edad alimentadas con 5% de cyromazina fueron incapaces de ovipositar debajo del exocarpio de la toronja, las cuales presentaron un poder de penetración del ovipositor mayor a 11 neutrones. El tratamiento no afectó a la generación F1, pero si se presentó una reducción en la eclosión de los huevecillos (39).

En bioensayos de laboratorio, cuando larvas de segundo estadio del escarabajo colorado de la papa Leptinotarsa desemlineata (Say) fueron alimentadas con el follaje de la papa Solanum tuberosum (L.), tratado con cyromazina todas las larvas murieron durante el transcurso de 10 días. Las larvas del segundo instar con cepas resistentes al insecticida sobrevivieron más tiempo (39).

En pruebas de laboratorio, larvas de cuatro instar del escarabajo colorado de la papa Leptinotarsa decemlineata (Say), alimentadas con follage tratado con cyromazina, la sobrevivencia de la pupa fue 12 a 16% mas bajo que en condiciones normales, presentándose una reducción significativa en la emergencia a adulto (39).

En pruebas a nivel campo, aplicaciones de cyromazina en papa S. tuberosum contra el escarabajo colorado de la papa, redujo el número de los primeros y segundos estadíos y afectó a los terceros y cuartos bajando los niveles de pupación y reduciendo la emergencia de adultos (39).

En Japón, evaluaciones de cyromazina contra larvas de Liriomyza trifolii de un día de edad, presentó una mortalidad elevada; la CL₅₀ tres días después del tratamiento fue de 4.8 ppm, ocho días después del mismo tratamiento presentó una CL₅₀ de 3.0 ppm; cyromazina no presentó actividad adulticida (38).

En laboratorio se realizaron evaluaciones de cyromazina y metamidofos a concentraciones de 0.39 g de i.a./l. y 3 ml de i.a./l respectivamente, contra de Liriomyza huidobrensis (Blanchard) y sus parasitoides Diglyphus isaea (Walker). El metamidofos fue el mas efectivo para las larvas y adultos de L. huidobrensis, pero también fue altamente tóxico para todas las etapas de D. isaea. Cromazina, fue menos tóxico para D. isaea, con cero mortalidad de la pupa y adultos (33).

El efecto de cyromazina, sobre la mosca de la raíz del

repollo de invernadero Delia radicum, el potencial de este regulador de crecimiento para su control a dosis de 10 y 20%, previnieron el desarrollo de los insectos al inicio del daño sobre el sistema radicular (12).

En la Ciudad de Taiwan, durante los años de 1987-1988 se realizaron pruebas de campo, para determinar la eficacia de 15 insecticidas para el control de Liriomyza bronxae (Kalt) en cultivo de mostaza Brassica juncea, obteniendose los siguientes resultados; en primer término, cyromazina (trigad) 10% L.S., resultó ser el químico mas efectivo en ambos años; sin embargo, Decis (Deltametrina) 2.8% CE; Ofunack (Pyridaphenthio 40% CE y Evisect (Thiocyclam) 50% P.H. también fueron efectivos para el control de esta plaga (23).

Es importante mencionar que durante estas pruebas también se observó que durante las aplicaciones de cyromazina y deltametrina resultaron ser muy tóxicos para los parasitoides Halticoptera circulus y Ophius phaseoli (23).

Evaluaciones de 6 insecticidas para el control de larvas de Liriomyza huidobrensis en hortalizas de invernaderos, mostraron que cyromazina fue el más efectivo para el control de esta plaga. El braconido Decnusa sibirica presentó un buen control sobre L. huidobrensis cuando no se usaron métodos de control químico (25).

El regulador de crecimiento de insectos cyromazina, es ampliamente usado para el control de la mosca ectoparasitica

de animales (ganado) y plagas dípteras, minadores de la hoja especialmente Liriomyza spp; sin embargo, cyromazina en plantas y animales atravieza por una etapa de degradación, siendo eliminado el grupo de cyclopropil para formar melamina. Este metabolito es de gran importancia, debido a su potencial de carcinogenicidad, por lo que su residuo limita la tendencia, que consiste en la suma total del ingrediente activo y sus metabolitos (6).

Estudios de campo, fueron realizados en Italia en 1987, para conocer el comportamiento residual en apio de cyromazina y su metabolito melamina, un compuesto potencialmente carcinogénico. El insecticida fue aplicado sobre el cultivo del apio a una dosis de 0.30 kg de i.a./ha el día 27 de agosto, este se dagradó desde un residuo inicial de 5.27 ppm con vida media de 7.84 días, su degradación dio lugar a la formación de melamina, la cual fue mas persistente debido a un nivel inferior de pudrición (8.45 días). Los aspectos residuales del cyromazina son discutidos, con respecto a la incorporación en el manejo integrado de plagas (5).

