

# Manejo

ISSN 1016-0469

# Integrado de Plagas

JUNIO - SETIEMBRE, 1991

No. 20-21



Reduviidae (*Castolus sp.*) depredando *Diabrotica porracea*

(Foto: Dr. Joseph L. Saunders).



Turrialba, Costa Rica

**CATIE - CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA**  
**Dr. Rodrigo Tarté, Director General**

**PROGRAMA I. MEJORAMIENTO DE CULTIVOS TROPICALES**  
**Dr. Víctor Villalobos, Director del Programa**

**PROYECTO REGIONAL MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS**  
**Dr. Joseph L. Saunders, Líder del Proyecto**

Consultas relacionadas con el Area de Fitoprotección del CATIE, así como sus aportes, sugerencias y material a ser difundido a través de sus mecanismos de transferencia, pueden hacerse llegar a las siguientes direcciones:

**MIP/CATIE**

**7170 Turrialba, Costa Rica**  
**Teléfono: (506) 56-64-55; 56-16-32**  
**Telex: 8005 CATIE C.R.**  
**Fax: (506) 56-06-06; 56-15-33**

Dr. Elkin Bustamante  
Fitopatólogo  
Dr. Nahúm Marbán  
Nematólogo  
Dr. Ramiro de la Cruz  
Especialista en Malezas  
M.Sc. Philip Shannon  
Entomólogo  
Dr. Mario Pareja  
Coordinador de  
Proyección Externa  
Dr. Tomás Zoebisch  
Especialista en Control  
Biológico  
Dr. Octavio Ramírez  
Economista  
Dr. Luko Hilje  
Entomólogo  
Dr. Bernal Valverde  
Especialista en Plaguicidas

**Procesamiento y Transfe-**  
**rencia de Información**

M.Sc. Orlando Arboleda  
Especialista en Información

Lic. Laura Rodríguez  
Asistente de Documentación

Bach. Patricia Ramírez  
Especialista en Comunicación

Dr. Víctor Salguero  
Proyecto MIP/CATIE  
Apartado 76-A  
Guatemala, **Guatemala**  
Teléfono: 34-77-90 ó 37-23-58  
Fax: 340511

Dr. Charles Staver, Coordinador  
Dr. David Monterroso, Fitopatólogo  
MSc. Jorge Siman, Economista Agrícola  
Proyecto RENARM/MIP. Apartado No. P-116  
**Managua, Nicaragua**  
Teléfono: 51443 ó 51757

Dr. Keith L. Andrews, Líder  
Proyecto RENARM/Protección Vegetal  
Escuela Agrícola Panamericana  
El Zamorano. Apartado Postal 93  
Tegucigalpa, **Honduras**  
Teléfono: 33-31-73 (Zamorano);  
32-43-17 (Tegucigalpa)  
Telex: 1567 EAP-ZAM MO  
Fax: (504)328543

## PRESENTACION

El **I Congreso Costarricense de Entomología** tuvo lugar en la Universidad Nacional, ciudad de Heredia, del 22-24 de noviembre de 1990. Este evento fue auspiciado por la Universidad de Costa Rica y la Universidad Nacional.

Participaron 79 representantes de 12 instituciones nacionales y extranjeras los cuales presentaron trabajos en tópicos como manejo integrado de plagas, ecología, taxonomía y comportamiento. Del total de los 38 trabajos presentados al Congreso, un 67% correspondió al área de control de plagas.

La Asociación de Entomólogos de Costa Rica (ASENCO) se complace en agradecer al CATIE y su Área de Fitoprotección, por poner a disposición de los auspiciadores del Congreso, la Revista "Manejo Integrado de Plagas" como instrumento para difundir los trabajos presentados, sobre temas de fitoprotección. Consideramos que de esta manera se contribuye a dar amplio acceso a un selecto número de estudios realizados principalmente por autores costarricenses que trabajan en diferentes áreas de entomología y fitoprotección.

Estamos seguros que este valioso apoyo del CATIE a los esfuerzos nacionales, estimulará la comunicación y el intercambio de experiencias sobre los resultados y avances de la investigación entomológica en Costa Rica y el resto de Centroamérica.

COMITE EDITORIAL DEL  
I CONGRESO COSTARRICENSE DE ENTOMOLOGIA:  
MSc. R. Daniel Briceño, MSc. Francisco Badilla

ASOCIACION DE ENTOMOLOGOS DE COSTA RICA  
San José, Costa Rica  
1991

## INTRODUCCION EDITORIAL

Una de las políticas de la Revista "Manejo Integrado de Plagas" es la de servir como instrumento de difusión y foro de discusión sobre temas de interés para la región en el área de fitoprotección. Por tal motivo, fue posible facilitar a la Asociación de Entomólogos de Costa Rica, la publicación de un selecto número de los trabajos presentados al **I Congreso Costarricense de Entomología**.

Se incluyen 14 artículos completos y resúmenes de 5 ponencias para un total de 19 trabajos sobre fitoprotección presentados en el Congreso. Los 14 artículos seleccionados son versiones actualizadas por los autores quienes además consideraron los comentarios y sugerencias de los diferentes expertos que participaron en el proceso de revisión y en la labor editorial.

Es placentero presentar en esta ocasión los resultados de la experimentación e investigación, de interés para la región centroamericana, realizados por 24 especialistas en entomología y disciplinas afines.

**Reconocimiento.** Se hace una mención muy especial a todos los expertos que se unieron al grupo de autores para producir este número doble de la Revista, mediante su valiosa colaboración en la labor de selección, lectura, revisión y comentarios sobre cada uno de los trabajos. Todo este esfuerzo fue complementado con el trabajo de supervisión y aprobación desarrollado por el Comité Editorial del CATIE.

### COORDINACION Y EDICION DE LA REVISTA:

Orlando Arboleda-Sepúlveda, MSc.



## COMITE EDITORIAL DEL CATIE:

### **PRESIDENTE:**

Gustavo **Morales**, PhD.

### **SECRETARIO:**

Emilio **Hidalgo**, Ed.

### **MIEMBROS ACTIVOS:**

José **Arze**, MSc.  
Sergio **Castillo**, PhD.  
Laura **Coto**, Bibl.  
Vincent **Escalant**, PhD.  
José **Galindo**, PhD.  
Ian **Hutchinson**, BSc.  
Magaly **Jurado**, Lic.  
Gilda **Piaggio**, PhD.  
Carlos **Rivas**, MSc.  
Rodolfo **Salazar**, PhD.

---

## GRUPO ASESOR DE REVISION:

### **CATIE**

Helga **Blanco**, MSc.  
Manuel **Carballo**, MSc.  
Luko **Hilje**, PhD.  
Nahum **Marbán**, PhD.  
Roger **Meneses**, MSc.  
Enrique **Rojas**, MSc.  
Rodolfo **Salazar**, PhD.  
Bernal **Valverde**, PhD.  
William **Vásquez**, MSc.  
Tomás **Zoebisch**, PhD.

### **DIECA**

Francisco **Badilla**, MSc.

### **ITCR**

Marcela **Arguedas**, MSc.

### **MAG**

Juan **Hernández**, Ing. Agr.  
Carlos Luis **Rodríguez**, MSc.

### **UCR**

Daniel **Briceño**, MSc.  
Gilbert **Fuentes**, MSc.  
Paul **Hanson**, PhD.  
Humberto J. **Lezama**, Ing. Agr.  
William **Ramírez**, PhD.

## I CONGRESO COSTARRICENSE DE ENTOMOLOGIA

### CONTENIDO

#### LEVANTAMIENTO E IDENTIFICACION DE ENEMIGOS NATURALES

Entomofauna perjudicial, enemigos naturales y malezas útiles en palma aceitera (*Elaeis guineensis*) J. en América Central . . . . . 1-7  
**Ramón G. Mexzón, Carlos M. Chinchilla, Cía Palma Tica, San José, Costa Rica**

Los parásitos asociados al café en Costa Rica . . . . . 8-10  
**Paul Hanson, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica**

Determinación de algunas especies de hongos entomopatógenos de Costa Rica . . . . . 11-17  
**Sonia Ramírez, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica**

#### DIAGNOSTICO

El "Status" actual de las plagas forestales en Costa Rica . . . . . 18-22  
**Luko Hille, Luis Quirós, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica**  
**Félix Scorza, MIRENEM, San José, Costa Rica**

#### ASPECTOS BIOLÓGICOS

Observaciones sobre la biología de *Scolytodes alni* Wood (Coleoptera: Scolytidae) descortezador del jaulí *Alnus acuminata* . . . . . 23-25  
**Marcela Arguedas, ITCR, Cartago, Costa Rica**  
**Félix Scorza, MIRENEM, San José, Costa Rica**

#### CONTROL BIOLÓGICO

Uso de *Bacillus thuringiensis* en el control de plagas agrícolas . . . . . 26-33  
**Gilbert Fuentes, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica**

Control del picudo de la caña de azúcar *Sphenophorus levis* Vaurie (Col.: Curculionidae) con *Beauveria bassiana* y *Beauveria brongniartii* en condiciones de laboratorio y campo . . . . . 34-38  
**Francisco Badilla, DIECA, San José, Costa Rica**  
**Sergio B. Alves, ESALQ/USP, Sao Paulo, Brasil**

Control biológico del taladrador de la caña de azúcar *Diatraea* spp. (Lepidoptera: Pyralidae) en Costa Rica . . . . . 39-44  
**Francisco Badilla, Ana Iris Solís, Daniel Alfaro, DIECA, San José, Costa Rica**

Efecto de la altura de las trampas con feromona, en la captura de *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae) . . . . . 45-46  
**Nidia Mora, MAG, Alajuela, Costa Rica**  
**Carlos L. Rodríguez, Carlos S. Lépez, MAG, San José, Costa Rica**

Efecto de la distancia entre trampas, sobre la captura de las palomillas de la papa (Lepidoptera: Gelechiidae) . . . . . 47-48  
**Carlos L. Rodríguez, Carlos S. Lépez, MAG, San José, Costa Rica**  
**Daniilo Pérez, MAG, Cartago, Costa Rica**

#### CONTROL CULTURAL

Influencia de las malezas sobre los insectos controladores naturales de *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard), (Diptera: Agromyzidae) . . . . . 49-54  
**Eduardo Hidalgo, Universidad de Costa Rica, Turrialba, Costa Rica**  
**Manuel Carballo, MIP/CATIE, Turrialba, Costa Rica**

Evaluación de pegamentos en la captura de *Liriomyza huidobrensis* Blanchard (Diptera: Agromyzidae) . . . . . 55-56  
**Carlos L. Rodríguez, Carlos S. Lépez, MAG, San José, Costa Rica**  
**Daniilo Pérez, MAG, Cartago, Costa Rica**

#### CONTROL QUÍMICO

Evaluación de cuatro insecticidas para el control de la mosca del chile *Neosilba* spp. (Diptera: Lonchaeidae), bajo dos sistemas de manejo en tres variedades de caña de azúcar (*Saccharum* spp.) en la zona alta de San Carlos, Costa Rica . . . . . 57-60  
**Alexis Sánchez, Universidad de Costa Rica, Turrialba, Costa Rica**  
**Helga Blanco, Gustavo Calvo, Philip Shannon, MIP/CATIE, Turrialba, Costa Rica**

#### EVALUACION DE DAÑO

Pérdidas de azúcar a nivel de fábrica, causadas por *Diatraea labernella* en tres variedades de caña de azúcar (*Saccharum* spp.) en la zona alta de San Carlos, Costa Rica . . . . . 61-64  
**Luis Alonso Valverde, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica**  
**Francisco Badilla, DIECA, San José, Costa Rica**  
**Gilbert Fuentes, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica**

#### RESUMENES

Dosis letal de radiación gamma en huevos y larvas de la mosca del mediterráneo (*Ceratitis capitata* Wied) . . . . . 65  
**Bernal Burgos, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica**

Proyecto manejo integrado de las moscas de las frutas en Costa Rica . . . 65  
**Hernán Camacho, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica**

Evaluación de dos insecticidas para el combate de *Prostephanus truncatus* Horn (Coleoptera: Bostrichidae) en Costa Rica . . . . . 66  
**Jorge Elizondo, Giovanni Rojas, ITCR, San Carlos, Costa Rica**

Elementos para el manejo integrado de *Anastrepha obliqua*, (Diptera: Tephritidae) asociada con el cultivo del mango en Costa Rica . . . . . 66  
**Luis Fernando Jirón, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica**

Anotaciones de historia natural de algunos silidos (Homoptera: Psyllidae) formadores de agallas en los chapernos . . . . . 66  
**Alberto Hámmer Salazar, Universidad de Costa Rica, Grecia, Costa Rica**



Turrialba, Costa Rica

## ENTOMOFAUNA PERJUDICIAL, ENEMIGOS NATURALES Y MALEZAS UTILES EN PALMA ACEITERA (*Elaeis guineensis*) J. EN AMERICA CENTRAL\*

Ramón G. Mexzón\*\*  
Carlos M. Chinchilla\*\*

### ABSTRACT

Oil palm plantations in Costa Rica, Honduras and Panama were visited. Three defoliators were economically important: *Opsiphanes cassina*, *Sibine megasomoides* and *Stenoma cecropia*. *Rhynchophorus palmarum* transmits the red ring nematode. *Strategus aloeus* damage young plantings. Larvae and adults of *Caliptocephala marginipennis* (Chrysomelidae) feed on leaves and together with *Acysta interrupta* (Tingidae) are main vectors of the *Pestalotiopsis* disease in Honduras. In Panama, the defoliator *Peleopoda* sp. (Lepidoptera) is associated with *Pestalotiopsis* attack. Several Pentatomidae were observed feeding on larvae, pupae and adults of *sibine* sp., *Talima* sp., *O. cassina*, *Automeris* sp. and *S. cecropia*. Several species of Araneidae and Salticidae are also important predators. Flocks of birds (*Psarocolices monctezuma* and *Quiasculus mexicanus*) feed on *O. cassina* larvae and adults. Microhymenoptera (*Conura* spp. and *Brachymeria* spp.: Chalcididae) were obtained from pupae of *O. cassina*, *Sibine* spp., and *Brassolis* sp. *Conura maculata* was common on *O. cassina* in Costa Rica. *Casinaria* sp. (Ichneumonidae), an important parasitoid of several Limacodidae, showed a high level of hyperparasitism by *Conura biannulata*. *Apanteles* spp. were common on larvae of *O. cassina*, *Sibine* sp., *S. megasomoides*, *S. fusca* and *Euprosterina* sp. Some Tachinidae were obtained from pupae of *O. cassina*, *S. megasomoides* and *Automeris* sp. Larvae of *S. cecropia* and *Peleopoda* sp. were heavily attacked by a microhymenopterous wasp (Eulophidae) in Costa Rica. *Telenomus* sp. (Scelionidae) is an important egg parasite of *O. cassina*, *Automeris* sp. and some other Lepidoptera. During some attacks, large numbers of larvae of *O. cassina* and *Sibine* spp. showed symptoms of a virus-like infection. Several fungi attacked pupae and larvae of *O. cassina*, *S. megasomoides* and *S. cecropia*. Entomophagous insects feed and breed on several weeds. Many species of Chalcididae showed preference towards plants with extra floral glands: *Byttneria aculeata*, *Solanum americanum*, *S. jamaicense*, and *Scleria melaleuca*. Flowers of *Melanthera aspera*, *Baltimora recta* and *Amaranthus spinosus* also attracted many of these species. *Apanteles* spp. were abundant on *B. aculeata*, *Iusticia comata*, *Ageratum conyzoides* and *Geophila repens*. *Casinaria* spp. and other Ichneumonidae were attracted to *Chamaesyce gossypifolia* and *Cissus sycioides*. Flies (Tachinidae) showed preference towards *Chamaesyce hirta* and *C. sycioides*.

### RESUMEN

Se realizó un inventario de especies de artrópodos perjudiciales a la palma aceitera, en Costa Rica, Honduras y Panamá. Se identificaron tres defoliadores de importancia económica: *Opsiphanes cassina*, *Sibine megasomoides* y *Stenoma cecropia*. El escarabajo, *Rhynchophorus palmarum* transmite el nematodo del anillo rojo. En Honduras, *Strategus aloeus* daña siembras nuevas; larvas y adultos de *Caliptocephala marginipennis* raspan el follaje y con el chupador de savia *Acysta interrupta* son vectores del hongo *Pestalotiopsis* sp. En Panamá, el defoliador *Peleopoda* sp. se asocia con ataques de *Pestalotiopsis* sp. Varios chinches pentatómidos se observaron alimentándose de larvas, pupas y adultos de *Sibine* sp., *Talima* sp., *O. cassina*, *Automeris* sp. y *S. cecropia*, así como otros depredadores en varias especies de Araneidae y Salticidae. Pájaros como oropéndolas *Psarocolices monctezuma* y zanates *Quiasculus mexicanus* se observaron alimentándose de larvas y adultos de *O. cassina*. Avispas parasitoides *Conura* spp., *Brachymeria* spp. se obtuvieron de pupas de *O. cassina*, *Sibine* spp. y *Brassolis* sp. *Conura maculata* fue común en *O. cassina* en Costa Rica. *Casinaria* sp. (Ichneumonidae) un parasitoides de Limacodidae, mostró alto nivel de hiperparasitismo por *Conura biannulata*. *Apanteles* spp. fueron comunes en larvas de *O. cassina*, *Sibine* sp., *S. megasomoides*, *S. fusca* y *Euprosterina* sp. Algunos se obtuvieron de pupas de *O. cassina*, *S. megasomoides* y *Automeris* sp. Las larvas de *S. cecropia* y *Peleopoda* sp. fueron principalmente atacadas por una avispa Eulophinae en Costa Rica. El sceliónido, *Telenomus* sp. fue importante parásito de huevos de *O. cassina*, *Automeris* sp. y de otros lepidópteros. Durante incrementos de poblaciones de lepidópteros, gran cantidad de larvas de *O. cassina* y de *Sibine* spp. mostraron síntomas de una infección como la causada por un virus. Varios hongos crecieron en pupas y larvas de *O. cassina*, *S. megasomoides* y *S. cecropia*. Se observaron insectos entomófagos alimentándose y reproduciéndose en malezas. Especies de avispas Chalcididae mostraron preferencia por plantas con glándulas extraflorales como *Byttneria aculeata*, *Solanum americanum*, *S. jamaicense* y los aguquenos de *Scleria melaleuca*. Las flores de *Melanthera aspera*, *Baltimora recta* y *Amaranthus spinosus* fueron atractivas para muchas de estas especies. Avispas *apanteles* spp. fueron abundantes en *B. aculeata*, *Iusticia comata*, *Ageratum conyzoides* y *Geophila repens*. Especies de *Casinaria* y otros ichneumonídeos se alimentaban en las flores de *Chamaesyce gossypifolia* y *Cissus sycioides*. Las moscas tachínidas mostraron preferencia por *Chamaesyce hirta* y a *C. sycioides*.

### INTRODUCCION

El manejo moderno de especies perjudiciales a los cultivos se basa en el conocimiento de las plagas primarias y potenciales y de sus enemigos naturales. Este conocimiento es básico para mejorar el manejo de las plagas, sin afectar el medio ambiente.

Una plantación comercial de palma aceitera es un agroecosistema complejo con dos subsistemas básicos en interacción: la palma aceitera y la cobertura vegetal del piso de la plantación. Muchos artrópodos viven en la

cobertura; algunos son presa de depredadores y otros de parasitoides que comparten este ambiente. Varias plantas actúan como puente generacional para algunos parasitoides cuando sus hospederos no están disponibles. En muchos casos se establece un equilibrio que previene el surgimiento de plagas (Syed 1976; McKenzie 1976; Genty 1984; Mexzón y Chinchilla 1990).

Este trabajo incluye los resultados de un reconocimiento realizado en varias plantaciones de palma aceitera en Costa Rica, Honduras y Panamá. Se anotan los artrópodos perjudiciales a la palma y sus enemigos naturales. Se realizó un muestreo de la cobertura vegetal en busca de depredadores parasitoides.

\*I Congreso Nacional de Entomología. 22-24 noviembre, 1990. Heredia, Costa Rica.

\*\*Cia. Palma Tica, Programa de Investigaciones en Palma Aceitera, Apartado 30, San José 1000, Costa Rica.

## METODOLOGIA

El estudio se realizó durante las estaciones seca y lluviosa de 1990, en Costa Rica (Pacífico Central: Quepos y Pacífico Sur: Coto), Honduras (Atlántico Norte: Atlántida) y Panamá (Chiriquí). Se muestrearon palmas de tres edades: jóvenes, 1-3 años; adultas, 5-9 años y viejas, mayores de 10 años. Las hojas en posiciones 17, 25 y 33 se cortaron en palmas adultas y viejas (1 planta/5 ha). Las palmas jóvenes se examinaron en el follaje, en el tallo y en la base del tallo (1 planta/2 ha).

Los insectos parasitados se llevaron al laboratorio para obtener los parásitos asociados. Se recolectaron los depredadores cuando estaban asociados con sus presas y los insectos entomófagos se obtuvieron de la cobertura vegetal asociados con sus plantas. Algunos de los especímenes se identificaron en el Museo de Insectos de la Universidad de Costa Rica, y otros se enviaron para su identificación taxonómica, al Museo Británico, al INRA/CIRAD en Francia y a la Universidad de Michigan, Estados Unidos.

## RESULTADOS Y DISCUSION

**Artrópodos perjudiciales.** Se encontró un total de 41 especies de artrópodos: 23 defoliadores, 3 taladradores de tallo, 8 raspadores de follaje, 6 chupadores y un minador de raíces (Cuadro 1).

En las plantas jóvenes, los daños por *Atta cephalotes* son comunes en todas las áreas y en Honduras el taladrador *Strategus aloeus* causa severos daños.

En palmas adultas, *Caliopterocephala marginipennis*, *Acysta interrupta*, *Peleopoda* sp. y *Stenoma cecropia* fueron los principales vectores del hongo *Pestalotiopsis* sp., el cual deseca el follaje. Tres especies de defoliadores fueron muy importantes: *Opsiphanes cassina*, *Sibine megasomoides* y *Stenoma cecropia*, los cuales defoliaron extensiones de 2000, 160 y 287 ha respectivamente, en Honduras y Costa Rica.

El escarabajo *Rhynchophorus palmarum* es la plaga más importante en América Central, porque transmite a las palmas el nematodo causante de la enfermedad del anillo rojo, la cual genera pérdidas fuertes en plantaciones adultas, comúnmente entre 0.1 y 5.0%. *R. palmarum* es atraído a palmas jóvenes con pudriciones en la región del cogollo, y a toda clase de palmas con algún daño físico (por descargas eléctricas, herramientas, ataque de ratas, etc.). Otro taladrador del tallo, *Rhinostomus barbirostris* es muy común en palmas viejas con algún tipo de estrés o envenenadas con herbicidas. Aunque se encuentra a menudo en palmas con síntomas de anillo rojo, no se ha demostrado su papel como vector del nematodo *Rhadinaphelenchus cocophilus* (Chinchilla 1988).

El ácaro *Retracrus elaeis* se encontró en el Pacífico Central de Costa Rica, con poblaciones altas y poco fluctuantes, a través de todo el año.

El minador *Sagalassa valida* se observó en Quepos, Costa Rica, en bajas poblaciones, y aparentemente sin importancia económica. Sin embargo, en un experimento de resiembra asociada a la plantación vieja "interplanting" se detectaron daños severos de raíces en palmas de menos de un año. Este minador podría interferir en el éxito de este sistema de siembra, que pretende reducir el período no productivo asociado a la renovación de palmares viejos.

**Depredadores.** Varias especies de chinches (Pentatomidae) depredan algunos Lepidoptera. Se observaron los chinches *Podisus* sp., *Proxys* sp. y *Alcaeorrhynchus* pos. *grandis*, alimentándose de larvas de *O. cassina* en Quepos, Costa Rica y en Honduras. *Mormidea ypsilon* se encontró con larvas de *O. cassina*, *S. megasomoides*, *Talima* sp., *Sibine fusca* y adultos de *S. cecropia* (Cuadro 2).

Las arañas *Gasteracantha cancriformis*, *Mangora* sp., *Leucage mariana*, *Plesioneta argyra*, una Clubionidae y dos Salticidae fueron muy comunes en las plantaciones depredando larvas de Lepidoptera. Algunos pájaros, en especial *Quiasculus mexicanus* (zanate) y *Psaracolices monctezuma* (oropéndola) consumían grandes cantidades de larvas y adultos de *O. cassina* en Honduras y Quepos. Es posible que algunas ranas (*Hyla* sp. y *Dendrobates* sp.) y pequeñas lagartijas en el follaje de las palmas, sean útiles en la regulación de la población de algunos insectos.

**Parasitoides.** Las avispas parasitoides de varias familias de Chalcidoidea, un braconídeo y un ichneumónido fueron obtenidos de Lepidoptera e Ichneumonidae. *Conura* spp. y *Brachymeria* spp. se obtuvieron en pupas de *Brassolis* sp., *S. megasomoides* y *O. cassina*. *Conura maculata* emergió en grupos de 12-16 individuos por pupa de *O. cassina*. Otros *Conura* y *Brachymeria* hiperparasitan *Casinaría* sp. en Costa Rica y Honduras. *C. biannulata* fue identificado como parásito de *Casinaría* sp., parasitoides muy importante de muchos Limacodidae y algunos Megalopygidae (Cuadro 2).

Se encontraron *Apanteles* spp. en larvas de *O. cassina* y varios Limacodidae. En *Sibine* spp. las larvas del insecto emergieron a través del integumento del hospedero en aproximadamente 12 minutos, y formaron sus puparios sobre la larva en 40 minutos. El estado pupal duró 7 días y los adultos emergieron en forma sincronizada en aproximadamente 5 minutos. La larva hospedera sobrevivió hasta la salida de los parasitoides adultos. Se observó un caso de hiperparasitismo de *Conura* sp. sobre *Apanteles* sp. emergidos de *Sibine fusca*, en Parrita, Costa Rica.

Las pupas de *S. cecropia* y *Peleopoda* sp. fueron parasitadas (40%-80%) por una avispa Eulophinae; más de un centenar de adultos emergieron de una sola pupa. Esta avispa es un importante regulador de estas plagas en las plantaciones en Costa Rica y Panamá. En forma ocasional se obtuvieron algunas moscas tachinidas en pupas de lepidópteros.

**Patógenos.** Durante los brotes de varios lepidópteros defoliadores, las larvas y pupas mostraron signos de infecciones fúngicas. Hasta un 80% de las pupas de *S. cecropia* fueron infectadas por un micelio verde identificado tentativamente como *Metarrhizium* sp. Sin embargo, muchas esporas de *Microsporidian* sp. indican que las larvas mueren por una causa incierta. Las pupas de *S. megasomoides* fueron infectadas en proporción alta por un hongo cercano a *Paecylomyces* sp. Los postulados de Koch no fueron llevados a cabo para estos organismos.

Se observaron infecciones de tipo viral en *O. cassina*, *S. fusca*, *S. megasomoides* y *Automeris* sp. Se encontró una Densonucleosis y una Polihedrosis Citoplásmica en *Sibine* sp. (Chiriquí) y *S. megasomoides* (Parrita) respectivamente. Las infecciones virales son comunes en Limacodidae (Genty et al. 1978; Genty 1981; Desmier de Chenon et al. 1987).

**Cobertura vegetal.** Varias especies de Chalcidoidea mostraron preferencia marcada hacia plantas con glándulas extraflorales o flores como *Scleria melaleuca*, *Byttneria aculeata*, *Solanum americanum* y *S. jamaicense*. Las flores de *Melanthera aspera*, *Baltimora recta*, *Eclipta alba* y *Amaranthus spinosus* fueron además preferidas por estas avispas. Los miembros de Braconidae (p.e. *Apanteles* spp.) visitan *B. aculeata*, *Cissus sycioides*, *B. recta* y *Ageratum conyzoides*. Otras avispas braconídas fueron abundantes en flores de *Geophila repens*, *Pueraria phaseoloides* y *Cassia* (= *Senna*) spp.

Las especies de Ichneumonidae (p.e. *Casinaría* spp., *Eiphosoma* sp.) fueron abundantes en *Chamaesyce gossypifolia*, *C. sycioides* y *Senna stenocarpoides*. Las moscas tachinidas mostraron preferencia hacia *Chamaesyce hirta* y *C. sycioides*.

Numerosos depredadores en Asilidae, Dolichopodidae, Vespidae Phymatidae, Pentatomidae y arácnidos son comunes en estas plantas. Miembros de Tachinidae y avispas parasitoides se han observado alimentándose de polen, néctar y otras secreciones de malezas (McKenzie 1977; Prio 1987; Desmier de Chenon 1989; Mexzón y Chinchilla 1990).



Al menos 75 especies vegetales se encontraron en varias familias (Leguminosae, Euphorbiaceae, Acanthaceae, Compositae, Malvaceae) las cuales, en combinación, forman mosaicos vegetales de importancia para el sostenimiento de una entomofauna diversa en plantaciones comerciales de palma aceitera. (Cuadro 3).

## CONCLUSIONES

- Se encontró un total de 41 especies de artrópodos perjudiciales a la palma aceitera, 23 defoliadores, 3 taladradores de tallo, 8 raspadores de follaje, 6 chupadores de savia y un minador de raíces.
- Se observaron al menos 11 especies de artrópodos y dos de pájaros depredadores que contribuyen a regular la población de insectos perjudiciales.
- De estados inmaduros de Lepidópteros se obtuvieron 23 especies de parasitoides. Fué importante la parasitación por una avispa Eulophinae con efectividad sobre pupas de *S. cecropia* (40%) y *Peleopoda* sp. (80%).
- Se observaron tres casos de hiperparasitismo en *Conura* spp. sobre *Apanteles* sp. y de un *Conura* sp. y de un *Brachymeria* sp. sobre *Casinarina* sp.

- Se observaron varios patógenos causando mortalidad de larvas y pupas de lepidópteros durante incrementos de población.

- Se encontraron al menos 75 especies vegetales, que pueden estar ayudando al sostenimiento de una entomofauna diversa y que se podrían usar como cultivo asociado para incrementar las poblaciones de los enemigos naturales insectiles, mediante la siembra de parcelas de algunas de estas especies, dentro de plantaciones de palma aceitera.

## AGRADECIMIENTOS

A las Compañías Palma Tica y Tela Railroad (Oil Palm Division), por permitir publicar estos resultados. A las siguientes personas que contribuyeron con la identificación de especímenes:

Dr. Paul Hanson (Braconidae y Chalcidoidea) y Dr. William G. Eberhard (Arachnida) de la Universidad de Costa Rica; Dr. I. Gauld (Ichneumonidae), director, British Museum; Dr. G. Delvare (Chalcididae) y Dr. J.C. Veyrunes (Virus) de INRA-CIRAD de Francia y al Dr. Ph. L. Watson (Fungi y Microsporidian) de Ferris State University, Michigan.

A J.H. Lezama, Museo de Insectos de la Universidad de Costa Rica; G. Castrillo, V.H. Valverde (Palma Tica) y E. Arias (Tela Railroad) por su asistencia en el trabajo de campo. Sra. Mayra Céspedes por su trabajo mecanográfico. □

## LITERATURA CITADA

- CHINCHILLA, C. 1988. El síndrome del anillo rojo/hoja pequeña en palma aceitera y cocotero. Oil Palm Operations, Chiquita Brands. Bol. Técnico (Costa Rica) 2(4):113-136.
- DESMIER DE CHENON, R.; SIPAYUNG, A. y SUDHARTS, P.S. 1989. The importance of natural enemies and leaf-eating caterpillars in oil palm plantations in Sumatra, Indonesia: Uses and possibilities. In PORIM International palm Oil Development Conference. Proc. 1989. Kuala Lumpur. Sukaini, J. et al. Eds. Palm Oil Research Institute of Malaysia. p. 245-262.
- GENTY, P. 1981. Entomological research on the oil palm in Latin America. Oleagineux 36(12):585-594.
- \_\_\_\_\_. 1984. Estudios entomológicos con relación a la palma aceitera en América Latina. Palmas (Colombia) 5(1):22-31.
- \_\_\_\_\_. DESMIER DE CHENON, R. y MORIN, J.P. 1978. Las plagas de la palma aceitera en América Latina. Oleagineux (Número especial), 33(7):324-420.
- McKENZIE, R. 1977. Observations on the control of some leaf-eating pests in oil palm. In International Developments in Oil Palm. Malaysia International Agric. Oil Palm Conference. Proc. Kuala Lumpur. Earp, D. y Newall, W. Eds. The Incorporated Soc. of Planters. p. 617-623.
- MEXZON, R.G. y CHINCHILLA, C.M.I. 1990. Las interacciones entre insectos parasitoides y malezas en un agroecosistema de palma aceitera en Centro América. IV Congreso Nac. y III Congreso Internacional sobre Manejo Integrado de Plagas. Managua, Nicaragua.
- PRIOR, R.N.B. 1987. Insect pests of oil palm in Papua New Guinea and their control. International Oil Palm/Palm Oil Conference, Progress and Prospects. Kuala Lumpur. 14 p.
- SYED, R.A. y SHAH, J. 1976. Some important aspects of insect pest management in oil palm estates in Sabah, Malaysia. In Proc. International Development in Oil Palm, Kuala Lumpur. Earp, D.A. y Newall, W. Eds. The Incorporated Society of Planters. p. 577-590.

CUADRO 1: ARTROPODOS PERJUDICIALES ENCONTRADOS EN PLANTACIONES DE PALMA ACEITERA EN AMERICA CENTRAL. (1990).

ESPECIE	Hábito	Daño	Abundancia	Edad palma	Localidad <sup>1</sup>
<b>ACARINA</b>					
<b>Phytoptidae</b>					
<i>Retractus elaeis</i> Keifer	chupador	mediano	abund.	adulto	QU. C.R.
<b>Tetranychidae</b>					
<i>Tetranychus</i> sp.	chupador	bajo	común	adulto	CO. C.R.
<b>HEMIPTERA</b>					
<b>Tingidae</b>					
<i>Acysta interrupta</i> Daly	chupador	mediano	común	adulto	S.A. (Hond.)
<b>HOMOPTERA</b>					
<b>Diaspididae</b>					
<i>Aspidiotus destructor</i> Signal	chupador	bajo	común	adulto	cosmopolita (C.R., Hond.)
<i>Diaspis</i> sp.	chupador	bajo	común	adulto	CO. S.A. (C.R., Hond.)
<i>Pinnaspis</i> sp.	chupador	bajo	común	adulto	CO. S.A. (C.R., Hond.)
<b>COLEOPTERA</b>					
<b>Chrysomelidae</b>					
<i>Caliptocephala marginipennis</i> Boh.	raspador	bajo	abund.	adulto	Hond.
<i>Cephaloleia</i> sp.	raspador	bajo	escaso	adulto	CO. S.A. (C.R., Hond.)
<i>Delocrania pos cossyphoides</i> Guerin	raspador	bajo	escaso	joven	CO, MR (C.R.)
<i>Spaethiella</i> sp.	raspador	bajo	escaso	vieja	AN, S.A. (C.R.)
<b>Curculionidae</b>					
espec. no identif.	defoliador	bajo	común	joven	S.A (Hond.)
<i>Rhinostomus barbirostris</i> L.	taladrador	?	abund.	vieja	C.R., Hond.
<i>Rhynchophorus palmarum</i> L.	taladrador	severo	abund.	vieja	C.R., Hond.
<b>Scarabeidae</b>					
<i>Strategus aloeus</i> L.	taladrador	severo	abund.	joven	C.R., Hond.
<b>LEPIDOPTERA</b>					
<b>Attacidae</b>					
<i>Automeris</i> sp.	defoliador	bajo	escaso	joven	(S.A), Hond.
<i>Automeris liberia</i> L.	defoliador	bajo	escaso	adulto	(MR), C.R.
<b>Brassolidae</b>					
<i>Opsiphanes cassina</i> Felder	defoliador	severo	abund.	todas	C.R., Hond., BA. (Pana.)
<i>Brassolis</i> sp.	defoliador	bajo	escaso	viejas	CO. C.R.
<i>Caligo</i> sp.	defoliador	bajo	escaso	joven	C.R.
<b>Glyphypterigidae</b>					
<i>Sagalassa pos. valida</i> Walker	minador	bajo	escaso	joven	QU, (C.R.)
<b>Hesperiidae</b>					
<i>Saliana pos. severus</i> Mabilie	defoliador	?	abund.	adulto	CO, QU, (C.R.)
<b>Limacodidae</b>					
especie no identificada	defoliador	bajo	escaso	viejas	CO, QU, (C.R.)
<i>Euclia diversa</i> Druce	defoliador	bajo	escaso	joven	S.A. (Hond.)
<i>Euclia plugma</i> Sepp.	defoliador	bajo	escaso	joven	CO. (C.R.)
<i>Euprosterna pos. elaeasa</i> Dyar	defoliador	bajo	común	joven	C.R., Hond.
<i>Natada pos. michorta</i> Dyar	defoliador	bajo	escaso	joven-adulto	CO. C.R.
<i>Sibine</i> sp 1	defoliador	media	común	joven-adulto	BA. Pana.
<i>Sibine</i> sp 2	defoliador	bajo	escaso	joven-adulto	Hond.
<i>Sibine fusca</i> Stoll	defoliador	bajo	común	joven-adulto	C.R., Hond.
<i>Sibine</i>					

Cont. Cuadro 1.

<i>Megasomoides walker</i>	defoliador	severo	abund.	adulto-vieja	PAR. C.R.
<i>Talima pos.straminea</i> Schauss	defoliador	bajo	escaso	adulto	QU. C.R.
<b>Megalopygidae</b>					
<i>Megalopyge</i> sp.	defoliador	bajo	escaso	todas	CO. C.R., S.A.Hond.
<b>Noctuidae</b>					
<i>Herminodes</i> sp.	raspador	?	común	todas	CO. C.R.
<b>Decophoridae</b>					
<i>Peleopoda</i> pos. <i>arcanella</i> Busk	defoliador	bajo	común	todas	CO. C.R., BA.Pana.
<i>Struthocellis</i> sp.	raspador	bajo	escaso	vieja	CO. C.R.
<b>Psychidae</b>					
<i>Diketicus</i> pos. <i>kirbyi</i> Guilding	defoliador	media	abund.	todas	CO.C.R.,SA.Hond.,BA.Pana.
Especie no identificada	defoliador	bajo	común	adulta	PAR. C.R.
<b>Stenomidae</b>					
<i>Antaeotricha</i> sp.	raspador	bajo	escaso	vieja	AN. C.R.
<i>Stenoma cecropia</i> Mey.	defoliador	severo	abund.	todas	C.R., SA. Hond., BA. Pana.
<b>Tinaeidae</b>					
<i>Tiquadra</i> pos. <i>circumdata</i> Zeller	raspador	?	común	adulta	CO, QU, C.R.
<b>HYMENOPTERA</b>					
<b>Formicidae</b>					
<i>Atta cephalotes</i> L.	defoliador	media	abund.	todas	cosmopolita C.R., Hond., Pana.

<sup>1)</sup> C.R. = Costa Rica, Hond. = Honduras, Pana. = Panama.

AN = Anita, Aguirre; BA = Barú; Co = Coto; PAR = Parrita; QU = Quepos, MR = Maritima, Quepos;

S.A. = San Alejo, Atlántida;

CUADRO 2: ENEMIGOS NATURALES DE ALGUNOS INSECTOS PREDADORES EN PLANTACIONES DE PALMA ACEITEIRA EN AMERICA CENTRAL.

Organismo	Hospedero	Localidad	Organismo	Hospedero	Localidad
<b>ARACHNIDA (Depredadores)</b>					
Araneidae					
<i>Gasteracantha cancriformis</i>	<i>Stenoma cecropia</i> (A)	Quepos (Costa Rica)	<b>Torynidae</b>	<i>O. cassina</i> (L)	Quepos
<i>Mangora</i> sp.	<i>Stenoma cecropia</i> (A)	Quepos	Especie no identificada	<i>Sibine</i> sp. (L)	Barú, Panamá
<i>Leucage cariana</i>	<i>Peleopoda</i> sp. (P)	Coto (Costa Rica)	<b>Elasmidae</b>		
<i>Flesioneta argyra</i>	<i>Stenoma cecropia</i> (A)	Coto	<i>Elasmus</i> sp.	<i>S. fusca</i> (L)	Farrita
<b>Clubionidae</b>			<i>Sibine</i> s.p. (L)	<i>Sibine</i> s.p. (L)	Barú
Especie no identificada	<i>Opsiphanes cassina</i> (L)	Coto,	<b>Kncyrtidae</b>	<i>O. cassina</i> (E)	Coto
			<i>Oencyrtus</i> sp.		
<b>Salticidae</b>			<b>Scelionidae</b>		
Especie 1	<i>Opsiphanes cassina</i> (L)	Coto	<i>Telenomus</i> sp.	<i>O. cassina</i> (E)	Coto, Quepos
	<i>Salliana</i> sp (A)	Coto		<i>Automeris</i> sp. (E)	San Alejo, Honduras
Especie 2	<i>Stenoma cecropia</i> (A)	Quepos	<b>Braconidae</b>		
<b>NEUROPTERA (Depredadores)</b>			<i>Apanteles</i> spp.		
<b>Chrysopidae</b>					
<i>Chrysopa</i> sp.	áfidos (L)	Quepos	Especie no identificada	<i>Sibine</i> sp. (L)	Barú
	escamas (L)	Quepos		<i>S. fusca</i> (L)	Coto, Quepos
				<i>S. megasomoides</i> (L)	Coto, Quepos
<b>HEMIPTERA (Parasitoides)</b>				<i>O. cassina</i> (L)	Coto
<b>Pentatomidae</b>				<i>Euprosterma</i> sp. (L)	Quepos
<i>Morinda ypsilon</i>	<i>O. cassina</i> (L)	Quepos		<i>Fallica</i> sp. (L)	Quepos
	<i>S. fusca</i> (L)	Farrita, Costa Rica		<i>Megalopyge</i> sp. (L)	Coto
	<i>S. cecropia</i> (L)	Quepos		<i>Automeris liberia</i> (L)	Quepos
	<i>Tallia</i> sp. (L)	Quepos		<i>Feleopoda</i> sp. (L)	Barú, Coto
	Limacóido no identificado (L)	Quepos			
<i>Fodisus</i> sp.	<i>S. cecropia</i> (A)	Quepos			
	<i>O. cassina</i> (L)	Quepos			
<b>Alcaeorrhynchus pos. grandis</b>	<i>O. cassina</i> (L)	San Alejo, Honduras	<b>Ichneumonidae</b>		
	<i>Automeris</i> (L)	San Alejo	<i>Casinarina</i> sp.		
	<i>S. cecropia</i> (L)	Quepos			
	<i>Sibine</i> sp (L)	Barú			
<b>HYMENOPTERA (Parasitoides)</b>					
<b>Chalcididae</b>					
<i>Conura</i> spp.	<i>Apanteles</i> sp.	Farrita			
	<i>Brassolis</i> sp. (L-F)	Coto			
	<i>Sibine megasomoides</i> (L-F)	Farrita			
<i>Conura maculata</i>	<i>O. cassina</i> (L-F)	Coto, Quepos			
<i>Conura biannulata</i>	<i>Casinarina</i> sp. (F)	Quepos			
<i>Fraxyceria</i> spp.	<i>Brassolis</i> (L-F)	Coto			
	<i>O. cassina</i> (L-F)	Coto, Quepos			
	<i>S. megasomoides</i> (L-F)	Farrita			
	<i>Casinarina</i> sp. (P)	Farrita			
<b>Rulophidae</b>					
eulophinae sin identificar	<i>Peleopoda</i> sp. (P)	Coto			
	<i>S. cecropia</i> (F)	Quepos			

1 E = huevos; L = larva; P = pupa; A = adulto.

CUADRO 3. PLANTAS ATRACTIVAS A DIVERSOS INSECTOS BENEFICOS

Especie	Organo	Insectos visitantes
<b>Acanthaceae</b> <i>Justicia comata</i> L.	Flor	Vespidae (i.e. <i>Polistes</i> spp.) y Chalcididae.
<b>Amaranthaceae</b> <i>Amaranthus spinosus</i> L.	Flor	Chalcididae (i.e. <i>Brachymeria</i> ) y Tachinidae.
<b>Compositae</b> <i>Baltimora recta</i> L.	Flor	Chalcididae, ( <i>Conura</i> spp.) Braconidae.
<i>Melanthera aspera</i> (L.) Small	Glánd. Extrafloral Flor	Ichneumonidae, Vespidae ( <i>Polistes</i> spp.) Phymatidae.
<i>Ageratum conyzoides</i> L.	Flor	Braconidae
<b>Euphorbiaceae</b> <i>Chamaesyce hirta</i> (L.) Millspeugh	Flor	Tachinidae, Dolichopodidae y <i>Brachymeria</i> spp.
<i>Ch. gossypifolia</i> (L.) Small	Flor	Ichneumonidae, (i.e. <i>Casitaria</i> ), Vespidae.
<i>Phyllanthus niruri</i> L.	Flor	Braconidae, Vespidae
<b>Leguminosae</b> <i>Cassia laevigata</i> Willd.	Flor	Chalcididae, Vespidae Pentatomidae, otros
<i>Pueraria phasoloides</i> L.	Hojas, flor	<i>Conura</i> spp.; <i>Brachymeria</i> spp.; Vespidae;
<i>Senna stenocarpoides</i> (Britton) Standley	Nectarios	Chalcididae, Braconidae, Phymatidae, otros.
<b>Cyperaceae</b> <i>Scleria melaleuca</i> schlecht & Cham.	Aguenios	Chalcididae ( <i>Conura</i> spp.)
<b>Malvaceae</b> <i>Sida</i> spp.	Flor	Braconidae, Vespidae
<b>Solanaceae</b> <i>Solanum americanum</i> Miller <i>S. jamaicense</i> Miller	Flor; glánd. extrafloral Flor; glánd. extrafloral	Chalcididae ( <i>Conura</i> spp.)
<b>Sterculiaceae</b> <i>Byttneria aculeata</i> Jacq.	Glánd. Extrafloral	Chalcididae, Braconidae, y otras.
<b>Vitiferae</b> <i>Cissus sycloides</i> L.	Flor	Ichneumonidae, Vespidae, Chalcididae y muchos depredadores.

## LOS PARASITOIDES ASOCIADOS AL CAFETO EN COSTA RICA\*

Paul Hanson\*\*

### ABSTRACT

A modified sweep net was used to sample the hymenopteran parasitoids associated with a coffee monoculture in Costa Rica. Sampling was done 5 times over a period of one year. Of the 80 species of parasitoids collected, 4 species of Encyrtidae are associated with mealybugs, 4 species of Encyrtidae with soft scale and 5 species of Eulophidae with the coffee leaf miner. Indirect evidence is provided for the existence of natural biological control of these potential pests.

### RESUMEN

Se usó una red de golpe modificada para muestrear los parasitoides himenópteros asociados con un monocultivo de café en Costa Rica. Se realizaron 5 muestreos durante un año. De las 80 especies de parasitoides colectadas, 4 especies de Encyrtidae son asociadas con cochinitas, 4 especies de Encyrtidae con escamas de la familia Coccidae y 5 especies de Eulophidae con el minador de la hoja. Los resultados indican en una manera indirecta, la existencia de control biológico natural de estas plagas potenciales.

### INTRODUCCION

A pesar de la importancia económica del café, la información sobre los insectos asociados con este cultivo en América Central es relativamente escasa. La mayoría de los insectos mencionados por LePelley (1986) son del Viejo Mundo o de América del Sur. Probablemente esta escasez de información entomológica resulta de la mayor importancia de los hongos como plagas de café en la región.

