



Instituto de
Investigación
Agropecuaria
de Panamá



INFORME SOBRE INVESTIGACION EN IDIAP DIVISA

Dr. Masachika Hirano
Voluntario Sénior de JICA

Marzo, 2009

14 LA EFICACIA DE LOS INSECTICIDAS QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS EN LABORATORIO

Masachika Hirano¹ y Anovel Barba²

RESUMEN

Se realizó el experimento en el laboratorio de Protección Vegetal del Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá, IDIAP ubicado en Divisa, Provincia de Herrera. El propósito de evaluar es para clarificar la eficacia de insecticidas químicos y biológicos registrados en Panamá sobre *Anthonomus eugenii* (Coleoptera: Curculionidae), *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae), *Aphis gossypii* (Hemiptera: Aphididae), *Diaphania hyalinata* (Lepidoptera: Pyralidae) y *Cyrtomenus bergi* (Hemiptera: Cydnidae).

Como resultado, diazinon, fipronil, tiametoxam, clorfenapil, indoxacarb, spinosad y Monarca (thiacloprid + beta-ciflutrina) mostraron la mortalidad de 100% en la dosis recomendada sobre *A. eugenii*. Entre ellos, la eficacia de fipronil, tiametoxam, clorfenapir, spinosad y Monarca era especialmente alta. Ambos insecticidas biológicos (*Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*) mostraron la eficacia sobre esta especie en 200 veces dilución.

Los valores de CL₅₀ de los insecticidas químicos sobre *S. zeamais* fueron las siguientes: tiametoxam 0.10 ppm, fipronil 0.58 ppm, clorfenapir 11 ppm, spinosad aproximadamente 30 ppm, cipermetrina 38 ppm, y indoxacarb más 30 ppm, respectivamente. La mortalidad de dos insecticidas biológicos (*B. bassiana* y *M. anisopliae*) no difiere significativamente de testigo sobre esta especie.

Fipronil (20 ppm), imidacloprid (70 ppm) y clorfenapir (24 ppm) mostraron la mortalidad de 100% 1 día después de tratamiento sobre *A. gossypii*.

En caso de *D. hyalinata*, fipronil (20 ppm), clorfenapir (70 ppm), indoxacarb (30 ppm) y spinosad (12 ppm) mostraron la mortalidad de 100% dentro de 2 días, y tiametoxam también mostró la actividad alta. Teflubenzuron, el regador de crecimiento de insecto, poseyó la actividad sobre las larvas jóvenes. Cipermetrina apenas tuvo actividad mortal sin embargo tuvo actividad repelente.

Clorpirifos (15000 ppm) mostró la mortalidad de 100% sobre *C. bergi* en el método de remojo de yuca y tuvo acción residual más 1 mes. *M. anisopliae* no mostró la eficacia, sin embargo *C. bergi* fue infectado por *B. bassiana* (50 veces diluyente).

PALABRAS CLAVES : insecticida, eficacia, *Anthonomus eugenii*, *Sitophilus zeamais*, *Aphis gossypii*, *Diaphania hyalinata*, *Cyrtomenus bergi*

THE EFFICACY OF THE CHEMICAL AND THE BIOLOGICAL INSECTICIDES IN LABORATORY

SUMMARY

This experiment was conducted in the Plant Protection Laboratory of the Institute of Investigation of Agro-veterinary of Panama (IDIAP) in Divisa, Province of Herrera. The purpose of this evaluation is to clarify the efficacy of the insecticides registered in Panama on *Anthonomus eugenii* (Coleoptera: Curculionidae), *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae), *Aphis gossypii* (Hemiptera: Aphididae), *Diaphania hyalinata* (Lepidoptera: Pyralidae) and *Cyrtomenus bergi* (Hemiptera: Cydnidae).

As the result, diazinon, fipronil, thiamethoxam, chlorfenapir, indoxacarb, spinosad and Monarca (thiacloprid + beta-cyfluthrin) showed 100% mortality at the recommended dosage on *A. eugenii*. Among these insecticides, the efficacy of fipronil, thiamethoxam, chlorfenapir, spinosad and Monarca was high specially. Both biological insecticides (*Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae*) showed the high mortality at 200 times dilution on this species.

The LC₅₀ values on *S. zeamais* were as follows; thiamethoxam 0.10 ppm, fipronil 0.58 ppm, chlorfenapir 11 ppm, spinosad approximately 30 ppm, cypermethrin 38 ppm, and indoxacarb >>30 ppm, respectively. Both biological insecticides (*B. bassiana* and *M. anisopliae*) did not show any efficacy on this species.

Fipronil (20 ppm), imidacloprid (70 ppm) and chlorfenapir (24 ppm) showed 100% mortality at 1 day after the treatment on *A. gossypii*.

In case of *D. hyalinata*, fipronil (20 ppm), chlorfenapir (24 ppm), indoxacarb (30 ppm) and spinosad (12 ppm) showed 100% mortality within 2 days, and thiamethoxam also showed the high efficacy. Teflubenzuron, the insect growth regulator, was effective on the young larva. Although the mortality of cypermethrin was low, this insecticide showed the repellent action.

Chlorpyrifos (15000 ppm) showed 100% mortality on *C. bergi* at the host dipping method and the residual action was more than 1 month. *M. anisopliae* did not show any efficacy, but the insects were infected by *B. bassiana* by the dipping method.