La disposición del insecticida cyromazina en las plantas, bajo condiciones ambientales y el papel de la fotodegradación en la formación de melamina fueron estudiados por los análisis en tres hortalizas: repollo, papa y mostaza en la Florida durante 1988. Los residuos de melamina constituyeron del 14 al 36% de los residuos totales, y después de la aplicación el período de vida media del

insecticida fué de 7 días, los niveles de melamina aumentaron de 3 a 5 veces con el tiempo. Ambos compuestos fueron fácilmente eliminados por agua (26).

Evaluaciones de cyromazina a concentraciones de 1 y 2 g de i.a./l de agua sobre una infestación de Liriomyza huidobrensis en lechuga de invernadero en Bélgica, fue aplicado dos veces al día, a intervalos de 10 días. Los tratamientos de cyromazina fueron tóxicos para la larva agromycida, pero la mortalidad fue menor que la esperada, debido probablemente a pequeñas concentraciones del producto en las hojas de lechuga, en el laboratorio cuando se trataron plantas de lechuga con cyromazina, se demostró que 5 mg de i.a. por planta fue suficiente para matar a las larvas presentes (41).

3.4.1.4. Fenoxicarb

El efecto de fenoxicarb Ethyl (2-(4-phenoxiphenoxy)ethyl) carbamate a 500 ppm, sobre el desarrollo postembriónico y la fecundidad de Typhlodromus rhenanoides y Amblydomella rhenanoides fue estudiado en pruebas de laboratorio a 26⁰c y 75% de humedad relativa, resultando una reducción en la oviposición en ambos géneros (10).

En bioensayos de laboratorios, con y fenoxicarb sobre larvas de 1 a 7 días de edad de Helicoverpa zea y Spodoptera fugiperda, resultó ser efectivo sobre larvas de ambas

especies. El fenoxicarb fue mas efectivo contra las larvas de 1 a 7 días de edad de H. zea. (9).

Estudios realizados en Suiza, en huertos de manzana, se evaluó el fenoxicarb a 0.15 y 0.2 kg de i.a./ha, el cual presentó un excelente control sobre la plaga de Cydia pomonella, aún, con una sola aplicación por época (16).

La influencia de fenoxicarb, sobre huevecillos, larvas y adultos de Adalia bipunctata y Coccinella septempunctata fue evaluado en laboratorio a 21 y 24⁰C y 70% de humedad relativa. La evaluación se realizó de tres maneras: por inmersión por 5 segundos, al colocar a dultos y larvas en un recipiente con dos hojas tratadas y alimentar a adultos con áfidos contaminados a una concentración recomendada. El regulador de crecimiento afectó en todas las etapas del desarrollo a ambos coccinellidos, provocó una drástica reducción en la fecundidad, especialmente en las hembras adultas que se alimentaron con áfidos contaminados, el fenoxicarb presentó una baja toxicidad sobre las coccinellidas adultas (34).

El macho de instar tardío y las ninfas hembras de la cucaracha alemana Blatella germanica fueron expuestos durante dos semanas a superficies tratadas con fenoxicarb, diflubenzuron y pyriproxyfen, solos y en combinación. El efecto principal del fenoxicarb, pyriproxyfen y la combinación de pyriproxyfen con fenoxicarb, fue en la reproducción de la cucaracha alemana. El principal efecto de

diflubenzuron fue en la mortalidad. Ninguna incubación sucedió en los apareamientos de las hembras que estuvieron expuestas a bajas concentraciones de pyriproxifen y fenoxicarb (2 mg/cm² y 6 mg cm² respectivamente) (37).

Evaluaciones efectuadas en Ucrania, con el regulador de crecimiento Insegar (fenoxicarb 25% ph), en dosis de 0.8 kg/ha contra la larva de la palomilla de la manzana Cydia pomonella (L.) en el cultivo de manzana, se observó un resultado de un máximo de 18% de daño por la larva en las frutas de manzana cosechadas, por lo que se considera que una aplicación al comienzo de la emergencia de esta plaga va a proteger normalmente hasta la cosecha, siendo requerida una segunda aplicación, cuando se tenga una infestación de la palomilla de la uva Lobesia botrana (4).

Aplicaciones de insegar (fenoxicarb 25% ph), a tres concentraciones .005, 0.01 y 0.02 gr de i.a. en contra de la escama blanda Pulvinaria hydrangeae (Steinweden), plaga de algunas plantas ornamentales en Bruselas, la eficacia fue igual para las tres concentraciones, ya que en la primera aplicación sobre la larva del tercer estadio de P. huydrangeae el insecticida ocasionó el 100% de mortalidad (40).