Hay por lo menos tres razones que justifican mayor investigación sobre los insectos asociados al caféto:

- El cafetal es uno de los habitats más comunes y más conocidos en Costa Rica y por ésto ofrece una oportunidad excelente para la enseñanza de la biología.
- Los estudios del control biológico generalmente vienen de situaciones donde éste presenta problemas, o sea, son pocos los estudios donde el control biológico esté funcionando bien. Parece que el cultivo del café en Costa Rica ofrece tal oportunidad.
- La broca (Coleoptera: Scolytidae), es una plaga seria que ataca el grano. Sería muy útil conocer la entomofauna benéfica de Costa Rica, con anticipación a la eventual entrada de esta plaga. Hay evidencia de que los fungicidas pueden afectar los ácaros depredadores (Jackson y Ford 1973, Childers y Enns 1975, Van Lon y Wysoki 1978), lo cual podría causar brotes de arañas rojas (tetraniquidos) y provocar un uso más intenso de acaricidas e insecticidas para su control. Tal tratamiento podría romper el control natural que ya funciona contra otras plagas potenciales.

El presente estudio tuvo dos objetivos: hacer un inventario de las avispa parasíticas (orden Hymenoptera) presentes en un cafetal, ya que son agentes importantes de control biológico y, probar un método de muestreo poco utilizado en el control biológico.

### MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó en un cafetal de la variedad Catuai, de 22 ha, ubicado en Santa Bárbara de Heredia. El cafetal tenía cuatro años de edad, sembrado como monocultivo. Se hicieron aplicaciones de herbicidas y fungicidas, pero no de nematocidas ni de insecticidas. Se realizaron cinco muestreos del cafetal durante el año, siempre a medio día, en un día soleado, utilizando dos métodos de muestreo:

- Inspección de las plantas para localizar hospedantes de parasitoides; los hospedantes se llevaron vivos al laboratorio para criar allí los parasitoides.
- Muestreo con una red de golpe modificada, a la cual se le cortó el fondo y se le cerró con un alambre, (Fig. 1). Sobre la boca de la red se colocó una malla de alambre con aperturas de un centímetro para evitar la entrada de hojas. Después de barrer con la red por dos minutos, se vaciaba el contenido en un balde de agua con 3-5 gotas de detergente (para romper la tensión superficial). Este proceso se repitió por una hora. Una vez en el laboratorio, se filtró el contenido del balde con una red de acuario, luego se puso el material en alcohol. Los parasitoides y otros insectos se separaron de la basura usando un estereoscopio. Se usó un secador de punto crítico antes de montar los especímenes.

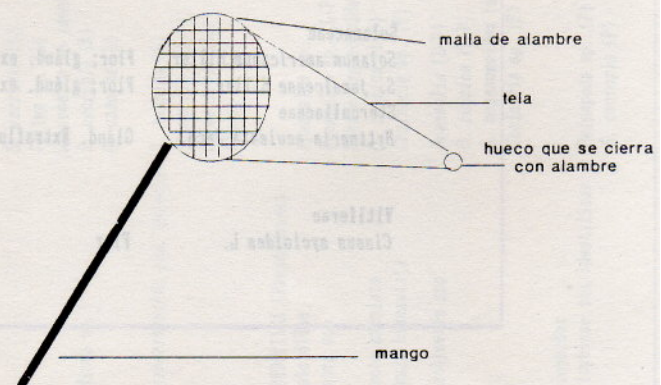


Fig. 1. Red modificada usada para muestrear café.

\*I Congreso Nacional de Entomología. 22-24 de noviembre. 1990.

\*\*Entomólogo y Profesor. Escuela de Biología. Universidad de Costa Rica.

San José, **Costa Rica**.

Este segundo método de colecta es bien conocido por los taxónomos de microhimenopteros, pero es poco usado en los estudios de control biológico. Una ventaja del procedimiento es que con esta red modificada nada se escapa. Además muchos de los hospedantes en el cafetal son tan escasos, que es muy difícil encontrarlos, o sea que, algunos parasitoides se encuentran más fácilmente por medio de la red, que por la cría de los hospedantes. Por lo tanto la red permite un inventario rápido de los parasitoides no encontrados por el método de la inspección de las plantas. Por esta razón fué importante seleccionar un monocultivo libre de malezas, para facilitar la asociación de los parasitoides capturados con los hospedantes potenciales. Es evidente que la asociación de parasitoides capturados con la red, no es tan confiable como la cría según la literatura sobre hospedantes.

## RESULTADOS

Se colectaron más de 80 especies de parasitoides himenopteros y, para algunas se identificó el hospedante, en base a su cría o a la consulta de literatura (Cuadros 1 y 2). La cantidad de individuos fue muy baja como para permitir conclusiones sobre estacionalidad, a excepción del caso de *Polynema* (Mymaridae). El haber colectado pocos individuos se debe probablemente a la escasez de hospedantes. Por ejemplo, se encontraron muy pocos individuos de cochinillas (*Pseudococcidae*) para criar y no se consiguió ningún parasitoide, a pesar de la presencia de cuatro géneros asociados exclusivamente con esta familia de plaga.

La principal familia colectada de parasitoides fue Encyrtidae (Cuadro 1). *Coccidoxenoides peregrinus* (Compere), es una especie del neotrópico, parasitoide primario de *Pseudococcidae*, pero no de otras escamas. *Leptomastidea abnormis* (Girault), también se registró sólo de *Pseudococcidae* (Noyes 1980). Después de la última erupción del volcán Irazú hubo un brote de cochinilla harinosa del café, *Planococcus citri* (Risso) y en 1968 se importaron *L. abnormis*, de Chile, para contribuir a nivelar el desequilibrio biológico provocado por la ceniza (Molina 1977). Sin embargo, esta especie probablemente existía en Costa Rica antes de la importación (Noyes, comunicación personal). Esto resalta la importancia de realizar estudios taxonómicos antes de llevar a cabo proyectos de control biológico (Hanson 1990).

CUADRO 1. Número de parasitoides de la familia Encyrtidae colectados por red mensualmente.

ESPECIE DE ENCYRTIDAE	HOSPEDANTE	MESES				
		II	IV	VI	X	XII
<i>Anagyrus</i> sp.	<i>Pseudococcidae</i>	1	2	1	1	5
<i>Anagyrus</i> sp.	<i>Pseudococcidae</i>	1	2	0	0	0
<i>Coccidoxenoides peregrinus</i>	<i>Pseudococcidae</i>	1	9	6	3	2
<i>Leptomastidea abnormis</i>	<i>Pseudococcidae</i>	0	5	0	2	0
<i>Encyrtus infelix</i>	* <i>Saissetia</i> sp. (Coccidae)	0	0	0	0	0
<i>Metaphycus helvolus</i>	* <i>Coccus viridis</i> Green (Coccidae)	0	0	0	4	0
<i>Metaphycus luteolus</i>	Coccidae	4	3	2	10	3
<i>Metaphycus</i> sp.	Coccidae?	3	1	1	12	2
<i>Copidosoma floridana</i>	Lepidoptera (larva)	1	0	0	1	1
<i>Ooencyrtus</i> sp.	Lepidoptera (huevo)	0	0	0	10	2
<i>Cheiloneurus</i> sp.	Hiperparasito (escamas)	1	4	4	0	0
<i>Syrphophagus aphidivorus</i>	*Hiperparasito (áfidos)	0	0	0	0	3

\*También criado.

CUADRO 2. Número de parasitoides de otras familias colectadas mensualmente por red.

PARASITOIDE	HOSPEDANTE	MESES				
		II	IV	VI	X	XII
<b>EULOPHIDAE</b>						
<i>Chrysocharis</i> sp.	<i>Leucoptera</i> (Lyonetiidae)	0	0	0	3	1
<i>Closterocerus</i> sp.	<i>Leucoptera</i>	0	1	2	0	3
<i>Horismenus</i> sp. 1	<i>Leucoptera</i>	1	0	0	0	4
<i>Horismenus</i> sp. 2	<i>Leucoptera</i>	0	1	0	5	2
<i>Zagrammosoma americanum</i> Girault	* <i>Leucoptera</i>	7	7	0	0	1
<b>MYMARIDAE</b>						
<i>Gonatocerus</i> sp. 1	Cicadellidae	1	3	3	4	5
<i>Gonatocerus</i> sp. 2	Cicadellidae	1	3	1	1	1
<i>Polyxenes</i> sp.	Cicadellidae	24	2	0	0	10
<b>BRACONIDAE</b>						
<i>Adialytus</i> sp.	* <i>Toxoptera aurantii</i> (Fonscolombe) (Aphididae)	0	0	1	2	0
<i>Diachasmimorpha longicaudatus</i>	* <i>Ceratitidis</i> (Tephritidae)	0	8	0	0	0

\*También criado.

*Encyrtus infelix* (Embleton) es un parasitoide primario y la única especie incluida en el Cuadro 1, no colectada en Santa Bárbara. Se incluye aquí porque se crió de una especie de *Saissetia* (familia Coccidae) colectada en plántulas de café en la Universidad de Costa Rica.

*Metaphycus helvolus* (Compere) se conoce como parasitoide primario de Coccidae desde Chile hasta California (DeSantis 1979, Krombein et al. 1979). *Metaphycus luteolus* (Timberlake) aparece desde Perú hasta California y se conoce como parasitoide primario de Coccidae. *Metaphycus* sp. es probablemente una nueva especie (Noyes, comunicación personal); no se puede decir exactamente a cual familia de plaga ataca porque algunas especies del género atacan Coccidae y otras atacan Diaspididae. *Cheiloneurus* sp. fué el único hiperparasitoide de Coccidae colectado.

El Cuadro 2 muestra otras familias de parasitoides colectadas durante el estudio. Los eulófidos enumerados aquí probablemente atacan el minador de la hoja, *Leucoptera coffeella* Guerin-Meneville (Lepidoptera: Lyonetiidae), pues todos los géneros se reportan como parasitoides de esta plaga en Puerto Rico (Gallardo-Covas 1988).

Todos los mimáridos son parasitoides de huevos y las especies colectadas, probablemente atacan huevos de cicadélidos (Homoptera), los cuales abundan en el cafetal estudiado, especialmente una especie de *Scaphytopius*.

*Adialytus* sp. es un braconido de la subfamilia Aphidiinae y todas sus especies, son parasitoides primarios de áfidos. Aunque se encontraron pocos áfidos en el cafetal en estudio, se descubrió un brote pequeño al lado de una carretera con mucho polvo. De estos áfidos se consiguió una serie de *Adialytus* con unos encirtidos hiperparasitoides, *Syrphophagus aphidivorus* (Mayr), los cuales se colectaron también por red en Santa Bárbara (Cuadro 1).

*Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead), antes clasificada en el género *Biosteres*, se introdujo y se estableció en Costa Rica en los años 50 para el control biológico de *Ceratitidis capitata* (Wiedeman) (Wharton et al. 1981). Esta especie ataca la larva y emerge durante el estado pupal del hospedante. Se colectó *Ceratitidis* en café en los meses de febrero, abril y junio, pero *Diachasmimorpha* sólo se colectó en abril. En Hawaii el parasitismo de *Ceratitidis* fue mayor en café, que en otros frutos porque el hospedante es más accesible. Sería interesante averiguar si este mismo caso se da en Costa Rica.

Entre los demás parasitoides hubo varias especies que atacan lepidópteros tales como: *Copidosoma floridana* (Ashmead), un parasitoide gregario, y *Ooencyrtus* sp. (Cuadro 1). Otros parasitoides de lepidópteros, no presentados en los cuadros, incluyen braconidos de la subfamilia Microgasterinae, sceliónidos del género *Telenomus* y eulófidos del género *Euplectrus*. Entre los lepidópteros de café, criados en este estudio, están *Robinsonia* sp. (Arctiidae), *Phoebetron* sp. (Limacodidae), *Sibine* sp. (Limacodidae) y una especie no identificada de Megalopygidae. Muchas de estas especies tienen orugas urticantes y a veces las poblaciones alcanzan niveles donde es necesario aplicar insecticidas. También se colectó una larva de Lepidoptera del fruto del café (posiblemente Blastobasidae) parasitada por un Chalcididae del género *Brachymeria*.

## DISCUSION Y CONCLUSIONES

Las cochinillas, las escamas y el minador de la hoja, están entre las plagas insectiles conocidas comúnmente en el cultivo de café. En el cafetal estudiado se encontraron cuatro especies de encirtidos que atacan cochinillas y, por lo menos, tres especies de la familia Coccidae, que atacan escamas. Se encontró una especie de afelinido que probablemente ataca escamas de la familia Diaspididae, aunque no se incluye en este estudio. Finalmente, se encontraron cinco especies de eulófidos, probablemente asociados con el minador de la hoja.

Las cochinillas, las escamas y el minador de la hoja representan plagas potenciales, pero en ausencia de insecticidas y otros factores que afectan su reproducción, pareciera que sus poblaciones están bien controladas por los enemigos naturales. Es probable que los enemigos naturales más importantes de los homópteros del café, sean los himenópteros mencionados. En el caso de las cochinillas y las escamas, los escarabajos de la familia Coccinellidae son también importantes. En términos prácticos los resultados sugieren la necesidad de evitar el rompimiento del control natural por el uso indiscriminado de insecticidas.

Los resultados indican, aunque en una manera indirecta, que el control biológico natural funciona en el cafetal estudiado. Esta hipótesis se probaría llevando a cabo un experimento donde se trate de provocar un brote a través de aplicaciones de insecticidas, como se recomienda para probar la efectividad de los agentes de control biológico (Luck *et al.* 1988). Sin embargo la metodología empleada en el presente estudio (red de golpe modificada) ofrece una manera rápida e indirecta para detectar la existencia de un posible control natural y también para identificar los insectos para el control biológico. Esto último no se consigue empleando el método experimental (aplicación de insecticidas).

Uno de los logros del estudio fué haber demostrado la existencia de control natural en un monocultivo. Por lo general se supone que éste funciona mejor en un policultivo, debido a la presencia de una mejor variedad de recursos para los parasitoides (Ej. néctar, hospedantes alternos). Posiblemente un policultivo juega un papel más importante en cultivos anuales que en cultivos perennes. La situación en café es similar a la de bananales, donde la ausencia de insecticidas permitió la recuperación del control natural de lepidópteros nocivos (Stephens 1984). Sería interesante realizar un estudio comparativo de los parasitoides de un cafetal en monocultivo, con los de un cafetal en policultivo.

Este estudio constituye un primer paso para entender el control biológico que existe en el cafetal bajo condiciones tropicales. Es necesario comprender la dinámica de tales agroecosistemas donde el control biológico natural funcione para manipular y mejorar otros sistemas donde éste no funciona. Además estos resultados debieran ser de utilidad si hubiera rompimiento del control biológico natural, ocasionado por un aumento en el uso de insecticidas empleados para controlar la broca o los tetránquidos. □

#### AGRADECIMIENTOS

Al Sr. Carlos Humberto Víquez Ramírez por facilitar su cafetal para este estudio. A la Sra. Carolina Godoy por su colaboración en la colecta de especímenes en el campo. A los Drs. John Noyes (Museo Británico) y John LaSalle (CAB) por la identificación de los encirtidos y eulófididos respectivamente.

#### LITERATURA CITADA

- CHILDERS, C.C.; ENNS, W.R. 1975. Field evaluation of early season fungicide substitutions on tetranychid mites and the predators *Neoseiulus fallacis* and *Agistenus fleschneri* in two Missouri apple orchards. *Journal of Economic Entomology* 68:719-724.
- DESANTIS, L. 1979. Catálogo de los Himenópteros Calcidoideos de América al Sur de los Estados Unidos. La Plata, Argentina. Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires. 488 p.
- GALLARDO-COVAS, F. 1988. Faunal survey of the coffee leaf miner, *Leucoptera coffeella*, parasitoids in Puerto Rico. *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico* 72:255-263.
- HANSON, P. 1990. La sistemática aplicada al estudio de la biología de los parasitoides. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* No.15:53-66.
- JACKSON, G.J.; FORD, J.B. 1973. The feeding behaviour of *Phytoseiulus persimilis* (Acarina: Phytoseiidae), particularly as affected by certain pesticides. *Annals of Applied Biology* 75:165-171.
- KROMBEIN, K.; HURD, P.; SMITH, D.; BURKE, B. (Eds.). 1979. *Catalog of Hymenoptera in America North of México*. Washington, D.C., Smithsonian Institution. 3 vol.
- LEPELLEY, R.H. 1968. *Las plagas del café*. Londres, Longmans Green. 590 p.
- LUCK, R.F.; SHEPARD, B.M.; KENMORE, P.E. 1988. Experimental methods for evaluating arthropod natural enemies. *Annual Review of Entomology* 33:367-391.
- MOLINA, I.A. 1977. Ciclos de aplicación de insecticidas para combatir la cochinilla harinosa del café, *Planococcus citri* (Risso). Tesis, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica.
- NOYES, J. 1980. A review of the genera of Neotropical Encyrtidae (Hymenoptera:Chalcidoidea) *Bulletin of the British Museum (Natural History)* 41:107-253.
- STEPHENS, C.S. 1984. Ecological upset and recuperation of natural control of insect pests in some Costa Rican banana plantations. *Turrialba (Costa Rica)* 34:101-105.
- VAN LON, Q.A.; WYSOKI, M. 1978. The effect of some fungicides on *Phytoseiulus persimilis* (Acarina:Phytoseiidae). *Entomophaga* 23:371-378.
- WHARTON, R.A.; GILSTRAP, F.E.; GHODE, R.H.; FISCHER, M.; HART, W.G. 1981. Hymenopterous egg-pupal and larval-pupal parasitoids of *Ceratitis capitata* and *Anastrepha* spp. (Dip.: Tephritidae) in Costa Rica. *Entomophaga* 26:285-290.



## DETERMINACION DE ALGUNAS ESPECIES DE HONGOS ENTOMOPATOGENOS DE COSTA RICA\*

Sonia Ramírez Arias\*\*

## ABSTRACT

Species of the genera *Cordyceps* Link and its anamorphic specimens available in the School of Biology as well as those collected for the same purpose were determined to contribute to the development of knowledge about native entomopathogenic species in Costa Rica. 10 species of the *Cordyceps* genera were identified: *C. ignota*, *C. amazonica*, *C. tricenrus*, *C. martialis*, *C. humberti* and *C. nipponica*. Also five species of Deuteromycetes, considered as the anamorphic specimens of the members of this genera: *Akanthomyces aculeata*, *Insecticola pistillariaeformis*, *Stilbum burmense*, *Hirsutella sausurei* and *H. stylophora*. A key to separate the different species was elaborated.

## RESUMEN

Con el objetivo de contribuir al desarrollo del conocimiento sobre las especies entomopatógenas nativas de Costa Rica, se determinaron las especies del género *Cordyceps* Link. y sus anamorfos disponibles en la Escuela de Biología, así como los especímenes colectados con el mismo propósito. Se identificaron 10 especies del género *Cordyceps*: *C. ignota*, *C. amazonica*, *C. tricenrus*, *C. martialis*, *C. humberti* y *C. nipponica*. Además cinco especies de Deuteromycetes, considerados los anamorfos de los miembros de este género: *Akanthomyces aculeata*, *Insecticola pistillariaeformis*, *Stilbum burmense*, *Hirsutella sausurei* y *H. stylophora*. Se elaboró una clave para separar las diferentes especies.

## INTRODUCCION

Existen hongos que viven parasíticamente en muchos miembros del filum Arthropoda, tanto arácnidos como virtualmente en todos los órdenes de insectos. A estos hongos se les llama entomopatógenos y juegan un importante papel en el control microbiano de plagas causadas por insectos. Hay 700 especies aproximadamente de hongos en casi 100 géneros. Estos datos reflejan un potencial para desarrollar programas de control microbiano con hongos en casi todas las especies de insectos que actúan como plagas (Roberts 1989).

En el género *Cordyceps* (Clavicipitaceae: Pyrenomycetes) se han identificado más de 287 especies, de las cuales una gran mayoría son entomopatógenos y han sido relacionadas con estados imperfectos de Deuteromycetes. Entre éstos se citan los géneros *Akanthomyces* e *Hirsutella* (Kobayasi 1982). Estos hongos penetran la cutícula del hospedante, desarrollan micelio dentro de su cuerpo invadiendo sus tejidos, los mata y transforma en un esclerocio del cual se origina el estroma peritecial (Hall y Bell 1963).

Con el objetivo de enriquecer el conocimiento de las especies entomopatógenas nativas de Costa Rica se identificaron las especies del género *Cordyceps* y sus anamorfos existentes en el Herbario de la Escuela de Biología de la Universidad de Costa Rica, así como algunos especímenes colectados con el mismo propósito.

## MATERIALES Y METODOS

Para la identificación de los ejemplares se trabajó con material preservado y fresco, donde se analizaron las características macroscópicas (color, forma y tamaño de los estromas para *Cordyceps*, y de los sinemas para los anamorfos). Se estudiaron también las características microscópicas (color, forma y tamaño de peritecios, ascos, ascósporas y fragmentos de ascósporas, plecténquima, tanto en médula y corteza como en el pie del estroma, peritecios inmersos o no en el estroma, ángulo que forman éstos y la superficie estromática para *Cordyceps*; y forma, color y tamaño de conidióforos, filídes y conidios para los anamorfos).

En cuanto a las microtécnicas usadas en el manejo del material se adaptaron las propuestas por Dennis (1968). Se describió cada espécimen utilizando las características mencionadas y para su determinación se utilizaron las descripciones de Mains (1948, 1958); Kobayasi y Shimizu (1963) y Kobayasi (1982).

## RESULTADOS

Descripción de las especies de hongos.

## Hongo aracnícola:

- *Cordyceps ignota* March. Physis 20:17 (1954). L.T. Argentina. (Foto 1).

Distribución: Argentina y Costa Rica.

Costa Rica: UCR No.21833 San Ramón de Tres Ríos, Cartago; UCR No.3057, Turrialba, Cartago.



Foto 1. *Cordyceps ignota* sobre la araña *Sphaerobothria hoffmani* (pica-caballo).

\*I Congreso Nacional de Entomología. 22-24 Noviembre, 1990. Heredia, Costa Rica. (Parte de su Tesis Lic. Biol. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica).

\*\*Escuela de Biología, Universidad de Costa Rica. San Pedro, San José, Costa Rica.

Estroma cilíndrico, aplastado con ramificaciones alciornes, 4.0-6.5 cm de alto. Las ramificaciones alcanzan hasta 1 cm de alto y de 1.0-3.0 mm de grosor. No existe una separación visible entre la parte fértil que ocupa el tercio superior del estroma y el estípite, la base es roja con los extremos crema cuando está fresco y rojo ocre todo el ascocarpo cuando está seco, punteado por los ostiolos de los peritecios completamente inmersos en ángulo recto con el estroma.

Peritecios ovoides 115-215x83-105  $\mu$  con paredes amarillas de 10  $\mu$  de grosor con perifisis. Ascosporas estrechamente claviformes 95-220x4.0  $\mu$ , con paredes de 0.5  $\mu$  de grosor. Con engrosamientos en los ápices de 3.0  $\mu$ . Ascósporas filiformes, multicelulares de 33-40x1.0  $\mu$  que no se fragmentan, pero los segmentos son unicelulares de 4.0x1.0  $\mu$ .

Hábitat: Este hongo se encontró parasitando una araña "pica-caballo" de la especie *Sphaerobothria hoffmani* (Theraphosidae).

Esta especie se incluye en este trabajo, a pesar de que parasita arañas y no insectos ya que el término entomopatógeno se ha extendido a otras especies de artrópodos como ácaros y arañas (Rombach y Gillespie 1988).

#### Hongo entomopatógeno:

- *Cordyceps amazonica* Henn. Hedwigia 43: 247. pl 4. Fig. 4 (1904). L.T.: Brasil (Foto 2).

Distribución: EUA, Belice, Bolivia, Brasil y Costa Rica.

Costa Rica: UCR No.21830, Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, San Pedro de Montes de Oca, San José.

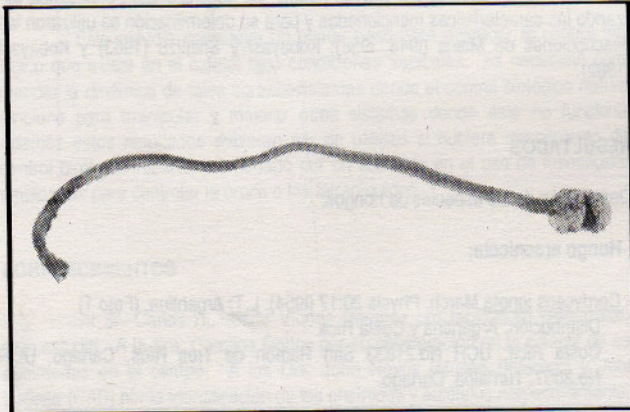


Foto. 2. *C. amazonica*.

Estroma capitado de 4.4 cm de alto. Parte fértil color salmón cuando está fresca y crema al estar preservado de 4.4x4.0 mm, casi esférica, punteada por los ostiolos de los peritecios café, que están totalmente inmersos en el estroma en ángulo recto.

Estípite de color crema con la base amarillo paja, de 4.0x2.0 mm, con estrías longitudinales y escamas en la parte superior.

Peritecios estrechamente ovoides de 700-800x200-280  $\mu$ ; ascosporas cilíndricas de 160-200x4.0-5.0  $\mu$ , con engrosamientos en los ápices de 6.0-7.5  $\mu$ . Ascósporas filiformes que se rompen en segmentos de una célula de 8.0-15.0x1.0  $\mu$ .

Hábitat: El hospedante es una cucaracha (Blattaria).

- *Cordyceps tricenrus* Yasuda ex Lloyd, Myc. Writ. 4: 568. Fig. 775-776. (1916). L.T.: Japón (Foto 3).

Distribución: Japón y Costa Rica.

Costa Rica: UCR No.21829, Barrio Saprissa, San Pedro de Montes de Oca, San José.

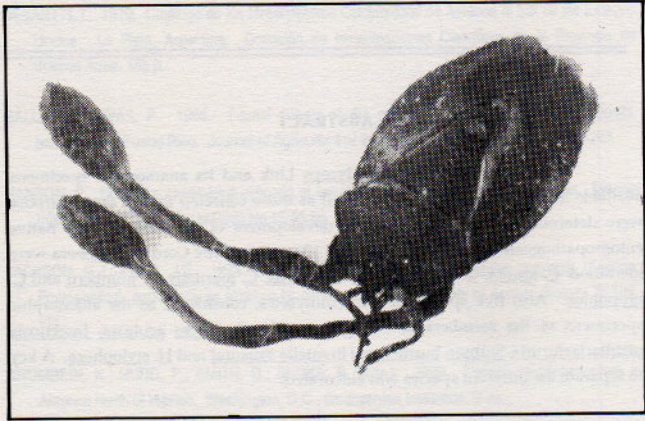


Foto. 3. *C. tricenrus* sobre un adulto de chinche (Hemiptera).

Estroma estipitado de 1.5x2.5 cm de largo. Parte fértil amarilla, claviforme, de 3.0-5.0x1.0-3.0 mm. Presenta peritecios totalmente inmersos en el estroma en forma oblicua, sobresaliendo únicamente los ostiolos café oscuro. Estípite amarillo con la porción enterrada más oscura, de 1.2-2.0x0.1-0.2 cm.

Peritecios amarillo paja, claviformes, pubescentes, de 825-1000x300-330  $\mu$  (base) 175-185  $\mu$  (ápice), con paredes de 23  $\mu$  de grosor. Ascosporas estrechamente claviformes, de 550-650x5.0-7.0  $\mu$ , con engrosamientos en los ápices de 4.0  $\mu$ . Ascósporas filiformes, multiseptadas que se rompen en segmentos unicelulares de 10-11x1.5-3.0  $\mu$ .

Habitat: Se encontró parasitando un chinche adulto (Hemiptera: Pentatomidae).

- *Cordyceps nipponica* Kobayasi Bul. Biogeogr. Soc. Japan 9:151, (1939). L.T.: Japón.

Distribución: Japón y Costa Rica.

Costa Rica: L.D. Gómez 22982, Finca El Edén, Santa Marta, Buenos Aires de Osa, Puntarenas.

Estroma estipitado de 3.0-5.5 cm de alto. Cabeza estromática amarilla ocre cuando está fresca y amarillo punteado por los ostiolos ocráceos cuando está deshidratado, el tejido ascógeno no se distribuye alrededor de toda la médula, sino que quedan partes desnudas, los peritecios muy agrupados están distribuidos en los ápices y lateralmente formando en algunos casos masas cilíndricas de 1.0-4.0x1.2-4.0 mm.

Estípite ondulado dicotómicamente ramificado o simple algunas veces, pardo claro al deshidratarse, de 2.9-5.1x0.1-0.2 cm.

Peritecios de subovoides a ovoides, de 825-1000x320-400  $\mu$ , con paredes de 8-10  $\mu$  de grosor, amarillentos, inmersos en ángulo recto en el estroma. Ascosporas cilíndricas, de 350-600x3.0-5.0  $\mu$ , con engrosamientos inoperculados en los ápices de 1.5-2.0  $\mu$ .

Ascósporas cilíndricas multiseptadas de 168-250x1.0  $\mu$ , que se rompen en segmentos unicelulares, truncados a ambos lados, de 3.0-5.0x1.0  $\mu$ .

Hábitat: El hospedante no fue colectado, sin embargo esta especie ha sido encontrada parasitando ninfas de cigarras (Homoptera: Cicadidae) y se ha observado que produce sus estromas uno sobre otro en un mismo endoesclerocio hasta agotar completamente sus fuentes nutricionales, de manera que el hospedante queda totalmente deshecho (Kobayasi y Shimizu 1963).

- *Cordyceps curculionum* (Tul.) Sacc. Michelia 1: 320. (1879). L.T.: Perú (Foto 4).  
Distribución: Zaire, Brasil; Ecuador; Perú, Belice; Jamaica, Panamá y Costa Rica.  
Costa Rica: UCR No.21672, El Pizote, San Ramón de Tres Ríos, Cartago; UCR No.21746, Estación Biológica La Selva, Sarapiquí, Heredia.

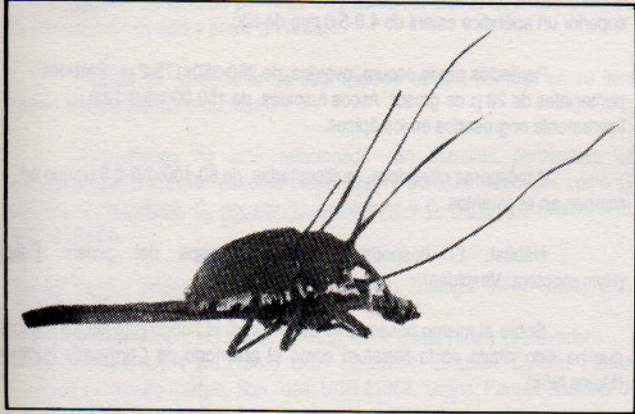


Foto. 4. *C. curculionum* sobre un adulto de curculionido (Coleoptera).

Estroma capitado, 2-4 cm de alto, parte fértil ovoide, rojiza cuando está fresca y crema con un tinte rosa claro al secarse, de 2.0-5.0x0.5-2.0 mm, puntada por los ostiolos de los peritecios completamente inmersos en el estroma en forma oblicua.

Estipite café oscuro en la base y crema en la región que está en contacto con la cabeza de 1.7-3.5x0.05 cm.

Peritecios cónicos, de 750-850x250-300  $\mu$ , con paredes café claro de 20  $\mu$  de grosor. Ascocilíndricos de 625-775x5.0-7.0  $\mu$  con engrosamientos en los ápices de 4  $\mu$ . Ascósporas filiformes que se rompen en segmentos fusoides de 8.0-11.0x1.5-2.0  $\mu$ .

Hábitat: El ejemplar de Cartago se encontró parasitando un escarabajo del género *Platinus* (Coleoptera: Carabidae) y el de la Selva, sobre un coleóptero adulto de la familia Curculionidae.

- *Cordyceps melolonthae* (Tul.) Sacc. Michelia 1: 320. (1879). L.T.: EUA (Foto 5).  
Distribución: India Oriental, Ceilán, EUA, México, Guyana, Venezuela, Colombia, Ecuador y Costa Rica.  
Costa Rica: UCR No.21832, UCR No.21745, UCR 3221, Bosque del Río La Hoja, Heredia.

Estroma estipitado de 9.5-10.0 cm de alto. Parte fértil blanca cuando fresca y crema al secarse, furcada, de 1.8-2.5x0.7-1.3 cm. La porción ascógena no rodea totalmente el estroma, dejando el ápice y un lado expuestos.

Estipite crema de 7.3-8.2x0.5-0.7 cm, ondulado en la parte enterrada y recto en la expuesta; con surcos longitudinales muy superficiales.

Peritecios inmersos en el estroma en ángulo recto de los que sobresalen los ostiolos amarillo paja; ovoides, de 410-500x175-250  $\mu$ . Ascocilíndri-

cos de 220-330x7.0-8.0  $\mu$  con engrosamientos en los ápices de 2.0-3.5  $\mu$ . Ascósporas filiformes multiseptadas, que se rompen en segmentos unicelulares de 5.0-8.0x1.5-2.0  $\mu$ .

Hábitat: En todos los especímenes colectados los hospedantes fueron larvas del género *Phyllophaga* (Coleoptera: Scarabaeidae).



Foto. 5. *C. melolonthae* sobre una larva de *Phyllophaga* (Coleoptera).

- *Cordyceps polvarthra* Möller, Phyc. u. Asco. p. 213, pl.6, f. 83. (1901). L.T.: Brasil.  
Distribución: Siberia, URSS; Guadalupe, Brasil, Ecuador, Guyana, Panamá y Costa Rica.  
Costa Rica: UCR No.21688, Bosque del Río La Hoja, Heredia.

Estroma espatulado, roja anaranjado, de 2.0 cm de longitud. Parte fértil rojo anaranjado de 0.5 cm de alto, en forma de clava ligeramente aplanada y bifurcada en la parte superior, con numerosos peritecios seminmersos en el estroma en ángulo recto, de los cuales sobresalen los ostiolos. La bifurcación se da a 1.3 cm y mide 3.0 mm de ancho en el extremo superior. A simple vista no hay diferenciación entre el estroma y la parte fértil.

Peritecios claviformes u ovoides, de 270-350x120-165  $\mu$ , con paredes pardas, de 16-20  $\mu$  de grosor. Ascocilíndricos de 170-190x4.0-5.0  $\mu$ . No se observaron ascósporas, lo que sugiere que estaba aún inmaduro.

Hábitat: El hospedante en el cual se encontró, era una larva de coleóptero de la familia Scarabaeidae.

- *Cordyceps martialis* Speg. Bol. Acad. Nac. Cordova 11:305. (1889). L.T.: Francia. (Foto 6).  
Distribución: Francia, EUA y Costa Rica.  
Costa Rica: UCR No.22907, Monte Verde, Puntarenas.

Estroma de 4.5-5.0 cm de alto. Claviforme de color anaranjado fuerte, de algunos de los ápices de los estroma surgen pequeñas clavias. La parte cógena de 2.0-2.5 cm, de la que sobresalen los ostiolos de los peritecios.

Estipite café rojizo, furcado, constituido por hifas delgadas paralelas. Peritecios de ovoides a cónicos de 500-800x200-400  $\mu$ , inmersos en forma oblicua en el estroma excepto por los ápices. Ascocilíndricos, 300-500x2.0-4.0  $\mu$ , con engrosamientos en los ápices de 2  $\mu$ . Ascósporas multicelulares filiformes que se rompen en fragmentos unicelulares de 6.0-8.0  $\mu$ . Todo el hospedante está rodeado por rizomorfos de color anaranjado rojizo.

Hábitat: El hospedante era una larva de coleóptero difícil de identificar por la cantidad de micelio que lo rodeaba.

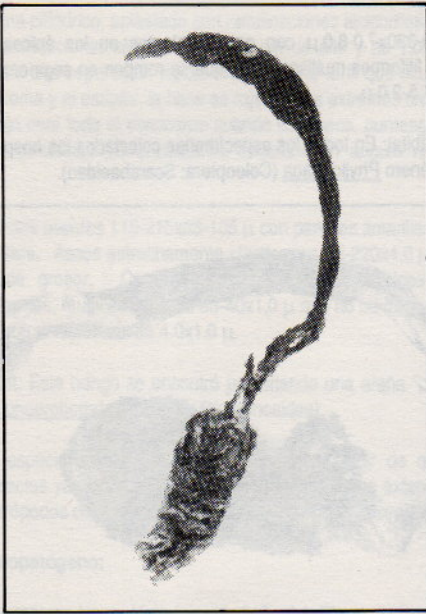


Foto 6. *C. martialis* sobre una larva de coleoptero.

La cabeza estromática estaba inmadura, aún no había desarrollado peritecios; posee una porción externa de color pardo rojizo de 260  $\mu$  de grosor, compuesta por hifas paralelas longitudinales crema en el centro y café hacia afuera, de 5.38  $\mu$  de grosor.

Habitat: El hospedante es una larva del género *Phyllophaga* (Coleoptera: Scarabaeidae).

- *Cordyceps humberti* Robin ex Sausaure, Mon. Guepes Soc. p.164, pl. 5, f. 9. (1853-8). L.T.: Senegal.

Distribución: Senegal, EUA y Costa Rica.

Costa Rica: UCR No.28111, Parque Nacional Braulio Carrillo, Heredia.

Estroma capitado de 11-15 mm de alto. Parte fértil café oscuro, de 2.0-3.0 x 0.5-1.0 mm, punteada por los peritecios que están semi inmersos en el estroma y rodean el estípote formando una masa casi cilíndrica, dejando en la parte superior un apéndice estéril de 4.0-5.0 mm de alto.

Peritecios pardo oscuro, ovoides, de 250-350x175-2  $\mu$ . Paredes periteciales de 26  $\mu$  de grosor. Ascosporas fusoides, de 150-200x9.0-12.0  $\mu$ , ligeramente engrosados en los ápices.

Ascósporas cilíndricas, multiseptadas, de 80-100x2.0-2.5  $\mu$ ; que no rompen en segmentos.

Hábitat: El hospedante es una avispa del género *Polibia* (Hymenoptera: Vespidae).

Sobre el mismo hospedante se encontró el hongo *Hirsutella saussurei*, que ha sido citado en la literatura como el anamorfó de *Cordyceps humberti* (Mains 1958).

- *Hirsutella saussurei* (Cook.) Speare, Micologia 12: 69. pl.3. f. 1-5, pl.5. f.1. (1920). L.T.: Ceilán.

Distribución: Ceilán, EUA y Costa Rica.

Costa Rica: UCR No.28111, Parque Nacional Braulio Carrillo, Heredia.

Presenta sinemas café oscuro que se originan directamente del tórax y abdomen del hospedante, están constituidos por micelio suelto, son muy delgados, cilíndricos, semejantes a pelos, de 20-30x0.1-0.5 mm.

Conidios ovoides de 5.0-10.0 x 1.5-3.0  $\mu$ , que se originan de fiálides de color pardo, en forma de botella. Cada uno rodeado por una gota de mucus.

Hábitat: El hospedante es una avispa del género *Polibia* (Hymenoptera: Vespidae).

- *Hirsutella stylophora* Mains Mycologia 43: 703. f.15. (1951b) L.T.: EUA.

Distribución: EUA, México y Costa Rica.

Costa Rica: UCR No.21865, No.21876, Sirena, Parque Nacional de Corcovado, Puntarenas.

Sinemas pardo oscuro que se originan de masas de micelio crema que unen al hospedante con el sustrato. Los sinemas salen de varias partes del cuerpo y apéndices del insecto, son delgados, cilíndricos, algo acuminados en los ápices, muy variables en longitud, de 7.0-18x0.2-0.7mm. Están constituidos por hifas longitudinales paralelas, muy compactas, de 3.0-4.0  $\mu$  de grosor.

Fiálides hialinas colocadas en forma espaciada que se originan de las hifas externas del sinema, tienen una porción inferior ovoide, de 8.0-12.0 x 3.0-4.0  $\mu$ , agudas en los ápices, terminando en esterigmas alargados de 10-25x1.0-1.5  $\mu$ , Conidios de fusoides a ovoides 5-10x2.5-4.0  $\mu$ , cada uno rodeado por una gota de mucus de 5.0-10  $\mu$  de diámetro.

Habitat: EL hospedante es una avispa del género *Polistes* (Hymenoptera: Vespidae).

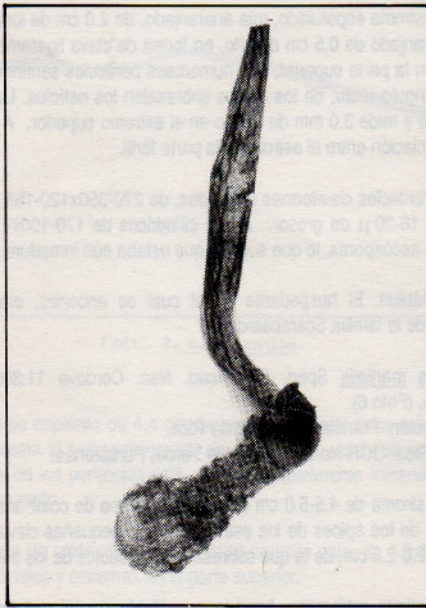


Foto 7. *C. ravenelli* sobre una larva de *Phyllophaga*.

Estroma capitado, 6.5 cm de alto. Cabeza estromática parda rojiza, cilíndrica, angostada en los extremos, con surcos longitudinales, 4.2x0.6 cm (parte más amplia); no existe una separación abrupta entre el estípote y la cabeza estromática. Estípote glabro, de color crema, surcado longitudinalmente, de 23.0x5 mm.

Esta especie fue encontrada por Mains (1951) asociada a peritecios de *Cordyceps stylophora*, por lo que se le considera el anamorfo de éste.

- *Stilbum burmense* Mains, Mycologia 40: 410. (1948). L.T.: Birmania.

Distribución: Birmania y Costa Rica.

Costa Rica: UCR No.21860, Blake, Parque Internacional de la Amistad (sector costarricense), Limón.

Sinema capitado, 1.5-2.8 mm de alto. Parte fértil ovoide, amarillo ocráceo, 0.8-1.0x0.3-0.7 mm. Estípote café oscuro en la base y amarillo ocráceo en la región unida a la cabeza, aplastado ondulado, de 1.2-2.1x0.12-0.3 mm. Región esporogena rodeada por una capa de fiálides de 25.0-27.0x2.0 µ, que sostiene conidios, de elipsoides a estrechamente ovoides, unicelulares, hialinos, de 6.8x2.0 µ, muy unidos y rodeados de mucus.

Estípote constituido por hifas longitudinales, septadas, amarillentas en la parte superior de éste y pardo en la base.

Hábitat: El hospedante de esta especie es una hormiga en su fase adulta (Hymenoptera: Formicidae).

Este hongo ha sido relacionado con estadios periteciales de *Cordyceps* que presentan estroma bicolorado y parasitan hormigas como *C. australis*, *C. bicephala*, *C. necator*, *C. proliferans* y *C. huberiana* (Mains 1948, Kobayasi 1982).

- *Akanthomyces aculeata* Lebert, Zitsch. Wissen Zoologie 9:447. (1858). L.T.: Inglaterra. (Foto 8).

Distribución: Japón, Inglaterra, Canadá, EUA, Costa Rica y El Salvador.

Costa Rica: UCR No.21863, UCR No.21864 Estación Carrillo, Parque Nacional Braulio Carrillo, San José; UCR 21862, Sirena, Parque Nacional de Corcovado, Puntarenas.

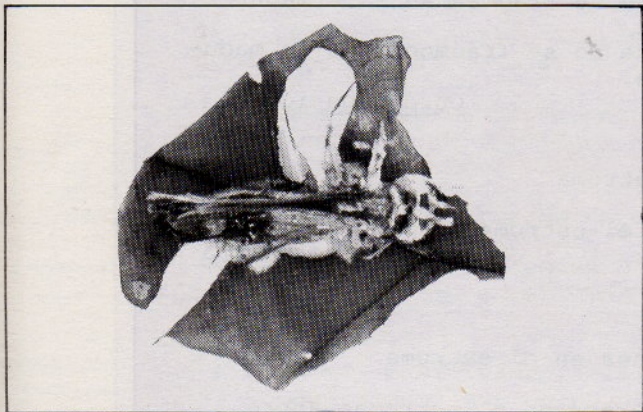


Foto 8. *Akanthomyces aculeata* sobre un adulto de una mariposa nocturna.

Micelio blanco amarillento formando conos, de los cuales se originan sinemas blancos amarillentos, cilíndricos, acuminados en los ápices, de 0.3-1.0x0.1-0.05 cm, compuestos por hifas compactas, de las más externas salen fiálides de 6-15x2.5-4.0 µ cilíndricas que se estrechan en los ápices.

Conidios ovoides hialinos, unicelulares, lisos de 3-6x 2-3 µ, en cadenas sobre pequeños esterigmas.

Hábitat: Los especímenes colectados se encontraron todos parasitando estados adultos de mariposas nocturnas (Lepidoptera: Sphingidae).

Este hongo es relacionado en la literatura con el estadio peritecial de *Cordyceps tuberculata* (Kobayasi 1982).

- *Insecticola pistillariaeformis* (Pat.) Mains Micologia 42:579. (1950b). L.T.:

República Dominicana (Foto 9).

Distribución: Guyana, Trinidad, República Dominicana y Costa Rica.

Costa Rica: UCR 21861, Estación Biológica La Selva, Sarapiquí, Heredia.

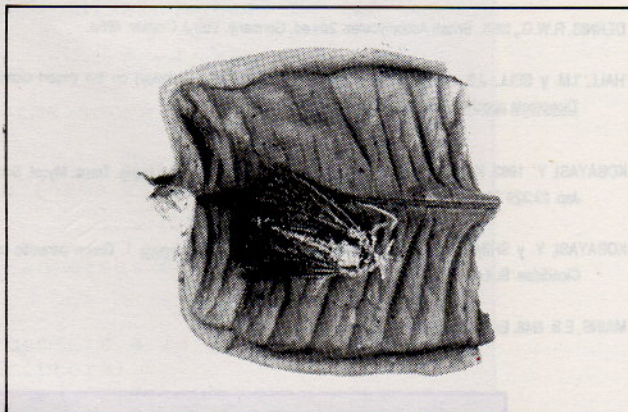


Foto 9. *Insecticola pistillariaeformis* sobre un adulto de mariposa nocturna.

Micelio blanco amarillento formado por masas bulbosas de hifas, de las que sobresalen sinemas estipitados, de 400-525 µ.

Estípote cilíndrico de \*50-325x50 µ, constituido por hifas longitudinales entremezcladas en forma floja. Porción esporógena globosa, de 150-200x80-150 µ, donde las hifas se ramifican y terminan en fiálides cilíndricas con ápices cuminados de 7-10x2.0-2.5 µ.

Conidios fusoides, 3.5x1.0-1.5 µ, hialinos, unicelulares y catenulados.

Hábitat: El hospedante es una mariposa nocturna (Lepidoptera: Sphingidae).

Esta especie al igual que la anterior, es considerada la fase imperfecta de *Cordyceps tuberculata* (Kobayasi 1982).

#### DISCUSION

Los ejemplares se recolectaron en su mayoría, en bosques de zonas húmedas en lugares sombreados, con sus hospedantes semienterrados, sobre hojas o en materia orgánica, durante los meses de agosto hasta principios de diciembre, cuando se presenta una mayor humedad relativa en el ambiente, debido a la alta precipitación de la temporada lluviosa, lo que indica que estos hongos en condiciones naturales necesitan lugares con una humedad alta, por lo menos durante el período de producción de los cuerpos fructíferos (Castilla y Pastor 1986).