KEY WORDS : insecticide, efficacy, *Anthonomus eugenii*, *Sitophilus zeamais*, *Aphis gossypii*, *Diaphania hyalinata*, *Cyrtomenus bergi*

INTRODUCCIÓN

Anthonomus eugenii (Coleoptera: Curculionidae) se encuentra distribuido por el sur de EE.UU., Centroamérica y Islas Caribes, y es la peste del insecto importante de *Capsium* y *Solanum* (Patrock y col. 1992, Berdeque y Harris, 1994). Esta especie es difícil de controlar porque las larvas están entre los frutos. *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) es la plaga de cereales. Sin embargo seleccionamos esta especie como un representante de las plagas de Curculionidae.

Aphis gossypii (Hemiptera: Aphididae) se encuentra mundialmente distribuido, y es la peste del insecto importante de varios cultivos incluyendo cucurbitáceas (Minks y Harrewijn, 1987). Esta especie es difícil de controlar porque muchas colonias son resistentes a varios tipos de los insecticidas como organofosforados, carbamatos y piretroides (Hama, 2001).

Se observa *Diaphania hyalinata* (Lepidoptera: Pyralidae) en el sur de EE.UU., América Latina y Islas Caribes (Capinera, 2000). Esta especie es la peste del insecto importante de Cucurbitaceae (Capinera, 2000) y se clarifica la biología (Barba y Korytkowski, 2003).

El chinche de la viruela, *Cyrtomenus bergi* (Hemiptera: Cydnidae) es un insecto polífago y apareció primero en Colombia en 1980 (García y Bellotti, 1980). Sólo ha sido encontrado en países del Neotrópico como Costa Rica, Panamá, Venezuela, Brasil, etc. (Rils, 1997; Bellotti y col., 1999). Esta especie es la peste importante de yuca y también ataca las raíces de maíz, cebolla, sorgo, palma africana, arveja, maní, cilantro, papa, café, caña de azúcar, pastos, etc. (Rils, 1997; Bellotti y col., 1999). El daño lo causan las ninfas y adultos al introducir su estilete en la epidemis y corteza de la raíz, permitiendo la entrada de microorganismos del suelo como *Fusarium*, *Aspergillus*, *Genicularia*, *Pythium*, *Phytophthora* y *Diprodia* (CIAT 1980).

Estas especies son las plagas importantes y *Anthonomus eugenii*, *Aphis gossypii* y *Cyrtomenus bergi* son unos de las plagas designadas de nuestro proyecto para establecer el manejo integrado de plagas. Evaluamos la eficacia de los insecticidas químicos y biológicos registrado en Panamá sobre estas plagas para clarificar las eficacias básicas.

MATERIALES Y MÉTODOS

1. Insecto

Las siguientes especies fueron utilizadas.

Anthonomus eugenii : Se coleccionó en el campo de ají en Divisa, Provincia de Herrera y en Los Santos, Provincia de Los Santos.

Sitophilus zeamais : Se utilizó la colonia de crianza en el laboratorio de Protección Vegetal de IDIAP, Divisa.

Aphis gossypii : Se coleccionó en el campo de sandía en Calobre, Provincia de Veraguas.

Cyrtomenus bergi : Coleccionamos en el campo de yuca en Ocu, Provincia de Herrera y estamos criando en el laboratorio de Protección Vegetal de IDIAP, Divisa.

Diaphania hyalinata : Se coleccionó en el campo de sandía en Los Santos, Provincia de Los Santos

2. Hospedero

Un brote de ají picante (*Capsicum annuum*)

Una hoja de sandía (*Citrullus lanatus*)

Una hoja de melón (*Cucumis melo*)

Una yuca (*Manihot esculenta*)

3. Insecticida

Insecticidas biológicos

Beauveria bassiana (arroz formulación con $1.6 \times 10^9 \sim 2.0 \times 10^{10}$ conidias por 1 gramo)

Metarhizium anisopliae (arroz formulación con $2.0 \times 10^9 \sim 2.5 \times 10^{10}$ conidias por 1 gramo)

Bacillus thuringiensis 6.4%WG

Insecticidas químicos

Diazinon 60% Concentrado Emulsionable (CE)

Clorpirifos 75% Gránulo Dispersable (GD)

Cipermetrina 25% CE

Fipronil 80% GD

Imidacloprid 70% GD

Tiametoxam 25% GD

Clorfenapil 24% Suspensión Concentrada (SC)

Indoxacarb 30% GD

Spinosad 12% SC

Teflubenzuron 13.57% SC

Monarca 11.25% Emulsión en Suspensión (Thiacloprid 10% + Beta-ciflutrina 1.25%)

4. Método de experimento

4-1. *Anthonomus eugenii*

Pesamos cada insecticida en la balanza analítica. La insecticida fue diluido con agua y se obtuvo el diluyente de necesaria concentración. Se remojó un brote (con dos hojas) de ají picante en cada diluyente del insecticida durante 30 segundos. Secamos el brote tratado y ponemos en el vaso plástico de 15 onzas. Diez (10) adultos de *A. eugenii* fueron liberado en el vaso plástico y tapado (1 o 2 repeticiones). Observamos los insectos vivos y muertos a 1, 2, 3, 4 y 7 días después de tratamiento.