Evaluaciones de fenoxicarb 25% ph a dosis de 7.5 y 12.5 mg/l, Pomex (carbaril 49%) a 98.0 mg/l y supracid (methiodathion 19%) a 57.0 mg/l, sobre larvas de primero a segundo instar del coccido Saissetia oleae en una plantación

de mandarinas en Italia, los insecticidas fueron aplicados a final de agosto. El tratamiento mas efectivo fue el del fenoxicarb, no con mucha frecuencia con respecto a los insecticidas convencionales, a pesar de que su efecto no fue inmediato, especialmente en la dosis mas baja (11).

En pruebas de fenoxicarb, sobre su efecto en abejas de miel al recoger polen o néctar contaminado, las crías presentaron un desarrollo anormal, el síntoma mas característico fue la presencia de cicatrices en forma de hoz sobre las facetas del ojo. Los valores de DL_{50} para las larvas de las obreras de un día de edad fue de 2.16 ppm; para las larvas de cinco días de edad, antes de la quinta muda fue de 1.3 ppm; después de la quinta muda, aumentó a mas de 23 ppm. Para las larvas de los zánganos de uno y cinco días de edad, el valor de DL_{50} fue de 1.3 y 2 ppm y la DL_{50} no aumentó después de la quinta muda. Para las larvas de la reina de 2 días de edad, la DL_{50} fue de 0.7 ppm (31).

El regulador de crecimiento insegar (fenoxicarb 25% ph), es usado en árboles frutales en Suiza, pero las pruebas de campo han demostrado que este producto puede afectar a la cría de las abejas mieleras. Se ha recomendado a los agricultores usar este regulador de crecimiento de insectos solamente cuando no existan flores abiertas sobre los árboles frutales o al rededor de ellos, el pasto debe ser cortado (13).

3.4.1.5. Thiocyclam-hidrogenoxalato

En pruebas de laboratorio con Evisect (thiocyclam) N,N-dimethyl-1,2,3-trithian-5-amine y cipermetrina sobre huevecillos y larvas de Spodeptera littoralis y huevecillos y adultos de Tetranychus urticae sobre frijol en macetas, arrojaron los siguientes resultados: el efecto de thiocyclam y cipermethrin sobre los huevecillos de ambas plagas a una concentración de 0.05%, se obtuvo el 100 y 84.5% de mortalidad respectivamente. El thiocyclam fue el más efectivo en contra de larvas de cuarto instar de S. littoralis (CL₅₀ de 0.05%) que contra adultos de T. urticae (con un CL₅₀ de 2.66%) (1).

En pruebas sobre plantaciones comerciales de Framire Terminadia ivorensi y Fralce T. soperva sobre el defoliador Epicerura pergrisea, Decis (deltametrina) a una concentración de 96.6 gr de i.a./ha y thiocyclam hidrogenoxalato (Evisect) a una concentración de 300 gr de i.a./ha, causaron 99 y 94% de la mortalidad de las larvas, respectivamente; también las orugas mostraron susceptibilidad a una enfermedad endémica de un virus. Estudios de extracto de larvas muertas, indicaban la presencia de pequeños virus isométricos, con el RNA de 30 NM de diámetro. Pruebas de patogenicidad en el laboratorio, indicaron un 60% de mortalidad de las larvas, después de una semana, y el 100% de mortalidad a los 14 días por este virus (21).

3.4.2. Inhibidores de la síntesis de quitina en los insectos

3.4.2.1. Modo de acción

Las funciones, la estructura y la bioquímica de la cutícula del insecto, en relación al ciclo de crecimiento, se analizan en relación a la acción de los insecticidas que actúan sobre la cutícula. Los síntomas por envenenamiento con estos compuestos son evidentes en la ultra-estructura y bioquímica de la pared del cuerpo, inhibiendo la formación de microfibras de quitina en cutículas recién sintetizadas (36).

3.4.2.2. Buprofezin

En estudios realizados sobre la ultra-estructura del integumento de nínfas del tercer instar de Trialeurodes vaporariorum, tratadas con buprofezin 2-tert-butylimino-3-isopropyl-5-phenylperhyxro-1,3,5-thiadiazin-4-one a 80 mg de i.a./l, se observaron cambios en la estructura a 60 y 72 horas después del tratamiento. El efecto de buprofezin llegó a hacer evidente durante la formación de la cutícula pupal. Los microvilli, fueron menos distinguibles y secretaron una procutícula amorfa, con un grosor irregular y sin lamelas y las células epidermales tuvieron un gran número de vacuolas y cuerpos residuales (15).

Estudios con buprofezin, sobre las nínfas de Trialeurodes vaporariorum, iniciando el tercer instar, murieron en la muda. Observaciones en microscopio electrónico, después del tratamiento con 24 mg de i.a./l, no

presentaron ninguna diferencia en el perfil ultraestructural antes de la apólosis, pero si se afectó la formación normal de una procutícula lamelada. La procutícula resultó amorfa y de grosor significativamente reducido. La subcutícula resultó trozada continuamente en los lugares mas delgados de la cutícula. Las células epidermales contenían estructuras inusuales tales como figuras de myelin y la mitocondria hipertrofiada, indicando que buprofezin puede tener un efecto tóxico adicional sobre las células epidermales (7).