Algunas especies de los géneros encontrados en el país han sido utilizadas como agentes de control microbiano por ejemplo *Hirsutiella thompsonii* contra el ácaro arador de cítricos (Sampedro y Rosas 1989); y un *Cordyceps* (cuya especie no se determinó) que fue utilizada por su acción patógena sobre la chicharra *Proarma bergii*, plaga de la caña de azúcar. Esta acción fue estimulada mediante la irrigación de los cañales, previa subsolada (Castilla y Pastor 1989). Esta investigación debe ser complementada con una evaluación del potencial entomopatógeno de estos hongos para ser desarrollados como agentes de control microbiano. □

LITERATURA CITADA

CASTILLA, M.A. y PASTOR, C.E. 1986. El efecto del riego y la presencia del hongo *Cordyceps* sp. en el control de ninfas de la chicharra *Proarma bergi* Distant. en caña de azúcar. Rev. Ind. y Agrícola de Tucumán. 63:121-130.

DENNIS, R.W.G., 1968. British Ascomycetes. 2da ed. Germany. Von J. Cramer. 495p.

HALL, I.M. y BELL, J.S. 1963. Note on *Cordyceps sobolifera* (Berkeley) on the desert cicada *Diceprocta apache* (Davis) Journ. Insect Pathol. 3(2): 270-272.

KOBAYASI, Y. 1982. Keys to the taxa of the genera *Cordyceps* and *Torrubiella*. Trans. Mycol. Soc. Jap. 23:329-364.

KOBAYASI, Y. y SHIMIZU, D. 1963. Monographic studies of *Cordyceps* 1. Group parasitic on Cicadidae. Bull. Natl. Sci. Mus. 5(2):69-85.

MAINS, E.B. 1948. Entomogenous fungi. Mycologia 40:402-416.

\_\_\_\_\_. 1951. Entomogenous species of *Hirsutiella*, *Tilachlidium* and *Sinematium*. Mycologia. 43:691-718.

MAINS, E.B. 1958. North American entomogenous species of *Cordyceps*. Mycologia 50:169-222.

RAMIREZ A., SONIA. 1985. Algunas especies de hongos entomógenos en Costa Rica. Tesis Lic. en Biología, Universidad de Costa Rica. Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, San Pedro de Montes de Oca, San José, Costa Rica. p.

ROBERTS, D.W. 1989. World picture of biological control of insects by fungi. Rio de Janeiro. Inst. Oswaldo Cruz. 84:89-100.

ROMBACH, M.C. y GILLESPIE, A.T. 1988. Entomogenous Hypomycetes for insect and mite control on greenhouse crops. Biocontrol News Information. 9:7-18.

SAMPEDRO, L. y ROSAS, J.L. 1989. Selección de cepas de *Hirsutiella thompsonii* Fisher para combatir el ácaro del cocotero *Eriophyes guerreronis* Keifer I. Bioensayo de patogenicidad. Rev. Mex. Mic. 8:225-228.

CLAVE DE LAS ESPECIES DEL GENERO CORDYCEPS Y ANAMORFOS EN COSTA RICA.

- A Hongos que presentan el estadio ascógeno (ASCOMYCETES) B
- AA Hongos que presentan el estadio conidial (DEUTEROMYCETES) K
- B Ascósporas multicelulares que se fragmentan a la madurez C
- BB Ascósporas multicelulares que no se fragmentan a la madurez o lo hacen tardíamente. Cordyceps ignota
- C Peritecios inmersos en el estroma D
- C peritecios superficiales en el estroma Cordyceps polyartra
- D Peritecios totalmente inmersos en el estroma E
- DD Peritecios parcialmente inmersos en el estroma, sobre avispas (Hymenoptera) Cordyceps humberti
- E Parásitos de larvas o adultos de coleopteros F
- EE Parásitos de otros insectos I
- F Peritecios inmersos en el estroma en ángulo recto G
- FF Peritecios inmersos oblicuamente en el estroma H

- G Estípote con la región superior de diferente color que la parte fértil  
Cordyceps melolonthae
- GG Estípote con la región superior indistinguible de la parte fértil  
Cordyceps ravenelli
- H Hospedero en estado larval, forma sobre él rizomorfos de color anaranjado rojizo  
Cordyceps martialis
- HH Hospedero en estado adulto, no forma rizomorfos  
Cordyceps curculionum
- I Peritecios ovoides o cónicos, inmersos en ángulo recto a la superficie del estroma
- J  
II Peritecios claviformes, oblicuamente a la superficie del estroma, sobre chinches (Hemiptera)  
Cordyceps tricentrus
- J Estromas simples o raramente ramificados, parte fértil cilíndrica o globosa, sobre cucarachas  
Cordyceps amazonica
- JJ Estroma siempre ramificado, parte fértil furcada, sobre ninfas de cigarras (Homoptera)  
Cordyceps nipponica
- K Parásitos de hormigas y avispas adultas. (Hymenoptera)  
L
- KK Parásitos de mariposas nocturnas adultas (Lepidoptera)  
N
- L Sinemas cilíndricos, delgados agudos en los ápices, sobre avispas (Vespidae)  
M
- LL Sinemas capitados, porción esporógena ovoide, sobre hormigas (Formicidae)  
Stilbum burmense
- M Fiálides en forma de botella, terminan en esterigmas  
Hirsutella stylophora
- MM Fiálides en ovoides en base y acuminadas en ápice, no terminan en esterigmas  
Hirsutella saussurei
- N Sinemas estipitados, fiálides solo en la región superior esporógena que salen de hifas ramificadas  
Insecticola pistillariaeformis
- NN Sinemas cilíndricos, acuminados en el ápice, fiálides en todo el sinema, que salen de hifas no ramificadas  
Akanthomyces aculeata

## EL "STATUS" ACTUAL DE LAS PLAGAS FORESTALES EN COSTA RICA\*

Luko Hilje\*\*  
Luis Quirós\*\*  
Félix Scorza Reggio\*\*\*

## ABSTRACT

130 insect species have been observed, so far affecting nurseries and forest plantations in Costa Rica; 38.5% of them belong to the order Coleoptera and 29.2% to Lepidoptera. Even though defoliators (external feeders) and sucking insects outnumber the rest, since jointly they comprise 51.5% of all of them, they are not the most important as pests. Within this group, the relevant pests are leaf-cutting ants (*Atta* spp.), cutworms (*Agrotis* spp. and *Spodoptera* spp.), white grubs (*Phyllophaga* spp.), all of which are generalist pests, and the lace bug *Dictyla monotropidia*. Wood borers, bark beetles, and shootborers are the most harmful pests. The main wood borers are the beetles *Plagiohammus spinipennis* and *Steirastoma histrionicum* (both Cerambycidae), as well as those lepidopterans belonging to the families Hepialidae (especially *Aepytus* sp.) and Cossidae (*Cossula* sp.). *Scolytodes alni* is the main bark beetle, followed by several species of *Platypus* (Platypodidae). The lepidopterans *Hypsipyla grandella* (Pyralidae) and *Rhyacionia frustrana* (Tortricidae) stand out within the last group. Their general economic importance as it relates to their life cycles, voracity, the tree species attacked, its age, the structure affected within the tree, and the persistence of each pest, are discussed.

## RESUMEN

Se han detectado hasta hoy 130 especies de insectos que afectan los viveros o las plantaciones forestales en Costa Rica. El 38% pertenece al orden Coleoptera y el 29% a Lepidoptera. En términos cuantitativos sobresalen los defoliadores (masticadores externos) y los chupadores que representan al 51%, sin embargo, no son, por lo general, los más importantes considerando los daños provocados. Las plagas más relevantes son las zompopas *Atta* spp., los cortadores *Agrotis* spp. y *Spodoptera* spp., los jobotos *Phyllophaga* spp., todas ellas generalistas, y el "chinche de encaje" *Dictyla monotropidia*. Los barrenadores del fuste, del líber y de los meristemos apicales, presentan los problemas mayores. Entre los primeros destacan los abejones *Plagiohammus spinipennis* y *Steirastoma histrionicum* (ambos Cerambycidae), así como lepidópteros de las familias Hepialidae (especialmente *Aepytus* sp.) y Cossidae (*Cossula* sp.). Entre los segundos sobresale el descortezador *Scolytodes alni* (Scolytidae), secundado por varias especies de *Platypus* (Platypodidae). En el último grupo se distinguen *Hypsipyla grandella* (Pyralidae) y *Rhyacionia frustrana* (Tortricidae), ambos lepidópteros. Se discute la importancia económica de las plagas en relación con su ciclo de vida, su voracidad, especie forestal afectada, y su edad, la estructura de la planta atacada y la persistencia de la plaga.

## INTRODUCCION

Los bosques naturales en Costa Rica, se destruyen a una tasa superior a las 50 000 ha anuales (Matamoros 1988), ésto redujo notoriamente la disponibilidad de materia prima para la industria de la madera. Por ello, se ha venido promoviendo en la última década el establecimiento de plantaciones forestales, en las cuales por factores análogos a los observados en los monocultivos agrícolas- se han presentado casos, a veces severos, de plagas y enfermedades (Araya et al. 1988, Hilje 1988a, 1988b, Hilje et al. 1990).

El propósito de este trabajo es precisar la importancia relativa de cada grupo taxonómico o funcional, así como indicar las especies de mayor relevancia económica, para lo cual se analiza la situación, hasta el año 1990, de los insectos que son plagas forestales en Costa Rica a partir de la información sistematizada por el Programa Interinstitucional de Protección Forestal (PIPPOF).

## GRUPOS TAXONOMICOS DE PLAGAS FORESTALES

De los 30 órdenes de insectos existentes, sólo nueve tienen importancia por incluir especies que son plagas forestales en Costa Rica (Cuadro 1).

En el plano mundial, Lepidoptera y Coleoptera son los órdenes más importantes en cuanto a plagas forestales (Cuadro 3). Esta situación concuerda, en general, con la de Costa Rica como país tropical (Cuadro 1). Los órdenes con mayores porcentajes de especies herbívoras son Lepidoptera, Saltatoria,

CUADRO 1. Número de familias y de especies de las órdenes que contienen plagas forestales, en Costa Rica.

ORDEN	FAMILIAS	ESPECIES	
		No.	%
Coleoptera	9	50	38.5
Lepidoptera	16	38	29.2
Homoptera	9	24	18.5
Hymenoptera	2	8	6.2
Hemiptera	1	2	1.5
Diptera	1	2	1.5
Saltatoria	2	2	1.5
Isoptera	2	2	1.5
Thysanoptera	1	2	1.5
TOTAL	43	130	

Fuente: PIPPOF, Informe anual 1988.

CUADRO 2. Principales órdenes que contienen insectos herbívoros.

ORDEN	ESPECIES*	ESPECIES HERBIVORAS**
	No.	%
Coleoptera	280 000	34.5
Hymenoptera	108 000	10.9
Lepidoptera	113 000	99.0
Diptera	85 000	28.9
Hemiptera y Homoptera	55 000	90.7
Saltatoria	20 000	99.0

Fuentes: Daly et al. (1978) (\*) y Strong et al. (1984) (\*\*)

\*I Congreso Nacional de Entomología. 22-24 de noviembre, 1990. Heredia, Costa Rica.

\*\*Escuela de Ciencias Ambientales, Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica.

\*\*\*Dirección General Forestal, Ministerio de Recursos Naturales, Energía y Minas (MIRENEM).



**CUADRO 3.** Número de familias y de especies de los órdenes de insectos que contienen plagas forestales, en la Mancomunidad Británica (que incluye a varios países tropicales).

ORDEN	FAMILIAS	ESPECIES
Lepidoptera	53	1120
Coleoptera	18	719
Homoptera	22	369
Hymenoptera	14	253
Hemiptera	8	42
Diptera	6	101
Orthoptera	6	60
Isoptera	6	52
Thysanoptera	2	19
Phasmida	1	8
Collembola	1	1
Ephemeroptera	1	1

Fuente: Hilje (1988a), partir de Browne (1968).

Hemiptera y Homoptera (Cuadro 2). Sin embargo, Coleoptera es de gran importancia por contar con múltiples especies que causan daños.

De las 130 especies de insectos plaga de los viveros y las plantaciones forestales en el país, el 38% pertenece a Coleoptera y el 29% a Lepidoptera, lo cual representa casi el 68% del total de especies de insectos. Esto se explica porque estos órdenes son holometabólicos, es decir, poseen un estadio larval con aparato bucal masticador, el cual permite explotar ambientes (tejidos internos, tales como los brotes, el xilema y el parénquima foliar) vedados para insectos hemimetabólicos y chupadores. En Coleoptera, además, se presentan casos en los que la larva o el adulto causan daños, lo cual contrasta con Lepidoptera. Las familias más importantes, dentro de cada orden sobresalen las siguientes:

<b>Coleoptera:</b>	<b>Hemiptera:</b>
Cerambycidae, Platypodidae,	Tingidae
Scolytidae,	
Curculionidae, Chrysomelidae	<b>Diptera:</b>
y Scarabaeidae	Cecidomyiidae
<b>Lepidoptera:</b>	<b>Saltatoria:</b>
Hepialidae, Cossidae, Pyralidae,	Gryllidae y Acrididae
Tortricidae, Noctuidae y Saturniidae	
<b>Homoptera:</b>	<b>Isoptera:</b>
Membracidae y Psyllidae	Rhinotermitidae y
	Termitidae
<b>Hymenoptera:</b>	<b>Thysanoptera:</b>
Formicidae y Apidae	Thripidae

La ubicación taxonómica de una plaga, es importante, sin embargo para valorar el impacto económico del daño se consideran aspectos del árbol tales como parte atacada, la edad en el momento del ataque, la intensidad y extensión del daño, la especificidad de la plaga y el valor comercial de la especie forestal afectada (Hilje 1988a).

## GRUPOS FUNCIONALES DE INSECTOS

Según la biología y hábitos particulares del insecto, éstos se pueden especializar en atacar una estructura específica de la planta o árbol (raíces, brotes y yemas, follaje, tallos suaves, tallos maduros, troncos, ramas, flores, frutos y semillas). Pueden provocar diferentes tipos de daños sobre estas estructuras, de manera que podrían ser clasificados como cortadores de plántulas, barrenadores de meristemos, defoliadores, barrenadores del líber, masticadores de la corteza, colectores de resinas, barrenadores del xilema y médula, diseminadores de patógenos, semillívoros y causantes de daño por oviposición. A su vez, la categoría de defoliadores se puede subdividir en: masticadores externos, minadores, agalleros, chupadores y raspadores-chupadores.

Según el grupo funcional al que pertenecen los insectos, se puede estimar la importancia del daño, en el cual sobresalen los defoliadores, con el 56 (Cuadro 4), dentro de los que destacan los masticadores externos (32%) y los chupadores (19%). Afortunadamente, los defoliadores son poco dañinos, comparados con especies tan problemáticas como los barrenadores de meristemo del líber y de la madera (xilema y xilema-médula).

La importancia específica de cada grupo se discute a continuación destacando las especies más relevantes. Existe abundante información sobre las plagas de importancia secundaria, así como de aspectos ecológicos básicas de las especies principales Ford (1981, 1986a, 1986b), CATIE (1991a, 1991b) PIPROF (1988).

**CUADRO 4.** Número de especies de insectos, clasificados por grupos funcionales, reportadas como plagas forestales en Costa Rica.

GRUPO FUNCIONAL	ESPECIES	
	No.	%
Masticadores externos del follaje	42	32.3
Chupadores	25	19.2
Barrenadores del xilema	18	13.8
Barrenadores del xilema-médula	7	5.4
Barrenadores de meristemos	6	4.6
Semillívoros	6	4.6
Masticadores de la corteza	5	3.8
Barrenadores del líber	4	3.0
Diseminadores de hongos	4	3.0
Cortadores de plántulas	4	3.0
Minadores del follaje	3	2.3
Raspadores-chupadores	2	1.5
Agalleros	1	0.8
Cortadores de meristemos	1	0.8
Colectores de resinas	1	0.8
Daño por oviposición	1	0.8
<b>TOTAL</b>	<b>130</b>	

Fuente: PIPROF, Informe anual 1988.

**Defoliadores.** Los masticadores externos son mayoritarios, predominantemente larvas, aunque también formas adultas de abejas y hormigas pero pocos de ellos causan problemas crónicos y serios. Es común, más bien, que ocurran brotes repentinos, con duración de pocos meses a algunos años, sin que reincidan.

El único brote prolongado que se ha documentado hasta ahora en Costa Rica, ha sido el de *Dirphiopsis flora* (Lepidoptera, Saturniidae), en una especie de encino (*Quercus* aff. *seemannii*), el cual duró siete años (Hilje 1988c). Hubo brotes esporádicos de otros lepidópteros, como *Automeris rubescens* y *Lonomia electra* (ambos Saturniidae) en la melina\*, *Eulepidotis* sp. (Noctuidae) en el pochote y *Eulepte* sp. (Pyralidae) en el roble de sabana; también de los adultos del coleóptero *Epicauta* sp. (Meloidea) en el guayaquil.

También aparecen brotes repentinos recurrentes, estacionales, como el caso del lepidóptero *Arsenura armida* (Saturniidae) en el pochote y del coleóptero *Phelypera distigma* (Curculionidae) en el guácimo. El primero se presenta en la estación seca y el otro se alimenta, como larva y adulto, durante unas dos semanas en mayo y luego desaparece hasta el siguiente año (Janzen 1979).

Las especies de defoliadores que causan daños crónicos y serios son los adultos de las hormigas zompopas o arrieras (*Atta sexdens*, *A. cephalotes* y *A. colombica*), así como, ocasionalmente, *Acromyrmex octospinosus*; causan problemas durante todo el año, por lo que se deben combatir continuamente con el cebo Mirex (Zompex, Paramex). Ellas afectan a muchas especies forestales, tales como el ciprés, eucaliptos, pinos, pochote, melina, teca, ipil-ipil, roble marfil

\*Los nombres científicos de los árboles mencionados aparecen en un apéndice al final del texto.

y acacia. Otro insecto problemático es el chupador *Dictyla monotropidia* (Hemiptera: Tingidae), cuyas ninfas y adultos causan defoliación en el laurel en la estación seca y en períodos secos cortos; esta plaga ha causado pérdidas millonarias (costos del daño y del combate) en viveros y en plantaciones recién establecidas. Entre 1990 y 1991 afectó en la provincia de Limón unas 200 ha en una plantación, lo cual implicó gastos para su combate químico, de aproximadamente ₡1.4 millones (₡135.00 = US\$1.00). Se registran pérdidas importantes en el jaúl, por el ataque de un Arctiidae y dos especies de microlepidópteros no identificadas aún; en 1987, sólo en la zona de Río Macho, Cartago, destruyeron 40 ha de jaúl de 1.5 años de edad, pérdida equivalente a ₡6-7 millones (Ing. Jesús Vásquez, com. pers.).

Defoliadores crónicos, que sólo ocasionalmente provocan daños de alguna importancia son los coleópteros *Pantomorus strabo* y *Exophthalmus jekelianus* (ambos Curculionidae), el primero en el pochote y el segundo en el ciprés y otras especies; también *Nodonota ca. parvula* y *N. irazuensis* (Chrysomelidae) en el jaúl y otras especies. Análogamente, chupadores como *Umbonia crassicornis* (Homoptera, Membracidae) y algunos Psyllidae no identificados pueden afectar plántulas y árboles de varias especies.

Los insectos defoliadores de categorías menores son: *Phyllocnistis meliacella* (Lepidoptera: Gracilariidae), minador de las meliáceas (Becker 1976), *Clinodiplosis* sp. (Diptera: Cecidomyiidae), que forma agallas o cecidias en el laurel (Ford 1981) y *Selenothrips rubrocinctus* (Thysanoptera: Thripidae), raspador-chupador en eucaliptos.

**Barrenadores del xilema.** Algunos insectos son típicamente barrenadores del xilema, pero otros utilizan este tejido solo de paso para llegar hasta la médula. Juntos representan el 19% de las plagas forestales presentes en Costa Rica (Cuadro 4) y son de importancia máxima, por atacar la madera, principal producto comercializable en la actividad forestal.

Entre los primeros sobresalen los coleópteros *Plagiohammus spinipennis* y *Steirastoma histrionicum* (ambos Cerambycidae), los cuales destruyen seriamente la madera de la teca y el pochote, respectivamente, aunque es frecuente que los árboles sufran quebraduras antes de alcanzar su madurez.

Otros Cerambycidae de importancia leve son *Neoclytus cacicus* en la teca, *Neoclytus* sp. en la bracinga, *Anelus* sp. en el cenizaro y *Brasilianus mexicanus* en el ron-ron. Otros más, cuya relación con el árbol no ha sido debidamente aclarada son *Placosternus crnicornis* en el guachipelín, *Trachideres* sp. en *Calliandra houstoniana*, *Lochmaeocles tessellatus* y *Desmiphora* sp. en la teca, *Lagocheirus aranaeiformis* *epsilon* en el pochote y *Derobrachus asperatus* en encinos. Aparte de los Cerambycidae, se han hallado solamente dos especies de Buprestidae, *Chrysobotris* sp. en la bracinga, y una no identificada en el pochote, causando daños en la madera.

Entre los barrenadores del xilema y la médula destacan varias especies de lepidópteros de la familia Hepialidae, la más importante de las cuales es *Aepytus* sp. en la melina; además, *Phassus triangularis* ataca el fresno. *Cossula* sp. (Cossidae) es una plaga crónica e importante del guayabón o surá, el amarillón y el roble marfil.

Un grupo de insectos muy particular son los comejenes o termitas. A diferencia de especies como *Nasutitermes corniger* (Isoptera: Termitidae), que se observan frecuentemente en plantaciones forestales, pero no causan daños (se alimentan de ramas secas), otras tales como *Coptotermes crassus* (Rhinotermitidae) penetran los árboles desde el suelo, sin que el daño se perciba externamente, y destruyen el corazón del árbol; no obstante, se ha notado que su presencia la precede el ataque del hongo *Cryphonectria cubensis*, de modo que actúan como una plaga secundaria, oportunista, como en *deglupta*, donde se han observado ataques hasta 5 m de altura.

**Barrenadores de meristemos.** Bajo esta denominación se incluyen aquellos insectos que atacan brotes terminales y yemas; se excluyen los barrenadores del liber y los que destruyen los meristemos radicales, los cuales se consideran separadamente.

Este es un grupo pequeño de insectos (apenas el 4.6% de las plagas) (Cuadro 4), pero de gran relevancia económica, puesto que su daño origina deformaciones en el fuste de los árboles, que malogran su aprovechamiento comercial.

*Hypsiopyla grandella* (Lepidoptera: Pyralidae), ataca al menos 17 especies de la familia Meliaceae, entre ellas los cedros y las caobas, es la principal plaga forestal en América Latina. Esta especie constituye el mayor obstáculo para el establecimiento de plantaciones comerciales de esas maderas preciosas, a pesar de todos los esfuerzos realizados para estudiarla y combatirla (Grijpma s.f., Whitmore 1976a, 1976b).

Otro lepidóptero importante es *Rhyacionia frustrana* (Tortricidae), plaga de los pinos. Sin embargo, ha tenido poca relevancia económica, debido a que las mayores plantaciones de pino que hubo en Costa Rica se destinaron a la producción de pulpa, para lo cual se aprovechan aún los fustes deformes.

Un barrenador de importancia más bien agroforestal es *Terastia meticulosellus* (Pyralidae), que ataca especialmente al poró *Erythrina poeppigiana*, y puede causar la muerte de plántulas y árboles jóvenes; el poró se utiliza asociado con especies de pastos y también directamente para alimentar ganado vacuno y caprino.

Finalmente, existen insectos que en vez de barrenar los brotes, los cortan, pero el efecto del daño es similar al del barrenamiento. Tal es el caso de las abejas atarrá, *Trigona corvina* (Hymenoptera: Apidae), que en *deglupta* lo hacen quizá para conseguir resinas que utilizan para cementar sus panales, lo cual causa la bifurcación del eje principal.

## BARRENADORES DEL LIBER

Corresponden a abejones de la familia Scolytidae, también llamados descortezadores. Aunque representan apenas el 3% de las plagas (Cuadro 4), pueden causar daños severos. Ello obedece al ataque de los tejidos vasculares del árbol (en algunos casos en todo el perímetro), lo que impide el flujo de agua y de nutrimentos, provocando la muerte del sistema radical inicialmente y del árbol posteriormente.

Afortunadamente, en Costa Rica no existen especies tan devastadoras como *Dendroctonus frontalis* ni otras especies de *Dendroctonus* e *Ips*, que causan epidemias intensas en plantaciones de pinos en otros países centroamericanos. La única especie problemática reportada hasta ahora es *Scolytodes alni*, que ataca al jaúl. El primer brote serio, ocurrió en la estación seca de 1985 en Coronado y provocó pérdidas, calculadas en ₡528.000, al destruir 9 ha de aquella especie (Marcela Arguedas, M.Sc. com. pers.).

**Diseminadores de hongos.** Corresponden exclusivamente a abejones, no causan un daño directo, se alimentan de hongos que ellos transportan y depositan en los tejidos internos del árbol. Los hongos utilizan la madera como sustrato y la degradan, reduciendo su valor comercial. Algunos hongos depositados en el floema proliferan hasta obliterarlo, lo cual impide el flujo de nutrientes y causa la muerte del árbol. Este último caso se observó en *Platypus parallelus* (Platypodidae), que provocó la muerte indirecta de 10 ha de roble marfil en 1985, en Sarapiquí. Otras especies de Platypodidae que actúan como diseminadoras son *Platypus ca. dolabratus* y *Platypus* sp. en el ciprés, *Platypus ca. godmani* en *deglupta*, y *Platypus* sp. en acacia.

**Cortadores de plántulas.** En esta categoría se incluyen no sólo aquellos insectos que devoran a las plántulas como tales, sino también las que destruyen sus raíces. Todos son insectos generalistas, presentes en los viveros forestales, asociados también con muchos cultivos agrícolas.

Si bien constituyen apenas el 3% de las plagas (Cuadro 4), no representa el número de especies, puesto que en realidad existen dos complejos de especies. Los verdaderos cortadores son lepidópteros de la familia Noctuidae y comprenden varias especies de los géneros *Agrotis* y *Spodoptera*, en tanto que los que atacan raíces pueden ser varias especies de jobotos, del género *Phyllophaga* (Coleoptera: Scarabaeidae).

Otras especies que atacan plántulas son *Elasmopalpus lignosellus* (Lepidoptera: Pyralidae) en el pochote, *Trigona silvestriana* (Hymenoptera: Apidae) en pinos y *Acheta assimilis* (Saltatoria: Gryllidae) en varias especies.

**Semillivoros.** Estos insectos consumen los tejidos internos de la semilla (endospermo y embrión), lo cual impide su germinación o su establecimiento. Representan apenas el 4% de las plagas (Cuadro 4), pero aún no se han estudiado debidamente. Posiblemente ninguna de las especies locales alcance la importancia de insectos como *Megastigmus* spp. (Hymenoptera: Torymidae), *Diorctria erythropassa* y *D. majorella* (Lepidoptera: Pyralidae), las cuales atacan a los pinos en otros países de América Central. No obstante, es frecuente observar daños de los lepidópteros *Hypsipyla ferrealis* (Pyralidae) en las semillas del cedro macho y de *H. grandella* en las de varias Meliaceae. Los abejones *Rhinochenus transversalis* y *R. stigma* (Curculionidae) atacan las semillas del guapinol (Janzen 1983); los Bruchidae *Amblycerus* ca. *scutellaris* las del laurel (Ford 1981), *Merobruchus columbinus* y *Stator limbatus* las del cenízaro y *S. generalis* las del guanacaste (Janzen 1983).

**Grupos misceláneos.** Aquí se agrupan los insectos que causan daños bastante atípicos, en comparación con las categorías previas. El daño por oviposición, observado en una sola ocasión, es causado por chicharras (Homoptera: Cicadidae). Al colocar decenas de huevos en ramas muy delgadas, la crean un obstáculo físico para el transporte de agua y nutrimentos, hasta causarle la muerte.

La recolección de resinas para cementar sus nidos es una actividad común en especies de *Trigona* (Hymenoptera: Apidae), las cuales hacen perforaciones en la corteza de los árboles o se aprovechan de heridas pre-existentes; dichas perforaciones pueden servir como puntos de entrada para patógenos. Especies como *T. corvina*, *T. cupira*, *T. ferricauda* y *T. silvestriana* han sido observadas realizando ese tipo de actividad (Gara 1970).

Los masticadores de la corteza son coleópteros adultos de la familia Cerambycidae, que pueden causar varios tipos de daños. Algunos simplemente mordisquean la corteza en muchísimos puntos, causando la muerte de los árboles jóvenes. Daños como éste se presentaron en forma masiva en el pochote en la estación seca de 1989, en Guanacaste, provocados por *Steirastoma histrionicum* (cuya larva es barrenadora del xilema, como se mencionó previamente). Otros desgarran la corteza en segmentos más o menos grandes (*Callipogon barbatus* posiblemente cause este tipo de daño en especies como el cedro macho). Las hembras de los llamados "serruchadores", mordisquean el perímetro del tallo o ramas, haciendo un anillo; deposita sus huevos en la parte superior del anillo, de modo que cuando el árbol se seca y quiebra, las larvas cuentan con madera seca para desarrollarse. *Oncideres punctata* produce este tipo de año en el cenízaro, el guayaquil y el ipil-ipil, el cual ha alcanzado dimensiones preocupantes; algo análogo ha sucedido en el laurel con una especie no identificada, posiblemente del género *Oncideres*.

#### CONSIDERACIONES GENERALES

El impacto económico de una plaga forestal depende de varios factores, tanto de carácter intrínseco (voracidad, fecundidad, longitud del ciclo de vida), como de la relación insecto-planta (especificidad alimentaria, estructura

atacada, edad del árbol y capacidad de recuperación de éste); de tipo económico (usos y valor comercial de la especie forestal, intensidad y extensión del daño, etc.) y de las características ecológicas.

Por tanto, establecer una jerarquía única en cuanto a las especies más importantes no resulta sencillo. El productor forestal más bien debe analizar cuál es el riesgo de plantar determinada especie, a partir de la información disponible sobre las plagas que la podrían afectar. Un criterio fundamental en dicho sentido es la persistencia de una plaga, la cual permite determinar de previo, el grado de permanencia con que se deberá incurrir en erogaciones para su combate.

Por ejemplo, entre las principales plagas forestales sobresalen los representantes de familias como Cerambycidae, Heliidae y Cossidae, que son barrenadores del xilema o del xilema-médula. No obstante, sus ciclos de vida son muy extensos, generalmente de un año, lo cual evita el desarrollo de altas poblaciones y da un buen margen de tiempo para aplicar medidas de combate. Por el contrario, hay especies que muestran grandes erupciones poblacionales súbitas o brotes repentinos, como algunos defoliadores, barrenadores del líber y diseminadores de hongos, lo que seguramente se relaciona con la abundante disponibilidad del recurso alimenticio, (follaje, líber y madera), y con la relativa brevedad del ciclo de vida de estos insectos; los barrenadores de meristemas, por su parte, alcanzan altas densidades debido a su corto ciclo de vida, pero el recurso es escaso en comparación con aquéllos. También pueden presentarse daños masivos de masticadores de la corteza (Cerambycidae adultos), porque el recurso abunda, aunque el brote no se auto-reproduce a corto plazo, porque la larva, que se alimenta del xilema, tiene un extenso período de desarrollo.

La posibilidad de establecer comparaciones sobre el impacto económico de las plagas que han afectado la producción forestal en Costa Rica en su primera década de actividad, está limitada por la escasez de datos concretos y confiables. La labor de sistematizar información como esa, es una tarea pendiente de primera importancia. En la medida en que se conjuge dicha información con la que se genere a través de estudios de carácter biológico, se contará con un sólido fundamento para tomar decisiones, deseablemente dentro del marco de programas de manejo integrado de las plagas forestales. □

#### APENDICE

##### Arboles Citados en el Texto Nombres Científicos y Ubicación Taxonómica

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	FAMILIA
Acacia	<i>Acacia mangium</i>	Mimosaceae
Amarillón	<i>Terminalia amazonia</i>	Combretaceae
Bracatinga	<i>Mimosa scabrella</i>	Mimosaceae
Caozas	<i>Swietenia mahagoni</i> y <i>S. macrophylla</i>	Meliaceae
Cedros	<i>Cedrela</i> spp.	Meliaceae
Cedro macho	<i>Carapa guianensis</i>	Meliaceae
Cenízaro	<i>Plthecellobium saman</i>	Mimosaceae
Ciprés	<i>Cupressus lusitanica</i>	Cupressaceae
Encinos	<i>Quercus</i> spp.	Fagaceae
Eucaliptos	<i>Eucalyptus</i> spp.	Myrtaceae
Fresno	<i>Fraxinus uhdei</i>	Oleaceae
Guácimo	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Sterculiaceae
Guachipelín	<i>Diphysa robinoides</i>	Mimosaceae
Guanacaste	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Mimosaceae
Guapinol	<i>Hymenaea courbaril</i>	Mimosaceae
Guayabón	<i>Terminalia oblonga</i>	Combretaceae
Guayaquil	<i>Albizia guachapele</i>	Mimosaceae
Ipil-ipil	<i>Leucaena leucocephala</i>	Mimosaceae
Jaul	<i>Alnus acuminata</i>	Betulaceae
Laurel	<i>Cordia alliodora</i>	Boraginaceae
Melina	<i>Gmelina arborea</i>	Verbenaceae
Pinos	<i>Pinus</i> spp.	Pinaceae
Pochote	<i>Bombacopsis quinatum</i>	Bombacaceae
Roble de sabana	<i>Tabebuia rosea</i>	Bignoniaceae
Roble marfil	<i>Terminalia ivorensis</i>	Combretaceae
Ron-ron	<i>Astronium graveolens</i>	Anacardiaceae
Surá	<i>Terminalia oblonga</i>	Combretaceae
Teca	<i>Tectona grandis</i>	Verbenaceae

## AGRADECIMIENTOS

A Marcela Arguedas y Carlos Araya, Por su aporte de información (PIPROF). A Angel Solís, Isidro Chacón y Jorge Corrales (Instituto Nacional de Biodiversidad), Humberto Lezama (Museo de Insectos, Universidad de Costa Rica), Gilberto Corrales (Universidad Nacional) y Glenda Moreno por la identificación de gran parte de las especies. A la Srta. Ghisselle Alvarado P. por La labor de mecanografía.

## REFERENCIAS

- ARAYA, C.M.; ARGUEDAS, M.; SCORZA, F. 1988. Enfermedades de árboles en Costa Rica. In Compendio sobre experiencias en la biología y comportamiento de plagas y enfermedades forestales en Costa Rica. Cartago, Costa Rica. PIPROF Instituto Tecnológico de Costa Rica. p. 45-63.
- BECKER, V.O. 1976. Microlepidópteros asociados con Carapa, *Cedrela* y *Swietenia* en Costa Rica. In Studies on the shootborer *Hypsipyla grandella* (Zeller). Lep., Pyralidae. Ed. J. L. Whitmore. Vol. II. IICA Misc. Publ. 101. p. 75-101.
- BROWNE, F.G. 1968. Pests and diseases of forest plantation trees. Oxford, Clarendon Press. 1330 p.
- CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA (CATIE). 1991a. Plagas y enfermedades forestales en América Central: manual de consulta. CATIE. Serie Técnica. Manual Técnico No. 3. 187 p.
- CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA (CATIE). 1991b. Plagas y enfermedades forestales en América Central: guía de campo. CATIE. Serie Técnica. Manual Técnico No. 4. 260 p.
- DALY, H.V.; Doyen, J.T.; Ehrlich, P.R. 1978. Introduction to insect biology and diversity. New York, McGraw-Hill. 564 p.
- FORD, L.B. 1981. Reconocimiento de las plagas de plantaciones forestales en Costa Rica. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico No. 7. 53 p.
- \_\_\_\_\_. 1986a. El taladrador de los brotes del pino. Turrialba (Costa Rica) 36(2):245-248.
- \_\_\_\_\_. 1986b. El taladrador de *Terminalia*. Turrialba (Costa Rica) 36(2):248-251.
- GARA, R.I. 1970. Report of forest entomology consultant. UNDP Project 80. Turrialba, Costa Rica. IICA. 21 p.
- GRUJPM, P. (ed.). s.f. Studies on the shootborer *Hypsipyla grandella* (Zeller). Lep., Pyralidae. Vol. I. IICA Misc. Publ. 101. 92 p.
- HILJE, L. 1988a. Consideraciones acerca del manejo de las plagas forestales en Costa Rica. I Compendio sobre experiencias en la biología y comportamiento de plagas y enfermedades forestales en Costa Rica. Cartago, Costa Rica. PIPROF. Instituto Tecnológico de Costa Rica. p. 3-22.
- \_\_\_\_\_. 1988b. Las plagas forestales en Costa Rica: ¿es factible su manejo integrado? Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 7:48-59.
- \_\_\_\_\_. 1988c. Prudencia versus urgencia: el caso de *Dirphiopsis flora*, plaga de los encinos. Uenciencia (Costa Rica) 5(1-2):91-94.
- \_\_\_\_\_. VIQUEZ, M.; ARAYA, C.M.; SCORZA, F. 1991. El manejo de enfermedades y las plagas forestales en Costa Rica. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) No.19:34-39.
- JANZEN, D.H. 1979. Natural history of *Phalypura distigma* (Boheman), Curculionidae, a Costa Rican defoliator of *Guazuma ulmifolia* Lam. (Sterculiaceae). Brenesia (Costa Rica) 16:21-219.
- \_\_\_\_\_. (ed.). 1983. Costa Rican natural history. Chicago, The University of Chicago Press. 816 p.
- MATAMOROS, A. 1990. Sector forestal y áreas silvestres. I Congreso Estrategia de Conservación para el Desarrollo Sostenible de Costa Rica (ECODES). Memoria, San José, Costa Rica. Ministerio de Recursos Naturales, Energía y Minas. p. 49-58.
- PROGRAMA INTERINSTITUCIONAL DE PROTECCION FORESTAL (PIPROF). 1989. Informe anual 1988. Costa Rica. 83 p.
- STROIG, D.R.; LAWTON, J.H.; SOUTHWOOD, T.R.E. 1984. Insects on plants; community patterns and mechanisms. Oxford, Blackwell. 313 p.
- WHITMORE, J.L. (ed.). 1976a. Studies on the shootborer *Hypsipyla grandella* (Zeller). Lep., Pyralidae. Vol. II. IICA Misc. Publ. 101. 139 p.
- \_\_\_\_\_. (ed.). 1976b. Studies on the shootborer *Hypsipyla grandella* (Zeller). Lep., Pyralidae. Vol. III. CATIE Misc. Publ. No. 1. 116 p.

## OBSERVACIONES SOBRE LA BIOLOGIA DE *Scolytodesalni* Wood (Coleoptera: Scolytidae) DESCORTEZADOR DEL JAUL (*Alnusacuminata*)\*

Marcela Arguedas Gamboa\*\*  
Félix Scorza Reggio\*\*\*

### ABSTRACT

*Scolytodesalni* is a serious pest in *Alnusacuminata* plantations in Costa Rica. Its distribution ranges are limited to the Irazu volcano slopes, in the San Jose and Cartago provinces, between 1500 and 2500 m above sea level. Two methods of artificial nursing were tested, one using samples of bark covered by glass plates and the other using an artificial culture media, solidified *Alnusacuminata*'s bark extract. The second method was selected for the determination of its life cycle. A 49 days *in vitro* developmental period was determined. *S.alni* resides in the cambium zone and is fed with floem and the external xilem tissues. It builds irregular galleries, predominately longitudinal with several lateral branching. In two 25 tree plots, during two months of observation, it was determined that the population in one single tree emigrates toward the closer trees until the susceptible tissues have been completely consumed.

### INTRODUCCION

En 1984 se percibió un ataque de *Scolytodesalni* Wood (Coleoptera: Scolytidae) sobre jaúl (*Alnusacuminata*), en un área de 0.3 ha en la Finca Forestal Los Lotes (Tres Rios, Cartago). El ataque se concentró en varios árboles, los cuales se cortaron y se extrajeron del área, lo que detuvo la propagación del insecto en el resto de la finca. Durante los meses secos del año 1985, en un área de más de 200 ha de plantaciones de jaúl de 5 años de edad, situadas en Cascajal de Coronado, San José, se presentó un ataque extensivo del descortezador, por lo cual se talaron 9 ha donde el foco de infestación era más severo y se efectuó un raleo fitosanitario en el resto de la plantación.

El jaúl es una especie nativa de Costa Rica y de amplia distribución en las regiones altas del país. Se desarrolla en rodales puros y se ha cultivado tradicionalmente en combinación con pastos. Por su rápido crecimiento, se ha utilizado durante la última década, para establecer plantaciones homogéneas en áreas relativamente extensas (CATIE 1986).

*S.alni* pertenece al grupo de los insectos que se alimentan dentro del cambium y bajo la corteza de especies arbóreas, considerado como uno de los más destructores en los bosques y plantaciones forestales a nivel mundial (Coulson y Witter 1984). Wood (1982) describió esta especie por primera vez en 1960. La encontró en un tronco de jaúl caído en las laderas del volcán Irazú en Costa Rica. La plaga se convirtió en una preocupación para los reforestadores de la región y en 1986 se iniciaron estudios básicos sobre la biología de la especie, como fundamento para plantear métodos de combate y los resultados preliminares se presentan en este artículo.

### RESUMEN

*Scolytodesalni* es una plaga importante en plantaciones de *Alnusacuminata* en Costa Rica. Su distribución se limita a las estribaciones del volcán Irazú, provincias de San José y Cartago, entre 1500 y 2500 metros sobre el nivel del mar. Se probaron dos métodos de crianza artificial: en trozos de corteza cubiertos por placas de vidrio y en un medio de cultivo artificial solidificado a base de corteza de *Alnusacuminata*. Se seleccionó el segundo método para determinar el ciclo de vida. El período de desarrollo *in vitro* fue de 49 días. *S.alni* habita la zona del cambium y se alimenta del floema y los tejidos externos del xilema, construye galerías irregulares predominantemente longitudinales con ramificaciones laterales. Durante seis meses de observación en dos parcelas de 25 árboles, se determinó que la población de un árbol emigra hacia los árboles más cercanos hasta que se agotan completamente los tejidos susceptibles.

### MATERIALES Y METODOS

**Ambito geográfico.** Se realizó un programa de inspección a rodales y plantaciones de jaúl representativos, de acuerdo con el Mapa de sitios actuales y potenciales para el jaúl *Alnusacuminata* (H.B.K.) Kuntze, en el Valle Central de Costa Rica, escala 1:200000, elaborado por Camacho y Murillo (1986). Las observaciones se realizaron de abril de 1985 a mayo de 1987.

**Hábitos alimentarios.** Se cortaron los árboles moderadamente atacados y los troncos se llevaron al laboratorio. Se evaluaron los efectos del ataque en los tejidos y en el desarrollo del árbol, así como la morfología de las galerías.

Se realizaron pruebas de aislamiento de tejidos del xilema y del floema adjuntos a galerías de tamaño intermedio y de especímenes de adultos enteros lavados sin esterilizar y adultos machacados y esterilizados con Hipoclorito de Sodio (10 ml L<sup>-1</sup>). Como medio de cultivo se utilizó papa (200 g L<sup>-1</sup>) + dextrosa (20 g L<sup>-1</sup>) + agar (Difco) (15 g L<sup>-1</sup>) en platos petri esterilizados a 50 k de presión durante 20 min.

**Ciclo de vida.** Evaluación de dos métodos de crianza.

- Se adaptó el método "emparedado" utilizado por Islas (1980) para la crianza de especies de *Dendroctonus* (Coleoptera: Scolytidae). Se colocan trozos rectangulares de corteza fresca de jaúl de 6 cm x 9 cm, entre dos placas de vidrio grueso de 7 cm x 10 cm; en incisiones artificiales de la corteza se colocaron separadamente grupos de huevos, larvas y parejas de adultos. La placa de corteza se cambiaba por otra fresca cuando los tejidos se resecaban, y los individuos bajo observación se trasladaron con pincel a la nueva placa.
- Se empleó un medio de cultivo artificial compuesto por corteza verde de jaúl (260 g L<sup>-1</sup>), agar (Difco) (20 g L<sup>-1</sup>), solución nutritiva (Vitamin Diet Fortification Mixture, ICN Nutritional Biochemicals) (2 g L<sup>-1</sup>) en agua destilada. El medio se colocó en platos petri hasta un espesor de 3 mm y se esterilizó (20 min. a 50 K de presión). Los individuos se colocaron en incisiones hechas al medio endurecido y en la base del plato se marcó diariamente la posición y estado de cada individuo.

\*I Congreso Nacional de Entomología. 22-24 noviembre, 1990. Heredia, Costa Rica.

\*\*Departamento de Ingeniería Forestal. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cartago, Costa Rica.

\*\*\*Dirección General Forestal, Ministerio de Recursos Naturales, Energía y Minas. San José, Costa Rica.

**Dispersión.** En 0.8 ha de plantación de jaúl de 6 años de edad en la Finca forestal Los Lotes, Tres Ríos provincia de Cartago, se marcaron dos parcelas de 25 árboles, 24 de ellos completamente sanos y uno central moderadamente atacado. Durante seis meses (de diciembre de 1989 a junio de 1990), cada tres meses se evaluó el nivel de ataque en cada árbol.

## RESULTADOS Y DISCUSION

**Ámbito geográfico.** Observaciones realizadas desde el año 1986, permitieron delimitar la distribución de *S.alni* en las estribaciones del volcán Irazú, en las provincias de San José y Cartago, dentro de un ámbito altitudinal de 1500 a 2500 msnm (Fig. 1).

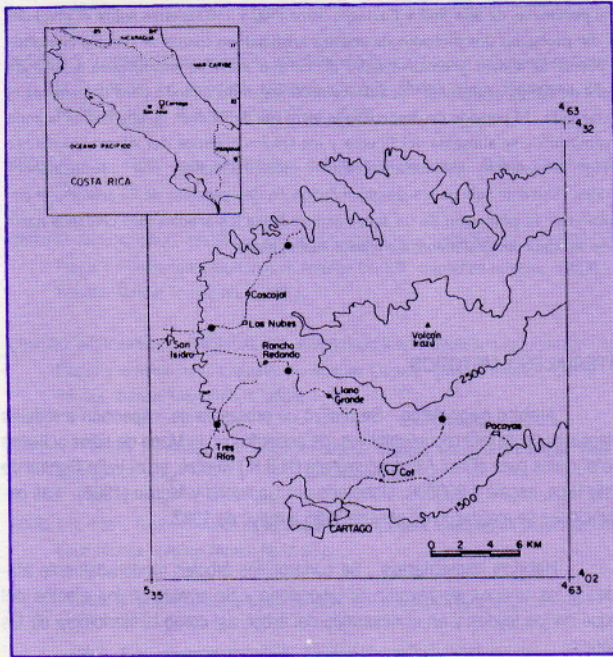


Fig. 1. Sitios de observación de *Scolytodes alni*.

**Hábitos alimentarios.** De acuerdo con la clasificación de Wood (1984), *S.alni* puede ser considerada como especie quercófaga, es decir, que se alimenta del floema, por lo que recibe el nombre de descortezadora. Sin embargo, esta especie también habita la zona del cambium y consume superficialmente los tejidos externos del xilema. En las pruebas de aislamiento, solamente se obtuvo el crecimiento del hongo *Penicillium* sp., considerado como contaminante, alrededor de los especímenes sin el tratamiento con Hipoclorito de Sodio. Dicha situación se considera normal, ya que con este método no se esterilizaron los especímenes.

**Descripción del daño.** El daño se percibe externamente por pequeños montículos de aserrín rojizo alrededor de los orificios de entrada de los túneles. Generalmente, las perforaciones se encuentran en los sitios donde se acumula la corteza alrededor de los nudos, o en la parte superior inmediata a las lenticelas. Cuando el nivel de infestación es alto en el árbol, se encuentran perforaciones en cualquier parte del fuste, inclusive en las ramas. Árboles muertos a causa del ataque presentaron un promedio hasta de una perforación por cada 5 cm<sup>2</sup> de corteza.