4-2. *Sitophilus zeamais*

Pesamos cada insecticida en la balanza analítica. El insecticida fue diluido con agua y se obtuvo el diluyente de necesaria concentración. Aplicamos 1 ml de cada solución a toalla de papel de 9 cm de diámetro en el plato petri (9 cm de diámetro). Quince (15) adultos fueron liberados en el plato petri (2 repeticiones) (Foto 1). Observamos los insectos vivos y muertos (1, 2 y 3 días después de tratamiento en caso de insecticidas químicos, 1 a 7 días después de tratamiento en caso de insecticidas biológicos). Calculamos el valor de CL_{50} (concentración letal de 50%) por uso de un probit de mortalidad de 3 días después de tratamiento.



Foto 1. Experimento sobre *S. zeamais*

4-3. *Aphis gossypii*

Pesamos cada insecticida por la balanza analítica. El insecticida fue diluido con agua y se obtuvo el diluyente de necesaria concentración. Se remojó una hoja de sandía parasitado por *Aphis gossypii* (adultos y ninfas) en cada diluyente del insecticida durante 30 segundos. Secamos la hoja tratada y ponemos en el vaso plástico de 15 onzas (1 repetición). Observamos los insectos vivos y muertos a 1 y 2 días después de tratamiento.

4-4. *Diaphania hyalinata*

Pesamos cada insecticida por la balanza analítica. El insecticida fue diluido con agua y se obtuvo el diluyente de necesaria concentración. Se remojó una hoja de melón en cada diluyente del insecticida durante 30 segundos. Después de secar, se soltó 10 larvas

pequeñas en el plato petri (9 cm de diámetro) o 10 larvas de final instar en el vaso plástico de 15 onzas con la hoja tratada y tapado (1 repetición). Observamos los insectos vivos y muertos a 1, 2, 3 y 4 días después de tratamiento.

4-5. *Cyrtomenus bergi*

4-5-1. Remojo de hospedero (yuca)

Pesamos cada insecticida (clorpirifos, *M. anisopliae* y *B. bassiana*) por la balanza analítica. El insecticida fue diluido con agua y se obtuvo el diluyente de necesaria concentración. Se remojó una yuca en el diluyente del insecticida durante 1 minuto. Secamos la yuca tratada y envasamos al recipiente plástico (23cm X 13cm X 8cm de profundidad). Se soltó 10 adultos en el recipiente y tapado (1 o 2 repeticiones). Se muestra este método en Foto 2. Observamos los insectos vivos y muertos a 1 y 2 semanas después de soltar los adultos. Para evaluar el efecto residual, se soltó 10 adultos otra vez en 1 mes después de tratamiento y se observaron los insectos vivos y muertos a 1 y 2 semanas después de soltar.



Foto 2. Experimento sobre *C. eugenii*

4-5-2. Aplicación al suelo

Pesamos *M. anisopliae* en la balanza analítica. El insecticida biológico fue diluido con agua y se obtuvo el diluyente de 200 veces. Aplicamos 0.6 ml del diluyente al suelo (equivalente al 200 L/ha) en el recipiente plástico (23cm X 13cm X 8cm de profundidad) y mezclamos suficientemente. Diez (10) adultos y la yuca (alimento) fueron introducido en el recipiente y tapado (1 repetición). Observamos los insectos vivos y muertos a 1, 2 y 3 semanas después de introducción.

4-5-3. Remojo de insecto

Pesamos el insecticida biológico por la balanza analítica. El insecticida fue diluido con agua y se obtuvo el diluyente de necesaria concentración. Se remojó 10 adultos de *C. bergi* en cada diluyente durante 30 segundos. Se soltó los adultos en el vaso plástico de 15 onzas con suelo y yuca (1 repetición). Observamos los insectos vivos y muertos a 1, 2, 3, 4 y 5 semanas después de tratamiento.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se muestran los resultados en Cuadros 1 a 10, y Figuras 1 y 2.

Cuadro 1 La eficacia de los insecticidas químicos y biológicos sobre los adultos de *Anthonomus eugenii*

Insecticida	Dilución (veces)	Conc. (ppm)	% Mortalidad			
			1 día	2 días	4 días	7 días
<i>Beauveria bassiana</i>	X 2000		0	10 (0)	30 (13)	50 (17)
	X 200		50	60 (56)	80 (75)	100(100)
<i>Metarhizium anisopliae</i>	X 2,000		10	10 (0)	30 (13)	50 (17)
	X 200		10	30 (22)	80 (75)	100(100)
Diazinon	X 5000	120	60	70 (67)	100(100)	100(100)
	X 500	1200	100	100(100)	100(100)	100(100)
Cipermetrina	X 10000	25	20	20 (11)	50 (38)	60 (33)
	X 1000	250	20	20 (11)	60 (50)	80 (75)
Fipronil	X 40000	20	100	100(100)	100(100)	100(100)
	X 4000	200	100	100(100)	100(100)	100(100)
Tiametoxam	X 10,000	25	100	100(100)	100(100)	100(100)
	X 1000	250	100	100(100)	100(100)	100(100)
Clorfenapir	X 5000	48	100	100(100)	100(100)	100(100)
	X 500	480	100	100(100)	100(100)	100(100)
Indoxacarb	X 10000	30	10	80 (78)	100(100)	100(100)
	X 1000	300	70	90 (89)	100(100)	100(100)
Testigo			0	10	20	40