En los resultados de estudios de campo y laboratorio en China en 1988, encontraron que buprofezin (applaud), produjo de 85.3 a 93.9% de mortalidad en nínfas del deflácido Nilaparvata lugens (Stal) aplicado a 25 y 0.067 g/ha, el cual tuvo una actividad residual mayor de 30 días (27).

En experimentos realizados en Bélgica, dos aplicaciones sucesivas de buprofezin, mataron aproximadamente 90% de la población de Traileurodes vaporariorum. En estudios en invernaderos buprofezin redujo la población de Trileurodes vaporariorum, sobre tomate Lycopersicum esculents (L.) por aproximadamente 60 días (43).

En pruebas de toxicidad de varias concentraciones de buprofezin a huevecillos de 1 a 3 días de edad de Trialeurodes vaporariorum, comparado con insecticidas como chinometionat a 75 gr de i.a., dimetoato (Rogor L 40) a 75 gr de i.a. y acefate (Orthene 100 gr de i.a./l chinometionat fue el mas tóxico con 95.2 de mortalidad, seguido por buprofezin

a 65 gr de i.a./ha con 81.9% y a 35 gr de i.a/ha con 76.4% en plantas de chile Capsicum anum en laboratorios. En un segundo experimento se comparó solo la toxicidad de chinomethionat y buprofezin, no se encontraron diferencias significativas en la mortalidad de huevecillos, con 95.8% para Chinomethionat, y buprofezin a 35 g de i.a./l con 91.5% (29).

El buprofezin está registrado para control de plagas del arroz como saltones de plantas y chicharritas y no causa efectos adversos sobre sus predadores. En Filipinas trabaja muy bien para suprimir la densidad poblacional de Nilaparvata lugens (Stal) (22).

En la URSS el buprofezin es usado en programas de manejo integrado contra Trialeurodes vaporariorum, combinando el uso de trampas amarillas pegajosas, liberaciones de Encarsia y una o dos aplicaciones de buprofezin en tomate a dosis de 0.5 kg/ha, ó 0.7 kg/ha en pepino cuando la plaga alcanza los niveles de umbral (32).

En Israel, se examinó la susceptibilidad de Bemisia tabaci (Gennadius) hacia buprofezin, en bionsayos efectuados sobre adultos recolectados en campo, expuestos a 48 horas a plántulas de algodón tratadas con buprofezin. Después de dos años de aplicación no se detectó ningún grado de resistencia. Se presentó un ligero aumento en la tolerancia a este producto después de dos aplicaciones durante la época de crecimiento, resultando en 1.4 a 2.1 veces de aumento en las

CL50_s y un 2.6 a 2.9 veces de aumento en las CL90_s. Así mismo, se determinó una resistencia de 6 veces de la mosquita blanca del camote a endosulfan, recolectada en un campo de algodón la cual no alteró la tolerancia hacia buprofezin (17).

El buprofezin, es un inhibidor de la síntesis de quitina, actúa específicamente sobre las plagas del orden homóptera, tales como mosquita blanca, saltones de la planta, actúa sobre escamas. Es muy potente contra la mosquita blanca del camote afectando las etapas larvarias y suprimiendo la embriogénesis a través del contacto y toxicidad del vapor (17).

3.4.2.3. Diflubenzuron

El diflubenzuron, interrumpe las fases larvarias y las de maduración. El diflubenzuron es sumamente activo contra los mosquitos, moscas del ganado y muchas plagas agrícolas en estados larvarios (8).

La base bioquímica de la actividad de diflubenzuron, al parecer depende de la inhibición que ejerce sobre los procesos normales de formación de la cutícula del insecto. Los síntomas de envenenamiento por esta sustancia son la muerte de las larvas tratadas debido a su falta de capacidad de desprenderse de la cutícula vieja en la época de la muda, y la disposición de cualquier larva recién formada sugieren que este compuesto afecta las propiedades mecánicas de la

nueva cutícula (8).

Las micrografías electrónicas de la cutícula recién formada de la oruga de la col que ha sido tratada con diflubenzuron muestran que la cutícula carece de la estructura laminar que tiene la del insecto no tratado, y este compuesto aparentemente interfiere la etapa final de la síntesis de quitina, especialmente con la polimerización de N-acetilglucosamina (8).