Al aumentar el área deteriorada por la construcción de galerías a nivel del cambium y la corteza, se interrumpe el movimiento de savia desde el follaje

hacia las partes inferiores del árbol, por lo que las raíces mueren y no pueden absorber agua; el follaje se torna por tanto amarillento y cae, y el árbol muere.

**Galerías.** Los túneles de entrada son tan angostos como las perforaciones de penetración y oblicuos con respecto a la corteza. Estos túneles llegan hasta el cambium, donde los adultos inician la construcción de galerías, las cuales quedan superficialmente impresas en la madera a diferentes profundidades. Los canales construidos por los adultos son levemente más anchos que la longitud del escarabajo. Estos son predominantemente longitudinales, con muchas ramificaciones laterales. En árboles muy infestados, las galerías se conectan entre sí formando redes irregulares (Fig. 2). Los adultos recién emergidos construyen los túneles y orificios de salida con características idénticas a los de entrada.

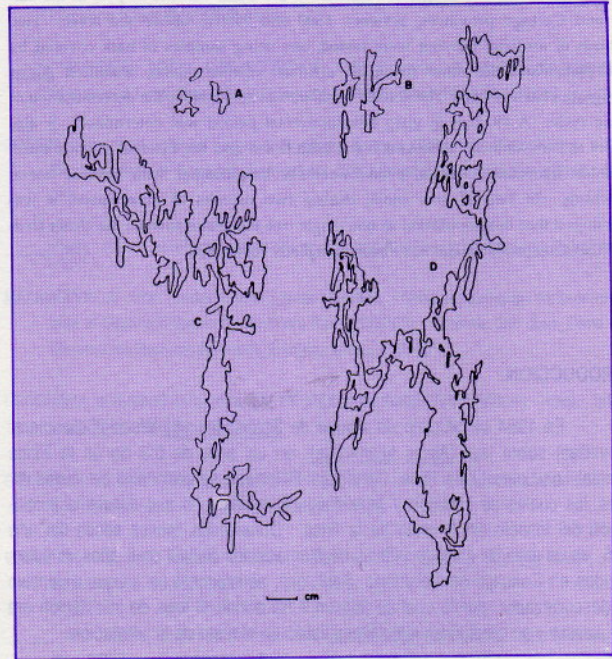


Fig. 2. Galerías de *Scolytodes alni*. A y B, galerías iniciales; C y D, redes de galerías.

**Ciclo de vida.** Los adultos de estos abejones son cilíndricos, de color café oscuro y miden apenas 2.4 a 2.9 mm de largo y 1 mm de ancho. Las larvas, de cuerpo curvado, son rosadas y miden 2 mm de longitud. Ellas cavan sus propios canales, los cuales muchas veces se unen al final de las galerías formando amplias cámaras pupales, donde se transforman en pupas o crisálidas; comúnmente se distribuyen en forma de "margarita". Los huevos, minúsculos, son colocados por las hembras en forma dispersa en los bordes de los canales de las galerías. Es posible hallar simultáneamente huevos, larvas, pupas y adultos, dentro de las galerías.

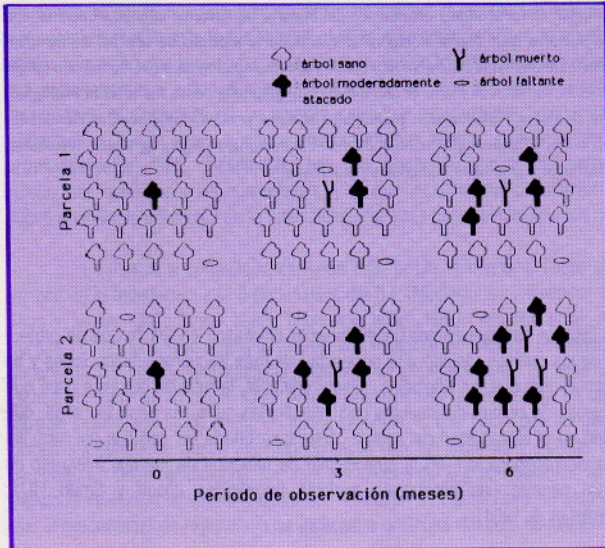
El método de crianza "emparedado" presentó limitaciones, ya que los trozos de corteza se desecaban en menos de tres días, y en muchas ocasiones los especímenes se salieron de la cámara. Se utilizó el método con alimentación artificial, el cual mantiene un nivel de humedad aceptable para el insecto por un período de aproximadamente 60 días y permite dar seguimiento con facilidad a cada espécimen durante todo el proceso de desarrollo.

La duración promedio para los estados larval, pupal y adulto es de 47 días (Cuadro 1). Se desconoce la duración del período embrionario, debido a que no se obtuvieron huevos dentro de las cámaras de crianza. Con base en esta información se puede inferir que el ciclo de vida tiene una duración aproximada de 50 días. □

**CUADRO 1.** Duración del ciclo de vida de *S. alni*.

ESTADO	DURACION (días) <sup>a</sup>	NUMERO DE OBSERVACIONES
Larva	31.3 ± 1.2	32
Pupa	8.13 ± 1.6	30
Adulto	9.6 ± 1.1	30

<sup>a</sup> Los números representan el promedio ± la desviación estandar.



**Fig. 3.** Dispersión de *Scolytodes alni* en una plantación de *Alnus acuminata*.

**AGRADECIMIENTOS**

A Luko Hilje por la asesoría brindada y a Luis Fernando Jirón por el apoyo en la identificación de la especie. Al Instituto Tecnológico de Costa Rica y Haciendas Forestales de Coronado S.A. por el financiamiento del estudio.

**Dispersión.** Se observó que la población de *S. alni* que habita un árbol permanece en él hasta matarlo, sin buscar nuevos árboles hospederos. Una vez que los adultos emergen en las cámaras pupales, construyen los túneles y los orificios de salida, y si aún queda material susceptible en el mismo árbol, inicia allí nuevas galerías. Si el árbol está muerto, la población emigra a los árboles más cercanos dentro de la parcela (Figura 3). Un árbol infestado puede morir aproximadamente después de tres meses de iniciado el ataque.

Los insectos descortezadores inician el proceso de deterioro de árboles moribundos o debilitados en los bosques (Wood 1982), condición bajo la cual *S. alni* fue informado por primera vez. Sin embargo, el establecimiento de plantaciones de *A. acuminata* en grandes extensiones y en sitios no aptos para la especie, como lo es en Haciendas Forestales de Coronado, San José, Costa Rica, afectan el desarrollo normal esperado para *A. acuminata*, lo cual provoca las condiciones óptimas para la proliferación de la plaga.

El ciclo de vida de *S. alni* en las regiones infestadas, donde la temperatura promedio es inferior a la del laboratorio donde se crió, y tomando en cuenta que habita bajo la corteza, es aproximadamente de 60 días. Pueden presentarse hasta seis generaciones por año, por lo que la especie se debe considerar como altamente prolifera, aunque se encuentra restringida a una pequeña región del país.

**REFERENCIAS**

CAMACHO, P. y MURILLO, O. 1986. Mapa de sitios actuales y potenciales para el jaíl *Alnus acuminata* (H.B.K.) Kuntze en el valle Central de Costa Rica. Cartago, Costa Rica. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Departamento de Ingeniería Forestal Esc. 1.200000.

CATIE. 1986. Silvicultura de especies promisorias para producción de leña en América Central: resultados de cinco años de investigación. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico No.86. 220 p.

COULSON R. y WITTER, J. 1984. Forest Entomology. Ecology and Management. New York, Wiley. 669 p.

ISLAS, F. 1980. Observaciones sobre la biología y el combate de los descortezadores de los pinos. SARH. Boletín Técnico (México) No 66. 38 p.

WOOD, S. 1982. The bark and ambrosia beetles of North and Central America (Coleoptera: Scolytidae), a taxonomic monograph. Brigham Young University. Great Basin Naturalist Memoirs Great. Number 6. p.

# USO DE Bacillus thuringiensis EN EL CONTROL DE PLAGAS AGRICOLAS\*

Gilbert Fuentes\*\*

## ABSTRACT

The control of economically important insect pests on agriculture by the use of Bacillus thuringiensis, as well of its advantages and disadvantages, is compared. Factors affecting the economical feasibility of insects control with this bacterium, and the social costs that, as collateral effect, has the insect control with chemicals, are discussed. Other aspects included are the economical factors on the development of a synthetic insecticide, the history about the use of B. thuringiensis as a biological insecticide, its taxonomy and classification, mode of action and main toxins produced. The most important applications of this bacillus against agricultural, forestry, ornamentals, mosquitoes and black flies are mentioned.

## RESUMEN

Compara el control de plagas de insectos agrícolas mediante el empleo del Bacillus thuringiensis, así como sus ventajas y desventajas. Discute los factores que afectan la factibilidad económica del control de insectos con esta bacteria; los costos sociales que, como efecto colateral, tiene el método de control de insectos mediante insecticidas químicos, así como aspectos económicos del desarrollo de un insecticida; la historia sobre el uso del B. thuringiensis como insecticida biológico; su taxonomía y clasificación; principales toxinas producidas y modos de acción. Indica las principales aplicaciones de este bacilo contra plagas agrícolas, forestales, de plantas ornamentales, zancudos y purrujas.

## INTRODUCCION

El objetivo de esta conferencia es ofrecer a los interesados en fitoprotección, una visión sobre las limitaciones del control químico de insectos, mediante el empleo de Bacillus thuringiensis; historia y uso de esta bacteria como insecticida; taxonomía y clasificación de la misma; aumento de su patogenicidad por medio de manipulaciones genéticas; su modo de acción y aplicaciones en el campo.

Al menos 2.3 millones de kg de insecticidas basados en el Bacillus thuringiensis, se usan anualmente para el control de plagas de cultivos agrícolas, forestales, etc. Varios factores deben considerarse para incrementar su uso, entre ellos:

- Muchas poblaciones de insectos importantes son resistentes a los insecticidas químicos empleados en su combate.
- Los costos sociales asociados con el uso de los plaguicidas se incrementan, incluyendo efectos nocivos en la salud humana y el deterioro ambiental.
- Los costos directos del desarrollo y producción de los insecticidas derivados de la industria petroquímica también están aumentando rápidamente.

Los métodos de control de insectos se han desarrollado a través de la historia de la agricultura, hasta nuestros días. En las prácticas de protección de cultivos se distinguen cinco etapas, llamadas: de subsistencia, explotación, crisis, desastre y recuperación. Aunque no todos los programas de control de insectos calzan exactamente en este esquema, este patrón es bastante general.

Los métodos usados en la fase de la agricultura de subsistencia son sobre todo pasivos, etc., se basan en los enemigos naturales y plantas resistentes o tolerantes; también pueden emplearse métodos de control simples mecánicos, así como prácticas culturales. Estos métodos son en gran parte suplantados o por completo, en la fase de explotación, por el uso intensivo de insecticidas químicos, los cuales a menudo son aplicados en forma calendarizada, independientemente de los niveles de la población de los insectos. Después de un período de duración variable durante el cual estos métodos son exitosos, se inicia el incremento de la resistencia a los insecticidas, hay resurgimiento rápido de las plagas después del control inicial y la proliferación de especies de plagas que anteriormente eran insignificantes, dan como resultado la fase de crisis.

Esta fase se caracteriza por un incremento dramático en los costos de protección de los cultivos, debido a la necesidad de más frecuentes aplicaciones y de dosis mayores que las originales. Eventualmente, la fase de desastre hace que los costos de control de insectos con insecticidas químicos sean tan altos, que inciden en la rentabilidad del cultivo. Esta fase puede ser seguida por otra, llamada de recuperación, en la cual el uso de métodos de manejo integrado de plagas, permite una producción agrícola beneficiosa (Doutt y Smith 1971; Pimentel *et al.* 1981).

Las limitaciones que tiene el control químico de insectos pueden resumirse en los siguientes puntos:

- Selección de razas de insectos resistentes.
- Destrucción de depredadores y parasitoides que ocurren naturalmente.
- Rápido resurgimiento de las poblaciones tratadas.
- Aparición de nuevas plagas de insectos "secundarias".
- Residuos de insecticidas en las cosechas.
- Peligros directos e indirectos para las personas y el ambiente.

La metodología de control de insectos es característica, en su mayoría, de la fase tardía de explotación. De manera que, a pesar de que el uso de insecticidas se ha incrementado en más de 10 veces desde la década de 1940, las pérdidas causadas por los insectos han variado entre el 7 y 13% en el mismo período (Pimentel *et al.* 1981).

Los insecticidas microbianos, como el Bacillus thuringiensis B.t. son componentes importantes de sistemas de manejo integrado de plagas. Su utilidad pareciera que será mayor conforme los métodos de control químico lleven hacia la fase de crisis, de manera que se debe dar prioridad a la investigación en la producción y aplicación de estos agentes de control biológico de plagas.

**Desarrollo de resistencia a los insecticidas.** Una de las mayores preocupaciones en el campo de la protección de cultivos es la selección de insectos resistentes. Existen más de 400 especies de insectos resistentes a uno o más insecticidas y el número de especies resistentes se duplica cada 6 años. Si continúa ese ritmo, se espera que casi todas las plagas de insectos alcancen

\*I Congreso Nacional de Entomología. 22-24 noviembre, 1990. Heredia, Costa Rica.

\*\*Escuela de Fitotecnia, Universidad de Costa Rica. San Pedro de Montes de Oca, San José, Costa Rica.



algún grado de resistencia para el año 2000. La resistencia cruzada capacita a una especie a sobrevivir a exposiciones de productos químicos relacionados, y generalmente implica la detoxificación como único mecanismo. Por otro lado, la resistencia múltiple a un número de agentes químicos da como resultado la coexistencia de varios mecanismos genéticos, independientes, para la detoxificación de sustancias que tienen diferentes modos de acción.

El desarrollo de resistencia de los insectos a los insecticidas microbianos ha recibido relativamente poca atención. Con base en principios biológicos fundamentales, la capacidad de los insectos para desarrollar resistencia a los agentes de control biológico es un asunto innegable, pero no se espera que desarrollen una resistencia sustancial contra el complejo de la espóra-cristal del *B.t.* en condiciones de campo. Varios factores independientes contribuyen a esta conclusión. La persistencia de los insecticidas favorecen el desarrollo de la resistencia al mantener una presión selectiva en las razas resistentes; el *B.t.* realmente no promovería la resistencia, debido a su baja persistencia en el ambiente. También, ya que la bacteria produce varias toxinas, dos hemolisinas, una metaloproteasa y dos diferentes inhibidores del sistema inmunológico del hospedante, el desarrollo de un insecto individual de mutantes resistentes simultáneos a todos estos agentes potencialmente letales, pareciera que es extremadamente difícil. Finalmente, hay una diferencia fundamental entre los insecticidas químicos y los microbianos, y es que los primeros constituyen una nueva presión de selección en la naturaleza, mientras que los microbianos no.

La literatura consultada contiene muy pocas referencias sobre el desarrollo de la resistencia a la  $\delta$ -endotoxina del *B.t.* (McGaughey y Beeman 1988; Sims y Stone 1991; Stone 1989; Tabashnik et al. 1990; Van Rie et al. 1990; Burges 1971). Una resistencia a más de 100 veces la formulación comercial fue observada en *Plodia interpunctella*, durante 15 generaciones. En este caso, estaba presente un ambiente ideal para el desarrollo de la resistencia, ya que en silos se estuvo aplicando el *B.t.* en forma continua, lo que hacía que las generaciones sucesivas se desarrollan en contacto con las esporas y toxinas de la bacteria. En tales condiciones, los agentes tóxicos del *B.t.* son estables, favoreciendo la selección de razas resistentes. También es significativo en este caso, que el mecanismo de resistencia se atribuye a un factor del cual es responsable solamente un gene.

Tabashnik et al. (1990), mostraron en Hawaii que las aplicaciones foliares de formulaciones comerciales del *B.t.*, subsp. *Kurstaki*, causaron el desarrollo de resistencia en poblaciones de campo de la polilla de las crucíferas, *Plutella xylostella*, en plantaciones que habían sido tratadas entre 50-100 veces, durante 1978-82. La expresión de los genes de la toxina del *B.t.* en plantas cultivadas, pareciera que podría intensificar la selección de resistencia al *B.t.* Para evitar esto, tácticas que podrían ser útiles incluyen la expresión de los genes en tejidos específicos y la expresión facultativa en cultivares de cultivos manipulados genéticamente, así como la variación de los métodos de control en el tiempo y el espacio. Aunque se dan estos ejemplos aislados de resistencia a insecticidas microbianos, pareciera poco probable que se produzca una resistencia amplia, como sucedió con insecticidas químicos.

## COMPARACION DEL *B.t.* CON LOS INSECTICIDAS QUIMICOS

### Ventajas del *B.t.*:

- Alta competencia, p.ej., no afecta los mamíferos ni especies que no son el blanco; se puede emplear hasta el día de la cosecha.
- No se ha observado, ni se espera un desarrollo de resistencia a él, en forma amplia.
- Es adaptable a muchos tipos de formulaciones; potencialmente se le puede incorporar fagoestimulantes o cebos para incrementar su atracción a los insectos e incrementar su eficacia.
- Probabilidad de producir formulaciones más potentes y reducir costos de producción al mejorar la tecnología de fermentación.

- La selección de cepas y la ingeniería genética ofrecen alta probabilidad de un mejor control de las plagas de insectos mediante nuevas razas de *B.t.* que se puedan crear y puedan tener un novedoso espectro de hospedantes o una mayor actividad.

### Desventajas del *B.t.*:

- Espectro estrecho de hospedantes.
- Ausencia de patentes de protección de las nuevas cepas.
- Exige un momento de aplicación preciso, debido a que su efecto es más lento que el de los químicos.
- Costo relativamente alto, comparado con los químicos, aunque podría reducirse a corto plazo.

### Factores que afectan la factibilidad económica del control de insectos con *B.t.*

Rendimiento vs. efectos en la calidad. La calidad de las cosechas, especialmente de frutas y hortalizas, afecta en mucho su precio de venta, debido a que la acción de los insecticidas microbianos es generalmente más lenta, son menos efectivos en prevenir los daños a los productos a corto plazo.

Espectro de plagas. La convergencia de varias especies de plagas en un determinado cultivo, generalmente afecta la factibilidad técnica y económica de los insecticidas microbianos por ser más específicos, en comparación con los insecticidas químicos de amplio espectro de acción.

Eficacia relativa de los agentes de control. La eficacia relativa del *B.t.*, comparado con otros métodos de control, obviamente influye en su utilidad económica.

Riesgos. La eficacia del *B.t.* generalmente depende más del comportamiento de alimentación del insecto, que la de los insecticidas químicos; sin embargo, el problema se puede disminuir mediante formulaciones con cebos o atrayentes.

Precio relativo de los agentes de control. No hay cifras concluyentes en cuanto al costo de preparaciones del *B.t.* vs. insecticidas químicos, ya que la eficacia técnica relativa depende de las plagas en particular y de otros factores ya enumerados. Sin embargo, los agentes químicos generalmente son más costosos por ser derivados del petróleo, mientras los agentes microbianos en base a *B.t.* se producen a menor costo a partir de desechos agrícolas baratos, como el agua y el endosperma del coco (Chilcott y Pillai 1985). Es factible el incremento de esta tendencia conforme se presentan los avances tecnológicos en la incipiente industria de producción de agentes biológicos.

Costo de implementación. El *B.t.* generalmente es más lento en su acción y menos persistente que los insecticidas químicos, por tanto se requiere un monitoreo más exacto de los niveles de población de la plaga para programar adecuadamente la aplicación de estos productos y prevenir el daño económico de la plaga.

Costos sociales de los métodos de control de insectos. El tema del costo social de las tecnologías de control de plagas es complejo y discutible, pero tales costos pueden ser sustanciales y difieren entre los diversos métodos de control de insectos. Pimentel et al. (1981), incluyen los costos de salud (hospitalización, ausentismo laboral y enfermedad) y los costos de los daños ambientales (reducción de los rendimientos de las cosechas por desaparición de insectos polinizadores; efectos en la ganadería, peces, aves, muerte de mamíferos, pérdida de depredadores naturales; efectos adversos en la fisiología de los cultivos y el incremento en la resistencia a los insecticidas).

Los datos de estos autores indican que el costo del uso agrícola de plaguicidas en los EE.UU. era del rango de los \$2 000 millones anuales y Carlton (1987) señala que en ese año a nivel mundial se gastaron \$20 000 millones para

combatir las enfermedades, malezas e insectos. A pesar de ese enorme desembolso, casi el 40% de la producción de alimentos y fibras se perdían por estas plagas.

Estos datos son preocupantes, pero se quedan cortos en comparación con lo que se conoce como el "Desastre del Algodón en Centroamérica". Esta agricultura intensiva del algodón, se desarrolló a partir de 1950, asociada con el uso intensivo de insecticidas. Aparecieron razas de insectos resistentes a los plaguicidas, así como plagas secundarias. El promedio de aplicaciones de insecticidas pasó de 5-10 en 1955 a 28-50 en 1968. En 1965, sobre todo por el amplio uso del DDT en algodón, este insecticida se volvió ineficaz contra el zancudo vector de la malaria. Solamente en Nicaragua se reportaron 28 500 casos de malaria en 1970, esto es, aproximadamente el 1% de la población. Entre 1962 y 1972, más de 3000 envenenamientos con plaguicidas ocurrieron solamente en Nicaragua (Swesey y Daxl 1983). Un informe de la FAO al Gobierno de Nicaragua, en 1977, indica que el estimado de los daños sociales y ambientales causados por los plaguicidas, tenía un costo anual de \$200 millones (U.S.) para la sociedad nicaragüense, mientras que las divisas que se adquirieron por la actividad algodonera tuvieron un máximo de \$141 millones (U.S.) en 1973 (Falcon y Daxl 1977). Este desastre social y económico motivó el inicio de un programa de manejo integrado de plagas.

Los métodos de control biológico también tienen su costo social, pero generalmente es mucho menor que el de los insecticidas químicos. En particular, la ausencia de efectos negativos del B.I. en especies que no son el blanco, contrasta con los efectos de los insecticidas químicos.

**Aspectos económicos del desarrollo de un insecticida.** Dulmage (1971) estimó que los costos para desarrollar un insecticida microbiano comercializable o un plaguicida químico, eran aproximadamente iguales (ej. \$2.5 millones en 1967). Esto a pesar del hecho de que solamente 1 en 10 000 plaguicidas químicos evaluados, llegaron a ser exitosamente comercializados. Estas diferencias están a favor de los patógenos de insectos, ya que una cantidad significativa de fondos públicos se gastan en los EE.UU. en la búsqueda de nuevos patógenos y en el desarrollo de medios de producción y utilización. Dulmage estimó los gastos del Gobierno Federal de Estados Unidos en esta área, en alrededor de \$2 millones en 1967.

Cada vez se hace más difícil descubrir y producir nuevos insecticidas químicos, ya que la mayoría de compuestos simples han sido investigados. Para cada nuevo producto desarrollado, se evaluaron 1800 compuestos en 1956; esto subió a 3600 en 1965; a 5040 en 1969 y alrededor de 10 000 en 1972. De manera que los nuevos insecticidas químicos que se desarrollan tienden a ser más complejos químicamente y requieren múltiples pasos de síntesis, lo que hace más costosa su producción.

Mientras más candidatos deben tamizarse para lograr un insecticida químico, también es cierto que los costos de desarrollo de un insecticida microbiano son muy altos en ciertas áreas, como por ej. los bioensayos para probar su eficacia, las pruebas de toxicidad en organismos que no son el blanco, y los ensayos de campo.

Los gastos mundiales que la industria destina al año en la investigación sobre patógenos microbianos se calculaba en 1971 en \$600 000, comparado con \$100 millones (en 1967) para los plaguicidas químicos.

La especificidad de los plaguicidas microbianos implica un desestímulo económico para su comercialización, debido a que su mercado potencial es limitado. El B.I. y varios insecticidas virales han sido desarrollados comercialmente, porque tienen más o menos un amplio rango de hospedantes, que incluye a muchos de los principales insectos de importancia económica. Sin embargo, no pareciera factible que comercialmente se fueran a desarrollar insecticidas microbianos más específicos. Por el contrario, deberían ser desarrollados por instituciones gubernamentales.

Las enfermedades bacteriales de los insectos benéficos comenzaron a ser descubiertas antes que las de los insectos perjudiciales. Al final del siglo XIX, la apicultura y la sericultura estaban directamente amenazadas con tales enfermedades, las cuales estimularon investigaciones para determinar sus causas de muerte y cómo salvar a las crías de Apis mellifera y Bombyx mori. Estos estudios sirvieron como base para investigaciones de patología y control microbiano de insectos perjudiciales.

El tamaño microscópico de las bacterias ha dificultado su clasificación. La historia de la taxonomía de las bacterias entomopatógenas ha recorrido un camino árduo y difícil, como apoyo para las áreas de patología y control microbiano de insectos.

La taxonomía bacteriana moderna depende de criterios morfológicos, fisiológicos, serológicos y genéticos. Algunos autores establecen características de valor taxonómico, como las enzimas y su síntesis, morfología y reacciones a los colorantes, propiedades serológicas, requerimientos nutricionales, patogenicidad, hábitos y aspectos genéticos. Otros establecen apenas tres grupos de características:

**a) Cultivo**, este grupo incluye características morfológicas y fisiológicas, así como bioquímicas y de crecimiento. **b) La patogenicidad**, por otro lado, no es una característica únicamente del patógeno, pues depende de su adaptabilidad y variabilidad genética, así como de las respuestas o reacciones del hospedante. De manera que para el patólogo de insectos tal característica es fundamental, mientras que para el taxónomo de bacterias es una característica más entre otras que deben ser analizadas y tomadas en consideración para la clasificación de bacterias patogénicas. Por ejemplo, dentro de la familia Enterobacteriaceae, al relacionar la distribución de algunas especies de bacterias, con su patogenicidad para ciertos hospedantes, se pueden detectar algunas relaciones ecológicas importantes. Mientras que el género Shigella incluye especies patogénicas apenas para el hombre, las del género Salmonella atacan al hombre y a otros mamíferos.

El género Arizona causa enfermedades tanto a mamíferos, como a animales poikilotérmicos. Los géneros Serratia y Cloaca, cuando son parásitos atacan exclusivamente a insectos. Para fines de taxonomía general, son importantes tales informaciones relativas a la distribución de los patógenos, pues un agente considerado atípico desde el punto de vista médico, puede ser altamente frecuente en poblaciones de insectos. **c) Ecología**, los insectos que exigen recursos ecológicos y alimentarios más especializados, como regla general tienden a tener una microflora más específica y las poblaciones de insectos en crías de laboratorio, poseen una microflora mucho más rica de las que existen en condiciones naturales (Habib y Andrade 1986). Se conocen centenas de especies de bacterias asociadas con los insectos, pero son pocas las que poseen características que permiten su uso en el control de insectos perjudiciales. Las especies de mayor importancia se encuentran en las familias Enterobacteriaceae y Bacillaceae, además de algunos géneros del orden Pseudomonadales.

Algunos autores clasifican a las bacterias entomopatógenas en tres grupos:

**a) Bacterias obligatorias**, las cuales causan enfermedades específicas para ciertos insectos, no crecen en medios artificiales y mantienen un número limitado de especies hospedantes. **b) Bacterias facultativas**, son capaces de invadir y destruir tejidos susceptibles, pueden multiplicarse en el intestino antes de invadir la cavidad corporal y crecen fácilmente en medios artificiales. **c) Bacterias potenciales**, normalmente no se multiplican en el intestino, pero cuando se inyectan en la hemolinfa, se multiplican y causan septicemia. Los miembros de esta tercera categoría, que existen en el lumen del intestino, pueden llegar a la cavidad corporal y multiplicarse en la hemolinfa, causando una septicemia. Los representantes de esa categoría crecen en medios artificiales y no poseen especificidad de hospedantes.

Desde el punto de vista de patología de insectos, es preferible agrupar a las bacterias entomopatógenas en dos categorías: esporulantes y no esporulantes. Las especies esporulantes incluyen a todas las obligatorias y a la mayoría de facultativas (cristalíferas y no cristalíferas). Las especies no esporulantes, a su vez, incluyen a todas las potenciales y apenas una especie es totalmente facultativa.

El interés de utilizar bacterias entomopatógenas para el control de poblaciones de insectos perjudiciales llevó a investigar más profundamente a las bacterias que forman esporas, pues poseen la característica de ser persistentes, lo cual es un prerrequisito para su producción en escala comercial. Aunque son pocas las especies de bacterias con alta capacidad de invadir la pared intestinal o de multiplicarse en el intestino de los insectos, varias especies son consideradas potenciales, o sea, con capacidad para multiplicarse en la hemolinfa, causando septicemias fatales. Son pocas las especies de bacterias que se caracterizan por su alta virulencia, gran capacidad invasora y producción de toxinas que causan fácilmente toxemias en insectos. La familia Bacillaceae, ampliamente estudiada, comprende a dos géneros de mucha importancia, *Bacillus* y *Clostridium*.

#### HISTORIA Y USO DEL *Bacillus thuringiensis* COMO INSECTICIDA

El *Bacillus thuringiensis* fue descrito por vez primera en 1904 en Japón, como organismo causante de una enfermedad a larvas del gusano de seda. El agente causal fue llamado *Bacillus sotto*.

El descubrimiento real del *B.t.* lo hizo Berliner en Alemania, alrededor de 1910. Aisló el *B.t.* en un cultivo de *Ephesia kühniella* que obtuvo en un molino de harina del distrito de Thüringen. Berliner observó el cuerpo parasporal pero no lo relacionó con la toxicidad.

Pocos progresos se hicieron entre 1920 y 1940. El interés en el *B.t.* se renovó después de 1950 cuando comenzaron a aparecer los primeros problemas con los insecticidas químicos. Las investigaciones se llevaron a cabo en la Unión Soviética, Francia y Alemania. Pronto se reconoció que el *B.t.* era seguro y altamente específico.

Es de notar que el principio tóxico del *B.t.* se descubrió a fines de los 50 por el Dr. Angus, en Canadá, quien disolvió los cuerpos parasporales y purificó los polipéptidos por precipitación y demostró que la proteína precipitada era altamente tóxica para la larva del gusano de seda. Las primeras preparaciones comerciales aparecieron alrededor de 1960 en Francia y en los EE.UU., basadas en la raza de Berliner que también produce la  $\beta$ -exotoxina.

Con el descubrimiento de la raza *Kurstaki* HD-1, se inició una nueva era. La cepa fue fácilmente cultivada y mostró un buen espectro de actividad contra las principales plagas agrícolas de insectos del orden Lepidoptera.

El interés en el *B.t.* se incrementó y diseminó rápidamente después de 1970. Los laboratorios comenzaron a trabajar en el modo de acción del cuerpo o inclusión parasporal, el cual es el responsable de las propiedades insecticidas. Esta inclusión parasporal también se conoce como  $\delta$ -endotoxina. Otros investigadores concentraron esfuerzos en el aislamiento y caracterización de nuevas razas del *B.t.* En 1976, una cepa diferente en espectro de actividad fue aislada en aguas, en un sitio del desierto de Negev, Israel. Esta raza, llamada *B.t.* H-14, o *israelensis*, era activa contra larvas de zancudos y purrujas (simúlidos), aunque no era eficaz contra larvas de lepidópteros. Un importante descubrimiento posterior fue el de Krieg *et al.*, en Alemania, durante 1983, que encontraron la raza *B.t. tenebrionis*, efectiva contra larvas de algunos coleópteros.

Ya se han aislado varios cientos de cepas de *B.t.* y numerosas compañías industriales realizan programas de tamizaje a gran escala, buscando las más eficaces para su comercialización. Además del mejoramiento de los productos comerciales por el incremento en la potencia de estos insecticidas biológicos, se han mejorado mucho sus formulaciones.

Una nueva era se inició en 1981 cuando Schnepf y Whitely (1981) informaron el clonaje y expresión del gene de la proteína del cristal del *B.t.* en *Escherichia coli*. El análisis del código genético de la  $\delta$ -endotoxina avanzó rápidamente. En los últimos años, un gran número de plantas como tabaco (Adang *et al.* 1987), tomate (Delannay 1989), papa y maíz han visto transformado su código genético con la inclusión de genes de la  $\delta$ -endotoxina del *B.t.* El aldonero también se manipula genéticamente para incorporarle estos genes. En varios países se están haciendo pruebas extensivas de campo para evaluar estas plantas manipuladas genéticamente.

También se ha clonado la  $\delta$ -endotoxina del *B.t.* subespecie *Kurstaki*, en microorganismos del suelo no patógenos, que viven en asociación con las raíces, como es el caso de *Pseudomonas fluorescens*, con la idea de que el insecticida se pueda aplicar como "inóculo" al momento de la siembra (Watrud *et al.* 1985, Yven y Schroth 1986). Muchos microorganismos colonizan la superficie de las plantas y tienen el potencial para servir como portadores de los genes del *B.t.*; especies del género *Agrobacterium*, *Azospirillum*, *Bacillus*, *Clavibacter*, *Corynebacterium*, *Erwinia*, *Enterobacter*, *Frankia*, *Pseudomonas*, *Rhizobium* y *Xanthomonas* son colonizadores de plantas (Donegan *et al.* 1991).

Es difícil estimar el mercado actual para los productos basados en el *B.t.* El uso de razas activas contra larvas de lepidópteros tiene su potencial en agricultura, horticultura y forestales. Norteamérica y el sud-este asiático son las principales zonas donde se está aplicando el *B.t.* Como se indicó al principio, la producción anual mundial de *B.t.* es de 2.3 millones de kg.

Las preparaciones del *B.t.* H-14, o sea la cepa conocida como *israelensis*, se usan en gran escala en el Programa de Control de la Onchocercosis, en África Occidental. La cantidad anual gastada en este programa oscila en alrededor de 1000 toneladas de formulaciones líquidas. Las razas activas contra coleópteros ya se comercializan, pero su mercado aún es reducido.

#### TAXONOMIA Y CLASIFICACION

El *B.t.* es una bacteria aeróbica, formadora de esporas, que puede crecer anaeróbicamente dentro del rango de 10 a 45°C. Está relacionada con la especie *Bacillus cereus*. Su principal característica es la producción de un metabolito insecticida. El mejor conocido es la  $\delta$ -endotoxina, una proteína que se produce durante el proceso de esporulación y se deposita dentro del esporangio, y como regla es de forma cristalina.

Con el número fabuloso de aislamientos de *B.t.* obtenido en varios países, hasta el inicio de la década de los 60, surgieron problemas de clasificación de las variedades de este bacilo. Los criterios bacteriológicos clásicos, como son los morfológicos, fisiológicos y de cultivo, no eran suficientes para resolver este problema. La introducción de serotipos basados en el antígeno flagelar, o sea el antígeno-H, además de parámetros bioquímicos más precisos, facilitaron bastante la diferenciación entre varios aislamientos.

El descubrimiento de las cepas del *B.t.* que difieren en sus propiedades insecticidas hizo que la Dra. H. de Barjac del Instituto Pasteur de París, en 1962 reconociera, la necesidad de diferenciar entre las especies. Ella usó la metodología aplicada para enterobacterias patógenas, la cual se basa en los antígenos flagelares. Este método de serotipo mostró ser útil en la clasificación de las razas. Se han identificado ya aproximadamente 30 serotipos. Los más importantes son:

Serotipo	Subespecie	Significado
1	<i>thuringiensis</i>	Primer aislado y primer producto comercial
3a,3b	<i>kurstaki</i>	Raza HD-1, base para la mayoría de productos comerciales contra larvas de lepidópteros

4a, 4b	<u>dendrolimus</u>	Productos comerciales en la URSS para el control de lepidópteros
5a, 5b	<u>galleriae</u>	Productos comerciales en la URSS para el control de lepidópteros. Susceptibilidad a los fagos
8a, 8b	<u>tenebrionis</u>	Activo contra coleópteros, comercialización en progreso
14	<u>israelensis/H-14</u>	Activo contra larvas de zancudos y purrejas (simúlidos). Producido comercialmente

Los serotipos basados en los antígenos flagelares son una herramienta útil para clasificar las razas individuales. En muchos casos, sin embargo, los serotipos flagelares no reflejan el código genético para las  $\delta$ -endotoxinas, ni sus propiedades insecticidas. Este es el caso del serotipo 8, en donde encontramos razas activas contra lepidópteros, dípteros y coleópteros, respectivamente.

Se ha propuesto otro sistema de clasificación, basado en tres patotipos, con los siguientes espectros de actividad:

Patotipo	Espectro de actividad
A	Lepidoptera
B	Diptera (Culicidae)
C	Coleoptera

La clasificación de acuerdo con los patotipos no es muy adecuada, ya que hay razas como las que se encuentran dentro de las subespecies kurstaki, que poseen  $\delta$ -endotoxinas activas contra larvas de lepidópteros y dípteros, respectivamente.

Otro sistema de clasificación que se investiga actualmente en el Instituto Pasteur en París, se basa en el patrón de los ácidos grasos. Este método es rápido y permite una clasificación mucho más fina que la serología. Sin embargo, no parece que haya una estrecha correlación con las  $\delta$ -endotoxinas. La clasificación de las  $\delta$ -endotoxinas se hizo posible con los progresos en ingeniería genética. Existe otro sistema de clasificación basado en las secuencias de los genes y en el espectro de toxicidad. Los genes se dividen en cuatro clases principales:

Tipo de gene	Espectro de actividad
Cry I	Lepidóptera
Cry II	Lepidóptera
Cry III	Coleóptera
Cry IV	Diptera

La situación presente de clasificación es satisfactoria. Por un lado es posible agrupar a los microorganismos y por el otro, los genes y sus productos se pueden caracterizar independientemente.

Los estudios sobre este patógeno indican que las diferencias bioquímicas y serológicas entre los diferentes serotipos están directamente relacionadas con otros fenómenos como especificidad y virulencia. Los aislamientos frecuentes de nuevas cepas a partir de hospedantes nuevos, revelan la amplia distribución natural de la bacteria. Actualmente se considera que es cosmopolita, con base en resultados de los estudios de Martin y Travers (1989), quienes aislaron al B.t. en 785 muestras de suelos, de un total de 1115, procedentes de los EE.UU. y de otros 29 países (incluyendo Centroamérica).

## PRINCIPALES TOXINAS PRODUCIDAS POR EL B. thuringiensis

Las variedades de B.t. producen algunas toxinas, de las cuales las más importantes son las siguientes.

**$\delta$ -endotoxina.** El cristal o inclusión proteica, o cuerpo parasporal, es un agregado de moléculas, generalmente en forma bipiramidal, con un peso molecular de aproximadamente 230 000 daltones. Este cristal es el principal componente de los productos comerciales a base de B.t.

Después del crecimiento vegetativo en medio artificial, el B.t. se transforma en una espora resistente a las condiciones ambientales adversas. El cristal se forma durante este proceso de esporulación. Se sabe que el cristal proteico de B.t. en sí, no tiene acción tóxica, siendo considerado como una protoxina. Su disolución en medio alcalino (enzima de pH 8), da como resultado moléculas de tamaños variables, de las cuales algunas son tóxicas para los insectos. De este modo, la  $\delta$ -endotoxina sería una de esas moléculas que participan en la formación del cristal. Por lo tanto, la disolución de este cristal siempre es necesaria para la liberación y acción de la  $\delta$ -endotoxina. Este hecho explica la razón por la cual los insectos con pH intestinal alcalino son los susceptibles a este patógeno y por qué las inyecciones intrahemocélicas del cristal intacto no tienen efecto tóxico. De ahí que la acción tóxica de la  $\delta$ -endotoxina depende de la disolución del cristal en medio enzimático alcalino.

**$\beta$ -exotoxina.** Este nombre fue sugerido para una sustancia termoestable en agua y altamente tóxica para muchos insectos y ciertos vertebrados. Como esa "toxina" no se degrada en el intestino de bovinos y de aves, siendo tóxica para las moscas, su adición al alimento de esos vertebrados fue sugerida para el control de dípteros en heces. Sin embargo, su efecto teratogénico y posiblemente mutagénico, llevaron a las autoridades de los EE.UU. y Canadá a impedir el uso de líneas de B.t. que produzcan esa "toxina".

De peso molecular pequeño, análogo al ATP y compuesta de adenina, ribosa y fósforo (1:1:1), esa sustancia impide la biosíntesis de RNA en las células afectadas. El término  $\beta$ -exotoxina se consideró inadecuado para esta sustancia, debido a su estructura química. En sustitución, varios autores sugirieron el término "Thuringiensina".

La "Thuringiensina" se produce en grandes cantidades por líneas del serotipo H-1 (var. thuringiensis). Las líneas de los otros serotipos producen cantidades mucho menores. Por eso, a partir de 1970 las líneas comerciales basadas en las líneas del serotipo H-1, que producen esa sustancia, fueron sustituidas por otras líneas no productoras de la  $\beta$ -exotoxina. Es interesante destacar que B. cereus no produce "Thuringiensina".

**Endospora.** Hasta fines de los años 50, la estandarización de los productos comerciales en base a B.t. se fundamentaba en el recuento de esporas por unidad de peso del producto formulado. Con el descubrimiento del cristal proteico (protoxina) y de la  $\delta$ -endotoxina, actualmente consideradas como los factores principales en la actividad patogénica de este bacilo, los investigadores llegaron a afirmar que la espora no ejercía ningún papel en este sentido. Recientemente se reveló y confirmó la presencia de una proteína en la pared de la endospora, química y serológicamente semejante a la proteína del cristal.

Aunque en menor cantidad, la proteína de la espora también tiene efecto tóxico para las larvas. Obviamente en los insectos altamente susceptibles, el efecto de la proteína de la espora es totalmente enmascarado por el efecto de la del cristal. Esos insectos sufren de toxemia y mueren antes de que las esporas germinen y liberen la proteína de la exóspora. En insectos susceptibles a este bacilo y que mueren por septicemia, el papel de la espora es claro, pero las mezclas de cristales y esporas son más patogénicas que los cristales solos. De ahí la necesidad de esclarecer, mediante investigaciones, el tipo de componente usado, si es el cristal o la espora o su conjunto, para facilitar las comparaciones posibles.

**$\alpha$ -exotoxina.** También conocida como Lecitinasa-C, es soluble en agua, termoestable y tóxica para los insectos. Esta toxina, también producida por *B. cereus*, exige un intervalo de pH entre 6.6 y 7.4 para actuar mejor. Krieg aisló otra toxina semejante a esta, que probó ser tóxica para las larvas de *Plutella xylostella* cuando se administró por vía oral. Tal toxina se encontró en el líquido sobrenadante de cultivos de *B.t.* Krieg la denominó como "toxina termosensible", ya que difiere químicamente de la Lecitinasa-C.

**Modo de acción de la  $\delta$ -endotoxina del *B. thuringiensis*.** El cristal proteico, como un todo, no tiene efecto tóxico cuando se inyecta directamente a la hemolinfa de los insectos, pues simplemente es una protoxina. Mientras que la infección natural por *B.t.* ocurre por vía oral, los estudios experimentales del laboratorio se pueden hacer por medio de inyecciones en la cavidad corporal, contaminación de la dieta del insecto tratado, por inyección del patógeno en la cavidad bucal, o hasta en cultivo de tejidos.

Los cristales del *B.t.* tienen que ser ingeridos por los insectos, los cuales se disuelven en el ambiente alcalino del jugo intestinal. Los polipéptidos resultantes son protoxinas sin actividad biológica, que necesitan ser activadas por las proteasas del jugo intestinal. Los componentes activos resultantes son de aproximadamente la mitad del tamaño de las protoxinas (aprox. 60 000 KDa). Posteriormente, las moléculas tóxicas tienen que pasar a través de la membrana peritrofica.

El sitio de acción es la membrana epitelial del intestino donde los polipéptidos se unen a receptores específicos. La presencia de receptores ha sido demostrada por medio de experimentos de competencia con  $\delta$ -endotoxina que ha sido marcada con yodo radiactivo. Las  $\delta$ -endotoxinas de las diferentes especies parece que reconocen diferentes receptores. Hasta hoy, los receptores no han sido aislados y caracterizados.

Los pasos posteriores del modo de acción de la  $\delta$ -endotoxina no se conocen muy bien. La  $\delta$ -endotoxina no pasa a través de la membrana celular al interior de las células blanco, sino que permanece en la membrana, tendiendo a la formación de poros, los cuales causan una degradación en la regulación de las propiedades de permeabilidad de la membrana celular.

La acción de la  $\delta$ -endotoxina es rápida. El cese de la alimentación puede observarse a los pocos minutos de la ingestión de los cristales. Los primeros cambios histopatológicos se observan en los *microvilli*, los cuales se incrementan en tamaño, pierden su estructura interna y aparecen vacuolas dentro de las células epiteliales del intestino. El tamaño de las células se incrementa hasta reventar. La degradación en el control de la permeabilidad lleva a un intercambio libre entre la hemolinfa y el contenido del intestino, lo cual es letal para la larva del insecto.

El modo de acción de todas las diferentes  $\delta$ -endotoxinas del *B.t.* pareciera que se basa en el mismo principio. Por otro lado, numerosos factores son responsables de la especificidad única de las  $\delta$ -endotoxinas. Los cristales deben solubilizarse en el jugo intestinal. Las proteasas del jugo intestinal tienen que generar el polipéptido activo correcto y finalmente, los receptores apropiados tienen que estar presentes en las células de la membrana del intestino.

## PRODUCTOS COMERCIALES Y APLICACIONES EN EL CAMPO

El *B.t.* es fácil de cultivar, para lo cual se requiere que las fuentes de carbono y nitrógeno estén bien balanceadas. Los nutrientes usados para la producción industrial se basan en subproductos agrícolas baratos como el coco (Chilcott y Pillai 1985). El período de fermentación varía entre 24 y 36 horas. El rendimiento por ml debe ser superior a  $10^9$  esporas y cuerpos parasporales. Es importante encontrar un óptimo entre el período de fermentación, el rendimiento de esporas y la producción de la  $\delta$ -endotoxina.

Los cultivos esporulados se recogen por medio de centrifugación, precipitación con acetona, secado por aspersión, o una combinación de estos métodos.

La formulación del material concentrado es importante por la actividad que debe mostrar en la vida en estante y en el campo. La mayoría de formulaciones contienen un agente dispersante y un adherente.

Los productos de *B.t.* están disponibles como concentrados líquidos o polvos humedecibles para el control de plagas agrícolas y forestales. Además, se producen formulaciones granulares para el control de larvas de zancudos. Como una regla, la vida en estante de las formulaciones líquidas es más corta.

Es difícil determinar la actividad insecticida de los productos basados en el *B.t.* Hasta el momento la potencia se expresa como Unidades Internacionales, en base a preparaciones estándar producidas por el Instituto Pasteur en París.

La concentración en el campo depende del insecto blanco, el cultivo o el ecosistema, para el caso de las larvas de zancudos y para la protección de cultivos agrícolas, la dosis estándar oscila entre 0.5-1.0 kg/ha. Para el control de larvas de zancudos, se requiere aplicar hasta 10 kg/ha de la formulación granulada.

Los principales productores comerciales del *B.t.* son Abbott Corp., en North Chicago, Sandoz Ltd. en Basilea, Suiza, con fábricas en los EE.UU. y Biochem Corp., que es una compañía del grupo Solvay. En China se han establecido plantas de producción.

La fermentación de *B.t.* en pequeña escala, con miras a satisfacer las necesidades de países del tercer mundo, no ha sido exitosa. La calidad ha sido inconsistente y los problemas de formulación no han sido resueltos.

Más de 200 especies de insectos, especialmente Lepidoptera, son controlados por el *B.t.*, excluyendo la var. *israelensis* que es activa contra zancudos y purrugas.

**Aplicaciones agrícolas.** El *B.t.* se usa más exitosamente contra insectos que se alimentan del follaje, en dosis que varían entre 0.28 a 2.2 kg/ha, en base a la formulación de polvos humedecibles.