() : la mortalidad corregida

Cuadro 2 La eficacia de los insecticidas sobre los adultos de *Anthonomus eugenii* en la concentración baja

Insecticida	Dilución (veces)	Conc. (ppm)	% Mortalidad	
			1 día	2 días
Fipronil	X 400000	2	40 (25)	100(100)
	X 100000	8	100(100)	100(100)
Tiametoxam	X 100000	2.5	40 (25)	80 (67)
Clorfenapir	X 50000	4.8	70 (63)	90 (83)
Testigo			20	40

() : la mortalidad corregida

Cuadro 3 La eficacia de los insecticidas sobre los adultos de *Anthonomus eugenii*

Insecticida	Dilución (veces)	Conc. (ppm)	% Mortalidad		
			1 día	2 días	3 días
Spinosad	X 100000	1.2	20 (11)	40 (33)	70 (63)
	X 10000	12	30 (22)	50 (44)	100(100)
	X 1000	120	70 (67)	100(100)	100(100)
Monarca (Thiacloprid + Beta-ciflutrina)	X 100000	1.125*	40 (33)	45 (39)	55 (44)
	X 10000	11.25**	70 (67)	90 (89)	100(100)
	X 1000	112.5***	100(100)	100(100)	100(100)
Testigo			10	10	20

() : la mortalidad corregida

* : Thiacloprid 1 ppm + Beta-cyfluthrin 0.125 ppm

** : Thiacloprid 10 ppm + Beta-cyfluthrin 1.25 ppm

*** : Thiacloprid 100 ppm + Beta-cyfluthrin 12.5 ppm

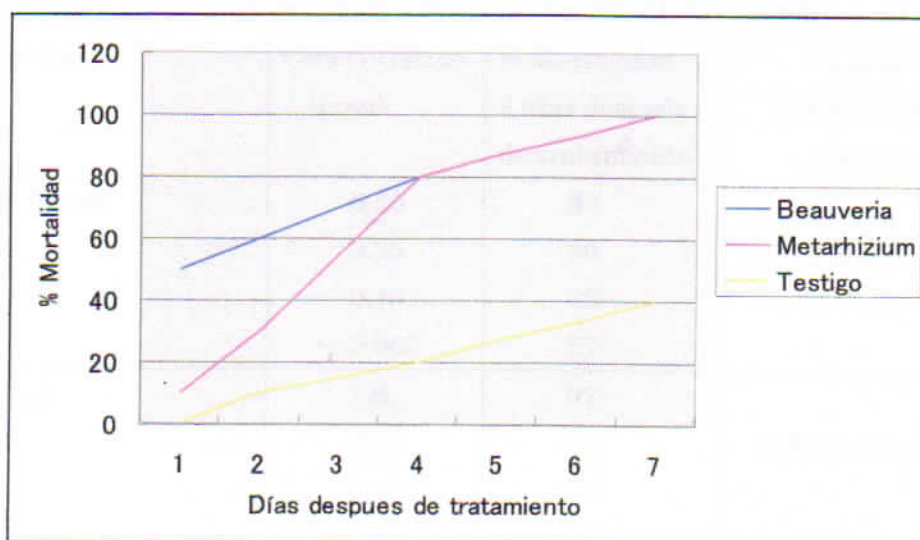


Figura 1 La eficacia de *Beauveria bassiana* (200 veces) y *Metarhizium anisopliae* (200 veces) sobre *Anthonomus eugenii*

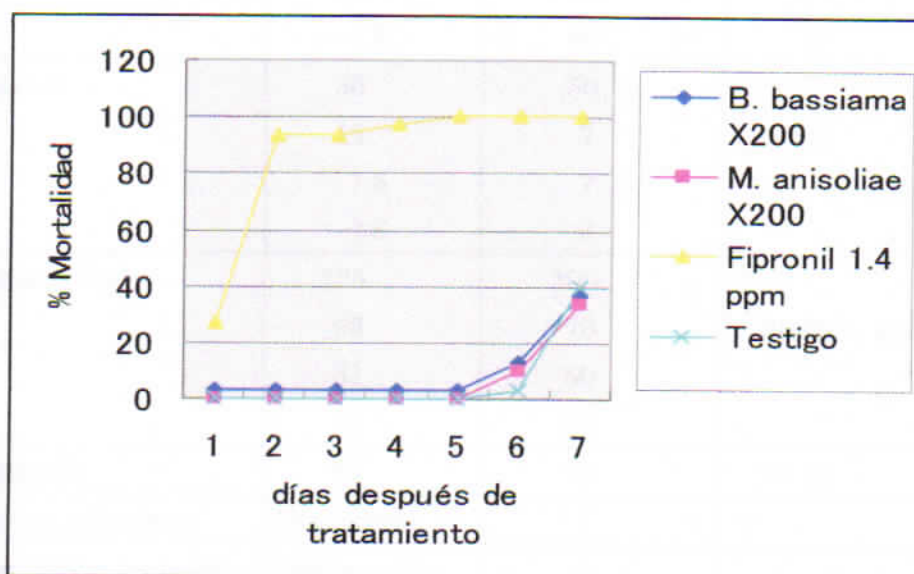


Figura 2 La eficacia de *Beauveria bassiana* (200 veces), *Metarhizium anisopliae* (200 veces) y fipronil sobre *Sitophilus zeamais*