Diflubenzurón, insecticida de la tercera generación, usado principalmente en agricultura forestal, tiene usos veterinarios y médicos, el ingrediente activo interfiere en la deposición de la quitina, la toxicidad para los peces, predadores y parasitoides es baja. Sus propiedades químicas y biológicas son prometedoras, así como su acción en el medio ambiente. Presenta una acción ovicida e interfiere en la muda, su acción de contacto hacia las larvas es más específica que para el control de chupadores (42).

Aplicaciones de diflubenzurón al 0.4% en hembras del picudo del algodnero Anthonomus grandis (Boheman), y apareadas con machos no tratados, se comprobó que la eclosión de los huevecillos estaba reducida a cero; además, se comprobó un efecto de transferencia física del ingrediente activo a los machos no tratados de A. grandis durante el apareamiento, los cuales presentaron síntomas de envenenamiento (14).

Una demostración citoquímica, sobre los efectos de las acilureas flufenoxuron y diflubenzuron, sobre la incorporación de la quitina hacia la cutícula de la larva de Spodoptera littoralis fue estudiada. Concentraciones de 1 mg en 1 ml de acetona de flufenoxuron y diflubenzuron sobre la larva de sexto instar de S. littoralis demostró que la endocutícula formada antes del tratamiento, fue claramente observada, sin modificaciones; observándose posteriormente que la endocutícula formada después del tratamiento carecía de la incorporación de la quitina en la cutícula formada recientemente (24).

3.5. Manejo de resistencia a reguladores de crecimiento

En Israel se monitoreó la resistencia de la mosquita blanca del camote B. tabaci a diferentes concentraciones de los reguladores de crecimiento buprofezin y pyriproxyfen en un invernadero de rosas y campos adyacentes de algodón, ensayos hechos sobre mosquitas blancas de invernadero colectadas indicaron un incremento de 4 veces en tolerancia a buprofezin después de dos aplicaciones sucesivas del producto. Un relativo alto nivel de resistencia se observó a pyriproxyfen después de tres aplicaciones sucesivas del compuesto. El valor de resistencia CL_{50} para la supresión de incubación del huevecillo fue de 554 veces, para la falla de emergencia de adultos fue de 10 veces; en contraste, una aplicación de pyriproxyfen en campos de algodón durante las estaciones de verano (de acuerdo con una estrategia de manejo

de resistencia a insecticidas en algodón) no altera apreciablemente la susceptibilidad de B. tabaci a este producto (18).

Para prevenir desarrollo de resistencia a estos compuestos el uso de pyriproxyfen y buprofezin deberá ser restringido a una aplicación por cultivo por temporada, durante el período de máximo pico de actividad de la plaga (18).

3.6. Ventajas y desventajas de los reguladores de crecimiento en insectos

Entre las ventajas tenemos:

Los reguladores del crecimiento, actúan específicamente en el sistema endocrino de los insectos, y este modo de acción diferente les permite ser efectivos contra plagas que han logrado desarrollar cepas resistentes hacia los insecticidas convencionales (8).

Estos insecticidas son de acción ovicida, cuyo efecto es suprimir la eclosión de los huevecillos (20).

Durante sus aplicaciones, estos productos han demostrado presentar una acción traslaminar (19-20).

Los reguladores de crecimiento han demostrado ser efectivos en todas las etapas biológicas del insecto (20).

Ingredientes activos de acción sistémica y de contacto

(42).

No afectan, o muy poco la fauna benéfica (18).

Menos contaminación del medio ambiente (20).

Las principales desventajas de los reguladores de crecimiento en insectos:

La especificidad de estos compuestos, ya que presentan controles sobre ciertos géneros únicamente y no actúan sobre focos de infestación (6,17).

En pruebas efectuadas con relación a la abeja mielera han demostrado ser tóxicos sobre sus etapas biológicas (31).

El fenoxicarb, atravieza por una etapa de degradación (5,26).

Se ha demostrado que después de dos aplicaciones sucesivas de buprofezin sobre B. tabaci ha incrementado cuatro veces su tolerancia a este producto (8).

Se ha demostrado que después de tres aplicaciones sucesivas de pyriproxyfen contra B. tabaci ha desarrollado un relativo alto nivel de resistencia a este compuesto (8).

Son de acción lenta (8,11).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones:

De acuerdo al modo de acción de los reguladores de crecimiento en insectos, se ordenan en dos grupos: Los análogos de la hormona juvenil y los inhibidores de la síntesis de quitina.

Los análogos de la hormona juvenil, actúan suprimiendo la embriogénesis, metamorfosis y formación adulta de los insectos.

Los inhibidores de la síntesis de quitina actúan sobre la pared del cuerpo, suprimiendo la incorporación de la quitina sobre la cutícula nueva. También afecta la embriogénesis.

El efecto de estos insecticidas no es de acción rápida sino que los insectos expuestos a estos productos siguen desarrollándose en estados inmaduros, pero con deformaciones ultraestructurales severas, mueren entremudas, o al pasar a la etapa adulta ó se afectan sus huevecillos y progenie afectando también a sus progenitores.