La producción de algodón es el principal y mayor mercado. En este cultivo se han encontrado los siguientes resultados: excelente control de *Heliothis* spp. usando preparaciones en cebo; buen control de *Alabama argillacea*; se ha reducido la población larval del minador *Bucculatrix thurberiella* y del gusano rosado *Pectinophora gossypiella*.

El *B.t.* se emplea extensivamente en los EE.UU. contra *Trichoplusia ni* en lechuga, repollo y otras crucíferas. Los polvos son superiores a las formulaciones líquidas contra el medidor en hortalizas, debido a una más uniforme cobertura de la planta y a una posible protección de la radiación ultravioleta. El *Anticarsia gemmatilis*, una de las principales plagas de la soya, puede ser efectivamente controlada, aunque esta especie ocurre junto con otras que no son susceptibles.

Las formulaciones granuladas son frecuentemente usadas para el control de *Heliothis virescens* en tabaco y han mostrado cierta eficacia contra las larvas de primera generación del barrenador europeo del maíz *Ostrinia nubilalis*.

En tomate, el control con *B.t.* es comparable al obtenido con insecticidas químicos. Se ha logrado buen control de *Prodenia*, pero para un control adecuado de *T. ni*, *Spodoptera exigua* y *Heliothis zea* se requieren altas dosis aplicadas semanalmente.

Las preparaciones con cebos han dado un buen control del gusano cachudo *Manduca sexta* y cogollero del tabaco *Heliothis virescens*.

En productos almacenados se ha usado el *B.t.* contra plagas de la harina, tabaco y nueces. El *B.t.* es efectivo contra polillas como: *Plodia interpunctella*, *Anagasia kuhniella*, *Ephesia cautella* y la polilla de la cera *Galleria melonella*.

**Aplicaciones forestales.** Las preparaciones "flowable" son efectivas contra plagas forestales como la polilla gitana, *Choristoneura fumiferana*, etc. El *B.t.* es el único patógeno registrado en Canadá para el control de *C. fumiferana*, sobre lo cual hay innumerables publicaciones. Los buenos resultados en el control se logran con una buena cobertura de depósito del producto (de 10 a 20 x 10<sup>9</sup> UI/ha).

En los últimos años, los Laboratorios Abbott y Sandoz, Inc., han trabajado junto con el Servicio Forestal de los EE.UU. y del Canadá, para desarrollar formulaciones líquidas de alta potencia (por ej. que contengan más de 12.7 billones IU/l) del aislamiento HD-1 de la subespecie *Kurstaki*, para el mercado forestal. El exitoso desarrollo de tales productos ha extendido el uso del *B.t.* contra *C. fumiferana* y la polilla gitana.

**Aplicaciones a plantas ornamentales.** El *B.t.* está registrado en los EE.UU. para usarse contra 15 especies de lepidópteros y muchas otras que atacan plantas ornamentales. No es dañino para especies que no son el blanco, lo que lo hace atractivo para uso urbano.

En California se comercializan 124 formulaciones para uso agrícola u ornamental. Mucho de este material se usa para proteger el sistema de zonas verdes de las autopistas estatales (en 1976-77 se presupuestó \$24 millones para el control de plagas y mantenimiento) como parte de un programa de manejo integrado de plagas.

**Aplicaciones contra zancudos y púrrujas.** El *B.t.* var. *israelensis* ha probado ser activo contra larvas de zancudos (72 especies) y púrrujas (22 especies). Su uso en el control de vectores de enfermedades se ha expandido rápidamente bajo los auspicios de la OMS. Numerosas compañías han desarrollado comercialmente productos basados en *B.t. israelensis*, aunque este mercado se considera restringido, en comparación con el de los insecticidas agrícolas. Mientras que los productos inicialmente comercializados eran sobre todo formulaciones en polvo humedecibles, recientemente se han desarrollado concentrados líquidos y formas granulares. Las dosis de aplicación, en base al polvo primario (ésto es, la preparación seca de esporas-endotoxina sin diluir), es de 1 kg/ha para el control de zancudos y de 0.2 mg/l para púrrujas.

**Productos comerciales a base de *B. thuringiensis* para el control de lepidópteros plaga.** A pesar de la alta patogenicidad del *B.t.*, principalmente las var. *thuringiensis* (serotipo H-1) y *kurstaki* (serotipo H-3a:3b), la utilización eficiente de productos comerciales a base de este bacilo depende de ciertos pasos críticos, sea en la fase de fermentación y formulación o en la aplicación.

Las aplicaciones en el campo deben estar precedidas por experimentos de laboratorio y campo para verificar el nivel de susceptibilidad de la plaga. La determinación del pH intestinal sería un criterio rápido para obtener las primeras informaciones. Verificada la susceptibilidad de la plaga a través de bioanálisis y establecida la dosis adecuada, el técnico debe tomar en consideración los siguientes aspectos:

- El producto se debe aplicar con equipo limpio y libre de residuos de sustancias químicas tóxicas.
- La mezcla en los tanques debe efectuarse en el momento de la aplicación para garantizar la llegada del patógeno, aún vivo, al sustrato. Las mezclas que se dejan en los tanques permiten la germinación de las esporas, seguida de su muerte por falta de oxígeno y nutrientes.
- La radiación solar es uno de los mayores enemigos del bacilo. Por eso se recomienda hacer las aplicaciones al final del día o en la noche, garantizando un período de 8 a 12 horas sin radiación directa como suficiente para que el insecto haya ingerido al patógeno.
- El bacilo no posee efecto sistémico, por tanto un período mínimo de 10 horas sin lluvia, después de la aplicación, garantizaría el efecto deseable de la aplicación. Coadyuvantes como esparcidores y adherentes, se deben agregar a la mezcla normalmente.

d) Para larvas defoliadoras, la dosis varía de 300 a 700 g/ha, de producto comercial, dependiendo del nivel de susceptibilidad. Hasta el momento los tres productos disponibles en el mercado costarricense: Dipel, Thuricide y Javelin, poseen 16 000 UI/mg de producto formulado.

e) Otros cuidados comunes en la aplicación de productos químicos, son la uniformidad de la cobertura y la calibración del equipo.

f) En aplicaciones terrestres el volumen ideal es de 100 a 200 l/ha. En las aéreas varía entre 20 a 25 l/ha. □

#### REFERENCIAS

- ADANG, M.J. et al. 1987. Expression of a *Bacillus thuringiensis* crystal protein gene in tobacco plants. In Arntzen, C.J.; Ryan, C. (eds). *Molecular Strategies for Crop Protection*. UCLA Symposia on Molecular and Cellular Biology. New Series, vol. 46. p. 345-353.
- \_\_\_\_\_. et al. 1988. Manipulation of *Bacillus thuringiensis* genes for pest control. In "Biotechnology, Biological Pesticides, and Novel Plant-Pest Resistance for Insect Pest Management". Proceedings. Cornell University, July 18-20. 5 p.
- BURGESS, H.D. 1971. Possibilities of pest resistance to microbial control agents. In Burgess, H.D.; Hussey, N.W. (eds.), *Microbial Control of Pests and Plant Diseases 1970-1980*. London Academic Press. 769 p.
- CARLTON, B.C. 1987. Development of genetically improved strains of *Bacillus thuringiensis*: A biological insecticide. In Hedin, P.A.; Menn, J.J.; Hollingworth, R.M. (eds.). *Biotechnology for Crop Protection*. ACS Symposium Series 379. p. 260-279.
- CHILCOTT, C.N.; PILLAI, J.S. 1985. The use of coconut wastes for the production of *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis*. *MIRCEN Journal* 1:327-332.
- DE BARJAC, H. 1981. Identification of H-serotypes of *Bacillus thuringiensis*. In Burgess, H.D. (ed.). *Microbiological Control of Pests and Plant Diseases. 1970-1980*. New York Academic Press 432 p.
- DELANNAY, X. 1989. Field performance of transgenic tomato plants expressing the *Bacillus thuringiensis* var. *Kurstaki* insect control protein. *Bio/Technology* 7(12):1265-1271.
- DONEGAN, K. et al. 1991. Evaluation of methods for sampling, recovery, and enumeration of bacteria applied to the phylloplane. *Applied and Environmental Microbiology* 57(1):51-56.
- DOUITT, R.L.; SMITH, R.F. 1971. The pesticide syndrome: diagnosis and suggested prophylaxis. In Huffaker, C.B. (ed.). *Biological Control*. London. Plenum Press. 581 p.
- DULMAGE, H.T. 1971. Economics of microbial control. In *Microbial Control of Insects and Mites*. Burgess, H.D.; Hussey, N.W. (eds.). London. Academic Press. 581 p.
- FALCON, L.A.; DAXL, R. 1977. Informe al Gobierno de Nicaragua sobre Control Integrado de Plagas del Algodonero. Managua. FAO.
- HABIB, M.E.M.; ANDRADE, C.F.S. 1986. Bacterias entomopatógenicas. In Alves, S.B. *Controle Microbiano de Insetos*. Sao Paulo, Brasil. Ed. Manole. 407 p.
- KRIEG, A.; HUGER, A.M.; LANGENBRUCH, G.A.; SCHNETTER, W. 1983. *Bacillus thuringiensis* var. *tenebrionis*, a new pathotype effective against larvae of Coleoptera. *Z. Angew. Entomol.* 96:500-508.
- MARTIN, P.A.W.; TRAVERS, R.S. 1989. Worldwide abundance and distribution of *Bacillus thuringiensis* isolates. *Applied and Environmental Microbiology* 55(10):2437-2442.
- McGAUGHEY, W.H. 1985. Insect resistance to the biological insecticide *Bacillus thuringiensis*. *Science* 229:193-195.
- \_\_\_\_\_.; BEEMAN, R.W. 1988. Resistance to *Bacillus thuringiensis* in colonies of indianmeal moth and almond moth (Lepidoptera: Pyralidae). *Journal of Economic Entomology* 81:28-33.

- PIMENTEL, D. et al. 1981. A cost-benefit analysis of pesticide use in U.S. food production. In CRC Handbook of Pest Management in Agriculture, vol. II, Pimentel, D. (ed.), Boca Raton, Fla. CRC Press. p. 27.
- ROWE, G.E.; MARGARITIS, A. 1987. Bioprocess developments in the production of bioinsecticides by *Bacillus thuringiensis*. CRC Critical Reviews in Biotechnology 6(1):87-127.
- SCHNEPF, H.E.; WHITELY, H.R. 1981. Cloning and expression of the *Bacillus thuringiensis* crystal protein in *Escherichia coli*. Proceedings National Academy of Sciences (U.S.A.) 78:2893-2897.
- SIMS, S.R.; STONE, T.B. 1991. Genetic basis of tobacco budworm resistance on engineered *Pseudomonas fluorescens* expressing the  $\delta$ -endotoxin of *Bacillus thuringiensis* Kurstaki. Journal of Invertebrate Pathology 57(2):206-210.
- STONE, T.B. 1989. Selection of tobacco budworm for resistance to a genetically engineered *Pseudomonas fluorescens* containing the  $\delta$ -endotoxin of *Bacillus thuringiensis* Kurstaki. Journal of Invertebrate Pathology 53(2):228-235.
- SWEZEY, S.L.; DAXL, R. 1983. Breaking the circle of poison: The integrated pest management revolution in Nicaragua. Institute for Food and Development Policy, San Francisco, Ca.; cf. Sci. for the People, Nov/Dec. 1983. 8 p.
- TABASHNIK, B.E.; CUSHING, N.L.; FINSON, N.; JOHNSON, M.W. 1990. Field development of resistance to *Bacillus thuringiensis* in diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae). Journal of Economic Entomology 83(5):1671-1676.
- VAN RIE, J. et al. 1990. Mechanism of insect resistance to the microbial insecticide *Bacillus thuringiensis*. Science 247:72-74.
- WATRUUD, L.D. et al. 1985. Cloning of the *Bacillus thuringiensis* subsp. *Kurstaki*  $\delta$ -endotoxin gene into *Pseudomonas fluorescens*: Molecular biology and ecology of an engineered microbial pesticide. In Engineered Organisms in the Environment, American Society of Microbiology p. 40-46.
- YVEN, G.Y.; SCHROTH, M.N. 1986. Interaction of *P. fluorescens* with ornamental plants and its effect on the composition of root colonizing microflora. Phytopathology 76:176-180.

## ¿ES USTED UN INVESTIGADOR QUE FUNCIONA COMO UNA RUEDA "SUELTA"?

Intégrese a un equipo regional de Manejo Integrado de Plagas. Comunique sus hallazgos e intercambie sus experimentos en el "**Boletín Informativo MIP**". Servicio trimestral gratuito, para todos los investigadores de MIP en Centroamérica y Panamá.

## NO DUPLIQUE ESFUERZOS!!

Un nuevo Boletín implica gastos de tiempo y recursos. Redacte sus noticias en temas de MIP, adjunte ilustraciones y envíelas para su difusión en el próximo Boletín Informativo del MIP.

El Boletín se distribuye principalmente en Centro América y Panamá.

# CONTROL DEL PICUDO DE LA CAÑA DE AZÚCAR *Sphenophorus levis* VAURIE (COL.: CURCULIONIDAE) CON *Beauveria bassiana* Y *Beauveria brongniartii* EN CONDICIONES DE LABORATORIO Y CAMPO\*

Francisco Badilla F.\*\*  
Sergio B. Alves\*\*\*

## ABSTRACT

This research was conducted to determine dosages, select isolates of *Beauveria bassiana* and *Beauveria brongniartii*, and develop a methodology for control of *Sphenophorus levis*. Four dosages of *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. isolate 447 were tested. For the bioassay, the adult insects were placed together in a 500 ml flask, the dosage of pathogen conidia was added and the mixture was agitated for 2 minutes. Afterwards the insects were removed and maintained in chambers with a constant temperature of  $26.0 \pm 0.5^\circ\text{C}$  and 12 hours photophase. It was determined that the lethal dose (LD<sub>50</sub>) was  $8.8 \times 10^9$  conidia/flask. However, a dosage of  $8.0 \times 10^{11}$  conidia/flask was used for other bioassay to select the best isolates. Using this methodology 7 isolates of *Beauveria* spp. were evaluated. The selection of isolates was made using the following parameters: percent mortality, number of conidia produced per insect, lethal time (LT<sub>50</sub>) and relative potential to kill the host. The isolates of *B. bassiana* 447 was selected for field testing. Under these conditions a dosage of  $4.9 \times 10^{11}$  conidia per piece of treated sugar cane (25 cm in length) yielded 92.3% of *S. levis* adult mortality.

## RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue determinar las dosis, seleccionar aislamientos de *Beauveria bassiana* y *B. brongniartii*, así como desarrollar una metodología para el control de *Sphenophorus levis*, Vaurie 1978. Se evaluaron 4 dosis del aislamiento 447 de *B. bassiana* (Bals.) Vuill. Para realizar el bioensayo, se colocaron insectos adultos con cada una de las dosis del patógeno en un frasco de vidrio de 500 ml y se agitaron por 2 minutos, luego se retiraron y se mantuvieron en una estufa incubadora, a temperatura constante de  $26 \pm 0.5^\circ\text{C}$  y fotofase de 12 horas. Se determinó la dosis letal (DL<sub>50</sub>) de  $8.8 \times 10^9$  conidios/frasco. Con esta metodología, se evaluaron 7 aislamientos de *Beauveria* spp. Los aislamientos se seleccionaron usando las siguientes variables: porcentaje de mortalidad, número de conidios producidos por insecto, tiempo letal TL<sub>50</sub> y potencia relativa para matar el hospedero. Se seleccionó el aislamiento 447 de *B. bassiana* para los ensayos de campo. En estas condiciones la dosis de  $4.9 \times 10^{11}$  conidios por pedazo de caña de azúcar tratado (25 cm de largo), se obtuvo un 92.3% de mortalidad en los adultos de *S. levis*.

## INTRODUCCION

Al cultivo de caña de azúcar, lo afectan varias especies de plagas, siendo este uno de los factores más importantes en la disminución de la productividad.

En el Estado de Sao Paulo, Brasil, las larvas el picudo *S. levis* abren galerías en los rizomas, generando síntomas de amarillamiento y secado de hojas e hijos nuevos. El daño se refleja en el número de hijos finales para la cosecha, y las pérdidas económicas se estiman en relación con la reducción de toneladas de caña/ha. En algunas localidades se han delectado entre 50 a 60% de los hijos atacados, ocasionando reducciones de 20 a 30 tm/ha (Precetti y Terán 1983).

Para controlar esta plaga se probaron los métodos químico, mecánico, cultural y de resistencia de plantas, resultando ineficientes. El uso de cebos y la destrucción de socas mostraron alguna eficiencia en el control. El empleo generalizado de insecticidas no constituye una medida recomendable, ya que el hábito de las larvas es cavar galerías en el tallo o rizomas, donde se protegen y hacen que el control sea ineficiente y antieconómico.

El control de curculiónidos con *Beauveria* spp. ha sido estudiado por varios investigadores (Champlin et al. 1984, Gottwald y Tedders 1984, Badilla y Alves 1989). Algunos trabajos en laboratorio con *S. levis*, utilizando el hongo *B. bassiana* presentaron alguna eficiencia (Terán y Precetti 1982 y Badilla y Alves 1989). De manera que es indispensable realizar estudios sobre el comportamiento de los aislamientos, dosis y estrategias de control, a nivel de campo.

Con el objetivo de obtener mayor información sobre el control microbiano de esta plaga, el presente trabajo procuró seleccionar las dosis, y los aislamientos de *Beauveria* spp. más eficientes para controlar *S. levis*, así como desarrollar una metodología para el control de curculiónidos en caña de azúcar.

## MATERIALES Y METODOS

El trabajo se desarrolló en el Departamento de Entomología de la Escuela Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", de la Universidad de Sao Paulo y en la Hacienda Santa Elena, en Piracicaba, SP, Brasil.

Se utilizaron adultos de *S. levis*, machos y hembras de distintas edades, procedentes de la Hacienda Santa Elena. Los aislamientos de *Beauveria* spp. se obtuvieron en el banco de patógenos del Departamento de Entomología de la ESALQ/USP. Las especies, procedencias y hospederos originales se encuentran en el Cuadro 1.

**Experimento 1. Determinación del tiempo letal medio (TL<sub>50</sub>), dosis letal media (DL<sub>50</sub>) y porcentaje de mortalidad de *S. levis* con *B. bassiana* aislamiento 447.** La patogenicidad del aislamiento 447 de *B. bassiana* se determinó en adultos de *S. levis* en dosis de  $8.0 \times 10^{11}$ ,  $8.0 \times 10^{10}$ ,  $8.0 \times 10^9$ ,  $8.0 \times 10^8$ , conidios por balón de vidrio de 500 ml. Cada parcela del tratamiento constó de 18 insectos con cinco repeticiones, para un total de 90 insectos por dosis. Los insectos se colocaron en balones de vidrio de 500 ml, en contacto con la masa fúngica de cada una de las dosis y se agitaron durante dos minutos. Después de inoculados, se individualizaron en cajas de poliestireno

\*I Congreso Nacional de Entomología. 22-24 noviembre, 1990. Heredia, Costa Rica. (Parte de la Tesis de Maestría en Entomología del primer autor. Escuela Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidad de São Paulo, Brasil).

\*\*Dirección de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar, Apartado 2330-1000 San José, Costa Rica

\*\*\*Departamento de Entomología de la ESALQ/USP, 13400 Piracicaba, São Paulo, Brasil.



crystal, con seis divisiones de 3.5 cm de diámetro, cada una con papel filtro humedecido, los cuales se mantuvieron en incubadoras reguladas a una temperatura de  $26 \pm 0.5^\circ\text{C}$  y fotofase de 12 horas. Los insectos se alimentaron con pedazos de caña de azúcar, reemplazados tres veces por semana. Las observaciones de mortalidad se realizaron diariamente.

El diseño experimental fue irrestricto al azar, con cinco tratamientos, constituidos por un testigo y cuatro dosis del patógeno. También se calculó el  $TL_{50}$  usando el método de Próbites, a partir de los trabajos de Finney (1947) y Sokal (1958), en las diferentes dosis a que fue sometido el insecto. Las dosis se determinaron por medio de un hemocitómetro.

La cantidad de conidios que efectivamente permanecieron después de la inoculación, en contacto con el tegumento del insecto, se determinó colocando dos adultos, macho y hembra, en un tubo de vidrio, con 10 ml de agua destilada más adherente. El tubo se colocó en un agitador magnético durante tres minutos. En seguida, se realizó el conteo de conidios en suspensión, con el auxilio de un hemocitómetro.

**Experimento 2. Patogenicidad y virulencia de diferentes aislamientos de *Beauveria* spp.** Para determinar la patogenicidad y virulencia de *Beauveria* spp. en los adultos de *S. levis*, se utilizaron siete aislamientos, los cuales se presentan con sus respectivos hospederos originales en el Cuadro 1. Se inocularon los insectos con cada uno de los aislamientos, colocando por espacio de dos minutos 10 adultos por placa, que contenían medio de cultivo y hongo esporulado. Se realizó el patógeno a partir de esos insectos en medio PDA, más antibiótico y se inocularon una vez en PDA-Y (papa-dextrosa-agar + levadura), con el objeto de producir inóculo para la multiplicación en arroz, por el método de las bandejas, según Alves (1982).

**CUADRO 1.** Relación de los aislamientos de *Beauveria* spp. procedencia y hospederos originales.

AISLAMIENTO No.	ESPECIE	PROCEDENCIA DE LOS HONGOS	HOSPEDANTE ORIGINAL
290	<i>B. bassiana</i>	ENTO-ESALQ/USP	<i>Anthonomus grandis</i>
292	<i>B. bassiana</i>	ENTO-ESALQ/USP	<i>Anthonomus grandis</i>
447	<i>B. bassiana</i>	Cuiabá-MS	<i>Solenopsis invicta</i>
455	<i>B. bassiana</i>	Sta. Tereza-ES	<i>Hypothenemus hampei</i>
476	<i>B. bassiana</i>	ENTO-ESALQ/USP	<i>Cosmopolites sordidus</i>
695	<i>B. brongniartii</i>	Londrina-PR	<i>Metamasius hemipterus</i>
704	<i>B. bassiana</i>	Cuiabá-MS	<i>Solenopsis</i> sp.

**CUADRO 2.** Mortalidad de adultos de *S. levis* por *B. bassiana*, aislamiento 447, a los 13 días de inoculación. Temperatura:  $26 \pm 0.5^\circ\text{C}$ ; fotofase: 12 horas. Piracicaba, SP.

TRATAMIENTOS (dosis)	PORCENTAJE DE MORTALIDAD	
	Medias transformadas	Medias originales
$8 \times 10^{11}$	76.54 a	94.58
$8 \times 10^{10}$	67.50 a	85.36
$8 \times 10^9$	41.95 b	44.70
$8 \times 10^8$	29.73 c	24.60
Testigo	0 d	0

$F = 83.91^{**}$   $CV = 17.34\%$

Resultados transformados en  $\text{Arcsen} \sqrt{\% + 0.5}$ .

Medias seguidas de una misma letra, en una misma columna, no difieren entre sí, según prueba de Duncan al nivel de 5% de probabilidad.

La metodología de la aplicación, la determinación del tiempo letal medio ( $TL_{50}$ ) y potencial de inóculo de los diferentes aislamientos, fue semejante a la mencionada en el experimento anterior para el aislamiento 447. La dosis utilizada en los siete aislamientos fue de  $8.0 \times 10^{11}$  conidios por balón de

500 ml. El diseño experimental fue irrestricto al azar, con ocho tratamientos y tres repeticiones, correspondiendo a un testigo y seis aislamientos de *Beauveria bassiana* y uno de *Beauveria brongniartii*. Cada tratamiento fue constituido por 54 insectos y cada parcela estaba compuesta por 12 insectos, seis machos y seis hembras. En el análisis estadístico se utilizó un diseño irrestricto al azar con arreglo factorial  $7 \times 2$ , con 4 repeticiones de 12 insectos, correspondiente a nueve machos y nueve hembras. Se determinó la Tasa de Potencia (TP) de los aislamientos según la fórmula de Alves (1982):

$$TP = \frac{TL_{50} \text{ del aislamiento patrón}}{TL_{50} \text{ del aislamiento evaluado}} \times 1000$$

Se fijó la Unidad Patrón de Potencia en 1000 para *Beauveria bassiana*, aislamiento 447. Se realizó la caracterización de cada uno de los aislamientos, determinándose las variables  $TL_{50}$ ,  $TL_{90}$ , porcentaje de mortalidad y número de conidios por insecto.

**Experimento 3. Eficiencia de *Beauveria bassiana* aislamiento 447 sobre adultos de *S. levis*, aplicados en trozos de caña de azúcar utilizados como cebo.** Este se efectuó después de seleccionar el aislamiento 447, en el experimento de laboratorio. El objetivo fue evaluar la eficiencia en el campo cuando se aplicó sobre pedazos de caña de azúcar. Se colocaron en bolsa plástica ocho trozos de caña de 25 cm de largo y 2.5 cm de ancho, partidos longitudinalmente, y 7 g de hongo conteniendo  $3.9 \times 10^{12}$  conidios. Los trozos y la masa fúngica se agitaron manualmente, hasta lograr su inoculación. Luego se colocaron en pares, en las hileras del cañal y se cubrieron con hojas de caña. El mismo procedimiento utilizó para los pedazos de caña sin hongo (testigo). Se utilizó una dosis de  $4.9 \times 10^{11}$  conidios por trozo, proporcionando una concentración de  $7.7 \times 10^7$  conidios por  $\text{mm}^2$ . El diseño estadístico fue de bloques al azar, en parcelas divididas. Los tratamientos se repitieron tres veces, constituidos por seis trozos por muestra, distanciados a 10 m en el mismo surco y a 14 m entre surcos. Cada bloque constaba de 1870  $\text{m}^2$ , y el área total del experimento fue de 7000  $\text{m}^2$  aproximadamente.

El experimento se realizó en la Hacienda Santa Helena, Finca el Retiro, en los lotes  $E_4$  y  $E_5$  de la variedad SP 70-1143, con siete meses de edad, correspondiente a cultivo de mínima labranza, el cual se encontraba en el tercer corte. Las evaluaciones se realizaron a los 4, 8 y 16 días después de la instalación del experimento. Se colectaron 20 insectos por repetición, con un total de 60 por tratamiento. Se marcaron los trozos donde fueron colectados los insectos para no utilizarlos en la próxima evaluación.

Los insectos colectados en los trozos de caña tratados y en el testigo, permanecieron durante cuatro días en el laboratorio con pedazos de caña. Luego se colocaron individualmente en cajas plásticas (6 cm de diámetro x 2 cm de altura), con papel filtro humedecido, y una sección de tallo de caña de azúcar, que se cambiaba cada tres días. Para verificar la mortalidad, se revisaba diariamente hasta los 35 días, después realizar los diferentes muestreos. La mortalidad confirmada se corrigió mediante la fórmula de Abbott (1925).

## RESULTADOS Y DISCUSION

**Determinación del tiempo letal medio ( $TL_{50}$ ), dosis letal media ( $DL_{50}$ ) y porcentaje de mortalidad de *S. levis* con *B. bassiana*, aislamiento 447.** De acuerdo con los datos de mortalidad obtenidos (Cuadro 2), no se observó diferencia estadística entre las dosis  $8 \times 10^{11}$  y  $8 \times 10^{10}$ . Esto sucedió posiblemente, en función de que el potencial de inóculo resultante fue muy próximo ( $5.7$  y  $4.2 \times 10^7$  conidios/adulto, respectivamente). Entre las dosis  $8 \times 10^9$  y  $8 \times 10^8$ , hubo diferencia estadística al nivel de 5% según prueba de Duncan. El potencial de inóculo aplicado por insecto en la dosis de  $8 \times 10^9$ , en este caso, fue de 8.9 veces mayor. También se observó que un aumento en la dosis proporcionó, en todos los casos, un incremento en la mortalidad. Resultados semejantes fueron obtenidos en un ensayo preliminar por Badilla y Alves (1989), trabajando con esa misma especie.

A los trece días de instalado el experimento se determinó una DL<sub>50</sub> de  $8.8 \times 10^9$  conidios ( $y = 1.8531 + 0.68914 \text{ Log } X$ ). Este valor se puede considerar alto, aunque la cantidad de conidios que permanecieron sobre el insecto, fue relativamente baja, en relación con la dosis aplicada. Los resultados concuerdan con Roberts & Yendol (1971) quienes mencionaron que valores de DL<sub>50</sub> incluyen también los conidios que no entran en contacto con el insecto en estudio.

Los resultados referentes a los TL<sub>50</sub> determinados para *S. levis*, sometidos a *B. bassiana*, aislamiento 447, sus respectivos intervalos de confianza (IC), coeficientes lineales y angulares permiten destacar que hay una correlación negativa ( $r = -0.96$ ), entre las dosis y los TL<sub>50</sub>, observando que a medida que se aumenta la concentración, disminuyen los días necesarios para matar 50% de la población de adultos de *S. levis* (Cuadro 3).

Los resultados obtenidos, confirmaron que la dosis de  $8 \times 10^{11}$  conidios/balón ofreció las mejores características para el control de *S. levis*, por presentar la mayor mortalidad y el menor TL<sub>50</sub>, aunque no haya diferido estadísticamente respecto a la dosis  $8 \times 10^{10}$  conidios/balón.

**Patogenicidad de diferentes aislamientos de *Beauveria* spp.** Los datos de mortalidad de adultos del picudo de la caña de azúcar corregidos a través de la fórmula de Abbott para los diferentes aislamientos, se encuentra en el Cuadro 4. El análisis de las mortalidades, señala que el aislamiento 447 pre-

**CUADRO 3.** Tiempos letales (TL<sub>50</sub>) e intervalos de confianza (IC) obtenidos por el tratamiento de adultos de *S. levis* con el hongo *B. bassiana* aislamiento 447. Temperatura:  $26 \pm 0.5^\circ\text{C}$  y fotofase: 12 horas. Piracicaba, SP (1989).

NO. DE CONIDIOS POR BALÓN	TL <sub>50</sub> (días)	IC* (días)	COEFICIENTE LINEAR (a)	COEFICIENTE ANGULAR (b)
$8 \times 10^{11}$	4.1 a	3.4 - 4.9	2.66	3.82
$8 \times 10^{10}$	4.9 a	4.2 - 5.7	3.14	2.70
$8 \times 10^9$	14.2 b	11.2 - 18.1	1.47	3.01
$8 \times 10^8$	22.3 b	11.9 - 35.6	1.05	2.93

\*Intervalo de confianza a nivel de 5% de probabilidad. Medias seguidas de la misma letra, en la misma columna, no difieren entre sí por los valores del IC al nivel del 5% de probabilidad.

**CUADRO 4.** Mortalidad acumulada de adultos de *S. levis* causada por los aislamientos de *Beauveria* spp. después de 17 días. Temperatura:  $26 \pm 0.5^\circ\text{C}$ ; fotofase: 12 horas. Piracicaba, SP (1989).

AISLAMIENTO	MORTALIDAD (%)	
	Medias transformadas	Medias originales
447	59.7 a	74.6
292	52.6 ab	63.0
455	52.6 ab	63.0
290	47.4 ab	54.2
476	39.5 b	40.5
704	36.9 b	36.1
695	35.9 b	34.4
Testigo	11.0 c	3.7

F = 7.85 \*\* CV = 22.2%

Datos transformados en  $\text{Arcsen } \sqrt{x}$ . Medias seguidas de una misma letra, en una misma columna, no difieren entre sí según prueba de Duncan al nivel de 5% de probabilidad.

sentó la mayor mortalidad (74.6%), y los aislamientos 292, 455 y 290 mostraron una mortalidad intermedia. Los aislamientos 476, 704 y 695 fueron los menos patogénicos. El menor porcentaje de mortalidad de los aislamientos 704 y 695 (36.1 y 34.4%) se puede atribuir a la virulencia de los mismos, y no al potencial de inóculo, ya que el aislamiento 695 de *B. brongniartii* presentó un potencial de inóculo de  $9.5 \times 10^8$  conidios, prácticamente igual al aislamiento 447 ( $9.9 \times 10^8$  conidios), siendo que entre éstos, hubo una diferencia de 40.2% de mortalidad. El aislamiento 704 también proporcionó un potencial de inóculo de  $11 \times 10^8$  conidios/insecto, causando una mortalidad 36.9% (Cuadro 5).

**CUADRO 5.** Número de conidios de siete aislamientos de *Beauveria* spp., aplicados en la dosis de  $8 \times 10^{11}$  conidios/balón que efectivamente permanecieron sobre el tegumento de los adultos de *S. levis*.

AISLADOS	CONIDIOS/ADULTO		
	No.	n x 10 <sup>8</sup>	Fermentancia (% aproximado)
704		11.0	0.14
447		9.9	0.12
445		9.5	0.12
695		9.5	0.12
290		8.5	0.12
292		8.0	0.10
476		7.5	0.09

**CUADRO 6.** Tiempos letales y Tasas de Potencia resultantes de la inoculación de adultos de *S. levis* por *Beauveria* spp. Temperatura:  $26 \pm 0.5^\circ\text{C}$ ; fotofase: 12 horas, Piracicaba, SP.

AISLAMIENTO	TL <sub>50</sub> (DÍAS)	IC* (DÍAS)	TP	COEFICIENTE LINEAR (a)	COEFICIENTE ANGULAR (b)
447	5.5	4.5- 6.6	1000 a	2.76	1.70
292	9.5	8.2-11.1	579 b	2.57	2.51
455	9.6	8.2-11.3	573 b	2.40	2.64
290	11.6	8.2-11.3	474 b	2.19	2.64
695**					
476**					
704**					

\* Al nivel de 5% de probabilidad.

\*\* No consiguieron 50% de mortalidad.

Tasas de Potencia seguidas de la misma letra, no difieren entre sí, por los valores del IC al nivel de 5% de probabilidad.

La mortalidad de machos y hembras fue de 46.40 y 53.53% respectivamente, no habiendo diferencia significativa (nivel de significancia 12.90%), aunque la mortalidad de las hembras fue 7.2% superior a la de los machos. Esto se debió, posiblemente, al mayor tamaño de éstas, resultando en un mayor potencial de inóculo y consecuentemente, mayor mortalidad.

El aislamiento que presentó menor TL<sub>50</sub> fue el 447, los aislamientos de *B. bassiana* (292 y 455) quedaron ubicados en un grupo intermedio, ya que sus tasas de potencias fueron menores que las del aislamiento 447 utilizado como patrón. El aislamiento 290 de *B. bassiana* presentó el mayor tiempo letal acumulado (Cuadro 6).

A pesar de que todos los aislamientos fueron inoculados en adultos de *S. levis*, y reaislados para la realización de este ensayo, el comportamiento fue muy variable, mostrando que la virulencia es una característica propia del aislamiento utilizado. Fargues (1972) también encontró una alta patogenicidad cuando evaluó 7 aislamientos de *B. bassiana*, contra *Leptinotarsa decemlineata*. Este autor mencionó que uno de los aislamientos produjo 100% de mortalidad en 5 días, mientras que los menos virulentos causaron 10% de mortalidad después de 20 días.

Los aislamientos que presentaron mejores características fueron 447, 292 y el 455 de *B. bassiana* (Fig. 1). El aislamiento 695 de *B. brongniartii* mostró una patogenicidad muy baja, matando apenas 35.2% de los adultos en 10 días. Con base en esos resultados se seleccionó el aislamiento 447 para las evaluaciones de campo, ya que mostró una alta patogenicidad y virulencia además de un óptimo crecimiento y esporulación en arroz.

**Eficiencia de *B. bassiana* aislamiento 447 aplicado en trozos de caña de azúcar, sobre adultos de *S. levis*.** En el Cuadro 7 se presenta mortalidad media obtenida en los tres muestreos para este aislamiento, como para el testigo. No se encontró diferencia significativa en los muestreos entre la interacción tratamiento por muestreo; pero sí, una diferencia altamente significativa entre el aislamiento 447 y el testigo, con una mortalidad de 7.7. Esto último se debió, posiblemente, a la contaminación con insectos pro-

nientes de trozos de caña tratados próximos al testigo. También en el muestreo de parasitismo antes de la instalación del experimento, en el mismo local se determinó una infección natural de 0.7% en los adultos de *S. levis*.

Los porcentajes de mortalidad obtenidos a los 4, 8 y 16 días después de colocadas las trampas en el cañal fueron de 100, 91.2 y 85.7% respectivamente (Fig. 2), mostrando así, alta capacidad de persistencia del hongo en condiciones de campo. Dentro de los factores más importantes en la persistencia de un patógeno en un sustrato, está el efecto de la radiación solar y la tem-

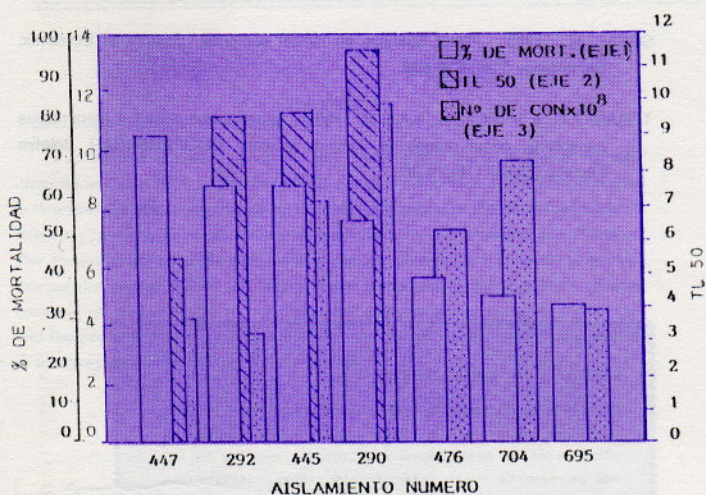


Figura 1. Porcentaje de mortalidad, tiempos letales medios y número de conidios por adulto de *Sphenophorus levis* inoculados con *Beauveria* spp.

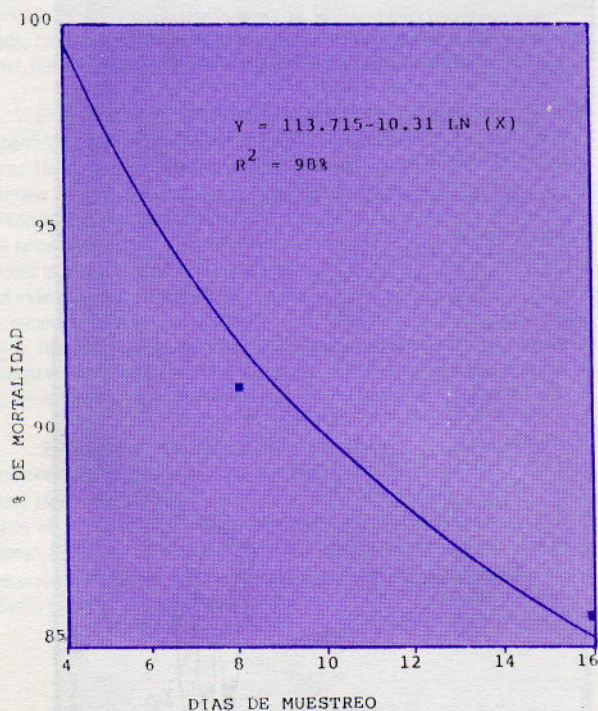


Fig. 2. Porcentaje de mortalidad de adultos de *Sphenophorus levis* colectados en trampas inoculadas con *Beauveria bassiana* aislamiento 447. Piracicaba, SP.

CUADRO 7. Porcentaje de mortalidad promedio de adultos de *S. levis* colectados en trampas de caña de azúcar con y sin inoculación de *B. bassiana* aislamiento 447. Piracicaba, SP.

TRATAMIENTOS	MEDIAS TRANSEORMADAS	MEDIAS ORIGINALES
<i>B. bassiana</i> (Aislamiento 447)	80.45 a	92.32
Testigo	12.72 b	7.72

F = 160.62\*\* CV = 14.05%

Datos transformados en Arcsen  $\sqrt{x}$ .

peratura. La aplicación de *B. bassiana* en trozos protegidos con hojas de caña, debe haber favorecido la persistencia, ya que, la temperatura del suelo determinada durante el experimento, estuvo entre los 19 y 27°C, y por tanto en la faja óptima para este hongo Ferrón (1978). También trabajando con tubérculos de la especie silvestre de cucurbitacea *Cerathosanthus hilariana*, Daoust & Pereira (1986) determinaron que los conidios de *B. bassiana* sobrevivieron en esos tubérculos, protegidos de la luz solar, hasta 20 días, con porcentajes de viabilidad próximos al 50%.

Los suelos del agroecosistema de la caña, por su temperatura moderada, humedad y materia orgánica, pueden presentar un ambiente favorable para el desarrollo de los hongos entomopatógenos, entre éstos *B. bassiana*. La utilización de trozos de caña, inoculados con este hongo, tienen la ventaja de atraer adultos para un local con gran concentración de inóculo, protegido de los factores abióticos indeseables, favoreciendo así, el control de esta plaga, con una baja cantidad de hongo por hectárea. □

## CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos se concluye:

- La metodología utilizada en los bioensayos con *B. bassiana* y *B. brongniartii* es adecuada para seleccionar los aislamientos más patogénicos y virulentos para adultos de *S. levis*.
- Los aislamientos de *B. bassiana* y *B. brongniartii* son patogénicos para adultos de *S. levis*, presentando diferencias en la patogenicidad, virulencia y en la capacidad de esporulación.
- Los aislamientos de la especie *B. bassiana* fueron más eficientes que el de *B. brongniartii* en el control de adultos de *S. levis*.
- El aislamiento 447 presentó una alta persistencia en el campo.

## LITERATURA CITADA

- ABBOTT, W.S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology* 18:264-267.
- ALVES, S.B. 1982. Caracterização, padronização e produção do *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. Piracicaba, Tese Livre-Docencia. Piracicaba, Brasil; Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". 95 p.
- BADILLA, F.F.; ALVES, S.B. 1989. Patogenicidade de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. isolado 447 ao gorgulho da cana-de-açúcar *Sphenophorus levis* Vaurie, 1978 (Coleoptera; Curculionidae). In CONGRESSO Brasileiro de Entomologia, (12, Bra; 1989). Resumos. Belo Horizonte, Brasil. Sociedade Entomológica do Brasil. p. 257.
- CHAMPLIN, F.R.; CHEUNG, P.Y.K.; PEKRL, S.; SMITH, R.J.; BURTON, R.L.; GRULA, E.A. 1981. Virulence of *Beauveria bassiana* mutants for the pecan weevil. *Journal of Economic Entomology* 74:617-621.

DAOUTS, R.A.; PEREIRA, R.M. 1986. Stability of entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* on beetle attracting tubers and cowpea foliage in Brazil. *Environmental Entomology* 15:1237-1243.

FARGUES, J. 1972. Étude des conditions d'infection des larves de doryphore, *Leptinotarsa decemlineata* Say, par *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. (Fungi Imperfecti). *Entomophaga* 17:319-337.

FERRON, P. 1978. Biological control of insects pest by Entomogenous fungi. *Annual Review of Entomology* 23:409-442.

FINNEY, D.J. 1947. Probit analysis. New York, Cambridge University Press. 255 p.

GOTTWALD, T.R.; TEDDERS, W.L. 1984. Colonization transmission and longevity of *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* on pecan weevil larvae (Coleoptera: Curculionidae) in the soil. *Environmental Entomology* 13(2):557-560.

PRECETTI, A.A.C.M.; TERAN, F.O. 1983. Gorgulhos da cana-de-açúcar *Sphenophorus levis* Vaurie, 1978 e *Metamasius hemipterus* (L., 1765) (Col.: Curculionidae). *In* Reuniao Técnica Agronômica. COOPERSUCAR p. 32-37.

PRODUCAO DE FUNGOS ENTOMOPATOGENICOS. 1986. *In* ALVES, S. B. Controle microbiano de insetos, Brasil, Manclre. p. 311-323.

ROBERTS, D.W.; YENDOL, W.G. 1971. Use of fungi for microbial control of insects. *In* BURGESS, H.O., ed. Microbial control of insects and mite. New York, Academic Press, p. 125-149.

SOKAL, R. 1958. Probit analysis on digital computer. *Journal of Economic Entomology* 51(5):638-639.

TERAN, F.O. & PRECETTI, A.A.C.M. 1982. *Sphenophorus levis* e *Metamasius hemipterus* como pragas na cana-de-açúcar. COOPERSUCAR. Boletim Técnico (Brasil) (18):24-26.

### TOLERANCIA DE RESIDUOS DE PESTICIDAS EN CULTIVOS NO TRADICIONALES DE EXPORTACION

La información incluida en los boletines se extrae de

- EPA Code of Federal Regulations 40 (Parte 180)
- "Pesticide and Toxic Chemicals News"
- "Pesticide and Toxic Chemicals Guide"
- "The Federal Register"
- "Crop Protection Chemicals Reference"

El servicio ofrece información sobre

- Plaguicidas y sus tolerancias registrados por la EPA en 18 cultivos. Se incluyen herbicidas, insecticidas, fungicidas, reguladores de crecimiento, etc.
- Días a la cosecha en que se puede aplicar el plaguicida
- El DL50 para cada cultivo.

Boletines disponibles por cultivo

espárragos	legumbres brásicas
legumbres bulbos	hayas
ejotes succulentos	pepinos
chayote	bananos y plátanos
legumbres de hoja	limones
mangos	melones
okra	arvejas
piñas	raíces y tubérculos
calabaza	fresas

Se están estudiando otros cultivos para su inclusión en futuros boletines.

09/09/91



### Usuarios del Servicio

Se ofrece en forma prioritaria a exportadores y productores del sector público y privado, y a funcionarios de Ministerios de Agricultura relacionados con los cultivos de exportación. Estas instituciones diseminan la información contenida en estos boletines a los productores a través de sus servicios de extensión.

### Como adquirir este servicio

Los Boletines se ofrecen a través de las Cámaras de Insumos Agropecuarios, Oficinas de Sanidad Vegetal, gremiales de exportadores y oficinas de la AID en cada país de Centroamérica. También están disponibles en la sede del CATIE en Turrialba, Costa Rica, en el Centro de Información y Documentación en fitoprotección. Los costos del servicio se estimarán según el número de páginas en fotocopia.

Diríjase para mayor información sobre estos servicios:

#### Personalmente:

Centro de Documentación MIP  
CATIE, Edificio del Programa I  
a dos Km de Turrialba

#### Por Correo:

CATIE. 7170 Turrialba

#### Costa Rica

#### Por Teléfono:

(506) 56-16-32 ó 56-64-31 Ext. 297, 392

#### Por Fax:

(506) 56-0606, 56-1533

#### Por Telex:

8005 CATIE CR



Diseño: Domingo León

## CONTROL BIOLÓGICO DEL TALADRADOR DE LA CAÑA DE AZÚCAR *Diatraea* spp. (LEPIDOPTERA: PYRALIDAE) EN COSTA RICA\*

Francisco Badilla F.\*\*

Ana Iris Solís\*\*\*

Daniel Alfaro\*\*\*\*

### ABSTRACT

Results of seven years in the Sugar Cane borer Biological Control Program in Costa Rica, using the *Cotesia flavipes* parasitoid. Methodologies used in determining the damage done by the pest, calculation of the parasitoid's control efficiency (percentage of parasitism) and criteria to carry out releases are discussed. The evolution of parasitism as well as native parasitoid action are presented. During this period, 98 603 500 adults of the parasitoid *C. flavipes* were released covering an area of 6918.5 ha. A regression analysis of damage done by the pest and the percentage of parasitism obtained, and a study of the cost-benefit relation of the Program during this period are shown.