Cuadro 4 La eficacia de los insecticidas sobre *Sitophilus zeamais*

Insecticida	Concentración (ppm)	% Mortalidad 3 días después de tratamiento	CL ₅₀ ppm () 95% límites fiduciales
Tiametoxam	0.50	93	0.10 (0.070 – 0.13)
	0.25	80	
	0.13	63	
	0.063	27	
Fipronil	1.6	97	0.58 (0.44 – 0.72)
	0.80	60	
	0.40	33	
	0.20	20	
Clorfenapir	60	90	11 (6.1 – 16)
	30	75	
	15	56	
	7.5	40	
Spinosad	30	50	÷ 30
	15	7	
	7.5	7	
	3.8	3	
Cipermetrina	125	100	38 (24 – 42)
	63	70	
	31	50	
	16	20	
Indoxacarb	30	18	>> 30
<i>Beauveria bassiana</i>	(200 veces)	7	
<i>Metarhizium anisopliae</i>	(200 veces)	0	
Testigo		0	

Cuadro 5 La eficacia de los insecticidas sobre *Aphis gossypii*

Insecticida	Dilución (veces)	Conc. (ppm)	1 día después de tratamiento			2 días
			No. de Vivos	No. de Muertes	% Mortalidad	No. de vivos
Fipronil	X 40000	20	0	305	100	0
	X 4000	200	0	236	100	0
Imidacloprid	X 10000	70	0	191	100	0
	X 1000	700	0	163	100	0
Tiametoxam	X 10000	25	12	64	84	0
	X 1000	250	0	130	100	0
Clorfenapir	X 10000	24	0	191	100	0
	X 1000	240	0	163	100	0
Indoxacarb	X 10000	30	168	85	34	>200
	X 1000	300	109	125	53	152
Spinosad	X 10000	12	59	29	33	69
	X 1000	120	13	52	80	4
Testigo			46	0	0	39

Cuadro 6 La eficacia de los insecticidas sobre las larvas
pequeñas de *Diaphania hyalinata*

Insecticida	Dilución (veces)	Conc. (ppm)	% Mortalidad			
			1 día	2 días	3 días	4 días
<i>Beauveria</i>	X 2000		10 (++)	20	50	60
<i>bassiana</i>	X 200		38 (+)	38	75	75
<i>Metarhizium</i>	X 2000		20 (+)	30	80	100
<i>anisopliae</i>	X 200		33 (+)	100	100	100
<i>Bacillus</i>	X 10000	6.4	10 (++)	10	30	90
<i>thuringiensis</i>	X 1000	64	0 (+)	20	50	90
Cipermetrina	X 10000	25	0 (++)	0	30	60
	X 1000	250	50 (-)	70	100	100
Fipronil	X 40000	20	100 (-)	100	100	100
	X 4000	200	100 (-)	100	100	100
Tiametoxam	X 10000	25	20 (+)	90	90	90
	X 1000	250	50 (-)	80	100	100
Clorfenapir	X 10000	24	100 (+)	100	100	100
	X 1000	240	100 (-)	100	100	100
Indoxacarb	X 10000	30	100 (-)	100	100	100
	X 1000	300	100 (-)	100	100	100
Teflubenzuron	X 10000	13.6	11 (++)	74	95	100
	X 1000	136	26 (+)	84	100	100
Spinosad	X 10000	12	90 (-)	100	100	100
	X 1000	120	100 (-)	100	100	100
Testigo			0 (++)	0	0	30

() : Daño de hoja - : no + : bajo ++ : medio

+++ : alta (igual al daño de testigo en las larvas de final instar)

Cuadro 7 La eficacia de los insecticidas sobre las larvas de final instar de *Diaphania hyalinata*

Insecticida	Dilución (veces)	Conc. (ppm)	% Mortalidad			
			1 día	2 días	3 días	4 días
<i>Beauveria</i>	X 2000		0 (++)	0	30	
<i>bassiana</i>	X 200		0 (++)	0	13	
<i>Metarhizium</i>	X 2000		0 (+++)	30	40	
<i>anisopliae</i>	X 200		50 (++)	100	100	
<i>Bacillus</i>	X 10000	6.4	10 (+++)	30	100	
<i>thuringiensis</i>	X 1000	64	0 (++)	40	80	
<i>Cipermetrina</i>	X 10000	25	0 (+++)	10	10	
	X 1000	250	20 (+)	30	50	
<i>Fipronil</i>	X 40000	20	100 (+)	100	100	
	X 4000	200	100 (-)	100	100	
<i>Triametoxam</i>	X 10000	25	10 (+)	60	70	
	X 1000	250	60 (+)	70	100	
<i>Clorfenapir</i>	X 10000	24	100 (+)	100	100	
	X 1000	240	100 (-)	100	100	
<i>Indoxacarb</i>	X 10000	30	100 (-)	100	100	
	X 1000	300	100 (-)	100	100	
Testigo			0 (+++)	0	0	70

() : Daño de hoja - : no + : bajo ++ : medio

+++ : alta (igual al daño de testigo en las larvas de final instar)

Cuadro 8 La eficacia de chlorpirifos, *Metarhizium anisopliae* y *Beauveria bassiana* sobre *Cyrtomenus bergi* por el remojo de yuca