Se han usado, para el control de la mosquita blanca sobre géneros de *Liriomyza*, actúan sobre escamas de los cítricos, para el control de la mosca mexicana de la fruta y

el picudo del algodnero.

Recomendaciones:

Es importante que el profesionista al decidir la recomendación de estos insecticidas tenga un amplio conocimiento sobre el modo de acción, plagas que controla y cultivos recomendados.

No realizar aplicaciones continuas por ciclo de estos productos, ya que se puede llegar a desarrollar algún tipo de resistencia de las plagas problema.

Se recomienda aplicar estos insecticidas en combinación con productos convencionales (organofosforados, carbamatos y piretroides) en focos de infestación, para reforzar su acción debido a que actúan únicamente sobre ciertos géneros, limitando su espectro de control.

BIBLIOGRAFIA

1. Abdalla, E. F. y E A A. Amer. 1988. Evaluation of insecticidal and acaricidal activities of new type of pesticide " thiocyclam - hydrogenoxalate ". Bulletin of the Entomological Society of Egypt, Economic Series. 1988, N^o. 17,1-8;11. (Original no consultado, tomado de: Review of Agricultural Entomology. 1992. 080 - 10807).
2. Alberti, Ud. 1992. Cyromazine. Informatore Fitopatologico. 1992. 42: (5), 41 - 44, 7. (Original no consultado , tomado de: Cab Abstracts. 1993-1994).
3. Borror, D. J., Ch. A. Triplehorn y N. F. Johnson. 1992. an Introduction to the Study of Insects. 6^a. E. U. A. Ed. Saunders Collage Publishing. p.24-26,70.
4. Burov, V N. y A. P. Sazonov. 1992. A new preparation for orchards and vineyards. Zashita Rastenii, Moskva. 1991. p. 10, 50-51. (original no consultado, tomado de: Cab Abstracts, 1993-1994).
5. Cabras, P., L. Spanedda, L. Maxia y F. Cabitza. 1990. Residues of cyromazina and its metabolite melamine inseleri. Revista, della, Societa, Italiana, di, Scienza, dell. Alimentazione. 1990. 19 (3): 55 - 57. (original no consultado, tomado de: Cab Abstracts. 1993-1994).
6. Cabras, P., M. Meloni y L. Spanedda. 1990. High performance liquid chromatographic separation of cyromazina and its metabolite melamine. Journal of chromatographic. 1990. 505 (2): 413-416. (original no consultado, tomado de: Review of Agricultural Entomology. 1991. 079-05420).

7. Cock, A. de, D. Degheele y A. De Cock. 1991. Effects of buprofezin on the ultrastructure of the third instar cuticle of the insect Trialeurodes vaporariorum. Tissue and cell. 1991. 23 (5): 755-762. (original no consultado, tomado de: Review of Agricultural Entomology. 1992. 080-07127).
8. Cremlin, R. 1982. Plaguicidas modernos y su acción bioquímica. Trad. Esther Baradon de frixione. México. Ed. Limusa. S.A. de C.V. P: 305-310.
9. Chandler, L D., S D. Pair y J.R. Raulston. 1992. Effects of selected insects growth regulators on longevity and mortality of corn earworm and fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) larvae. Journal of Economic Entomology. 1992. 85(5): 1972-1978 (Original no consultado tomado de: Cab abstracts 1993-1994).
10. Chiara, S.R.D. H. Tsolakis. y A.M. Ciulla. 1993. Effects of abamectin, buprofezin and fenoxicarb on postembrionic development and fecundity of the predaceous mite Typhlodromus rhenanoides, Athias-Henriot (parasitiformes, Phytoseiidae) in laboratory trials. Bulletin OILB SROP. 1993. 16(7): 120 - 124. (Original no consultado, tomado de: Cab. Abstracts 1993-1994).
11. D'Anna, R. y M. Leonardi. 1990. Preliminary test in the control of saissetia on citrus trees using fenoxicarb. Informatore Agrario. 1990. 47(6): 89-90. (original no consultado, tomado de: Review of Agricultural Entomology 1992 080-04445).
12. Etienne, B., B. Yves y R. Laurence. 1993. Effect of ciromazine insect growth regulator for cabbage root fly (Delia radicum) control on rape. Bulletin OILB SROP. 1993. p. 16 (9):210-215. (Original no consultado, tomado de: Cab Abstracts. 1993-1994).