### RESUMEN

Se presentan los resultados obtenidos, en Costa Rica, durante siete años del Programa de Control Biológico del barrenador de la caña de azúcar (*Diatraea* spp.), utilizando el parasitoide *Cotesia flavipes*. Discute metodologías para determinar el daño de la plaga, cálculo de eficiencia de control del parasitoide (porcentaje de parasitismo) y criterios para realizar liberaciones. Presenta la evolución del parasitismo, así como la acción de parasitoides nativos. Se liberaron 98 603 500 adultos del parasitoide *C. flavipes*, en un área de 6918.5 ha. Se encontró una correlación negativa entre el porcentaje de parasitismo y el daño ocasionado por la plaga ( $r = -0.91$ ), se presenta además un estudio de la relación costo-beneficio del Programa.

### INTRODUCCION

La caña de azúcar es un cultivo de gran importancia económica y social en Costa Rica, por ser fuente de divisas y por la gran cantidad de personas que dependen de la actividad. Entre los factores que limitan la producción se mencionan los insectos y en especial los barrenadores del tallo del género *Diatraea*, causantes de pérdidas cuantiosas en el campo y en la fábrica (Ruiz et al. 1968, Nakano et al. 1981, Terán et al. 1983, Badilla y Solís 1984a).

En el continente americano, el barrenador *Diatraea saccharalis*, genera pérdidas principalmente en las fases inicial y final del cultivo (Pemberton y Williams 1969). Causa daños directos e indirectos en su estado larval, porque construyen galerías en los tallos, y provocan la muerte del meristemo apical, daño conocido como "corazón muerto". También hacen galerías transversales en los tallos causando el volcamiento de las cañas, lo cual provoca la formación de brotes laterales y la pérdida de la acumulación de azúcares en el tallo. Los daños indirectos son considerables, ya que por los orificios y galerías horizontales penetran insectos secundarios. Los hongos saprófitos *Colletotrichum falcatum* Went y *Fusarium moniliforme* Sheldon, causan la pudrición roja siendo responsables de la inversión de la sacarosa, ya que se disminuye la pureza del caldo provocando menor rendimiento en azúcar y alcohol.

En países de América los microhimenópteros, provenientes de diversos continentes, se utilizan para su control (Box 1947, Bennett 1969), así como moscas taquínidas nativas (Scaramuzza 1946, Risco 1954, Guagliumi 1962). Algunos esfuerzos tuvieron éxito en las islas del Caribe (Simmonds 1955, 1959; Miskimen 1962). En casos como Barbados, el control demoró muchos años y la introducción de parasitoides disminuyó en un 10% el número de internodos afectados (Alam et al. 1980).

En Louisiana, Estados Unidos, algunos entomólogos iniciaron los trabajos con control químico, motivados aparentemente por el fracaso de las introducciones de enemigos naturales y por el éxito de los insecticidas en otros cultivos (Hensley et al. 1968). En Florida, Rice (1981) mencionó que la utilización sistemática de insecticidas, tratando de conservar a los parasitoides *Apanteles* y *Agathis*, aseguró el control de la plaga.

Fernández (1960) encontró que las especies del género *Diatraea*, eran de mayor importancia económica en Costa Rica, y que oscilaban entre 54-61% en la población de los insectos plagas en el cultivo de la caña de azúcar. Badilla y Solís (1984a, 1984b) determinaron que *D. tabemella* era la especie más importante y de mayor distribución entre las plagas del cultivo. El control con insecticidas, del barrenador de la caña en Costa Rica, es prohibitivo por su alto costo, y por el elevado número de generaciones de la plaga por año (4-5 en variedades anuales y más de 5 en las bianuales); además de las condiciones topográficas que impiden el uso de equipo terrestre y aéreo, necesario en este tipo de control.

Un estudio de los enemigos nativos de *Diatraea*, en Costa Rica, reveló un porcentaje bajo de parasitismo natural que no ejercía un control económico de la plaga (Badilla 1986a, 1986b). Debido a esto y al daño que ocasionaban estos taladradores, la Dirección de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA), importó las moscas taquínidas *Paratheresia claripalpis*, *Metagonistylum minense*, *Lixophaga diatraea* y la avispa *Apanteles flavipes* (Hymenoptera: Braconidae), reclasificada posteriormente como *Cotesia flavipes*. Se cree que es originario de la India y que se presenta en forma endémica en el sureste de Asia y en Australia, parasitando barrenadores del tallo de las familias Pyralidae y Noctuidae (Gifford y Mann 1967). Según Bennett (1977) el ciclo de vida de *C. flavipes* es de 16 a 25 días, con ventaja sobre los taquínidos, cuyo ciclo de vida y período de preoviposición es mayor.

\*I Congreso Nacional de Entomología. 22-24 noviembre, 1990. Heredia, Costa Rica.

\*\*Programa de Entomología, Dirección de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA), Apartado 2330-1000 San José, Costa Rica.

\*\*\*Laboratorio de Producción de Parasitoides, Programa de Entomología, DIECA. San José, Costa Rica.

\*\*\*\*Asistente de Campo. Programa de Entomología, DIECA. San José, Costa Rica.

El programa de Control Biológico del Barrenador de la Caña de Azúcar, se creó como respuesta a las inquietudes de agricultores, industriales y cañeros, para solucionar problemas detectados en el campo y en la fábrica (ingenio). Los objetivos iniciales del Programa fueron: identificar las especies del género *Diatraea* en las zonas cañeras del país; estudiar los enemigos naturales y su potencial en el control biológico; establecer la dinámica poblacional de adultos de *Diatraea* spp.; instalar un laboratorio para la reproducción de los parasitoides *C. flavipes*, *P. claripalpis* y *M. minense*; y determinar la relación costo-beneficio del programa. El objetivo de este trabajo es mostrar los resultados obtenidos en el control biológico de *Diatraea* spp., durante siete años del Programa.

## MATERIALES Y METODOS

En julio de 1984, el autor principal importó de Brasil, 105 puparios de *C. flavipes*, 40 de *P. claripalpis* y 20 de *M. minense*. Estos parasitoides se multiplicaron en *D. tabemella* y posteriormente en *D. saccharalis*, iniciándose así el programa. Para determinar el daño de esta plaga, se realizó un muestreo en todo el país, utilizando como variables: la Infestación (I) y la Intensidad de Infestación (II).

$$I = \frac{\text{No. de cañas barrenadas}}{\text{Total de cañas}} \times 100$$

$$II = \frac{\text{No. de entrenudos barrenados}}{\text{Total de entrenudos}} \times 100$$

De las cinco regiones cañeras del país y tres localidades por región, se seleccionaron las fincas de ingenios o agricultores particulares más representativos en la zona alta, media y baja de cada localidad. Las zonas y localidades muestreadas fueron: Valle Central (Ingenio Ojo de Agua, Cooperativa Victoria y Hacienda La Luisa), San Carlos (Ingenio Santa Fé, Quebrada Azul e Ingenio Quebrada Azul parte baja); Zona Atlántica (Haciendas Juan Viñas y Atirro y localidad de Guayabo); Pérez Zeledón (CoopeAgri El General, Quizarrá y Buenos Aires); y Guanacaste (Haciendas Taboga, El Viejo y El Palmar).

En cada localidad se hizo un recuento mensual durante 10 meses en caña anual y 20 meses en caña bianual. Se evaluó el número de "corazones muertos" (amarillamiento de las hojas centrales por muerte del meristemo apical) en cañas sin internudos, así como la (II) en cañas con internudos. Para ello, las cañas se clasificaron en categorías por meses de edad así: las anuales en 1-4, 5-7 y 8-12; y las bianuales, en seis categorías. Las tres primeras correspondientes con las anuales, más tres adicionales, 13-16, 17-20 y 21-24 meses. En todos los casos se tomaron cinco puntos de muestreo por ha de 5 m lineales (en el mismo surco). Los cinco puntos se distribuyeron en los cuatro extremos y en el centro del lote muestreado. Se realizaron tres puntos de muestreo hasta 10 ha, o sea 15 m lineales de caña hasta 10 ha.

En lotes superiores a 10 ha se conservó la misma unidad de muestreo, dependiendo del área correspondiente al lote. En cada punto se contaron los tallos sanos y dañados (corazón muerto) y se calculó la infestación. Seguidamente se contaron todas las cañas con internudos, se deshojaron, decapitaron y se contabilizaron como cañas dañadas y sanas, así como los internudos perforados y sanos de cada tallo. Los tallos con perforaciones, se abrieron longitudinalmente, para determinar la extensión interna del número de internudos perforados y el daño causado por el hongo *C. falcatum*, el cual penetra por las perforaciones de *Diatraea* spp. Con esos datos se determinó el porcentaje de (I) e (II).

Durante este muestreo se colectaron larvas y parasitoides en el campo. Las larvas se acondicionaron en el laboratorio, en cajas individuales con

secciones de caña, para determinar el porcentaje de parasitismo natural en cada una de las regiones, así como la especie de parasitoide involucrada. Este material también se utilizó para iniciar el pie de cría de *D. tabemella* y posteriormente de *D. saccharalis* como hospederos para la producción artificial de parasitoides.

Paralelamente a estos muestreos, se determinó la I y la II en los frentes de corte de los lugares muestreados. Para esto se tomaron al azar 50 cañas/ha y se utilizó la metodología descrita anteriormente.

Se seleccionaron los lugares con los niveles más altos de daño, (I e II) para iniciar la liberación de parasitoides producidos en el laboratorio. La descripción de éste, así como la metodología de cría, se mencionan en los trabajos de Badilla y Solís (1984a, 1984b).

Inicialmente se producían en el laboratorio tres especies de moscas taquinidas: *P. claripalpis*, *M. minense* y *L. diatraea*, así como el parasitoide *C. flavipes*. Debido a su mejor adaptación en el campo y la facilidad de manejo en el laboratorio, se decidió continuar produciendo exclusivamente *C. flavipes*. También se observó que la especie *D. saccharalis* era mejor hospedero para ese parasitoide, por lo que se eliminó la especie *D. tabemella* como hospedero en el laboratorio.

La metodología de liberación seguida en el campo, obedeció al radio de acción de este parasitoide. Se liberaron 6000 adultos/ha, correspondiendo a una proporción de sexos de 1:1. Se utilizaron recipientes que contenían 1500 adultos. La liberación se realizó así: Se contaban 25 m (17 surcos) a partir del borde del lote donde se pretendía hacer liberaciones. Desde ese punto se caminó entre el cañal 25 m (en el mismo surco), allí se permitió la salida de los parasitoides del primer recipiente (con uno o dos días de nacidos). A los 50 m, se abrió el segundo recipiente y se recorrieron otros 50 m y así sucesivamente, hasta finalizar el lote. A partir del primer punto de entrada, se caminó 50 m (33 surcos) y se entró al cañal 50 m, y se abrió el siguiente recipiente caminando otros 50 m hasta finalizar el lote donde se abrió otro recipiente y así sucesivamente (Fig. 1). Esta distribución garantizó la liberación homogénea de 6000 adultos/ha.

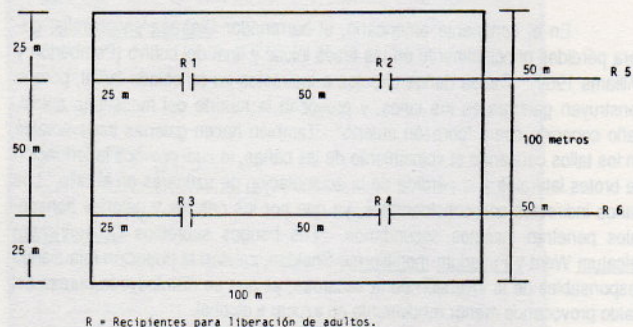


Fig. 1. Plano de distribución en una ha de adultos de *Cotesia flavipes*.

El nivel crítico de población de larvas de *Diatraea* para iniciar el control, era hacer las liberaciones de *C. flavipes* cuando se colectaban 10 larvas de tercer estadio/hora hombre de colecta. Se hizo hasta un máximo de tres liberaciones en cañas anuales (3, 6 y 8 meses de edad) y en cañas bianuales (3, 6 y 14 meses), siguiendo el mismo criterio.

Para determinar el porcentaje de parasitismo natural y de *C. flavipes* (liberados), se realizaron muestreos a los 15 días al mes siguiente y a los dos meses de cada liberación, así como un último muestreo entre los 8 y 9 meses en caña anual y 16-18 meses en caña bianual. Para esto se recolectaron al azar

tallos con perforaciones, los cuales se abrieron longitudinalmente, para determinar el número de puparios de *C. flavipes*, de moscas nativas y otros parasitoides o patógenos. El parasitismo de campo se calculó de la siguiente forma:

$$\text{Parasitismo} = \frac{\text{No. de formas biológicas del parasitoide}}{\text{No. de formas biológicas del parasitoide} + \text{plaga}} \times 100$$

Las larvas sanas y las pupas completaban su desarrollo en el laboratorio y allí se determinaba el parasitismo total.

La relación costo-beneficio del programa en la Hacienda Juan Viñas y en las otras localidades, en donde se liberaron los parasitoides, se calculó utilizando las siguientes variables: factor de pérdida en azúcar/TM de caña por cada 1% de II, TM de caña/ha, I e II promedio, así como los kilos de azúcar/TM de caña y el precio por kilo de azúcar para cada localidad por zafra. Con estos valores se calculó la pérdida en dólares/ha (al tipo de cambio oficial del mes de setiembre de cada año) y la pérdida de TM de azúcar por zafra, por región.

## RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados del programa, utilizando los índices de I e II, indican que las regiones más afectadas por *Diatraea* spp. fueron: la parte alta del Ingenio Santa Fe, Las Haciendas Ojo de Agua y Juan Viñas (Cuadro 1). También la localidad de Grecia (Cooperativa Victoria y algunas fincas del Ingenio La Argentina) presentó ataques superiores al nivel de población que amerita el control. Recientemente se observaron ataques de importancia en la región de San Ramón y en el Ingenio Cutris, San Carlos. Los valores más importantes de daño (II) se presentan en cañas de 8-12 meses.

CUADRO 1. Infestación, intensidad de infestación y promedio de daño en cinco regiones cañeras de Costa Rica, provocado por *Diatraea* spp. en cañas de uno a doce meses de edad.

LOCALIDAD	Edad (meses)					$\bar{X}$ Daño (*)	
	1-4		5-7		8-12		
	I	II	I	II	I		II
San Carlos	0.7	3.7	0.9	34.0	3.6	8.6	
Valle Central	1.5	6.3	2.2	20.7	1.9	6.5	
Turrialba	0.4	3.8	0.7	24.0	2.2	6.2	
Guanacaste	0.3	8.7	1.6	6.7	0.8	3.6	
Férez Zeledón	1.2	8.3	1.6	6.2	0.5	3.5	
PROMEDIO	0.8	6.2	1.4	18.3	1.8	5.7	

(\*) Promedio anual de daño entre la Infestación (I) y la Intensidad de Infestación (II).

CUADRO 2. Porcentaje promedio de daño en quince variedades en las Haciendas Juan Viñas, Santa Fe y Ojo de Agua, en los frentes de corte de la zafra (1984-1985).

HACIENDA	VARIEDAD	I (%)	II (%)	$\bar{X}$ DAÑO (*) (%)
Juan Viñas	Pindar	53.1	7.6	30.4
	H 32-8560	48.8	6.8	27.8
	H 56-4848	49.2	5.8	27.5
	B 50-377	47.0	7.6	27.3
	H 57-5174	46.3	6.1	26.2
	H 44-3098	44.5	5.8	25.1
Santa Fe	H 54-775	44.7	5.3	25.0
	Pindar	46.6	4.3	25.4
	B 47-44	45.7	4.2	24.9
Ojo de Agua	B 60-267	45.2	4.0	24.6
	H 44-3098	40.4	3.3	21.8
	Q 68	39.0	5.3	22.2
	Pindar	34.4	4.3	19.3
Ojo de Agua	B 50-377	28.7	2.5	15.6

(\*) Promedio entre el porcentaje de infestación (I) y la Intensidad de Infestación (II).

Las especies de *Diatraea* encontradas en el país fueron: *D. tabernella*, *D. guatemalella* y por primera vez, *D. saccharalis*, como plaga de importancia agrícola en el cultivo. Fernández (1960) señaló que en comunicación personal con H.E. Box, en 1956 le mencionó que al estudiar la literatura y luego de consultar en varios museos, encontró que la especie *D. saccharalis* parecía ser sumamente rara en Costa Rica, siendo una hembra el único ejemplar preservado en el Museo de París, colectada a fines del siglo XIX. Sin embargo Badilla et al. (1984) encontraron que esta especie era la más importante en las localidades de Ojo de Agua y el Cantón de Grecia. La especie de mayor distribución e importancia en el país es *D. tabernella*, concordando con lo anotado por Fernández (1960). *D. saccharalis* es la segunda en importancia y *D. guatemalella* se restringe a la región de San Isidro de El General y en menor grado, a el Valle Central y Guanacaste; ésto difiere de Fernández (1960), quien informó que ésta es la segunda en importancia.

El muestreo de variedades determinó que existen algunas más susceptibles a esta plaga, como la Pindar, H 32-8560, H 56-4848, B 47-44 y la Q 68; las variedades H 54-775, H 44-3098 y la B 50-377 resultaron más tolerantes (Cuadro 2).

Las que presentaron mayores porcentajes de daño, poseen los menores porcentajes de fibra (Pindar y H 32-8560); la variedad H 54-775 posee mayor contenido de fibra (Fig. 2). Esa tendencia mostró que el contenido de fibra funciona como una barrera física en la penetración de la larva en los tallos de la caña.

El parasitismo por *C. flavipes*, en Juan Viñas sufrió incremento constante durante los primeros tres años del programa, pero disminuyó de 1988 a 1990, posiblemente por la liberación en áreas nuevas, en donde el parasitoide requiere un período de adaptación. En 1991 los resultados parciales mostraron un incremento del parasitismo, hasta niveles de un del 50.4%.

En la Hacienda Ojo de Agua, donde predominó la especie *D. saccharalis*, la adaptación del parasitoide fue muy lenta, ya que durante los dos primeros años el porcentaje fue de sólo el 4.7%. Para el tercer año de liberaciones se calculó en 30.5%, posiblemente por ser una región ventosa y seca, condiciones adversas al parasitoide. Durante tres años se realizó una liberación inundativa de 7 207 500 adultos de *C. flavipes*. De julio de 1985 a marzo de 1991, se liberaron 98 693 500 adultos de *C. flavipes* para cubrir un área de 6918.5 ha (Cuadro 4). El parasitismo promedio fue de 27.8%, el cual ha sido creciente desde el inicio del programa.

En la Hacienda Juan Viñas se efectuó el 45% de las liberaciones hasta 1991 (Cuadro 5). Allí se realizó un programa piloto y se encontró una correlación negativa entre el aumento del porcentaje de parasitismo y la II (Fig. 4), es decir, que al aumentar el parasitismo en el campo, disminuyó el porcentaje de internudos perforados. Se encontró también que la I promedio en 623 ha durante 1984, fue de 48.3% y la II de 6.5%. Los valores oscilaron entre, 80% de I y 22.9% de II (Lote Durán), hasta valores de 26.8% de I y 0.82 de II (lote Lara 10). En esta Hacienda, en la zafra 1984-85, el 55.7% de los lotes presentaron valores superiores al 5% de II, daño considerado crítico por algunos autores.

Para Costa Rica ese nivel de control es menor y oscila de 1.8 a 2% de II, dependiendo de la localidad. Con estos valores se concluye que ese año el 97% de la Hacienda estaba con un nivel de II superior al nivel de control. En la zafra 1989, cuando el parasitismo promedio por *C. flavipes* fue de 42.8%, el 6.25% de los lotes presentaron valores superiores al 5% de II, en contraposición al 55.7% en 1984. También se observó que el 56.25% del total de lotes, presentaron valores superiores al 2%, el cual es menor al valor estimado en 1984 (97.7%).

En cuanto al parasitismo por *C. flavipes*, al inicio del programa la II era de 7.2%, pero disminuyó al 2.7% en la Hacienda Ojo de Agua, Cooperativa Victoria y Hacienda Juan Viñas en 3 y 5 años respectivamente. Esto corresponde a una disminución del daño en un 165% (Cuadro 6).

CUADRO 3. Porcentaje de parasitismo por *C. flavipes* en diferentes regiones cañeras, Costa Rica, (1985 - 1991).

LOCALIDAD	AÑOS								X̄
	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991		
Juan Viñas	5.2	21.3	50.4	47.3	42.8	41.9	50.4	37.0	
Santa Fe	17.2	41.4	-	-	-	-	-	29.3	
Taboga	-	16.6	-	32.5	38.3	31.6	-	29.8	
Cooperativa Victoria	-	-	22.1	20.1	29.9	-	-	24.1	
Quebrada Azul	-	-	-	9.6	17.8	9.7	-	12.4	
Porvenir	-	-	3.5	22.2	-	-	-	12.8	
Ojo de Agua	1.0	4.7	30.5	-	-	-	-	12.1	
Cutris	-	-	-	10.6	-	-	-	10.6	
CoopeAgri El General	-	-	10.5	-	-	-	-	10.5	
La Argentina	-	6.9	9.5	-	-	-	-	8.2	
San Ramón	-	-	-	-	-	60.5	61.0	60.8	

CUADRO 4. Número de adultos del parasitoide *C. flavipes* liberados y porcentaje de parasitismo obtenido en diferentes regiones cañeras, Costa Rica (julio 1985 - marzo 1991).

AÑO	CANTIDAD LIBERADA	AREA CUBIERTA (ha)	PARASITISMO (%)
1985	262 500	17.5	7.8
1986	4 319 000	287.9	18.2
1987	20 500 000	1 366.7	21.1
1988	22 810 000	1 520.6	23.7
1989	21 963 000	1 464.2	32.2
1990	20 007 000	1 533.1	35.9
1991	8 742 000	728.5	55.7
TOTAL	98 603 500	6 918.5	
PROMEDIO			27.8

CUADRO 5. Adultos del parasitoide *C. flavipes* liberados en diferentes regiones cañeras de Costa Rica (julio 1985 - marzo 1991).

LUGAR	TOTAL	%
Juan Viñas	44 408 500	45.00
Cooperativa Victoria	11 833 500	12.00
San Carlos	10 689 000	10.80
Pequeños productores	9 069 500	9.20
Hacienda Ojo de Agua	7 207 500	7.30
Guanacaste	5 000 500	5.10
Hacienda Porvenir	4 617 000	4.70
La Argentina	3 096 500	3.14
Exportación a Panamá	1 791 000	1.82
La Luisa	423 000	0.40
DIECA (Grecia)	302 500	0.37
Ingenio Providencia	147 000	0.15
Finca Cámara Turrialba	18 000	0.02
TOTAL	98 603 500	100%

CUADRO 6. Porcentaje de parasitismo por *C. flavipes*, Infestación (I) e Intensidad de infestación (II), en tres regiones cañeras, Costa Rica.

LOCALIDAD	AÑO	I (%)	II (%)	X̄ PARASITISMO (%)
Juan Viñas	1985	48.3	6.5*	5.2
	1986	39.3	5.7	21.3
	1987	19.2	2.2	50.4
	1988	33.5	3.9	47.3
	1989	23.5	2.2**	42.8
Ojo de Agua	1985	41.7	5.8*	1.0
	1986	37.5	5.9	4.7
	1987	15.7	1.6**	30.5
Cooperativa Victoria	1987	70.9	9.3*	22.1
	1988	19.6	2.2	20.1
	1989	23.5	4.4**	29.9
PROMEDIO			7.2*	25.0
			2.7**	

Valor medio de II:

\*Al inicio del programa.

\*\*Después de iniciado el programa.

Al inicio del programa, tanto el parasitismo natural como el de *C. flavipes*, presentaban valores semejantes (Fig. 3). Después de siete años de liberaciones de *C. flavipes* se observó que el porcentaje de parasitismo natural se mantuvo prácticamente constante, mientras que el de aquel, se incrementó en 614% con respecto al primer año de las liberaciones. El complejo de parasitoides nativos lo constituyen la mosca taquinida *Paratheresia claripalpis*, la más abundante, y los himenópteros *Agathis* spp. y *Spilochalcis dux* (Walk). También se encontraron larvas parasitadas por nematodos, baculovirus y por los hongos *Metarhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana* y *Akantomyces* sp. Este parasitoide no desplazó a los nativos, sino que pasó a formar parte de la fauna benéfica, siendo en este momento el factor más importante para el control de esta plaga.

La relación costo-beneficio del programa en Juan Viñas, entre 1985-89, se detalla en el Cuadro 7. Para el cálculo del factor de pérdida en kg de azúcar/TM de caña por cada 1% de I, se utilizaron los resultados de Alpizar (1983) para la variedad H 57-5174, quien encontró que por cada 1% de II de *D. tabernella*, se pierden 1996 kg de azúcar/TM de caña.

Con estas variables, se estimó que se dejaron de percibir en la zafra 1984-85, 1665 TM de azúcar a causa de este taladrador. Este valor representa un 14.7% del azúcar producido por la Hacienda en esta zafra. En la zafra 1988-89 la pérdida de azúcar por la plaga fue de 464.4 TM (4.9% de la producción). De acuerdo con estos valores hubo una recuperación de 9.8% en el rendimiento de azúcar, como resultado de la implantación del programa de control biológico de esta plaga, en este período.

Desde el punto de vista económico, en Juan Viñas se recuperaron \$992 000.80 por la disminución de la II de 6.5 a 2.2% y el aumento del parasitismo de 5.2 a 42.8% (Cuadro 6). El costo del programa para DIECA, por la producción del parasitoide, transporte y evaluaciones de parasitismo fue de \$60 761.60 (\$40.2/ha, con tres liberaciones de 6000 adultos/ha cada una). La Hacienda Juan Viñas invirtió en mano de obra \$5 831.10 (\$2.9/ha). El costo del programa fue de \$66 592.70, con una recuperación líquida de \$925 408.10, para

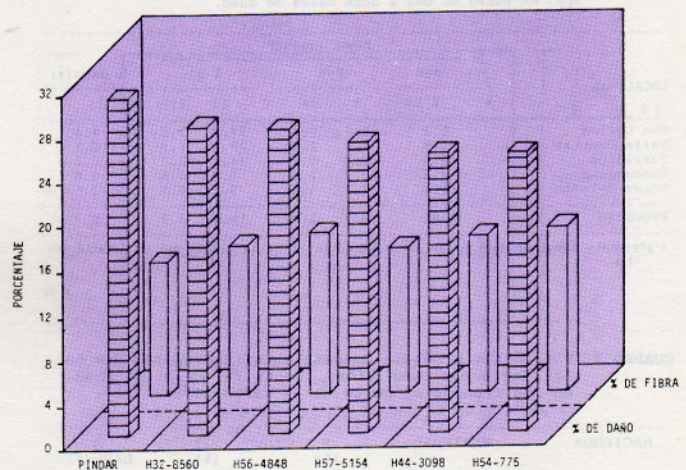


Fig. 2. Porcentajes de fibra y de promedio de daño causado por *Diatraea tabernella* en seis variedades, Hacienda Juan Viñas (Zafra 1984-1985).

CUADRO 7. Relación costo-beneficio del programa de control biológico de *Diatraea* spp. Hacienda Juan Viñas (1985 - 1989).

AÑO	HA	TM/HA	I	II	PERDIDA \$/HA	PERDIDA AZUCAR TM	RECUPERACION PERIODO (\$)
1985	717	179	48.3	6.5	109.3	1665	509 392.6
1986	720	173	39.3	5.7	100.4	1417	412 041.6
1987	758	174	19.2	2.2	97.4	512.6	162 424.2
1988	709	157	33.5	3.9	107.9	866.5	298 354.3
1989	641	165	23.5	2.2	122.5	464.4	172 749.5
TOTAL							992 000.8



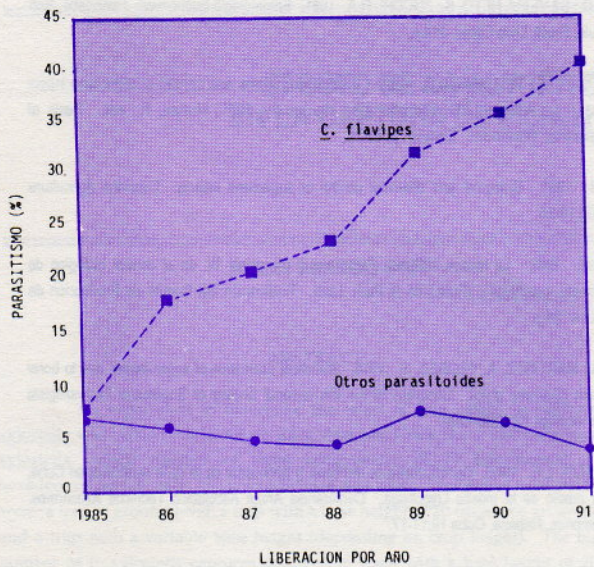


Fig. 3. Porcentaje de parasitismo de *C. flavipes* y otros parasitoides en Costa Rica (1985 a 1991).

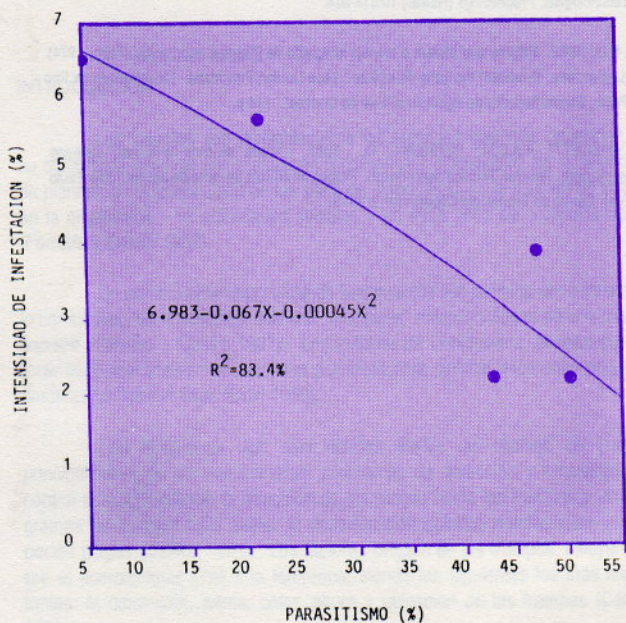


Fig. 4. Línea de regresión de la Intensidad de Infestación de *Diatraea* spp. sobre el porcentaje de parasitismo de *C. flavipes*, en la Hacienda Juan Viñas.

una relación costo-beneficio de 1:15. El costo-beneficio para Juan Viñas fue de 1:170. Con los resultados de una sola Hacienda, se muestra que con éste parasitoides se disminuyeron los daños y se obtuvo un alto retorno económico.

Con el modelo matemático (Fig. 4), el esquema propuesto en el Cuadro 7 y el porcentaje de parasitismo medio, de *C. flavipes* (Cuadro 4), se estima que en el país hubo una recuperación en 6918.5 ha, de \$1 324 434.20. El

costo del programa para DIECA, más la mano de obra de las fincas, fue de \$187 282.20, con una recuperación líquida de \$1 137 152 en las diferentes regiones del país, durante los siete años del programa. Estos resultados demuestran que el control biológico de las especies de *Diatraea* presentes en Costa Rica, se puede llevar a cabo con el parasitoides *C. flavipes* sin utilizar insecticidas, manteniendo de esta forma un ecosistema estable, disminuyendo así los riesgos de contaminación y resistencia por el uso inadecuado de estos productos. □

## CONCLUSIONES

- *C. flavipes* parasita a las tres especies de *Diatraea* presentes en Costa Rica: *D. tabernella*, *D. saccharalis* y *D. guatemalensis*.
- La especie de mayor distribución en Costa Rica es *D. tabernella*, aunque *D. saccharalis* es el mejor hospedero para *C. flavipes* en condiciones de laboratorio.
- Las variables Infestación e Intensidad de Infestación, son adecuadas para medir el daño de *Diatraea* en el campo, siendo más precisa la II.
- *C. flavipes* se ha adaptado mejor en cañas bianuales, debido a que el ecosistema en cañas de dos años, es más estable que en cañas de un año.
- La utilización de *C. flavipes* en Costa Rica, para el control de *Diatraea* spp., es una alternativa viable desde el punto de vista económico, ya que se obtiene un alto retorno económico con su empleo.

## AGRADECIMIENTO

Al personal de Laboratorio por su colaboración en la producción del parasitoides. A quienes participaron con las labores de campo, en especial al personal de la Hacienda Juan Viñas. A Isaac Solís, por ayudar a sentar las bases del Programa y a Gilbert Fuentes por la revisión de este trabajo.

## LITERATURA CITADA

- ALAM, M.M. et al. 1980. Biological and ecological factors affecting populations of sugarcane moth borer, *Diatraea saccharalis* (Lep.: Pyralidae) in Barbados. *Entomophaga* 25(4):401-414.
- ALPÍZAR, A. 1983. Evaluación de la incidencia y el daño de los taladradores en tres variedades de caña de azúcar. Práctica de Graduación Bachillerato. Cartago, Costa Rica. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Departamento de Agronomía. 69 p.
- BADILLA, F.; SOLIS, I. 1984a. Programa de control biológico del taladrador de la caña de azúcar *Diatraea* spp. Dirección de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar. Boletín Informativo (Costa Rica) No.18. 4 p.
- \_\_\_\_\_: SOLIS, I. 1984b. Descripción de las salas que componen un laboratorio de cría masal de los parasitoides de *Diatraea* spp. Dirección de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar. Boletín Informativo (Costa Rica) No.14. 4 p.
- \_\_\_\_\_: SOLIS, I.; SOLIS A.I. 1984. Programa de control biológico. Dirección de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar. Informe Técnico de Labores (Costa Rica) p. 8-20.
- \_\_\_\_\_: SOLIS, I. 1986. Avaliação sobre resultados obtidos no programa de controle biológico de broca da-cana-de-açúcar *Diatraea* spp. na Costa Rica. 10<sup>o</sup> Congresso Brasileiro de Entomologia. Resumos. Sociedade Entomológica do Brasil, Rio de Janeiro, p. 21.
- \_\_\_\_\_. 1986a. Resultados obtenidos en el programa de control biológico del taladrador de la caña de azúcar *Diatraea* spp. en la Hacienda Santa Fe, San Carlos. Dirección de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar. Boletín Informativo (Costa Rica) No.26. 4 p.

- \_\_\_\_\_. 1986b. Resultados obtenidos en el programa de control biológico del taladrador de la caña de azúcar *Diatraea tabernella* en la Hacienda Juan viñas, Turrialba. Dirección de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar. Boletín Informativo (Costa Rica) No.27. 4 p.
- BENNETT, F.D. 1969. Tachinid flies as biological control agents for sugarcane moth borer. In: Williams, J.R.; Melcalfe J.R.; Mungomery R.W. y Mathes R., Eds. Pests of Sugarcane. Amsterdam. Elsevier. p. 117-148.
- \_\_\_\_\_. 1977. A comparison of the reproductive state and certain other characteristics of *Apanteles* spp. and the tachinid parasites of *Diatraea saccharalis*. Congress of the International Society of Sugarcane Technologists. Proceedings 16:523-527.
- BOX, H.E. 1947. Informe preliminar sobre los taladradores de la caña de azúcar (*Diatraea* spp.) en Venezuela. Maracay. Ministerio de Agricultura y Cría. Boletín Técnico. 117 p.
- FERNANDEZ, J.E. 1960. Estudio de los taladradores de la caña de azúcar del género *Diatraea* (Pyralidae: Lepidoptera) y su importancia económica en Costa Rica. Tesis Ing. Agr. San Pedro, Universidad de Costa Rica. Facultad de Agronomía. 148 p.
- GIFFORD, J.R.; MANN, G.A. 1967. Biology, rearing and trial realease of *Apanteles flavipes* in the Florida Everglades to control the sugarcane borer. Journal of Economic entomology 60(1):44-47.
- GUAGLIUMI, P. 1962. Las plagas de la caña de azúcar en Venezuela. Ministerio de Agricultura y Cría. Maracay. (2 tomos), 850 p.
- HENSLEY, S.D.; CONCIENNE, E.J.; McCORMICE, W.J.; CHARPENTIER, L.J. 1968. Recent developments in insecticidal control of the sugarcane borer in Louisiana. Congress of the International Society of Sugarcane Technologists. Proceedings. Taipei 13:1365-1368.
- MENDONCA, A.F. 1986. Manejo integrado de plagas de la caña de azúcar y tecnologías de producción de parasitoides y entomopatógenos. San José, Costa Rica. Grupo Latinoamericano de Cooperación Horizontal en Fitosanidad de la Caña de Azúcar-FAO. 61 p.
- MISKIMEN, G.W. 1962. Studies of the biological control of *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) on St. Croix, U.S. Virgin Islands. Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico 46(2):135-139.
- NAKANO, O.; SILVEIRA-NETO, S.; ZUCCHI, R.A. 1981. Entomologia Económica. Piracicaba, Sao Paulo, Brasil. Livro Ceres. 314 p.
- PEMBERTON, C.E.; WILLIAMS, J.R. 1969. Distribution, origins and spread of sugarcane insect pests. In: Williams, J.R.; Melcalfe J.R.; Mungomery, R.W.; Mathes, R.; eds. Pests of sugarcane. Amsterdam. Elsevier. p. 69-71.
- RICE, E.R. 1981. Biological and chemical control of sugarcane insects. Louisiana Agriculture 24(2):12-14.
- RISCO, S.H. 1954. La mosca indígena *Paratheresia claripalpis* W. en el control biológico de *Diatraea saccharalis*, (Fabr.) en el Perú. Lima. Publicación del Comité de Producción de Azúcar. 31 p.
- RUIZ, M.A.; MARTINEZ, A.; FLORES, S. 1968. Statistical estimation of sugar losses due to borer attack (*Diatraea chilo*). Congress of the International Society of Sugarcane Technologists Proceedings 13:1292-1295.
- SCARAMUZZA, L.C. 1946. Control biológico del borer o perforador de la caña de azúcar en Cuba, por medio de la mosca *Lixophaga*. Conferencia Anual Asociación Técnicos Azucareros. Memorias. Habana, Cuba 19:11-17.
- SIMMONDS, F.J. 1955. Establishment of parasites of *Diatraea saccharalis* in Dominica and Guadeloupe. Tropical Agriculture (Trinidad) 32:198-200.
- \_\_\_\_\_. 1959. The successful biological control of the sugarcane moth borer, *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Pyralidae) in Guadeloupe. Congress of the International Society of Sugarcane Technologists. Proceedings (Hawaii) 10:914-914.
- TERAN, F.O. 1982. Fatores que afetam o manejo integrado de *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1974). (Lepidoptera: Pyralidae) em cana-de-açúcar. Tese Doutor, Piracicaba. Universidade de Sao Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luis de Queiroz". 144 p.
- \_\_\_\_\_. PRECETTI, A.A.C.M.; DERNEIKA, O. 1983. Broca da-cana-de-açúcar, *Diatraea saccharalis*. Reuniao Técnica Agronômica. Pragas de cultura de cana-de-açúcar. Sao Paulo (Bra). Centro de Tecnologia Copersucar, p. 4-15.

## EFECTO DE LA ALTURA DE LAS TRAMPAS CON FEROMONA, EN LA CAPTURA DE *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae)\*

Nidia Mora C.\*\*

Carlos L. Rodríguez V.\*\*\* Carlos S. Lépez Ch.\*\*\*

### ABSTRACT

An experiment to determine the effect of trap height in capturing *P. xylostella* was carried out in Alfaro Ruiz, Alajuela, Costa Rica. The pheromone *P. xylostella*, which consists of three components: (Z)-11 hexadecenal, (Z)-11 hexadecenyl acetate and (Z)-11 hexadecenol, was used. Treatments to be evaluated were: a trap at ground level, a trap with a base height of 20 cm above ground level, and a trap with a variable base height (depending on crop height). The highest number of *P. xylostella* captures occurred in traps with a base height of 20 cm. Capture increases were shown in the third and sixth week, as well as at the end of the cropping cycle, in the eighth and eleventh week of evaluation.

### RESUMEN

En Alfaro Ruiz, provincia Alajuela, Costa Rica, se realizó un experimento para conocer el efecto de la altura de la trampa, en la captura de *P. xylostella*. Se utilizó la feromona de *P. xylostella*, que consta de tres componentes: (Z)-11 hexadecenal, (Z)-11 hexadecenyl acetato y (Z)-11 hexadecenol. Los tratamientos evaluados fueron: trampa en la superficie del suelo, trampa con la base a 20 cm del suelo, trampa con la base a 40 cm del suelo y trampa móvil (se levanta según altura del cultivo). Las mayores capturas de *P. xylostella* se presentaron con trampas colocadas a 20 cm de la superficie del suelo. Los incrementos de captura se presentaron en las semanas tercera y sexta, así como al final del ciclo del cultivo, de la octava a la décimo primera semana de evaluación.

### INTRODUCCION

Los insectos son probablemente los animales que más dependen de su olfato para localizar sus presas, en su defensa y agresividad, en la selección de plantas, en la localización de los sitios de oviposición, en la reunión de sexos, en la organización de actividades sociales y en otros tipos de comportamiento (Ferreira y Castro 1987).

Un componente importante de la comunicación química entre insectos, lo constituyen las feromonas, que son "mensajes" entre individuos de una misma especie (Ferreira y Castro 1987). Los machos de Lepidoptera, poseen estructuras especializadas en sus antenas plumosas para percibir feromonas sexuales emitidas por las hembras (Chiri 1989).

Las feromonas han sido usadas dentro del manejo de plagas, principalmente de en tres maneras: programas de detección y encuestas, en control directo mediante la atracción de las plagas hacia las trampas y en programas designados para alterar la comunicación química normal entre las especies plagas (Calvert 1981). Los factores propios de las trampas, influyen sobre el acercamiento final a la feromona, siendo los siguientes los más importantes: la dimensión, forma, color, altura y ubicación de las trampas (Calvert 1981).

Los estudios con feromonas sexuales, en la captura de *Plutella xylostella*, se realizan en Costa Rica desde 1988. Mediante estos estudios se obtuvo una trampa, que consiste en un galón plástico, con aberturas laterales de 5 x 15 cm. En la tapa superior del galón se coloca un cartucho con feromona. Los insectos quedan atrapados al caer en el agua jabonosa que contiene la trampa (Mora 1990).

Estas investigaciones con feromonas sexuales, se orientaron en principio a conocer diversos aspectos relacionados con la trampa, luego se realizaron estudios ecológicos y la obtención de conocimientos para la toma de decisiones en el uso de insecticidas. Los objetivos de la presente investigación fueron: 1. Determinar la altura más apropiada para ubicar las trampas de *P. xylostella*. 2. Conocer la fluctuación de la población de *P. xylostella* durante el ciclo del cultivo de repollo.

### MATERIALES Y METODOS

El presente ensayo se realizó del 19 de julio al 13 de octubre de 1989, en La Brisa de Tapezco de Alfaro Ruiz, Costa Rica, a 10°13'10" de latitud norte y 84°24'14" de longitud oeste, a una altitud de 1820 m. Esta zona se clasifica como bosque premontano bajo muy húmedo, según la clasificación de zonas de vida de Holdridge (1979).

La feromona sexual de *P. xylostella*, consta de tres componentes: (Z)-11 hexadecenal, (Z)-11 hexadecenyl acetato y (Z)-11 hexadecenol (Ando et al. 1979). Esta feromona se importa de casa Zóecon, ubicada en California, Estados Unidos. Se evaluaron los siguientes tratamientos:

1) Trampa en la superficie del suelo, 2) trampa con la base a 20 cm del suelo, 3) trampa con la base a 40 cm del suelo, y 4) trampa móvil (se levanta según altura del cultivo).

Estas trampas (galones plásticos) se colocaron en un soporte de madera, con aberturas laterales de 5 x 15 cm y se colocaron cuando se trasplantó el repollo. Las trampas se colocaron a 15 m de distancia. En cada

\*I Congreso Nacional de Entomología. 22-24 noviembre, 1990. Heredia, Costa Rica. (Parte de la Tesis Lic. Agr. del primer autor, Universidad de Costa Rica, Sede de Occidente, Recinto Tacares).

\*\*Agencia de Extensión Agrícola de Alfaro Ruiz, Alajuela, Costa Rica.

\*\*\*Departamento de Entomología, Ministerio de Agricultura y Ganadería. San José, Costa Rica.

semana de evaluación se hacía intercambio del sitio de las trampas. Se utilizó un diseño de parcelas divididas, dispuesto en bloques completos al azar, con cuatro repeticiones, con la altura de trampa en la parcela grande y las semanas de evaluación en la parcela pequeña.

## RESULTADOS Y DISCUSION

El análisis de variancia, mostró diferencias altamente significativas ( $P \leq 0.01$ ), en relación con la altura de trampas y las fechas de evaluación (Cuadro 1). Los resultados de mayor captura de *P. xylostella*, se presentan en trampas colocadas a 20 cm de la superficie del suelo (Cuadro 2).

En las fechas de evaluación, se incrementaron las capturas en la tercera y sexta semana y al final del ciclo del cultivo, de la octava a la decimo-primer semana de evaluación (Fig. 1). La tendencia de los datos, coincide con estudios de infestación, de otros estados de *P. xylostella* (Carballo y Hruska 1989). Es necesario en futuras investigaciones, estudiar mejor la relación entre captura de adultos de *P. xylostella* y la presencia de otros estados del insecto, para realizar la toma de decisiones en la presencia del estado del insecto, que es más susceptible, como ha sido mencionado en otros experimentos (University of California 1983). □

CUADRO 1. Análisis de variancia de la variable captura de adultos de *Plutella xylostella*. Octubre (1989).

F. DE V.	G.L.	C.M.	PR>F
Repetición	6	223.5NS	0.2563
Altura de trampa	3	1045.6**	0.0034
Error A	18	156.0	
Fechas de ev.	10	1929.8**	0.0000
Altura x fecha	30	195.1NS	0.1876
Error B	240	156.9	

N.S. No se presentan diferencias significativas.

\*\* Diferencias altamente significativas (Prueba de F,  $P \leq 0.01$ ).

CUADRO 2. Prueba de Tukey para altura de trampas, en la variable captura de *Plutella xylostella*. Alfaro Ruiz, julio a octubre (1989).

TRATAMIENTO	CAPTURA DE <i>P. xylostella</i> *
Trampa de 20 cm del suelo	22 a
Trampa móvil	18 ab
Trampa a 40 cm del suelo	14 b
Trampa a superficie del suelo	14 b

\*Letras iguales no difieren estadísticamente ( $P \leq 0.01$ ).

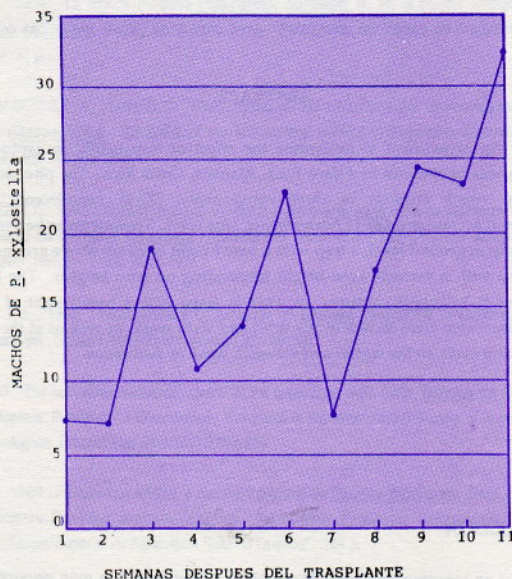


Fig. 1. Captura de machos de *P. xylostella* durante diferentes semanas en cultivo de repollo. Alfaro Ruiz (1989).