Insecticida	Dilución (veces)	Conc. (ppm)	Introducción de los adultos en el día de tratamiento		Introducción de los adultos en 1 mes después de tratamiento	
			% Mortalidad		% Mortalidad	
			1 semana	2 semanas	1 semana	2 semanas
Clorpirifos	X 50	15000	100	100	90	100
<i>M. anisopliae</i>	X 200		0	10		
<i>B. bassiana</i>	X 200		0	0		
Testigo			0	0	10	10

Cuadro 9 La eficacia de *Metarhizium anisopliae* sobre *Cyrtomenus bergi* por el aplicación al suelo

Insecticida	Dilución (veces)	% Mortalidad		
		1 semana	2 semanas	3 semanas
<i>M. anisopliae</i>	X 200	0	0	40
Testigo		10	10	20

Cuadro 10 La eficacia de *Metarhizium anisopliae* y *Beauveria bassiana* sobre *Cyrtomenus bergi* por el método de remojo

Insecticida	Dilución (veces)	% Mortalidad (semanas después de tratamiento)				
		1	2	3	4	5
<i>M. anisopliae</i>	X 200	10	20	30	40	40
	X 50	10	10	10	10	10
<i>B. bassiana</i>	X 200	0	10	10	10	10
	X 50	20*	30*	40*	40*	40*
Testigo		0	10	20	30	30

* : infectado por *B. bassiana*

1. *Anthonomus eugenii*

Dos (2) insecticidas biológicos y 8 insecticidas químicos con modo de acción diferente se eligió para investigar las eficacias sobre los adultos de *Anthonomus eugenii*. La dosis alta en Cuadro 1 muestra la dosis recomendada en caso de aplicar 200 litros solución por una hectárea.

La mortalidad de ambos insecticidas biológicos (*Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*) sobre esta especie alcanzó a 100% en 200 veces dilución, sin embargo no tuvieron las eficacias en 2000 veces dilución. Las acciones de insecticidas biológicos fueron lentas (Cuadro 1, Figura 1). Se recomienda *B. bassiana* por una manera de manejo integrado de *A. eugenii* en Costa Rica (Gómez y col., 2007). Clarificamos que *M. anisopliae* también puede ser utilizado para controlar esta especie.

Fipronil (20 ppm), tiametoxam (25 ppm) y clorfenapir (48 ppm) mostraron la mortalidad de 100% a 1 día después de tratamiento (Cuadro 1). Es decir, las eficacias mortales de estos tres insecticidas fueron altas y las acciones fueron rápidas. Por eso el ensayo de estos tres insecticidas fue hecho en la dosis muy baja (Cuadro 2). Fipronil mostró la mortalidad de 100% en la concentración de 2 ppm. En conclusión, la eficacia de fipronil fue más alta que otros insecticidas. En Costa Rica, se recomienda fipronil realmente por el control de *A. eugenii* (Gómez y col., 2007). Indoxacarb (30 ppm),

spinosad (12 ppm) y Monarca (11.25 ppm) también mostró la mortalidad de 100%, sin embargo necesitó 3 o 4 días para matar todos individuos (Cuadros 1 y 3). Aunque diazinon mostró la mortalidad de 100% en 120 ppm en 4 días después de tratamiento, el efecto probablemente no es suficiente (Cuadro 1). Porque la presión de vapor de diazinon es alta, el vaso plástico puede se llenar de el vapor de este insecticida durante 4 días. Es decir, la eficacia de diazinon es estimado en mucho en este método de ensayo. La mortalidad de cipermetrina no alcanzó a 100 % en 250 ppm. Los piretroides tienen la acción repelente sobre los insectos, sin embargo la actividad mortal de piretroides sobre Coleoptera no es alta (Hirano, 1989).

Seleccionamos fipronil, tiametoxam, clorfenapir, indoxacarb, spinosad y Monarca (thiacloprid + beta-ciflutrina) como los candidatos para controlar *A. eugenii*. Queremos ensayar los insecticidas químicos seleccionados y insecticidas biológicos en el campo.

2. *Sitophilus zeamais*

Los valores de CL₅₀ de los insecticidas químicos sobre *Sitophilus zeamais* fueron las siguientes: tiametoxam 0.10 ppm, fipronil 0.58 ppm, clorfenapir 11 ppm, spinosad aproximadamente 30 ppm, cipermetrina 38 ppm y indoxacarb más 30 ppm, respectivamente (Cuadro 4). Es decir, tiametoxam y fipronil tuvieron eficacia alta sobre *S. zeamais* especialmente. Estos dos insecticidas se esperan que tenga la eficacia alta sobre las plagas de Curculionidae. Sin embargo la mortalidad de dos insecticidas biológicos, *B. bassiana* y *M. anisopliae* no mostró la diferencia significativa de testigo durante 7 días (Figura 2).

3. *Aphis gossypii*

Fipronil (20 ppm), imidacloprid (70 ppm) y clorfenapir (24 ppm) mostraron la mortalidad de 100% a 1 día después de tratamiento sobre *Aphis gossypii* (Cuadro 5). Tiametoxam (25 ppm) mostró la mortalidad de 100% a 2 días después de tratamiento. Es decir, la eficacia de estos 4 insecticidas fue alta sobre *A. gossypii*. Sin embargo, la mortalidad de indoxacarb y spinosad no alcanzó a 100% en la dosis recomendada.