13. Gerig, L. 1990. News about the use of insegar (fenoxicarb) in Switzerland. Proceedings of the Fourth International Symposium on the Harmonization of methods for testing the Toxicity of pesticides to Bees, may 15 - 18. 1990. Reznear prague, Czechoslovakia. 1990. Bdo. Dol. Checoslovakia; Research Institute of Apiculture. p. 74-75. (original no consultado, tomado de: Apicultural Abstracts. 1991. 042-01379).
14. Haynes, W.J. y J.W. Smith. 1993. Test of new Insect Growth Regulator for boll Weevills (Coleoptera: Curculionidae) by Dipping and Feeding. J. Econ. Entomol. 86(2):310-313.
15. Hegazy, G. , A de Cock, D. Degheele y A. De Cock. 1990. Ultrastructural changes in the cuticle of the greenhouse whitefly Trialeurodes vaporariorum, induced by the insect growth inhibitor, buprofezin. Entomologia Esperimenalis et Applicata. 1990. 57(3): 299-302 (original no consultado, tomado de: Review of Agricultural Entomology 1991. 079-03044).
16. Hoehn, H., y T. Wildbolz. 1992. Side effects of fenoxicarb and diflubenzuron on secondary pests in apple orchards. Acta Phytopathologica et Entomologica Hungaria. 1992. 27(1-4)-281-287. (original no consultado, tomado de: Cab Abstracts 1993-1994).
17. Horowitz, R.A. y I. Ishaaya. 1992. Susceptibility of the sweetpotato Whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) to Buprofezin During the Cotton Season. J. Econ. Entomol. 85(2):318-324.
18. Horowitz, R.A. y Ishaaya. 1994. Managing Resistance to Insect Growth Regulators in the Sweetpotato Whitefly (Homoptera: Aleyrodidae). J. Econ. Entomol. 87(4):866-871
19. Ishaaya, I. A. De Cock y D. Degheele. 1994. Pyriproxyfen, a potent Suppressor of egg Hatch and Adult Formation of the Greenhouse Whitefly (Homoptera: Aleyrodydae). J. Econ. Entomol. 87(5): 1185-1189.

20. Ishaaya, I. y A R. Horwitz. 1992. Novel Phenoxy Juvenile Hormone Analog (Pyriproxifen) Suppresses Embryogenesis and Adult Emergence of Sweetpotato Whitfly (Homoptera:Aleyroididae). J. Econ. Entomol. 85(6):2,113-2,117.
21. Kanga, L. y G. Fediere. 1991. Towards integrad control of Epicerura pergrisea (Lepidoptera: Notodontidae), defoliator of Terminalia ivorensis and T. superva, in the cote d'Ivoire. Proceedings of a Symposium, Towards integrated pest management of forest defoliators, held at the 18th International Congress of Entomology, Vancouver, Canada in 1988 edited by Raske, A.G.; Wickman, B. E. Forest Ecology and management. 1991. 39(1-4):73-79. (original no consultado, tomado de: Review of Agricultural Entomology. 1992.080-02076).
22. Kono, T. 1990. Boprofezin: a reliable IGR for the control of rice pest. (original no consultado, tomado de: review of Agricultural Entomology. 1992. 080-10729).
23. Lee, HS. 1990. Insecticides for the control of Liriomyza bryoniae (Kalt) and the parasites survival on head mustard. Chinese Journal of Entomology. 1990. 10(2):183-189.(original no consultado, tomado de: Review of Agricultural Entomology. 1992. 080-04375).
24. Lee, S.A., B. S. Clarke., D.W. Jenner y F. A. Williamson. 1990. Cytochemical demostration of the effects of the acylureas flufenoxuron, and diflubenzuron on the incorporation of chitin in to insect cuticule. Pesticide Science. 1990. 28 (4): 367-375. (original no consultado, tomado de: Review of Agricultural Entomology. 1990. 0787-08157).
25. Lepprech, B. 1993. Studies on the chemical and biological control of a dangerous leafminer in greenhouse vegetables. Gesunde pflanzen. 1993. 45(3):89-93.(original no consultado, tomado de: Cab Abstracts. 1993-1994.