## LITERATURA CITADA

- ANDO, T.; KOSHIHARA, T.; YAMADA, H. N-HUYNH; TAKAHASHI, N. y TAMAKI, Y. 1979. Electroantennogram activities of sex pheromone analogues and their synergistic effect on field attraction in the diamondback moth. *Appl. Entomol. Zool.* 14:362-364.
- CALVERT, D.J. 1981. Uso de hormonas, feromonas y sustancias afines en el control de plagas. In Segundo curso intensivo de Control Integrado de Plagas y Enfermedades Agrícolas. Lima, Perú. Fascículo 17.
- CARBALLO, M. y HRUSKA, A. 1989. Periodos críticos de protección y efecto de la infestación de *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae) sobre el rendimiento del repollo. *Manejo Integrado de Plagas* (Costa Rica) No. 14:46-60
- CHIRI, A.A. 1989. Utilización del control etológico. In Manejo integrado de plagas insectiles en la agricultura, estado actual y futuro. Departamento de Protección Vegetal. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras, Centroamérica. p. 267-282.
- FERREIRA, V.E. y CASTRO DELLA L., T. 1987. Feromonios de insetos. Imprenta Universitaria de Universidade Federal de Vicosa, Brasil. 155 p.
- HOLDRIDGE, L.R. 1979. Ecología basada en zonas de vida. San José, Costa Rica. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. 216 p.
- MORA, N. 1990. Evaluación de trampas con feromona sexual de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae), en el cultivo de repollo en Alfaro Ruiz, Alajuela. Tesis Universidad de Costa Rica. Sede de Occidente, Recinto de Grecia. 40 p.
- UNIVERSITY OF CALIFORNIA. 1983. Degree days: The calculation and use of heat units in pest management. Division of Agriculture and Natural Resources. Leaflet 21373. 11 p.

## EFFECTO DE LA DISTANCIA ENTRE TRAMPAS, SOBRE LA CAPTURA DE LAS PALOMILLAS DE LA PAPA (LEPIDOPTERA: GELECHIIDAE)\*

Carlos L. Rodríguez V.\*\*

Carlos S. Lépiz Ch.\*\*

Danilo Pérez\*\*\*

### ABSTRACT

An experiment was carried out to determine the effect of the distance between pheromone traps to capture potato moths *Phthorimaea operculella* Zeller and *Scrobipalopsis solanivora* Povolný in Cartago, Costa Rica. Experiments of pheromone distances of both species evaluated were: 1) within the same trap, 2) in traps with the same support, 3) at a distance of 3 m, 4) at a distance of 5 m, and 5) at 10 meters apart. The best captures of both moths were found with traps from five to ten meters apart. Captures decreased as distance between traps was shorter.

### RESUMEN

En Cartago, Costa Rica, se realizó un experimento para determinar el efecto de la distancia de las trampas de feromonas en las capturas de las palomillas de la papa *Phthorimaea operculella* Zeller y *Scrobipalopsis solanivora* Povolný. Los tratamientos de distancias de trampas con feromonas en ambas especies evaluadas, fueron: 1) en una misma trampa, 2) en trampas con el mismo soporte, 3) ubicadas a 3 m, 4) ubicadas a 5 m y 5) a 10 m una de otra. Las mayores capturas de ambas palomillas, se presentaron con trampas localizadas de 5 a 10 m y disminuyeron a medida que la distancia entre ellas era menor.

### INTRODUCCION

En Costa Rica, se han utilizado las feromonas sexuales, para estudiar la fluctuación de las capturas de las palomillas de la papa *Phthorimaea operculella* y *Scrobipalopsis solanivora*, ambos Gelechiidae y la distribución geográfica de estas especies (Rodríguez et al. 1988, 1989). En el caso del combate directo de *Phthorimaea operculella* mediante feromonas, se puede reducir el daño en los tubérculos de la papa hasta en 45%, comparado con parcelas que recibieron aspersiones de insecticidas y en las que no se usaron feromonas (Raman 1988).

Trabajos de investigación con feromonas en Costa Rica, señalan el efecto del calor, altura y aberturas de las trampas sobre la captura de las palomillas de la papa (Rodríguez et al. 1991). También han determinado que la duración de las feromonas de *P. operculella* y *S. solanivora* es de cinco y tres meses, respectivamente (Rodríguez y Lépiz 1990).

En Costa Rica se estableció desde 1988 un programa de transferencia de tecnología, para utilizar las feromonas en la toma de decisiones sobre la aplicación de los insecticidas en papa. No obstante, han surgido interrogantes, de manera que este experimento tuvo como objetivo evaluar el efecto de la distancia entre trampas con feromonas de ambas especies, sobre la captura de machos.

### MATERIALES Y METODOS

El experimento se ubicó en La Cañada de Potrero Cerrado de Cartago, Costa Rica, entre enero y febrero de 1990. Esta localidad está ubicada a 09°55'07"N y 83°52'57"O, a una altitud de 2170 m, en la zona de vida de bosque húmedo montano bajo (Holdridge 1979).

En la captura de machos de *P. operculella* Zeller se utilizó la feromona trans-4, cis-7-tridecadien-1-0l-acetato (PTM 1) y trans-4, cis-7, cis-10-tridecatrin-

1-0l-acetato (PTM 2) en proporción de 0.4 mg de PTM 1 + 0.6 mg de PTM 2. En la feromona sexual de *S. solanivora* Povolný el componente principal es (E)-3-dodecenyl acetato con 1% de isómero Z. Ambas feromonas se obtuvieron del Laboratorio para Investigación en Insecticidas, Wageningen, Holanda, a través del Centro Internacional de la Papa (CIP).

Para evaluar la interacción de las feromonas de ambas especies, se establecieron los siguientes tratamientos: 1) Ambas feromonas en una misma trampa, 2) ambas en trampas con el mismo soporte, 3) separadas por 3 m, 4) separadas por 5 m y 5) a 10 m entre sí. Cada tratamiento de las feromonas se separó en 30 m.

Cada trampa (galón plástico) se colocó al emerger el cultivo, en un soporte de madera, con aberturas laterales de 5 x 15 cm. Este tipo de trampa se describe en Rodríguez et al. (1988). Las trampas de una misma especie se ubicaron a 30 m de distancia y se realizaron evaluaciones de captura de adultos cada semana, durante siete semanas.

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar, dispuesto en parcelas divididas, con cuatro repeticiones. La distancia entre trampas, en la parcela grande y las semanas de evaluación, en la parcela pequeña. La variable captura de palomillas, se transformó a  $\sqrt{x+1}$ .

### RESULTADOS Y DISCUSION

En las capturas de *S. solanivora* y *P. operculella*, se encontraron diferencias altamente significativas, tanto debidas a la distancia de las trampas, como a las fechas de evaluación.

Las mayores capturas de ambas palomillas, se presentaron en las trampas localizadas de 5 a 10 m y disminuyeron a medida que la distancia entre ellas era menor (Cuadro 1).

\*I Congreso Nacional de Entomología. 22-24 noviembre, 1990. Heredia, Costa Rica.

\*\* Ministerio de Agricultura y Ganadería, Departamento de Entomología. San José, Costa Rica.

\*\*\*Ministerio de Agricultura y Ganadería. Oficina Local de Pacayas.

**CUADRO 1.** Capturas de las palomillas de la papa, en trampas ubicadas a diferentes distancias. Potrero Cerrado, Cartago, Costa Rica (Febrero, 1990).

UBICACION DE FEROMONAS	PROMEDIO DE CAPTURAS	
	S. solanivora	P. operculella
Ambas en misma trampa	1.02 c*	0.59 c
Ambas en mismo soporte	1.51 bc	0.98 bc
A 3 m	2.61 abc	2.91 ab
A 5 m	3.40 ab	3.11 a
A 10 m	3.67 a	3.66 a

\*Cifras con letras iguales no difieren estadísticamente según prueba de Tukey (P<0.05).

La menor captura de las palomillas de la papa con trampas cercanas, se debió posiblemente a que los olores de las feromonas se mezclaron en el aire y se transformaron de tal manera que confundieron a los machos de ambas especies, de allí la importancia de mantener una separación mínima de 10 m entre las trampas. Pudo ser también, que existía algún componente de una feromona que disuadía a los machos de la otra especie. □

#### LITERATURA CITADA

- HOLDRIDGE, L.R. 1979. Ecología basada en zonas de vida. San José, Costa Rica. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. 216 p.
- RAMAN, K.V. 1988. Control of potato tuber moth *Phthorimaea operculella* with sex pheromones in Perú. *Agriculture Ecosystems and Environment* 21:85-100.
- RODRIGUEZ V., C.L.; MURILLO M., R. y LEPIZ CH., C. 1988. Fluctuación de las capturas de las palomillas de la papa *Scrobipalopsis solanivora* Povolný y *Phthorimaea operculella* Zeller (Lepidoptera: Gelechiidae) en Cartago, Costa Rica. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* No.9:12-21.
- \_\_\_\_\_: LEPIZ CH., C.; ARCE A., A.; BRENES, F.; VIQUEZ V., C.; FONSECA M., A. 1989. Distribución altitudinal y geográfica de las capturas de las polillas de la papa *Scrobipalopsis solanivora* Povolný y *Phthorimaea operculella* Zeller (Lepidoptera: Gelechiidae) en Costa Rica. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* No.13:39-48.
- \_\_\_\_\_: y LEPIZ CH., C.S. 1990. Uso de feromonas con diferente tiempo de exposición en el campo y su capacidad de captura en las palomillas de la papa. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* No.16:28-31.
- \_\_\_\_\_: LEPIZ CH., C.S. y PEREZ M., D. 1991. Factores que influyen en la captura con feromonas de las palomillas de la papa. *Investigación Agrícola (Costa Rica)* 4(1):5-9.

### ¡LA PROXIMA VEZ NO LE DIRAN DESACTUALIZADO!

Las "**Páginas de Contenido MIP**" le ofrecen trimestralmente alrededor de 150 títulos de revistas y memorias de congresos, los cuales registran un promedio de 2 600 artículos y ponencias a reuniones técnicas, sobre áreas específicas de Manejo Integrado de Plagas y temas afines.

"**Páginas de Contenido MIP**" es un instrumento que le facilita a usted el acceso a la literatura técnica reciente en su campo. No las archive, consúltelas y circúlelas entre los colegas.

### ¿COORDINANDO UN CURSO O UNA REUNION ESPECIALIZADA?

Envíe oportunamente su anuncio para el próximo "**Boletín Informativo MIP**". Este es un servicio trimestral y gratuito del Proyecto RENARM/MIP/CATIE.

## INFLUENCIA DE LAS MALEZAS SOBRE LOS INSECTOS CONTROLADORES NATURALES DE *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard), (DIPTERA:AGROMYZIDAE)\*

Eduardo Hidalgo J.\*\*  
Manuel Carballo V.\*\*\*

### ABSTRACT

Weeds associated to horticultural crops like potatoes, celery, sugarbeet and beans were sampled to evaluate them as reservoirs for *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard) parasitoids. Weeds of the genera/species *Galinsoga ciliata* (Raf.) Blake, *Brassica campestris* L., *Bidens pilosa* L., *Sonchus oleraceus* L. and *Amaranthus* sp. were sampled at six localities in the Province of Cartago from April to June, 1990. Two species of Eulophidae parasitoids (*Diglyphus* sp., close to *intermedius*, and *Chrysocharis* sp.) and two species of Braconidae (*Opius* sp. and *Oenonogastra* sp.) were the most common. On weeds like *Amaranthus* sp., *B. pilosa*, and *G. ciliata* percent parasitism of *L. huidobrensis* larvae was the highest (87.4, 65.9, and 64.4%, respectively). It was also highest in localities below 1600 m above sea level, and also on weeds due to the intensive use of pesticide on crop plants. The highest densities of *L. huidobrensis* were found on the horticultural crops and *B. campestris*, followed by *G. ciliata*, *S. oleraceus*, *B. pilosa* and *Amaranthus* sp. *Diglyphus* sp. and *Opius* sp. were the most common parasitoids found in the six localities. The highest parasitoid density was found in the crop(s) followed by *B. campestris*, *G. ciliata*, *Amaranthus* sp., *S. oleraceus*, and *B. pilosa*, respectively. Braconid parasitoids dominated at altitudes less than 1625 m.

### RESUMEN

El objetivo fue evaluar el efecto de las malezas sobre los parasitoides de *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard) y sobre la dinámica de la plaga. Se recolectó follaje de papa, apio remolacha y frijol y malezas de los géneros *Galinsoga ciliata* (Raf.) Blake, *Bidens pilosa* L., *Brassica campestris* L., *Sonchus oleraceus* L. y *Amaranthus* sp., en seis sitios de la provincia de Cartago, entre abril y junio de 1990. Se identificaron dos parasitoides Eulophidae (*Diglyphus* prob. *intermedius*, y *Chrysocharis* sp.) y dos Braconidae (*Opius* sp. y *Oenonogastra* sp.). Las malezas *Amaranthus* sp., *B. pilosa* y *G. ciliata* fueron más favorables por presentar porcentajes de parasitismo más altos (87.4, 65.9 y 64.4% respectivamente). Sitios ubicados a menos de 1600 msnm, presentaron los más altos porcentajes de parasitismo. El parasitismo fue mayor en las malezas que en los cultivos, en aquellos sitios donde las aplicaciones de insecticidas son muy fuertes. Fue alto en malezas y cultivos en sitios con escaso control químico y donde usan productos de baja toxicidad. La mayor infestación de *L. huidobrensis* se presentó en el cultivo y en la maleza *B. campestris* seguida de *G. ciliata*, *S. oleraceus*, *B. pilosa* y *Amaranthus* sp. Los parasitoides *Diglyphus* sp. y *Opius* sp. fueron los principales controladores naturales. El mayor número de parasitoides se presentó en el cultivo seguido por *B. campestris*, *G. ciliata*, *Amaranthus* sp., *S. oleraceus* y *B. pilosa*. Los parasitoides de la familia Braconidae predominaron a alturas menores de 1625 msnm, debido posiblemente a su mejor adaptación.

### INTRODUCCION

A partir de 1989 el minador de la hoja *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard) (Diptera: Agromyzidae) se tomó en plaga importante de las zonas hortícolas de Costa Rica, especialmente en la provincia de Cartago y localidades como Zarcero y Santa Ana de las provincias de Alajuela y San José respectivamente. En ese año, la plaga ocasionó pérdidas cuantiosas a quienes practicaban un control químico preventivo sobre otras plagas y enfermedades de sus cultivos. Este brote surgió posiblemente por el uso excesivo de insecticidas de amplio espectro que rompió el equilibrio entre la plaga y sus enemigos naturales, al mismo tiempo la mosca minadora desarrolló resistencia contra los plaguicidas.

En Costa Rica se han encontrado minadores parasitados por *Oenonogastra* sp. y *Opius* sp. (Hymenoptera: Braconidae), *Diglyphus* sp. y *Chrysocharis* sp. (Hymenoptera: Eulophidae) (Comite Técnico de *Liriomyza* 1990; Carballo et al. 1990). Especies del género *Diglyphus* constituyen uno de los más importantes grupos de parasitoides que atacan a *L. huidobrensis*. Estos empupan en la hoja a diferencia de otros parasitoides que lo hacen fuera de ella como es el caso de *Opius* sp. (Carballo et al. 1990).

En Colombia se observó un mayor porcentaje de parasitismo ocasionado por eulófidos dentro de los cuales *Diglyphus* sp. prob. *intermedius* (Girault)

mostró mayor incidencia en el cultivo y en los hospedantes alternos del minador, hasta en un 80% de parasitismo en el caso de la maleza *Silene gallica* (Sarmiento et al. 1986). A pesar de la competencia con el cultivo algunas de las malezas son muy importantes para la biología de ciertos parasitoides al suministrar el néctar necesario para una fecundidad y longevidad normales (Altieri 1978 y Leius 1961).

Según Genung (1981), las plantas silvestres alrededor de los cultivos juegan doble papel en la infestación de minadores. Son frecuentemente la fuente de las primeras infestaciones en campos de apio en áreas agrícolas y también son reservorio de parasitoides de las plagas, al proporcionar alimento y refugio a los parasitoides adultos. Este autor también menciona el suministro de hospedantes alternativos. Señala que cuando se proporciona la flora silvestre se puede aumentar la población de minadores no perjudiciales al cultivo de apio y en consecuencia producir grandes cantidades de parasitoides, muchos de los cuales pueden entrar al agroecosistema del apio y parasitar a *Liriomyza trifolii* (Burgess).

\*I Congreso Nacional de Entomología. 22-24 Noviembre, 1990. Heredia, Costa Rica. Basado parcialmente en la Tesis de Ing. Agr. del primer autor.

\*\*Universidad de Costa Rica. Sede Regional del Atlántico, Turrialba, Costa Rica.

\*\*\*CATE, Programa de Mejoramiento de Cultivos Tropicales. 7170 Turrialba, Costa Rica.

Leius (1967) en un estudio sobre la influencia de las flores silvestres en el parasitismo observó una relación directa entre la abundancia y variedad de flores en el campo y el porcentaje de parasitismo. Altieri (1978) indica que la cantidad y tipo de insectos benéficos que colonizan los cultivos son influidos por la proximidad de estas malezas. Root (1973) y Altieri *et al.* (1978) indican que en los sistemas con diferentes cultivos o cultivos con malezas hay una mayor cantidad de insectos depredadores y parasitoides y menor incidencia de plagas.

En este trabajo se planteó la necesidad de determinar el papel que juegan las malezas hospederas en la dinámica de poblaciones de *L. huidobrensis* y sus enemigos naturales para utilizar la información desarrollada en futuras estrategias de combate, considerando el hecho de que es una práctica generalizada entre los agricultores el mantener sus cultivos y bordes de cultivo libres de malezas. El objetivo general fue evaluar el potencial de las malezas en la manipulación de insectos benéficos para el control de *L. huidobrensis*.

Los objetivos específicos del estudio fueron:

- Estudiar la importancia de las malezas como fuente de infestación de *L. huidobrensis* hacia los cultivos.
- Determinar la importancia de las malezas como hospedantes de la plaga.
- Comparar el porcentaje de parasitación del minador por insectos de las familias Braconidae y Eulophidae en cultivos y malezas.

## MATERIALES Y METODOS

Este estudio se inició en el mes de abril de 1990 con dos etapas de trabajo:

- Recolección del material infestado, por el minador de la hoja (*L. huidobrensis*), en las localidades de San Gerardo (2300 msnm), Tierra Blanca (2000 msnm), Birrisito (1425 msnm), Paso Ancho (1625 msnm), Tejar (1375 msnm) y Cervantes (1475 msnm) pertenecientes a la provincia de Cartago.
- Cría y conteo de moscas minadoras y parasitoides en el laboratorio. Esta etapa se llevó a cabo en el laboratorio de Fitoprotección del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) en Turrialba.

Se seleccionaron cinco malezas de cada una de las zonas destinadas para el muestreo, y que presentaban el mayor grado de ataque del minador de la hoja: *Amaranthus* sp. (Bledo), *Galinsoga ciliata* (Raf.) Blake (Mielcilla), *Bidens pilosa* L. (Moriseco), *Brassica campestris* L. (Navillo) y *Sonchus oleraceus* L. (Cerrajilla). El sitio seleccionado para el muestreo en cada zona, correspondió a un área de cultivo y bordes o áreas cercanas donde se encontraban estas malezas. Se realizaron ocho muestreos a intervalos de quince días durante cuatro meses. Se recolectaron 25 hojas por muestra de las malezas y una muestra de igual tamaño para el cultivo, que incluyó papa, apio, remolacha y frijol. Las muestras se trasladaron al laboratorio y se colocaron en cajas o jaulas para la cría de las larvas del minador y de los parasitoides.

Las variables evaluadas fueron:

- Número de adultos de *L. huidobrensis*
- Número de adultos de parasitoides de la familia Braconidae
- Número de adultos de parasitoides de la familia Eulophidae
- Identificación de los parasitoides
- Estado de desarrollo del cultivo para lo que se definieron tres puntos de referencia a lo largo del ciclo del cultivo: 1- Cultivo nuevo (de la siembra hasta inicios de floración), 2- Cultivo medio (de inicios de floración hasta maduración) y 3- Cosecha, final del ciclo del cultivo.

Los resultados fueron uniformizados para un área foliar de 1000 cm<sup>2</sup> para facilitar la comparación entre las especies que presentan hojas de diversos tamaños. El número de minadores y parasitoides de cada familia, así como el

porcentaje de parasitismo fueron sometidos a un análisis de varianza por altura y por especies, incluyendo dentro de las especies a las malezas: *B. pilosa*, *G. ciliata*, *S. oleraceus* y el cultivo.

Los seis sitios de muestreo fueron divididos, para el análisis, en dos rangos de altura: los menores de 1600 msnm, incluyendo los sitios Tejar, Birrisito y Cervantes, y los mayores de 1600 msnm con los sitios Paso Ancho, Tierra Blanca y San Gerardo.

Se realizó un análisis descriptivo para comparar la incidencia del minador y sus parasitoides en el cultivo y en las malezas para cada sitio. De esta forma se compararon cualitativamente las malezas *B. campestris* y *Amaranthus* sp., con las otras especies muestreadas dado que estas dos malezas no se incluyeron en el análisis de varianza por no aparecer en todos los sitios de muestreo.

## RESULTADOS Y DISCUSION

**Identificación de los parasitoides.** Se encontraron cuatro géneros de parasitoides que fueron identificados, por el taxónomo Dr. Paul Hanson, de la Escuela de Biología en la Universidad de Costa Rica. De la familia Eulophidae, se identificaron los géneros *Diglyphus* prob. *intermedius* y *Chrysocharis* sp.; de la familia Braconidae los géneros *Opius* sp. y *Oenonoagstra* sp.

**Adultos de *Liriomyza huidobrensis*.** Sólo para el primero y quinto muestreo hubo diferencia significativa para el número de adultos de *L. huidobrensis* por especie muestreada. En el primer muestreo la mayor cantidad de minadores emergió del cultivo, aunque no hubo diferencia significativa entre este y la maleza *S. oleraceus*. En el quinto muestreo el cultivo continuó siendo significativamente superior a las demás especies (Cuadro 1). La maleza *B. campestris*, no incluida en el análisis de varianza, alcanzó niveles muy parecidos a los del cultivo en el tercer muestreo con 30.38 adultos y obtuvo la mayor cantidad de minadores entre las especies muestreadas durante el segundo, cuarto y octavo muestreo con 12.55, 38.5 y 30.5 adultos/1000 cm<sup>2</sup> en el orden respectivo. El cultivo mostró los niveles más altos de infestación durante la mayoría de los muestreos, alcanzando un total de 150.98 minadores por 1000 cm<sup>2</sup> de área foliar, al final del período de observación. La altura sobre el nivel del mar no mostró ningún efecto significativo en el aumento o disminución del número de adultos del minador, pero se observó una tendencia a encontrar mayor cantidad de minadores en sitios ubicados a 2000 y 2300 msnm (Fig. 1).

CUADRO 1. Número de adultos de *Liriomyza huidobrensis* observados por especie y muestreo para un área foliar de 1000 cm<sup>2</sup>.

ESPECIE	MUESTREOS								TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Bidens	1.80 B	1.03 A	3.08 A	0.77 A	1.03 B	1.03 A	6.42 A	5.13 A	20.29
cultivo	22.7 A	7.98 A	32.33 A	9.99 A	17.13 A	17.3 A	19.71 A	23.84 A	150.98
Galinsoga	1.34 B	6.71 A	8.05 A	23.47 A	1.34 B	1.34 A	16.1 A	5.37 A	63.72
Sonchus	8.9 AB	2.9 A	3.36 A	10.32 A	1.04 B	13.22 A	4.64 A	14.15 A	58.56
Brassica	10.33	12.55	30.38	38.50	1.97	7.26	5.41	30.5	136.9
Amaranthus	0.0	0.25	0.25	1.49	0.25	1.25	0.25	11.21	17.76

Nota: Valores con la misma letra no presentan diferencia significativa entre sí según la prueba Duncan (p<0.05). Aquellos sin letra no están incluidos en el análisis de varianza.

**Parasitoides de la familia Braconidae.** Se encontraron diferencias significativas para el número de braconidos en el muestreo siete. La mayor cantidad se encontró en el cultivo pero el número total al final de los ocho muestreos fue similar en todas las especies con excepción de *Amaranthus* sp. donde se encontró el mayor número (Cuadro 2). Hubo diferencia significativa por altura para el séptimo muestreo y altamente significativa para el octavo, en el número de braconidos emergidos. En ambos casos el número de parasitoides fue mayor en las localidades con el rango de altura "1" que va de 1375 a 1475



msnm (Cuadro 3). En los seis muestreos restantes, la cantidad de parasitoides de la familia Braconidae conserva la misma tendencia, al aumentar la altura sobre el nivel del mar, el número de adultos/1000 cm<sup>2</sup> disminuye de 71.25 en Tejar (1375 msnm) hasta 6.13 adultos en San Gerardo (2300 msnm).

En Birrisito a una altura de 1425 msnm se registró el mayor número de braconidos con un total de 123.63 adultos por 1000 cm<sup>2</sup> acumulados durante ocho muestreos. Es posible que las condiciones climáticas y la elevación sobre el nivel del mar, en este sitio hayan permitido a los parasitoides de la familia Braconidae desarrollarse en mayor cantidad que en los otros sitios de muestreo. Posiblemente estos están mejor adaptados a vivir en esas condiciones.

CUADRO 2. Número de insectos parasitoides de la familia Braconidae observados por especie y muestreo para un área foliar de 1 000 cm<sup>2</sup>.

ESPECIE	MUESTREOS								TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Bidens	0.00A	1.20A	0.00A	1.8A	0.20A	0.80A	1.8AB	2.79A	8.57
cultivo	1.24A	0.49A	0.76A	0.31A	0.76A	0.42A	4.21A	1.06A	9.25
Galinanga	0.00A	2.68A	0.00A	2.68A	1.43A	0.67A	0.00B	1.34A	8.71
Sonchus	0.35A	0.00A	0.58A	1.74A	0.00A	1.04A	0.81B	3.94A	8.46
Raxaxia	0.25	1.97	5.17	0.49	0.98	0.49	0.00	0.49	9.84
Amaranthus	0.00	1.25	1.00	2.49	0.25	1.25	0.75	12.95	19.94

Nota: Valores con la misma letra no presentan diferencia significativa entre sí según la prueba Duncan ( $p < 0.05$ ). Aquellos sin letra no están incluidos en el análisis de varianza.

CUADRO 3. Número de insectos parasitoides de la familia Braconidae observados por altura y muestreo (\*).

SITIO	ALTURA (msnm)	MUESTREOS								TOTAL
		1	2	3	4	5	6	7	8	
TEJAR	1375	12.42	3.19	1.42	5.32	8.8	3.9	34.4	1.8	71.25
BIRRISITO	1425	0.68	4.73	4.06	12.8	0	6.76	16.2	78.4	123.6
CEPVANTES	1475	0.42	2.55	14.9	7.76	5.96	1.79	0.42	4.25	38.05
(**)	X (Altura 1)	4.5 A	3.5 A	6.8 A	8.6 A	4.9 A	4.1 A	17 A	28.1 A	77.5
PASO ANCHO	1625	3.37	4.72	0	1.35	2.69	6.74	6.06	8.76	33.69
TIERRA BL.	2000	0.16	3.2	6.4	0.16	0.32	0.16	0.32	0.16	10.88
SAN GERARDO	2300	0	2.73	1.02	1.02	0	1.02	0	0.34	6.13
(**)	X (Altura 2)	1.2 A	3.5 A	2.5 A	0.8 A	1 A	2.6 A	2.1B	3.1 B	16.8

\* Los muestreos para cada sitio muestran un promedio de los parasitoides emergidos de la totalidad de las especies de plantas muestreadas para un área foliar de 1000 cm<sup>2</sup>.

\*\* Las letras (A,B) comparan los promedios por muestreo para las alturas 1 y 2. Los valores con la misma letra no presentan diferencia significativa según la prueba de Duncan ( $p < 0.05$ ).

**Parasitoides de la familia Eulophidae.** Se encontraron diferencias significativas para el número de parasitoides de la familia Eulophidae en los muestreos 3, 4 y 5 (Cuadro 4). La mayor cantidad se obtuvo en el cultivo. Es importante comparar estos resultados con los obtenidos en las malezas *G. ciliata*, *B. campestris* y *Amaranthus* sp. para las cuales la emergencia de parasitoides fue muy alta y hubo menor incidencia de *L. huidobrensis*.

**Total de parasitoides.** Hubo diferencia significativa en el número total de parasitoides emergidos de las diferentes especies de plantas para los muestreos 3, 4, 5 y 7 (Cuadro 5). La mayor cantidad de parasitoides, al final del ciclo de muestreos, se obtuvo en el cultivo en donde se observó también el mayor número de minadores. Hubo una tendencia a encontrar mayor número de parasitoides en sitios ubicados a alturas de 2000 y 2300 msnm lo cual concuerda también con el mayor número de *L. huidobrensis* (Fig. 1).

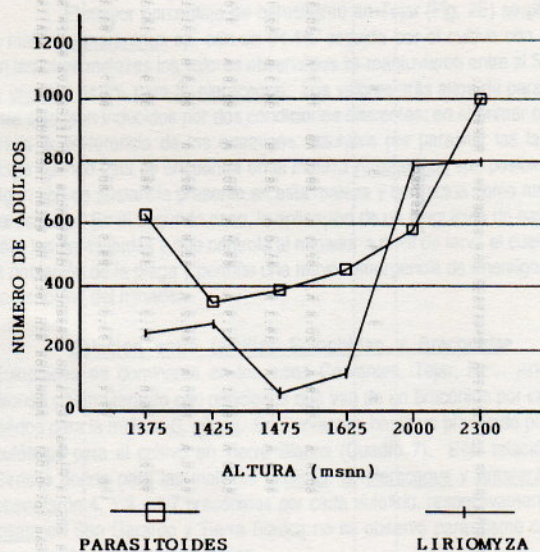


Fig. 1. Número de adultos de *L. huidobrensis* y sus parasitoides encontrados a diferentes altitudes sobre el nivel del mar.

**Porcentaje de parasitismo.** El porcentaje de parasitismo refleja con mayor exactitud la proporción de parasitoides y minadores que tanto malezas como cultivo aportaron al medio durante este estudio. El porcentaje de parasitismo presentó diferencia significativa entre las especies en los muestreos cinco al ocho (Cuadro 6). En las malezas *Amaranthus* sp., *B. pilosa* y *G. ciliata* se observaron los porcentajes de parasitismo totales más altos al final del ciclo de muestreos con un 87.4, 65.9 y 64.4% respectivamente. El porcentaje final de parasitismo más bajo se presentó en el cultivo con un 45.4% seguido por *B. campestris* con un 46.9% y *S. oleraceus* con 53.7%.

Los promedios presentados sirven para observar la situación global del parasitismo en el área de impacto de este estudio, pero es necesario analizar cada sitio de muestreo individualmente.

En la localidad de Cervantes se presentó el mayor porcentaje de parasitismo observado y entre ellos *Amaranthus* sp. fue el mayor con un 98.5% seguido por *B. campestris* con un 88.7%, *B. pilosa* con 87% y el cultivo con un 82.9% (Fig. 2A). En este sitio sobresalieron el *Amaranthus* sp., *B. campestris* y *B. pilosa* como una buena fuente de parasitoides, lo que significa un gran aporte en el control biológico de *L. huidobrensis*. La maleza *B. campestris* fue una excelente opción para atraer parasitoides hacia el cultivo en este sitio, pero esta característica fue diferente en San Gerardo y Tierra Blanca donde el porcentaje de parasitismo fue muy bajo (Figs. 2B y 2D), posiblemente porque las condiciones climáticas o de altitud podrían afectar el comportamiento de los parasitoides.

En San Gerardo (Fig. 2B) se observó apenas un 15% de parasitismo en el cultivo al final del ciclo de muestreos. El mayor porcentaje en este sitio correspondió a *G. ciliata* con un 73.7%; aquí las aplicaciones de plaguicidas en cortos períodos no permitieron que los parasitoides se establecieron en el cultivo

**CUADRO 4.** Número de insectos parasitoides de la familia Eulophidae observados por especie y muestreo para un área foliar de 1000 cm<sup>2</sup>.

ESPECIE	MUESTREOS								TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	
<u>Bidens</u>	2.79 A	10.36 A	0.8 B	6.77 B	1.99 AB	2.79 A	1.0 A	3.78 A	30.25
cultivo	16.76 A	22.13 A	20.04 A	6.62 B	9.74 A	8.61 A	17.69 A	14.98 A	116.57
<u>Gallinsoga</u>	5.37 A	20.79 A	6.04 B	48.29 A	4.02 AB	5.37 A	0.67 A	9.39 A	99.94
<u>Sonchus</u>	11.25 A	15.19 A	6.38 B	10.20 B	0.23 B	2.20 A	1.16 A	3.94 A	50.55
<u>Brassica</u>	2.71	38.99	40.10	19.31	0.74	3.81	0.86	0.74	107.26
<u>Amaranthus</u>	1.99	42.83	2.49	3.71	0.0	3.98	0.5	11.7	74.2

**Nota:** Valores con la misma letra no presentan diferencia significativa entre sí según la prueba de Duncan ( $p < 0.05$ ). Aquellos sin letra no están incluidos en el análisis de varianza.

**CUADRO 5.** Número total de insectos parasitoides observados por especie y muestreo para un área foliar de 1000 cm<sup>2</sup>.

ESPECIE	MUESTREOS								TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	
<u>Bidens</u>	2.79 A	11.55 A	0.8 B	8.96 B	2.19 AB	3.59 A	2.79 B	6.57 A	39.24
cultivo	18.13 A	22.78 A	20.95 A	6.94 AB	10.67 A	9.03 A	21.98 A	16.04 A	126.52
<u>Gallinsoga</u>	5.37 A	28.84 A	6.04 B	52.31 A	5.37 A	6.04 A	0.67 B	10.73 A	115.37
<u>Sonchus</u>	19.92 A	15.19 A	7.19 B	11.94 B	0.23 B	3.36 A	2.09 B	7.89 A	67.81
<u>Brassica</u>	2.95	41.5	48.09	19.93	1.72	4.43	0.98	1.35	121.02
<u>Amaranthus</u>	1.99	44.07	3.49	13.20	1.0	5.23	1.25	25.4	95.63

**Nota:** Valores con la misma letra no presentan diferencia significativa entre sí según la prueba de Duncan ( $p < 0.05$ ). Aquellos sin letra no están incluidos en el análisis de varianza.

**CUADRO 6.** Porcentaje de parasitismo observado por especie y muestreo.

ESPECIE	MUESTREOS								TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	
<u>Bidens</u>	60.8 A	91.8 A	20.6 A	92.1 A	68.0 AB	77.7 A	30.3 A	56.2 A	65.9
cultivo	44.4 A	74.1 A	39.3 A	41.0 A	38.4 B	34.3 B	52.7 A	40.2 B	45.6
<u>Gallinsoga</u>	80.0 A	81.1 A	42.9 A	69.0 A	80.0 A	81.8 A	4.0 B	66.6 A	64.4
<u>Sonchus</u>	69.0 A	84.0 A	68.2 A	53.6 A	82.7 A	20.3 B	31.1 A	35.8 B	53.7
<u>Brassica</u>	92.2	76.8	61.3	34.1	46.6	37.9	15.3	4.2	46.9
<u>Amaranthus</u>	100	99.4	93.3	89.9	80.0	80.7	83.3	69.4	87.4

**Nota:** Valores con la misma letra no presentan diferencia significativa entre sí según la prueba de Duncan ( $p < 0.05$ ). Aquellos sin letra no están incluidos en el análisis de varianza.

**CUADRO 7.** Relación observada para parasitoides de las familias Braconidae (B) y Eulophidae (E) por sitio y especie muestreada.

SITIO	Gallinsoga		Brassica		Bidens		Sonchus		Amaranthus		Cultivo	
	B : E	B : E	B : E	B : E	B : E	B : E	B : E	B : E	B : E	B : E	B : E	
Tejar	1 : 17	-	-	1 : 2.4	1 : 4	1 : 12.2	1 : 12.2	1 : 12.7				
Ririguito	4 : 1	-	-	1 : 2.3	1.3 : 1	1.7 : 1	1 : 4.6					
Cervantes	1 : 2.2	1 : 3.6	1 : 2.4	-	-	1 : 19.8	1 : 4.8					
Paso Ancho	1 : 11.5	-	-	1 : 8.7	1 : 12.9	1 : 6.8	1 : 21					
Tierra Blanca	0 : 45	1 : 21.7	1 : 37	-	-	-	1 : 359					
San Gerardo	0 : 37	1 : 4.6	-	-	1 : 94	-	1 : 57.5					

y la escasez de malezas hospedantes de la plaga hace más difícil su sobrevivencia. *G. ciliata*, presentó la ventaja de atraer la mayor cantidad de parasitoides en este sitio, lo que puede ser utilizado para aumentar la población de enemigos naturales con un manejo apropiado de esta maleza. Otras como *S. oleraceus* y *B. campestris* por su bajo porcentaje de parasitismo y la alta incidencia de minadores podrían ser utilizadas como cultivo trampa, aunque requiere un mayor estudio para su confirmación.

En Paso Ancho se observó un alto porcentaje de parasitismo en *Amaranthus* sp. con un 93% mientras que las malezas *B. pilosa*, *S. oleraceus* y *G. ciliata* presentaron un 85.1%, 77.3% y 75.7% respectivamente (Fig. 2F). El agricultor en este sitio se clasifica como "agricultor artesanal" por sus prácticas de cultivo en las que se incluyen los bordes con malezas, poco uso de plaguicidas y cultivos intercalados. Estas características permiten un buen desarrollo y dispersión de los enemigos naturales de la plaga. Por esta razón tanto en el cultivo como en las malezas se observaron porcentajes de parasitismo superiores al 70%.

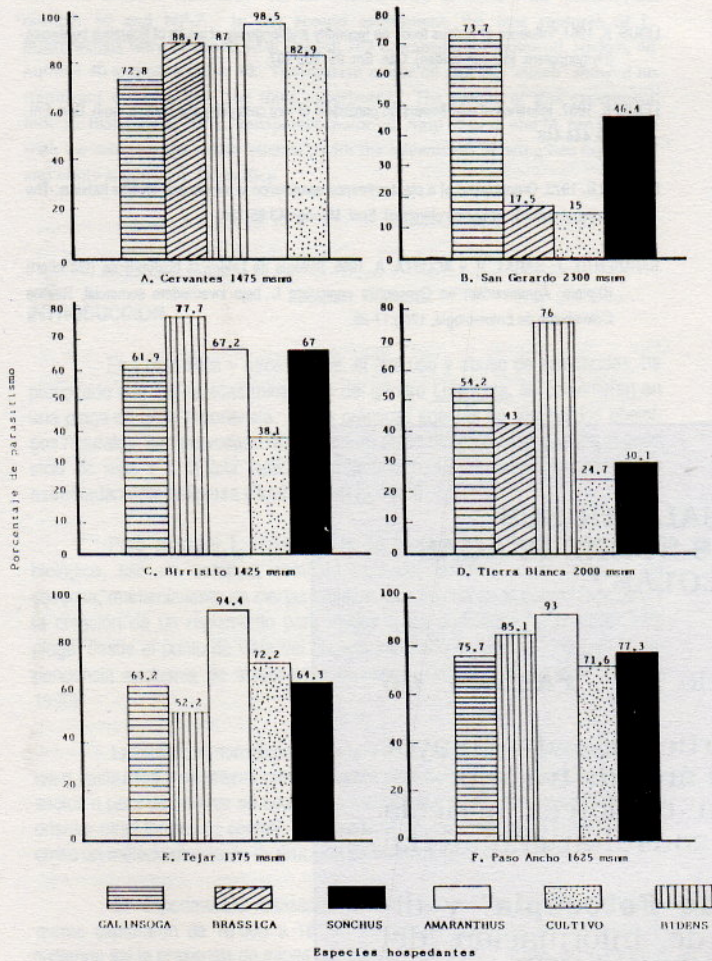


Figura 2. Porcentaje de parasitismo de *L. huidobrensis* en diferentes especies de malezas y cultivo en seis sitios de la provincia de Cartago

En Birrisito (Fig. 2C), *B. pilosa* fue la especie que presentó mayor parasitismo, alcanzando un 77.7% mientras las otras especies de malezas mantuvieron porcentajes superiores al 60% pero en el cultivo se observó apenas un 38.1%. En Tierra Blanca (Fig. 2D), *B. pilosa* alcanzó un 76% de parasitismo al final de los ocho muestreos y las otras especies mostraron promedios inferiores al 55%. Los valores más bajos se observaron para el cultivo y las malezas

*B. campestris* y *S. oleraceus* con 24.7, 43.0 y 30.1% respectivamente. El número de parasitoides en el cultivo se ve afectado por la aplicación de plaguicidas de contacto tanto en Birrisito y Tierra Blanca como en los otros sitios y esto se refleja en una disminución drástica del porcentaje de parasitismo. Además los escasos reservorios de insectos benéficos cercanos al cultivo, no permiten una recuperación eficiente en el control biológico del minador, para sitios como Tierra Blanca y San Gerardo.

El mayor porcentaje de parasitismo en Tejar (Fig. 2E) se presentó en la maleza *Amaranthus* sp. con un 94.4% seguida por el cultivo con un 72.2%. En las otras malezas los valores observados se mantuvieron entre el 52.2% para *B. pilosa* y 64.3% para *S. oleraceus*. Los valores más altos de parasitismo en este sitio, son inducidos por dos condiciones diferentes: en el primer caso se expresa la preferencia de los enemigos naturales por parasitar las larvas de la plaga cuando esta se encuentra en la maleza *Amaranthus* sp., posiblemente por algún tipo de sustancia presente en esta maleza y que actúa como atrayente del parasitoides. En el segundo caso, la aplicación de un plaguicida de baja toxicidad para los parasitoides y que controla al minador a nivel de larva el cual disminuye la población de la plaga y permite una mayor emergencia de enemigos naturales parasitoides del minador.

**Relación entre familias Eulophidae y Braconidae** La familia Eulophidae es dominante en los sitios Cervantes, Tejar, Paso Ancho, Tierra Blanca y San Gerardo con relaciones que van de un braconido por cada 2.2 eulófidos para la maleza *G. ciliata*. En Cervantes, hasta un braconido por cada 359 eulófidos para el cultivo en Tierra Blanca (Cuadro 7). Esta relación varía en Birrisito donde para las malezas *G. ciliata*, *S. oleraceus* y *Amaranthus* sp. se observan 4, 1.3 y 1.7 braconidos por cada eulófido, respectivamente. Para *G. ciliata* en San Gerardo y Tierra Blanca no se observó parasitismo causado por insectos de la familia Braconidae.

**Estado de desarrollo del cultivo.** Los cultivos mostraron un mayor nivel de infestación durante la fase intermedia de su desarrollo (codificada como fase 2), mientras que al inicio y final del ciclo vegetativo se observó la menor cantidad de minadores.

## CONCLUSIONES

Las malezas hospedantes de *L. huidobrensis* constituyen un reservorio de la entomofauna benéfica la cual sobrevive de este modo en los períodos en que no está presente el cultivo.

El control de *L. huidobrensis* ejercido por sus enemigos naturales, parasitoides de las familias Braconidae y Eulophidae, alcanza niveles muy altos por lo que debe asegurarse la supervivencia de estos insectos en los campos de cultivo.

La tendencia de los enemigos naturales a parasitar larvas del minador que se encuentran en distintos hospedantes, ya sean malezas o cultivos, varía según el sitio de observación, pero es común encontrar mayor porcentaje de parasitismo en las malezas debido a que sobre estas no se aplican plaguicidas que eliminen a los parasitoides.

Dentro de las especies estudiadas, *Amaranthus* sp., *B. pilosa* y *G. ciliata* fue donde se dió el mayor porcentaje de parasitismo durante este estudio.

En la mayoría de los casos, el cultivo posee el más alto nivel de infestación de minadores y el menor porcentaje de parasitismo. Estas características las presenta también la maleza *B. campestris* observada en Tierra Blanca y San Gerardo a 2000 y 2300 msnm respectivamente, lo cual le confiere a esta maleza condiciones propias para su empleo como cultivo trampa.

Para una zona de menor altitud como Cervantes a 1475 msnm la misma maleza, *B. campestris*, atrae más parasitoides alcanzando, incluso, un 88.7% de parasitismo.

El mayor porcentaje de parasitismo en malezas y cultivos lo realizan los insectos de la familia Eulophidae, con excepción de Birrisito donde los insectos de la familia Braconidae juegan un papel muy importante en el control biológico, atacando principalmente las larvas del minador que se encuentran en las malezas B. pilosa y Amaranthus sp.

El cultivo y las malezas G. ciliata, B. campestris (para Cervantes) y Amaranthus sp., atraen el mayor número de parasitoides de la familia Eulophidae.

El número de parasitoides de la familia Braconidae fue mayor en sitios ubicados a menos de 1625 msnm que en sitios altos, posiblemente debido a su mayor adaptación y a que las condiciones ambientales en sitios altos son desfavorables.

Tanto las especies estudiadas como los sitios de muestreo se pueden ordenar como más favorables según el porcentaje de parasitismo observado para cada uno de ellos. Las malezas se pueden ordenar en relación al porcentaje de parasitismo de la siguiente manera: Amaranthus sp. mayor que B. pilosa mayor que G. ciliata mayor que S. oleraceus mayor que B. campestris mayor que el cultivo, mientras que los sitios se pueden ordenar de la siguiente manera: Cervantes mayor que Paso Ancho mayor que Tejar mayor que Birrisito mayor que San Gerardo mayor que Tierra Blanca.

En los cultivos, el nivel de infestación más alto se dió en la fase intermedia del desarrollo de su ciclo biológico mientras que al inicio y al final de éste, se observó la menor cantidad de minadores. □

#### LITERATURA CITADA

ALTIERI, M.A. 1978. Regulación ecológica de plagas en agro, ecosistemas tropicales (un ejemplo: moro y policultivos de maíz y frijol, diversificados con malezas). Tesis Mag. Sc. Universidad Nacional. Instituto Colombiano Agropecuario. Bogotá. 26-32 p.

ALTIERI, M.A.; FRANCIS, C.A.; SCHOONHOVEN, A; DOLL, J. 1978. Insect prevalence in bean (Phaseolus vulgaris) and maize (Zea mays) policultural systems. Field Crops Research. 1:33-49.

CARBALLO, M.; LEON, R.; RAMIREZ, A. 1990. Combate biológico de Liriomyza spp. (Diptera:Agromyzidae) en cultivos hortícolas de Costa Rica. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica). 16. 4-11.

COMITE TECNICO DE LIRIOMYZA. 1990. El minador de la hoja Liriomyza sp (Diptera: Agromyzidae). San José, Costa Rica, MAG, CATIE, GTZ. Boletín divulgativo No 95. 25 p.

GENUNG, W.G. 1981. Weed hosts of Liriomyza and parasite incidence in the celery agroecosystems at Belle Glade, Florida. in D. J. Schuster, Ed. Proceedings of IFAS Industry Conference on Biology and Control of Liriomyza Leafminer. University of Florida. p. 61-69.

HIDALGO J., E. 1990. Influencia de las malezas sobre los insectos controladores naturales de Liriomyza sp. (Diptera:Agromyzidae). Tesis Ing. Agr. Universidad de Costa Rica, Sede Regional del Atlántico, Turrialba, Costa Rica. 85 p.

LEIUS, K. 1961. Influence of various foods on fecundity and longevity of adults of Scambus buolianae (Hymenoptera: Ichneumonidae). Can. Ent. 95: 202-207.

LEIUS, K. 1967. Influence of wild flowers on parasitism of tent caterpillar and codling moth. Can. Ent. 99: 444-446.

ROOT, R.B. 1973. Organization of a plant-arthropod association in simple and diverse habitats: The fauna of collards (Brassica oleracea). Ecol. Monogr. 43:95-124.