Seleccionamos fipronil, imidacloprid, tiametoxam y clorfenapir como los candidatos de insecticidas para controlar *A. gossypii*.

4. *Diaphania hyalinata*

En caso de las larvas de final instar, todas hojas fueron comido en menos de tres días en el testigo y la mortalidad alcanzó a 70% en 4 días después de tratamiento. Por lo tanto, la observación terminó en 3 días después de tratamiento.

Entre insecticidas biológicos, *M. anisopliae* fue más efectivo sobre esta especie. *M. anisopliae* tuvo los efectos en 200 veces dilución sobre las larvas de final instar y este hongo tuvo la eficacia sobre las larvas pequeñas aun en 2000 veces dilución. *B. thuringiensis* (BT) también mostró la eficacia, sin embargo la eficacia de *B. thuringiensis* fue más baja que *M. anisopliae* (Cuadros 6 y 7). Es informado que se recomiendan BT y *Steinernema carpocaseae* para controlar *D. hyalinata* (Shanning y Capinera, 1995) y el extracto de nim también es efectivo sobre esta especie (Díaz y col., 2005). Es clarificado por este experimento que *M. anisopliae* también puede ser utilizado para controlar *D. hyalinata* además de estos materiales biológicos.

Fipronil (40 ppm), clorfenapir (48 ppm), indoxacarb (30 ppm) y spinosad (12 ppm) mostraron la mortalidad de 100% en menos de 2 días después de tratamiento. Estos 4 insecticidas tuvieron las eficacias altas y las acciones fueron rápidas. Tiametoxam (25 ppm) también mostró la mortalidad de 100%, sin embargo necesitó 3 días para matar todos individuos. Cipermetrina (250 ppm) no mostró la mortalidad alta sobre las larvas de final instar, sin embargo el daño de la hoja fue bajo. Generalmente los piretroides tienen la acción repelente sobre los insectos (Hirano, 1989). Suponemos que cipermetrina también tiene la acción repelente sobre *D. hyalinata*. La mortalidad de teflubenzuron (13.57 ppm) alcanzó a 100% sobre las larvas jóvenes. No hicimos el ensayo sobre las larvas de final instar, porque teflubenzuron es el regulador de crecimiento de insecto (RCI) con la actividad para inhibir la biosíntesis de la quitina. Consideramos que un RCI no tiene efecto sobre las larvas de final instar.

Es informado que *D. hyalinata* es sensible a los insecticidas generales y fácil de control por los insecticidas (Capinera, 2001). Queremos utilizar los insecticidas con las eficacias altas y *M. anisopliae* cuando *D. hyalinata* ocurrirá en el campo de cucurbitáceas.

5. *Cyrtomenus bergi*

El remojo de yuca en el diluyente de clorpirifos (15000 ppm) mostró la mortalidad de 100% sobre los adultos de *Cyrtomenus bergi* en 1 semana después de liberación. La liberación en 1 mes después de tratamiento también mostró la mortalidad de 100% en 2 semanas luego (Cuadro 8). Es decir, clorpirifos tuvo la eficacia sobre *C. bergi* y la actividad residual fue más 1 mes. Clorpirifos puede ser efectivo sobre esta especie, sin embargo no se recomienda el uso de insecticidas químicos en el campo por la destrucción de los enemigos naturales y el deterioro ambiental (Herrera y col., 2001). Por lo tanto el remojo del plantón de yuca en el diluyente de clorpirifos en la época de trasplantación es recomendado para controlar *C. bergi*.

M. anisopliae no mostró la mortalidad significativa por los tres métodos (Cuadros 8, 9 y

Sin embargo, Bellotti y col. (2001) informaron que tres cepas de *M. anisopliae* muestran la eficacia alta sobre esta especie. Por lo tanto tenemos que reexaminar el efecto de *M. anisopliae* para uso de otros métodos. *B. bassiana* no mostró la eficacia sobre *C. bergi* por el remojo de yuca (Cuadro 8), sin embargo esta especie fue infectado por *B. bassiana* (50 veces diluyente) por el método de remojo de insecto (Cuadro 10). En consecuencia esperamos que *B. bassiana* tenga la actividad sobre *C. bergi*.

CONCLUSIONES

Fipronil, tiametoxam, clorfenapir, indoxacarb, spinosad y Monarca (thiacloprid + beta-ciflutrina) mostraron la eficacia alta sobre los adultos de *Anthonomus eugenii*, y la eficacia de fipronil fue más alta que otros insecticidas. *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* tuvieron la eficacia sobre *A. eugenii*.

Los valores de CL₅₀ de los insecticidas sobre *Sitophilus zeamais* fueron las siguientes: tiametoxam 0.10 ppm, fipronil 0.58 ppm, clorfenapir 11 ppm, spinosad aproximadamente 30 ppm, cipermetrina 38 ppm y indoxacarb >>30 ppm, respectivamente. Dos insecticidas biológicos no mostraron la eficacia sobre esta especie.

Entre los insecticidas evaluados, fipronil, imidacloprid, clorfenapir y tiametoxam mostraron 100% de mortalidad en la dosis recomendada sobre *Aphis gossypii*. Sin embargo, indoxacarb y spinosad no presentaron la eficacia practicable sobre esta especie.