26. Lim, L.O., S.J. Scherer., K.D. Sheler. y J.P. Thot. 1990. Disposition of cyromazine in plants under enviromental conditions. Journal of Agricultural and food Chemistry. 1990. 38(3):860-864. (original no consultado, tomado de: Review of Agricultural Entomology. 1991. 079-07853).
27. Lu, X.K. y C.G. Gon. 1990. Experiment on the control of Nilaparvata lugens Stal by Applaud. Insect Knowledge. 1990. 27(5): 269-271. (original no consultado, tomado de: Review of Agricultural Entomology. 1991.079-11722.
28. Metcalf, C. L., y W. P. Flint. 1985. Insectos destructivos e insectos útiles. Trad. Alonso Blackalle Valdéz. 17a. Impresión. México Ed. CECSA. p.106-108,147.
29. Mineo, G., M.A. Sciachitano y P. Sempreviva. 1990. Action of Buprofezin on the eggs of Trialeurodes vaporariorum (Westwood). Aleyrodiidae). Informatore fitopatologico. 1990. 40(12): 57-58. (original no consultado, tomado de: Review of Agricultural Entomology. 1992. 080-04291.
30. Moreno, S.D., A.J. Martinez y S.M. Riviello. 1994. Cyromazine effects on the reproduction of Anastrepha ludens (Diptera: Tephritidae) in the laboratory and in the field. J. Econ. Entomol. 87(1):202.211.
31. Nitsch, C. 1992. The effects of Insegar on honeybees. Apidologie. 1992. 23(4): 346-348. (original no consultado, tomado de: Cab Abstracts. 1993-1994).
32. Novickova, S.A. y E.A. Stepanycheva. 1990. An ecologically safe system. Zashita Rastanii. 1990. 12:16-17 (original no consultado, tomado de: review of Agricultural Entomology. 1992. 080-03555).

33. Ochoa, Ch.P. y V.M. Carballo. 1993. Effect of various insecticides on Liriomyza huidobrensis (Diptera: Agromyzidae and its parasitoid Diglyphus isaea Walker (Hymenoptera Eulophidae). Manejo integrado de plagas. 1993. N^o 26-8-12. (original no consultado, tomado de: Cab Abstracts. 1993-1994).
34. Olszak, R. W., B. Paulic y R. Z. Zajac. 1994. The influence of some insect growth regulators on mortality and fecundity of the aphidophagous coccinellids Adalia bipunctata (L.). (Col. Coccinellidae). Journal of Applied Entomology. 1994. 117(1): 58-63. (original no consultado, tomado de: Cab Abstracts 1993-1994).
35. Peleg, B.A. 1988. Effect of a New Phonoxy Juvenile Hormone Analog on California Red Scale (Homoptera: Diaspididae), Florida Wax Scale (Homoptera: coccidae) and the Ectoparasite Aphytis holoxantus (De Bache) (Hymenoptera: Aphelinidae). J. Econ. Entom. 81(1): 88-92.
36. Reynolds, S.E. 1987. The cuticle, growth and moulting in insects: the essential background to the action of acylurea insecticides. Pesticides Science. 1987. 20(2): 131-146. (original no consultado, tomado de: Review of Agricultural Entomology. 1990. 078-11153).
37. Ross, M. H. y D. G. Cochran. 1991. Effects on German cockroach nymphs of contact exposure to IGRs singly and in combination, Entomologia Experimentalis et Applicata. 1991. 61(2):117-122. (original no consultado, tomado de: Review of medical and veterinary Entomology. 1993. 081-00055).
38. Saito, T., T. Oishi. y F. Ikeda. 1992. Effect of Insecticides on the serpentine leafminer Liriomyza trifolii (Burgess) (Diptera: Agromyzidae). Japanese Journal of applied Entomology and Zoology. 1992. 36(3):183-191. (original no consultado, tomado de: Cab Abstracts 1993-1994).

39. Sirota, J.M. y Y.E. Grafius. 1994. Effects of Cyromazine on Larval Survival, Pupation, and Adult Emergence of Colorado Potato Beetle. (Coleoptera: Chrysomelidae). J. Econ. Entom. 87(3):577-582.
40. Squerens, N., R. Tondeur, C. Verstraeten y B.C. Schiffers. 1992. Control of softscale ornamental plants Pulvinaria hydrangeae (Steinweden) (Homoptera:Coccidae) using an insect growth regulator: fenoxicarb. International Symposium on Crop Protection. Medelingen van de Fqaculiteit Landbouwtenschappen, Rijkuniversiteit Gent. 1992. 57(3A): 791-800. (original no consultado, tomado de: Cab Abstracts.1993-1994).
41. Veire, M. van de, P. Bleyaert y van M.Veire.1991. Control of the leafminer Liriomyza huidobrensis (Blanchard) on glasshouse lettuce with the IGR cyromazine. Medelingen van de Faculiteit Landbouwwetenschappen, Rijksuniversiteit Gent. 1990. 55(2b): 661-666 (original no consultado, tomado de: Review of Agricultural Entomology. 1992. 080-08321).
42. Wouters, G. J. 1987. The insects growth regulator diflubenzuron a review. Antenna London. 1993. 17(2): 60-72. (original no consultado, tomado de: Cab Abstracts 1993-1994).
43. Yasui, M., T. Nishimatu, M. Fukada y S. Maekawa. 1991. Longterm suppressive effect of buprofezin population growth of the greenhouse Whitefly. Trialeurodes vaporariorum (Westood) (Homoptera: Aleyrodidae). Applied Entomology and Zoology. 1991. 26(2):271-274. (original no consultado, tomado de: Review of Agricultural Entomology. 1992. 080-04381).