Entre tres insecticidas biológicos, *Metarhizium anisopliae* fue más efectivo sobre *Diaphania hyalinata*. Entre los insecticidas químicos evaluados sobre esta especie, fipronil, clorfenapir, indoxacarb y spinosad mostraron la eficacia alta. Teflubenzuron tuvo la eficacia de las larvas jóvenes y cipermetrina tuvo acción repelente.

Clorpirifos mostró la eficacia sobre *Cyrtomenus bergi* y tuvo acción residual durante más 1 mes por el método de remojo de hospedero. *M. anisopliae* no mostró la mortalidad significativa en los métodos, y esta especie fue infectada por *B. bassiana*.

RECOMENDACIONES

Se recomienda el uso de fipronil, tiametoxam, clorfenapir, indoxacarb, spinosad y Monarca (thiacloprid + beta-ciflutrina) para controlar *Anthonomus eugenii*. Podemos utilizar *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* en 200 veces dilución como una manera de manejo integrado de plagas. Para controlar *Aphis gossypii*, se recomienda el uso de fipronil, imidacloprid, clorfenapir y tiametoxam. Se recomienda el uso de fipronil, clorfenapir, indoxacarb y spinosad para controlar *Diaphania hyalinata*. Podemos utilizar *M. anisopliae* en 200 veces dilución como una manera de manejo integrado de

plagas sobre esta especie. Para controlar *Cyrtomenus bergi* se recomienda el remojo de yuca en el diluyente de clorpirifos en la época de trasplante.

BIBLIOGRAFÍA

- Bellotti, A. A. and Korytkowski, C. A. 2003. Análisis demográfico de las poblaciones de *Diaphania hyalinata* (Linnaeus, 1767) y *D. nitidalis* (Cramer, 1781) (Lepidoptera : Pyralidae) asociadas a cucurbitáceas cultivadas y silvestres en la Península de Azuero (2003-2004). Scientia, (Panamá), 18 (1) 51-73.
- Bellotti, A. C., Smith, L. and Lapointe, S. 1999. Recent advances in cassava pest management. Annu. Rev. Entomol. 44 : 343-370.
- Bellotti, A. C., Herrera, C. J. and Hernández, G. L. I. 2001. Establecimiento de modelos de producción industrial de biocontroladores para el control de plagas más limitantes en el cultivo de yuca. Inf. Final de resultados fase I. CIAT Biocaribe MADR. in press.
- Berdeque, M., Harris, M. K., Riley, D. W. and Villalon, B. 1994. Host plant resistance on pepper to the pepper weevil, *Anthonomus eugenii* Cano. Southwestern Entomologist. 19 : 265-271.
- Capinera, J. L. 2000. Distribution – Life cycle and description – host plant – damage – natural enemies – management (*Diaphania nitidalis*). University of Florida. <http://creature.ifas.ufl.edu/veg/pickleworm.htm>.
- Capinera, J. L. 2001. Handbook of vegetable pests. Academic press, San Diego, 729.
- CIAT 1980. Annual Report Cassava Program, 1980. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical.
- Díaz, L., Teresa, M., Ortiz, E. and Jusus 2005. Los bioinsecticidas de nim en el control de plagas de insectos en cultivos económicos. Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias, 37, (2), 41-49.
- García, C. A. and Bellotti, A. C. 1980. Estudio preliminary de la biología y morfología de *Cyrtomenus bergi* F., Nueva plaga de la yuca. Revista Colombiana de

Entomología. 6 (3-4), 55-61.

Gómez, B. Y., Ramirez, J. V., Sandoval, B. and Bolaños, A., 2007. Alternativas biológicas y orgánicas en el control de *Anthonomus eugenii* en chile picante. Revista Manajo Integrado de Plagas (Internet).

Hama, H. 2001. Nouyaku no teikousei mondai 1. sacchuzai (Resistance of pesticide 1. Insecticide) Noyakugaku-Jiten 154-166. Asakurashoten. (en japonés)

Herrera, C. J., Caicedo, A. M. and Belloti, A. C. 2001. Avances en el Manejo Integrado de *Cyrtomenus bergi* Froeschner (Hemiptera: Cydnidae), Chinceh de la Viruela, en el Cultivo de Yuca (*Manihot esculenta* Crantz.). Unidad de Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades Proyecto Yuca. CIAT, Cali, Colombia, 2001.

Hirano, M. 1989. Characteristics of pyrethroids for insect control in agriculture. Pestic. Sci. 27, 353-360.

Minks, A. K. and Harrewijn, P. 1987. Aphids: Their biology, natural enemies and Control. Vols. A, B, C, Elsevier, Amsterdam.

Patrock, R. J. and Schuster, D.J. 1992. Feeding, oviposition and development of the pepper weevil (Coleoptera : Curculionidae) adults. Environmental Entomology, 21 1013-1021.

Rils, L. 1997. Behaviour and Population Growth of the Burrowere Bug, *Cyrtomenus bergi* Froeschner: Effects of Host Plants and Abiotic Factors. Department of Ecology and Molecular Biology Royal Veterinary and Agricultural University, Copenhagen, Denmark.

Shanning, H. K. and Capinera, J. L. 1995. Evaluation of entomopathogenic nematode species for the control of melonworm (Lepidoptera : Pyralidae). Environmental Entomology, 24, 143-148.

¹ Ph.D. Agr. Protección Vegetal, IDIAP Divisa, JICA

² Ing. Msc. Agr. Protección Vegetal, IDIAP Divisa