SARMIENTO, J.; SARAY, P. y ACOSTA, A. 1986. Biología de Liriomyza huidobrensis (Blanchart) (Diptera: Agromyzidae) en Gypsophila paniculata L., bajo invernadero comercial. Revista Colombiana de Entomología, 12(2):17-25.

## ¿DESEA ACTUALIZAR SUS CONOCIMIENTOS SOBRE PLAGAS AGRICOLAS?

1. Consulte el servicio de "**Páginas de Contenido MIP**".
2. Seleccione los artículos de mayor significación en su área de trabajo.
3. Visite o llame a la biblioteca agrícola más cercana para consultar el material seleccionado.
4. Llene su "**Orden de Fotocopia**" y dirijala al Centro de Información del Proyecto RENARM/MIP/CATIE.

Las "**Páginas de Contenido MIP**" son un servicio trimestral para consulta diaria. No las archive, consúltelas y circúlelas entre sus colegas.

**EVALUACION DE PEGAMENTOS EN LA CAPTURA DE *Liriomyza huidobrensis* Blanchard (DIPTERA:AGROMYZIDAE)\***

Carlos L. Rodríguez V.\*\*  
 Carlos S. Lépiz Ch.\*\*  
 Danilo Pérez M.\*\*\*

**ABSTRACT**

Three experiments to evaluate the effectivity of several stickers in capturing adult leaf miners were carried out in Cot de Oreamuno, Cartago, Costa Rica. In the first experiment the best results were obtained with "Sticken", oil number 50 and NP-7. In the second experiment, the best captures of *L. huidobrensis* were obtained with Penzoil 707 L. transparent motor oil, sticken, oil number 40 and oil number 90. Transparent motor oil and the "sticken" showed no significant differences in the third experiment. The results of this experiment indicate that Penzoil 707 L. transparent motor oil, Agip 30 or L. and M. can be used with the same results as the "sticken", with the advantages of being less expensive and easily acquired in Costa Rica.

**RESUMEN**

En Cot de Oreamuno, provincia de Cartago, Costa Rica, se realizaron tres experimentos, para evaluar la eficacia de diversos pegamentos para la captura de adultos de los "minadores de las hojas". En el primer experimento los mejores resultados se obtuvieron con "sticken", aceite No.50 y NP-7. En el segundo experimento las mayores capturas de *L. huidobrensis*, se obtuvieron con grasa transparente de vehículo Penzoil 707 L., "sticken", aceite No.40 y aceite No.90. En el tercer experimento no se presentaron diferencias significativas, entre las grasas transparentes de vehículo y el "sticken". Los resultados de este experimento, indican que se pueden utilizar las grasas transparentes de vehículo Penzoil 707 L., Agip 30 ó L. and M., con los mismos resultados que el pegamento "sticken" con las ventajas de ser de menor precio y de fácil adquisición en Costa Rica.

**INTRODUCCION**

En Costa Rica y otros países, el mal uso y abuso de insecticidas, ha provocado que las moscas minadoras del género *Liriomyza*, se convirtieran en una plaga de gran importancia. Estas prácticas además de eliminar los enemigos naturales, han provocado resistencia en estos dípteros, lo cual unido al corto ciclo de vida y a la alta tasa de reproducción, la convierten en una plaga extremadamente peligrosa (Rodríguez et al. 1989).

Para combatir *L. huidobrensis*, se han realizado trabajos en control biológico, uso de trampas, combate químico, eliminación de residuos de cosecha, mantenimiento de ciertas malezas que favorecen el control biológico y la creación de un reglamento para inducir a los agricultores a combatir esta plaga, desde el punto de vista del manejo integrado de plagas y no bajo la dependencia exclusiva de insecticidas químicos (Comité Técnico de *Liriomyza* 1990).

Las trampas son dispositivos que atraen a los insectos para capturarlos o destruirlos y se utilizan principalmente para detectar la presencia de los insectos o para determinar su ocurrencia estacional y su abundancia, con miras a orientar otras formas de control. Ocasionalmente, las trampas se pueden utilizar como un método directo de destrucción de insectos (Cisneros 1980).

En experimentos realizados en Perú, las trampas amarillas de pegamento capturaron de 16 000 a 18 000 adultos de *Liriomyza* en tres días, reduciendo así la presencia de minas por planta, de 9.0 a 2.0 minas, en lotes sin y con trampas respectivamente, asimismo se presentaron diferencias significativas (P<0.05) con relación a la producción de papa a favor de lotes con trampas (Raman 1984).

En la provincia de Cartago, Costa Rica, durante 1989 casi el 100% de los agricultores utilizaron las trampas amarillas de galón plástico para la captura

masiva de *L. huidobrensis*, mientras que para 1990 sólo las usaba un poco más del 40% de los productores, y en 1991 ningún agricultor utilizó este recurso. Entre las razones que influyeron, los agricultores declararon que con su uso aparecía más daño y otros manifestaron no estar convencidos. Sin embargo, no utilizaron en su mayoría los adherentes apropiados y su mantenimiento fue inadecuado (Rodríguez et al. 1990). En Estados Unidos de América se emplearon recientemente las trampas amarillas con pegamento para medir en el campo, las poblaciones de adultos con resistencia a insecticidas que presenta *L. trifolii* (Sanderson et al. 1989).

Esto demuestra la variedad de usos que se dan a las trampas amarillas, en la captura de adultos de los "minadores de las hojas", pero uno de los problemas es la disponibilidad del pegamento "sticken", que es de alto precio y debe ser importado, por tal razón ésta investigación tiene como objetivo evaluar diversos pegamentos para conocer su eficacia en la captura de los adultos de los "minadores de las hojas".

**MATERIALES Y METODOS**

Los experimentos se realizaron en la localidad de Cot de Oreamuno, provincia de Cartago, Costa Rica, ubicada a 09°53'38" latitud norte y 83°52'28" longitud oeste, a 1810 msnm. Según la clasificación de zonas de vida de Holdridge (1979), se sitúa en el bosque húmedo montano bajo.

Para cumplir con los objetivos de esta investigación, se realizaron tres experimentos cada uno con diferentes pegamentos así:

**Primero:** 1. pegamento especial para insectos "sticken", 2. adherente "superior", 3. adherente NP-7, 4. vaselina transparente, 5. aceite de motor No.50, 6. miel de abeja y 7. testigo (sin pegamento).

**Segundo:** 1. aceite comestible "capullo", 2. aceite de motor, No.90, 3. aceite de motor No.40, 4. grasa de vehículo transparente, Penzoil 707 L., 5. pegamento especial para insectos "sticken" y 6. glucosa de maíz.

\*I Congreso Nacional de Entomología. 22-24 noviembre, 1990. Heredia, Costa Rica  
 \*\*Departamento de Entomología. Ministerio de Agricultura y Ganadería. San José, Costa Rica.  
 \*\*\*MAG, Oficina Local de Pacayas, Cartago, Costa Rica

**Tercero:** 1. pegamento especial de insectos "sticken", 2. grasa transparente de vehículo Penzoil 707 L; 3. grasa transparente de vehículo Castrol L. and M. y 4. grasa No.30 Agip.

En los tres experimentos, los tratamientos se aplicaron a la superficie externa, de un galón de plástico amarillo intenso, en una superficie de exposición de 0.11 m<sup>2</sup>. Se evaluó la variable, captura de adultos de *L. huidobrensis*, por trampa durante tres días.

En los tres experimentos se utilizó un diseño irrestrictamente al azar, con el número de tratamientos correspondiente a cada experimento y en todas las ocasiones, con cuatro repeticiones. En el primer experimento se presentó una alta variabilidad de los datos, por ello se procedió a transformar tales observaciones a rangos. La asignación de rangos se realizó de la siguiente manera: rango uno, a la observación más pequeña del total experimento (n, observaciones), rango dos, a la siguiente y así, hasta asignar el rango n a la observación mayor. □

## RESULTADOS Y DISCUSION

En el primer experimento se presentaron en el análisis de variancia diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ) entre tratamientos. En el Cuadro 1, se observan los mejores resultados con "sticken", aceite No.50 y NP-7. Esto permitió conocer que podían existir otras alternativas al uso de "sticken".

**CUADRO 1.** Prueba de Tukey para la captura de *L. huidobrensis*, transformada a rangos.

TRATAMIENTOS	CAPTURA DE <i>L. huidobrensis</i>	
"Sticken"	23.5	a*
Aceite No.50	19.5	ab
NP-7	17.75	ab
Pegamento Superior	17.12	ab
Vaselina	10.625	ab
Miel de abeja	6.75	b
Testigo absoluto (sin nada)	6.26	b

\* Letras iguales no difieren estadísticamente ( $P \leq 0.05$ )

En el segundo experimento, el análisis de variancia reveló diferencias altamente significativas ( $P \leq 0.01$ ), debidas a los tratamientos. En el Cuadro 2, se observa que las mayores capturas de adultos del "minador de las hojas", grasa transparente de vehículo Penzoil 707 L., seguidas de "sticken", aceite No.40 y aceite No.90; estos últimos resultados coinciden con Cruz y Nakano (1989), que utilizaron aceite SAE No.40 en sus trampas para la captura de *Liriomyza*. Además resultaba apropiado los resultados obtenidos con la grasa de vehículo Penzoil 7076, menos costoso que el "sticken" pero existía el interés de evaluar otros pegamentos para determinar su eficiencia.

Durante el tercer experimento, en el análisis de variancia, no se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos.

Los resultados de este experimento, indican que la grasa transparente de vehículo Penzoil 707 L., Agip 30 ó L. and M., se pueden utilizar con la misma eficacia que el pegamento "sticken", y son de menor precio y de fácil adquisición en Costa Rica.

**CUADRO 2.** Prueba de Tukey para la captura de *L. huidobrensis*.

TRATAMIENTOS	ADULTOS CAPTURADOS DE <i>L. huidobrensis</i>
Grasa de vehículo Penzoil 7070 L	1436 a*
"Sticken"	1302 ab
Aceite No.40	528 abc
Aceite No.90	509 abc
Aceite comestible "Capullo"	391 bc
Glucosa de maíz	92 c

\* Letras iguales no difieren estadísticamente ( $P \leq 0.05$ ).

## LITERATURA CITADA

- CISNEROS V., F.H. 1980. Principios del control de las plagas agrícolas. Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina. 189 p.
- COMITE TECNICO DE *Liriomyza* 1990. El "minador de las hojas" *Liriomyza* sp. (Diptera: Agromyzidae). San José, Costa Rica. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Convenio Costarricense Alemán, Sanidad Vegetal- GTZ. 29 p.
- CRUZ, C. DE A.; NAKANO, O. 1989. Influencia das cores no comportamento de adulto de *Liriomyza huidobrensis* em cultura de batatinha, em condições de campo. In 29º Congresso Brasileiro de Olericultura. Brasil. p. 51.
- HOLDRIDGE, L. 1979. Ecología basada en zonas de vida. San José, Costa Rica. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. 216 p.
- RAMAN, K.V. 1984. Progress in pheromone utilization and other novel control practices. In Integrated Pest Management. Lima, Perú. (CIP) International Potato Center. 257 p.
- RODRIGUEZ V., C.L.; RODRIGUEZ G., C.; LEON G., R. y PEREZ M.D. 1989. Avances en la investigación sobre el combate de la mosca *Liriomyza* (*Liriomyza* spp.) en Costa Rica. Investigación agrícola (Costa Rica) 3(2):1-10.
- \_\_\_\_\_: PADILLA B., C.; MATARRITA D., L.; MEDINA S., J. 1990. Transferencia y adopción de tecnología en el control del "minador de las hojas" *Liriomyza* prob. *huidobrensis* Blanchard (Diptera: Agromyzidae) en la zona norte de Cartago. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) No.18:33-41.
- SANDERSON, J.P.; PARRELLA, M.P. y TRUMBLE, J.T. 1989. Monitoring insecticide resistance in *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) with yellow sticky cards. J. Economic Entomology 82(4):1011-1018.

## EVALUACION DE CUATRO INSECTICIDAS PARA EL CONTROL DE LA MOSCA DEL CHILE *Neosilba* spp. (DIPTERA: LONCHAEIDAE), BAJO DOS SISTEMAS DE MANEJO\*

Alexis Sánchez\*  
Helga Blanco\*\*

Gustavo Calvo\*\*  
Philip Shannon\*\*

### ABSTRACT

The effect of four insecticides for the control of *Neosilba* spp. was studied under two management systems. Weekly applications of insecticides and the use of a threshold (insecticide application when one damaged fruit per plant, grade 1 or 2 was found) were tested. Insecticides used were acephate (Orthene<sup>R</sup> 95% SP, 0.84 kg ia/ha, phoxim (Volaton<sup>R</sup> 500 EC) 0.84 l ia/ha, metomyl (Lannate<sup>R</sup> 900 SP) 140 g ia/ha and oxamyl (Vydate<sup>R</sup> 24% EC) 1.40 l ia/ha. Fruits were classified by grade and harvest fruits were classified by market quality. *Neosilba* population was low, and did not reach the threshold. No statistic differences were found between weekly applications and the use of a threshold. No statistic differences were found between insecticides and the interaction management-insecticides for the fruit number. However, differences were found for qualities 2 and 3 for the management. The economic analysis showed that weekly applications for the fly control is profitable.

### RESUMEN

Se evaluó el efecto de cuatro insecticidas en el combate de *Neosilba* spp. bajo dos sistemas de manejo, en Turrialba, Costa Rica. El factor manejo consistió de la aplicación periódica (semanal) de insecticida y el uso de un umbral de acción (aplicación de insecticida cuando se encontrara un fruto dañado grado 1 o 2 por planta). El factor insecticida consistió de acefato (Orthene<sup>R</sup> 95% PS) 0.84 kg ia/ha, phoxim (Volatón<sup>R</sup> 500 CE) 0.84 l ia/ha, metomyl (Lannate<sup>R</sup> 900 PS) 140 g ia/ha y oxamyl (Vydate<sup>R</sup> 24% CE) 1.40 l ia/ha. Los frutos de muestreo se clasificaron por grado y los de cosecha se clasificaron por calidades de mercado. La población de *Neosilba* spp. fue baja y no alcanzó el umbral de acción. No se observó diferencia estadística entre los tratamientos de aplicación periódica y los tratamientos que utilizaban umbrales. Para el número de frutos no se encontró diferencias para el factor insecticida y la interacción manejo por insecticida. Sin embargo, se presentaron diferencias estadísticas para las calidades 2 y 3 en el factor manejo. El análisis económico mostró que es económicamente rentable el uso de aplicaciones calendarizadas de insecticidas para el combate de la mosca.

### INTRODUCCION

La producción de chile dulce en Costa Rica y Panamá presenta pérdidas económicas importantes por insectos y enfermedades. *Neosilba* spp. (Diptera: Lonchaeidae) ocasiona uno de los principales problemas entomológicos, reportándose pérdidas del 10 - 40% (Taller de Expertos 1989). Esta mosca reduce la cantidad de frutos y permite la entrada de patógenos secundarios, principalmente bacterias de los géneros *Pseudomonas* y *Erwinia*, como un complejo insecto-enfermedad (Jiménez et al. 1990a y 1990b).

El agricultor desconoce, en la mayoría de los casos, las características del daño y no distingue cual es el agente causal de la caída de los frutos, por lo cual utiliza exceso de productos químicos en aspersiones periódicas, basándose en parámetros de poblaciones de plagas ajenos al problema real. En el caso de *Neosilba*, no existe un umbral de decisión, que le indique al agricultor el momento de aplicar un producto, basado en un criterio económico. Estas circunstancias conducen a un costo de producción elevado, una posible explosión de plagas secundarias y un aumento peligroso de los residuos de agroquímicos en el futuro. El problema se agrava por la escasa información disponible sobre el insecto, su biología y combate.

El presente trabajo tuvo como objetivos, evaluar el efecto de cuatro insecticidas en el combate de *Neosilba* spp. y validar un umbral de acción obtenido por Hernández (1989) en un estudio preliminar.

### MATERIALES Y METODOS

El estudio se llevó a cabo en La Estación Experimental La Montaña del CATIE, Turrialba, provincia de Cartago, Costa Rica, ubicada a 9°53' Latitud Norte y 83° 39' Longitud Oeste, a 595 msnm. La precipitación anual fue de 2673 mm (promedio de 34 años de registros climáticos) y una temperatura promedio de 22.2°C.

El diseño experimental fue de bloques completos al azar con un arreglo factorial que consistió de dos modelos de manejo, cuatro tipos de insecticida y un testigo absoluto con cuatro repeticiones (2X5X4). El factor manejo consistió en la aplicación periódica (semanal) de insecticida y el uso de un umbral de acción (aplicación de insecticida al encontrar un fruto dañado grado 1 o 2 por planta). El factor insecticida consistió de acefato (Orthene<sup>R</sup> 95% PS) 0.84 kg ia/ha, phoxim (Volatón<sup>R</sup> 500 l) 0.84 l ia/ha, metomyl (Lannate<sup>R</sup> 900 PS) 140 g ia/ha y oxamyl (Vydate<sup>R</sup> 24% l) 1.40 l ia/ha.

Cada parcela estaba constituida por 5 surcos separados a 1.40 m entre sí y 10 plantas por surco con distancia de siembra de 0.50 m entre ellas. Se realizaron 12 muestreos (marzo - julio 1991) en los 3 surcos centrales, para un total de 24 plantas por parcela cuando un tercio de este total entró en floración. La distancia entre parcelas y bloques fue de 1.40 m, para un total de 14 286 plantas por ha. Los frutos caídos y dañados se clasificaron por grado en la siguiente forma:

- 1- Recién fertilizados, que inician su crecimiento con una longitud de 2 a 3 cm;
- 2- Longitud de 3 a 8 cm, sin haber entrado a la fase de crecimiento rápido;
- 3- Longitud mayor a 8 cm, en fase de crecimiento rápido y que alcanzaron la fase de madurez.

\* I Congreso Nacional Entomología. 22-24 noviembre, 1990. Heredia, Costa Rica. Tesis Ing. Agr. del primer autor. Universidad de Costa Rica, Sede Regional del Atlántico, Turrialba, Costa Rica.

\*\*CATIE. Programa Mejoramiento de Cultivos Tropicales. 7170 Turrialba, Costa Rica.

Los frutos cosechados se clasificaron por calidades así: 1a) frutos con peso mayor a los 75 g y con una forma similar, aceptable en el mercado; 2a) frutos con peso entre 50 y 75 g, además de frutos de la clase anterior que por su forma lo ameriten y 3a) frutos menores de 50 g o con malformaciones que los desvaloricen.

## RESULTADOS Y DISCUSION

La población de *Neosilba* spp. fué baja en el experimento y no alcanzó el umbral de acción establecido. Los frutos caídos y dañados se analizaron por factor-manejo, por tipo de insecticida y por la interacción manejo por insecticida. Al analizar la significancia estadística del factor manejo, así como la del factor insecticida, se observó que no hubo diferencia para los frutos dañados con grados 1, 2 y 3. Esto significa que no se observó diferencia entre los tratamientos de aplicación periódica y los tratamientos que utilizaban umbrales. Para la interacción del factor manejo por insecticida, se detectaron diferencias estadísticas significativas al 0.05 para los frutos dañados grado 3 (Cuadro 1).

**CUADRO 1.** Número de frutos de chile dulce dañados por *Neosilba* spp. en Turrialba, Costa Rica (1990).

	Pr>F			C.V
	MANEJO	INSECT.	MANE-INSECT	
No total	0.3478	0.0748	0.0660	21.51
Grado 1	0.4112	0.0836	0.0608	29.26
Grado 2	0.2978	0.9841	0.2898	19.76
Grado 3	0.1062	0.2754	0.0137*	24.91

\* Significativo al 0.05

**CUADRO 2.** Número promedio de frutos dañados grado 3 en la interacción manejo por insecticidas, Turrialba, Costa Rica (1990).

### TRATAMIENTOS

MANEJO	INSECTICIDA	PROMEDIO*
Periódico	oxamyl	8.00 a
Umbral	metomyl	4.89 ab
Periódico	phoxim	3.94 abc
Testigo		3.57 bc
Periódico	acefato	2.52 bc
Umbral	oxamyl	2.30 bc
Periódico	metomyl	1.90 c
Umbral	acefato	1.73 c
Umbral	phoxim	1.47 c

\*Promedio con igual letra no presenta diferencias significativas según la prueba de T al 0.05

El análisis para la interacción manejo por insecticida de los frutos dañados grado 3, no detectó diferencias estadísticas significativas según la prueba de T, entre los tratamientos testigo, periódico-acefato, umbral-oxamyl, periódico-metomyl, umbral-acefato, umbral-phoxim, y periódico-phoxim (Cuadro 2). Si detectó diferencias entre el periódico-oxamyl y el periódico-metomyl, el umbral-acefato y el umbral-phoxim. Esta diferencia se debió posiblemente al escaso número de datos obtenidos para este grado de daño o también al cúmulo de daño en grados inferiores que se manifestaron en frutos grado 3.

La baja población de la plaga no permitió alcanzar el umbral de acción, y los análisis no detectaron diferencias estadísticas claras. Sin embargo, este resultado no es del todo despreciable. Cuando en la época de producción se presente una población baja de *Neosilba* spp., el agricultor puede reducir las aplicaciones de insecticida e inclusive hasta eliminarlas.

El promedio de frutos dañados por *Neosilba* spp. fue mayor en los frutos grado 2, indistintamente del tratamiento empleado (Figura 1). Shannon y

**CUADRO 3.** Rendimiento en número de frutos de chile dulce en Turrialba, Costa Rica (1990).

	Pr>F			
	MANEJO	INSECT	MANEJO X	INSECT CV
Total	0.2021	0.9711	0.1684	25.53
Cali 1	0.3890	0.983	0.2753	29.65
Cali 2	0.0574*	0.8789	0.1697	29.62
Cali 3	0.0454*	0.4455	0.3007	38.28

\* Significativo al 0.05

Carballo (1988) y Hernández (1989) informaron sobre una situación similar, para un número mayor de frutos grado 2, al utilizar diferentes umbrales de acción para el combate de la mosca del chile.

La mosca del chile prefiere ovipositar los frutos en las primeras etapas de su desarrollo por lo que los frutos en grado 1 y 2 presentaron mayor daño. La distribución del daño ocasionado por la mosca al transcurrir los 12 muestreos semanales, se elevó en los muestreos del cuarto al sétimo y disminuyó del octavo al décimo. Esto equivale al período en días después del trasplante, desde los 80 a los 122 días respectivamente (Fig. 2 y 3). La incidencia de la mosca concuerda con la curva de rendimiento y se acentúa más en el período comprendido entre los 80 y 120 días después del trasplante. Hernandez (1989) se encontró con una situación similar.

El rendimiento de los frutos de chile dulce se dividió de acuerdo a su número y peso, ambos se clasificaron según sus calidades comerciales en calidad 1, 2 y 3 para los doce muestreos realizados. Para el número de frutos, los factores insecticida y para la interacción manejo por insecticida, no se encontraron diferencias estadísticas significativas, no así en el factor manejo en donde se detectó diferencias para las calidades 2 y 3 (Cuadro 3). La prueba de Tukey para el número de frutos, mostró diferencias al 0.05 para el factor manejo en la calidad 2 y 3, y se obtuvo un mayor rendimiento en la aplicación periódica, que con el uso del umbral (Cuadro 4).

**CUADRO 4.** Rendimiento para el número de frutos de chile dulce por manejo, Turrialba, Costa Rica (1990).

CATEGORIA	MANEJO	PROMEDIO*
Total	Periódico	223.70 a
	Umbral	198.20 a
Calidad 1	Periódico	153.00 a
	Umbral	140.55 a
Calidad 2	Periódico	50.40 a
	Umbral	40.75 b
Calidad 3	Periódico	20.30 a
	Umbral	16.90 b

\*Promedios con igual letra no presentan diferencias significativas, según la prueba de Tukey al 0.05

De acuerdo a los niveles de infestación encontrados en este experimento, el umbral permitió reducir el número de aplicaciones de 12 a cero. En el Taller de Expertos (1989), se informó que el uso de umbrales de acción en Costa Rica, permite reducir las aplicaciones de plaguicida que hacen los agricultores, de 73 a 50% en campos experimentales, dentro de un plan de manejo integrado de plagas.

En la evaluación económica de los resultados de este trabajo se utilizó la metodología de análisis de presupuestos parciales y análisis marginal de beneficios netos propuesta por Perrin et al. (1976). Se debe aclarar que el análisis económico se realizó, considerando que no se pudo demostrar claramente la



existencia de diferencias estadísticamente significativas en el rendimiento, debido al efecto de los tratamientos en la calidad de fruto con mayor valor comercial (calidad 1). Esta consideración es muy importante en la interpretación de los resultados del análisis económico. Se dice que cuando no se demuestran diferencias estadísticas significativas en el rendimiento, no es necesario un análisis económico formal, sino que solo se requiere determinar cual tratamiento es menos costoso. Para la presente investigación el testigo absoluto es mucho más barato que la aplicación periódica o el uso del umbral para cualquiera de los insecticidas evaluados (Cuadro 5).

**CUADRO 5.** Beneficios netos y costos variables por manejo e insecticida en el ensayo de *Neosilba* spp. en chile dulce, Turrialba, Costa Rica (1990).

TRATAMIENTO	BENEFICIO BRUTO ₡	COSTO VARIABLE ₡
Umbral	1 216 229.2	712
Calendarizado acefato	1 474 229.8	26 551.25
Calendarizado phoxim	1 450 312.7	14 034.83
Calendarizado metomyl	1 170 939.7	17 099.34
Calendarizado oxamyl	1 325 333.7	64 757.59
Testigo absoluto	1 302 653.5	0

Por otra parte lo que sucedió aquí, es que no se pudo demostrar diferencias en rendimiento a un nivel de significancia estadística del 5%. Perrin *et al.* (1976) plantean que pudiera ser que algunos productores estén dispuestos a aceptar una evidencia persuasiva menor que lo que representan esos niveles de probabilidad. Debido a lo anterior, se puede realizar un análisis económico con el fin de obtener más información para llegar a mejores conclusiones. Por ejemplo, podríamos demostrar que aunque las diferencias en rendimientos fueran estadísticamente significativas, el uso de insecticidas no es recomendable económicamente.

Con base en el presupuesto parcial se realizó el Cuadro 6, donde los valores para manejo periódico y umbral, son producto de la suma de los valores independientes, promediados por el tipo de manejo. Para el factor insecticida, los valores son el producto del manejo de aplicaciones periódicas de los valores de los insecticidas, sin tomar en cuenta el manejo umbral. En este cuadro se observan los beneficios netos y los costos variables para el factor manejo, donde se encontraron diferencias de 112 562.17 colones en el beneficio neto a favor del manejo de aplicaciones periódicas, el cual equivale a un 8.44% más que el manejo umbral y un 7.2% más que el testigo absoluto.

El Cuadro 6, presenta para cada factor evaluado, los datos ordenados de mayor a menor, beneficios netos con sus respectivos costos variables, que resultaron del cuadro de presupuesto parcial. Dicho cuadro permite detectar las mejores alternativas de producción. En el caso del factor manejo, el manejo de aplicaciones periódicas y el testigo son las alternativas que poseen mayor beneficio neto. El manejo umbral se elimina debido a que tiene un mayor costo variable que el tratamiento testigo y sin embargo produce un beneficio neto menor que el testigo, indicando que este tratamiento no es lógico en términos económicos (Cuadro 6).

El Banco Nacional de Costa Rica ofreció préstamos al agricultor en 1990 a una tasa de interés del 27.5%, a esto se suma el factor de riesgo asociado con la consideración de nueva tecnología, que para el chile dulce se fija en el 40%. Estos dos porcentajes suman 67.5%, valor comparable al de la Tasa de Retorno Marginal obtenida (Cuadro 6). La inversión en la producción de chile dulce se justifica desde el punto de vista financiero, debido a que la tasa de retorno marginal para el manejo de aplicaciones calendarizadas fue de 392%, lo suficientemente alta como para cubrir los 67.5% de la tasa de comparación.

**CUADRO 6.** Beneficio neto y costo variable promedio por manejo e insecticida en el combate de la mosca del chile dulce en Turrialba, Costa Rica (1990).

FACTOR MANEJO	BENEFICIO NETO ₡	COSTO VARIABLE ₡	TRM
Periódico	1 332 785.98*	24 628.6	392
Testigo	1 239 050.0*	0.0	
Umbral	1 220 223.81	712.0	

FACTOR INSECTICIDA	BENEFICIO NETO ₡	COSTO VARIABLE ₡
acefato	1 447 678.55	26 551.25
phoxim	1 436 277.85	14 034.83
oxamyl	1 260 576.09	64 757.59
metomyl	1 153 140.38	14 799.34

\* Tratamientos dominantes

Por otra parte, el factor insecticida es indiferente, aunque sería recomendable aquel que combine los factores de baja residualidad con un menor costo variable, que en este caso es el phoxim.

El análisis realizado mostró diferencias estadísticas significativas en el rendimiento debido al factor manejo. El análisis económico reflejó que el uso de aplicaciones calendarizadas de insecticidas, es económicamente rentable para el control de la mosca en la producción de chile dulce. Sin embargo, este resultado obedece a la baja población de la mosca, por lo que se debe continuar este estudio en épocas de mayor población de *Neosilba*.

Por último, el empleo apropiado de umbrales de acción ayuda al agricultor a combatir la plaga utilizando mejor los recursos disponibles de producción. Los resultados obtenidos en este experimento destacan la necesidad de ajustar el umbral, pues permitió la presencia de la plaga la cual redujo el rendimiento económico, respecto al manejo de aplicación calendarizada de insecticidas. □

#### BIBLIOGRAFIA

- BROWN, M.L. 1981. Presupuestos de finca. Madrid, Tecnos. 142 p.
- CALVO, G.D.; PACHECO, A.B.; FRENCH, J.B.; ALVARADO, E. 1989. Análisis económico del manejo del picudo de chile (*Anthonomus eugenii* Cano). Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) No. 11:31-50.
- HERNANDEZ, A. 1989. Umbrales de acción para el control químico de la mosca del chile *Neosilba* spp. (Diptera:Lonchaeidae). Tesis M.Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 77 p.
- HERNANDEZ, A.; BLANCO, H.; SHANNON, P. 1990. Notas biológicas de la mosca del chile, *Neosilba* spp. (DIP: Lonchaeidae) Costa Rica. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 10 p.(En prensa).
- HORN, D.J. 1988. Ecological approach to pest management. New York. Guilford Press, 285 p.
- HRUSKA, A.J.; ROSSET, P. M. 1987. Estimación de los niveles de daño económico para plagas insectiles. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) No.5:30-44.
- JIMENEZ, J.M.; DIMASI, S.; BUSTAMANTE, E.; JIMENEZ, F. 1990. Caracterización y patogenidad de bacterias asociadas con el ataque de *Neosilba* sp (Diptera: Lonchaeidae) en chile dulce. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) No.16:12-18.
- JIMENEZ, J.M.; BUSTAMANTE, E.; BLANCO, H. y SHANNON, P. 1990b. Estudios de bacterias portadas por *Neosilba* spp. (Dip.Lonchaeidae) y su relación con la pudrición del chile dulce, Turrialba, Costa Rica. In 4<sup>to</sup> Congreso Nacional y 3<sup>er</sup> Congreso Internacional de Manejo Integrado de Plagas, Nicaragua, 1990. Resúmenes. Managua, Nicaragua, p. 23-24.
- KORYTKOWSKI, C.A.; OJEDA, P.D. 1971. Revisión de las especies de la familia Lonchaeidae en el Perú (Diptera: Acalyptratae). Revista Peruana de Entomología 14(1):87-116.

MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS/CATIE. 1987. CHILE (*Capsicum annuum* L.) Boletín informativo MIP (Costa Rica) No.3:3-4.

REICHELDELFER, K.M.; CARLSON, G.A.; NORTON, G.A. 1985. Directrices económicas para la lucha contra las plagas en la agricultura. Estudio de la FAO Producción y protección vegetal. No. 58. 32 p.

SHANNON, P.; CARBALLO, M. 1988. Resultados preliminares de un estudio sobre el uso de trampas de acción para el control químico de *Neosilba* spp. (Diptera: Lonchaeidae) dulce. In Reunión del PCCMCA (24a, 1988, San José, Costa Rica) Memorias.

TALLER DE EXPERTOS MESOAMERICANOS EN MANEJO INTEGRADO DE PLANTAS HORTALIZAS. (1988, San José, C.R.) 1989. Informe. FAO, Santiago de Chile. p.p.

## PUBLICACIONES EN VENTA SOBRE FITOPROTECCION

Están a su disposición los siguientes documentos en sus temas de interés:

	*COSTO UNIDAD (US\$)		
— Guía para el Manejo Integrado de Plagas en el Cultivo de:			
Maíz	\$ 9.50	— Manejo Integrado de Plagas (Revista Trimestral). Suscripción Anual	\$20
Repollo	\$ 9.50	— Páginas de Contenido MIP (Trimestral) Suscripción Anual.	\$15.0
Tomate	\$ 9.50	— Guías de Acaros Fitófagos de América Central. Inglés - Español. (En preparación)	
Chile (en prensa)		— Plagas y Enfermedades Forestales en América Central. Manual de Consulta y Guía de Campo (2 volúmenes)	
— Fitonematología, Guía de Laboratorio (Suckerman, B.M. et al. Trad. N. Marbán)	\$ 9.00	Centro América y el Caribe	\$30.0
— Plagas Invertebradas de Cultivos Anuales Alimenticios en América Central (King, A.B.S. y Saunders, J.L.)	\$18.50 (en Costa Rica \$16.00)	Norte y Suramérica	47.0
— Enfermedades de Cultivos en el Trópico (Thurston, H.D. Trad. J.J. Galindo)	\$12.00	Europa y Asia	50.0
— Bibliografía sobre aplicaciones de la informática en áreas de manejo integrado de plagas. (CATIE/MIP)	\$ 2.50		
— Bibliografía sobre manejo integrado de plagas (CATIE/MIP)	\$ 2.50		
— Bibliografía sobre LIRIOMYZA.	\$ 2.50		
— Bibliografía sobre NEEM.	\$ 2.50		
— Catálogo de Publicaciones Periódicas existentes en las colecciones de CATIE.	\$ 2.50		
— Documentos producidos por Proyecto MIP/CATIE.	\$ 2.50		

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA  
CENTRO DE INFORMACION Y DOCUMENTACION EN FITOPROTECCION  
Turrialba, Costa Rica

(\*) Incluye costo de envío

Enviar publicaciones a:

Nombre: \_\_\_\_\_

Institución: \_\_\_\_\_

Dirección: \_\_\_\_\_

Cheque incluido

Enviar factura pro-forma

Solicitudes a:

CENTRO DE INFORMACION MIP  
CATIE. FITOPROTECCION  
Apto. Postal 7170 Turrialba, Costa Rica  
Tel: (506) 56-1632 Fax: (506) 56-1533

(Hacer cheque a nombre de CATIE)

## PERDIDAS DE AZUCAR A NIVEL DE FABRICA, CAUSADAS POR *Diatraea tabernella* EN TRES VARIETADES DE CAÑA DE AZUCAR (*Saccharum* spp.) EN LA ZONA ALTA DE SAN CARLOS, COSTA RICA\*

Luis Alonso Valverde\*

Francisco Badilla F.\*\*

Gilbert Fuentes\*\*\*

### ABSTRACT

Three varieties of sugar cane were evaluated for damage by *Diatraea* spp. Samples consisted of 10 stems, with 58 samples taken from the variety B 49-119, 10 from variety H 44-3098 and 54 from variety Pindar. Indirect measures of loss were evaluated in each sample (Infestation and Intensity as well as Theoretical Recuperable Yield; Kg of sugar/ton of sugar cane). Correlation and regression analyses were done between Intensity and Yield for each variety. The best regression model was selected based on highest determination coefficient and highest significance level. In the three varieties Infestation and Intensity are positively correlated. These two parameters were negatively correlated with Yield in the varieties Pindar and B 49-119. In the variety H 44-3098 there was a negative correlation between Infestation and Yield. The indirect measures of loss explained the reduction in Theoretical Recuperable Yield, through curves of square regression and square root. Thus, the losses caused by *Diatraea* spp. were increasing unequally for each level of Infestation or Intensity. The susceptibility to loss of sugar in the varieties studied were, in order of increasing loss: B 49-119, Pindar and H 44-3098.

### RESUMEN

En este trabajo se evaluó el daño de *Diatraea tabernella* en tres variedades de caña de azúcar. Se tomaron 58, 10 y 54 muestras, de 10 tallos cada una, de las variedades comerciales B 49-119, H 44-3098 y Pindar, respectivamente. En cada muestra se evaluaron las medidas indirectas de pérdida (Infestación e Intensidad, así como el Rendimiento Teórico Recuperable (RTR) (kg de azúcar/tm de caña). Se realizó análisis de correlación y regresión entre Intensidad y (RTR), para cada variedad. Se seleccionó el modelo de regresión de mejor ajuste, representado por el mayor coeficiente de determinación y mayor nivel de significancia. En las tres variedades la infestación y la intensidad de infestación están correlacionadas positivamente. Estos dos parámetros correlacionaron negativamente con el rendimiento, en las variedades Pindar y B 49-119. En la variedad H 44-3098 se encontró una correlación negativa entre la infestación y el rendimiento. Las medidas indirectas de pérdida explicaron la reducción en el (RTR), a través de curvas de regresión cuadrática y raíz cuadrada. Así, las pérdidas ocasionadas por *D. tabernella*, fueron crecientes en forma desigual, por cada nivel de Infestación o Intensidad. La susceptibilidad a la pérdida de azúcar en las variedades estudiadas por daño de *D. tabernella*, fue en orden creciente: B 49-119, Pindar y H 44-3098.

### INTRODUCCION

El daño que más afecta a la industria de la caña de azúcar, provocado por el barrenador del tallo (*Diatraea* spp.), se inicia en aquellas plantas con formación de entrenudos, hasta que éstos hayan alcanzado su madurez completa. La caña en estas condiciones es atacada secundariamente por otros insectos y patógenos como *Colletotrichum falcatum* Went, agente causal de la pudrición roja, que produce la inversión de la sacarosa de los jugos (Alpizar 1983; Ruiz et al. 1968; Terán et al. 1983; Villalobos 1986).

En Costa Rica las pérdidas de azúcar causadas por *Diatraea* spp. en cañas anuales y bianuales, han sido estimadas mediante un factor reductor de pérdida en el rendimiento de 0.48%, por cada 1% de intensidad de infestación (Badilla 1986a; 1986b). Este factor se utiliza en otros países, a falta de una referencia nacional confiable.

El objetivo de este trabajo fue medir las pérdidas en rendimiento (sacarosa), debidas al daño de *Diatraea* spp., en tres cultivares de caña de azúcar en la zona alta de San Carlos, durante la zafra de 1986, así como analizar las condiciones que provocaron esas pérdidas, de tal forma que se pudiera utilizar como modelo en posteriores investigaciones.

### MATERIALES Y METODOS

Se determinaron en el campo las medidas indirectas de pérdida, la Frecuencia de Infestación (número de cañas perforadas) y la Intensidad de Infestación (número de entrenudos perforados). En el laboratorio, se determinó el Rendimiento Teórico Recuperable (RTR), expresado como el azúcar 96% Pol/tm de caña, que teóricamente se puede extraer.

Para determinar Frecuencia e Intensidad de Infestación, se tomaron 58, 10 y 54 muestras, de 10 cañas/0.1 ha cada una, en campos cultivados con las variedades comerciales B 49-119, H 44-3098 y Pindar, respectivamente. Estas variedades estaban sembradas a 1.5 m entre surcos y tres hileras de esquejes por surco. Las muestras de cañas perforadas y sanas, se tomaron durante la última semana de marzo, abril y la primera de mayo de 1986. Cada muestra se recolectó en el frente de corte, por tanto eran cañas comercialmente maduras, quemadas y decapitadas. Las muestras identificadas por lote, variedad y fecha, fueron llevadas al Ingenio Santa Fé, donde se realizaron las medidas indirectas de pérdida.

El porcentaje de Infestación (conocido como Infestación), se midió de acuerdo a la fórmula:

\*I Congreso Nacional de Entomología. 22-24 noviembre, 1990. Heredia, Costa Rica. (Parte de la Tesis de Ing. Agr. del primer autor. Facultad de Agronomía, Escuela de Fitotecnia, Universidad de Costa Rica.) San José, Costa Rica.

\*\*Dirección de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar, Apartado 2330-1000 San José, Costa Rica.

\*\*\*Escuela de Fitotecnia, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.

$$\text{Infestación} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de cañas perforadas}}{\text{Total de cañas}} \times 100$$

El porciento de Intensidad de Infestación (conocido como Intensidad), se midió contando internamente el número de entrenudos barrenados. Se contaron los entrenudos contiguos a los barrenados, cuando presentaron daños por pudrición roja. Se utilizó la fórmula:

$$\text{Intensidad} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de entrenudos barrenados}}{\text{Total de entrenudos}} \times 100$$

En la etapa de laboratorio se tomó 0.5 kg de caña picada, de cada muestra de 10 cañas, en las respectivas variedades, para determinar los grados Brix, Pureza, Pol y fibra, para calcular el (RTR) en cada muestra. Las cañas enteras sanas, o seccionadas e infestadas, de cada muestra, se pasaron por una máquina picadora de pasto, acondicionada para el efecto. El producto, caña picada (desfibrada) se mezcló en un recipiente metálico. Se tomó 0.5 kg de la mezcla, la cual se colocó en un cilindro para muestras, el cual se llevó a una prensa hidráulica "Isotex", con una presión sostenida de 100 kg/cm<sup>2</sup>, durante un minuto, para extraer el jugo y luego se pesó la torta residual.

El jugo se utilizó para medir los grados Brix, la Pureza y el Pol. Los grados Brix y la Pureza se midieron en un refractómetro "Bausch & Lomb", y el Pol en un polarímetro "Schmidt-Haensch 24201". En el caso de lecturas difíciles de determinar en el polarímetro, se utilizó una gota de ácido acético.

Con los datos de Brix, Pureza y Pol, se calculó el Brix corregido y la sacarosa. Con estos últimos, más el de la torta residual, se calculó el (RTR), en kg de azúcar 96% Pol/tm caña.

Se realizó un análisis de correlación entre el (RTR) y cada una de las medidas indirectas de pérdida (Infestación e Intensidad), en cada variedad de caña de azúcar. Cuando la correlación fue significativa, se efectuó el análisis de regresión del RTR, sobre la Infestación o Intensidad, para cada variedad de caña de azúcar.

Los modelos de regresión probados fueron:

1. Lineal ( $Y = A + Bx$ )
2. Cuadrático ( $Y = A + Bx + Cx^2$ )
3. Raíz Cuadrada ( $Y = A + Bx + Cx^{0.5}$ )
4. Potencial ( $Y = Ax^D$ )
5. Exponencial ( $Y = AB^x$ )

El criterio de selección del modelo de mejor ajuste fue el valor mayor del coeficiente de determinación ( $R^2$ ) y el nivel de significancia del coeficiente de correlación ( $r$ ).

Para realizar los análisis de correlación y regresión se obtuvo valores promedio en cada variable ( $y$ ), por cada grupo de datos de Infestación ( $x$ ) o Intensidad de infestación ( $x$ ), que no presentaron variación.

## RESULTADOS Y DISCUSION

**Variedad B 49-119.** Se observó una correlación positiva altamente significativa ( $r = 0.9671$ ) entre la Infestación y la Intensidad de Infestación. En la relación Infestación y el RTR, se observó una correlación negativa y significativa ( $r = -0.556$ ), que también ocurrió entre Intensidad y Rendimiento ( $r = -0.711$ ). En cuanto a la regresión del Rendimiento sobre la Infestación, ninguno de los modelos empleados se ajustó, pues no fueron significativos, no así respecto a la Intensidad, la cual se ajustó a un modelo cuadrático ( $P \leq 0.001$ ) con un coeficiente de determinación de 56.6%, Fig. 1. En ésta se observa que niveles menores de Intensidad, hasta de 3%, produjeron leves aumentos en el Rendimiento, y posteriormente, conforme aumentó el nivel de Intensidad, disminuyó más fuertemente el Rendimiento.

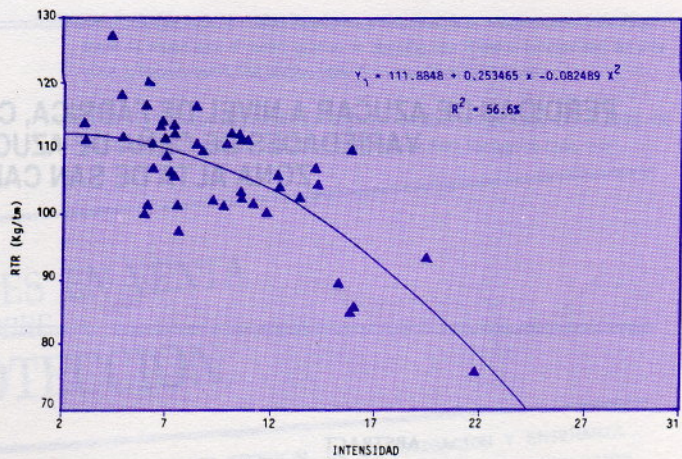


Fig. 1. Diagrama de dispersión y curva de regresión del rendimiento (RTR) sobre la intensidad, en la variedad B 49-119. Hacienda Santa Fe, San Carlos (1986).

El modelo cuadrático encontrado es diferente al lineal que informa la literatura (Cleare 1932; Villalobos 1986), aunque ya era sospechado por Terán et al. (1983). Este tipo de regresión indica que la pérdida no es constante por cada nivel de daño, tal como fue utilizado por Mathes et al. (1954) y Ruiz et al. (1968), sino que el incremento en la pérdida, es mayor en cada nivel superior de daño. Este comportamiento se debió quizá a que la variedad B 49-119 se siembra junto con la B 60-267, que es menos susceptible al daño de *Diatraea* spp., según Badilla (1986a) y Villalobos (1986), provocando un medio restrictivo para el desarrollo de *Diatraea* spp. y favorable para la caña B 49-119. Esta condición favorece el desarrollo de ataques tardíos a la caña B 49-119, que se localizarían en el tercio superior. Se conoce también que ataques tardíos, en el tercio superior de la caña, aceleran la madurez, aumentando los rendimientos (David y Ranganathan, 1960). También se debe tomar en consideración que en zonas donde la variedad B 49-119 es afectada desde el inicio de su desarrollo, el nivel de daño (Intensidad), al final del cultivo, será mayor que en cañas atacadas tardíamente.

Esta condición indica un ataque mayor en los tercios medio e inferior, ya que según Martorell y Bandgdiwala (1954) el tercio medio produce más azúcar que el inferior y éste que el superior. Es claro, en este caso, que no solamente el valor de la Intensidad como tal es lo importante, sino que la localización del daño de *Diatraea* spp., también lo es, en la relación de pérdida entre Rendimiento y daño de este taladrador.

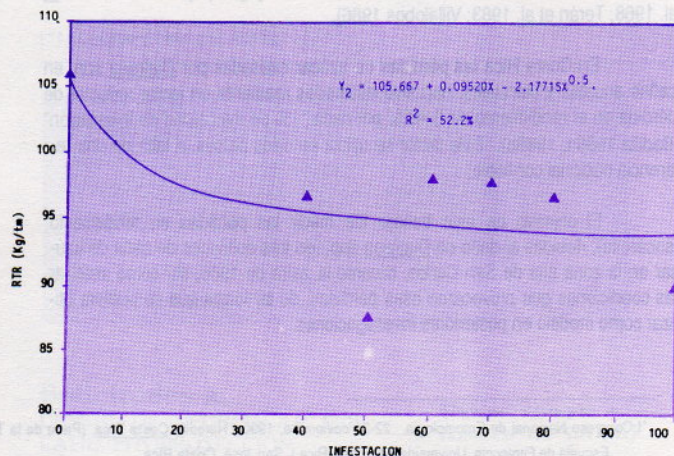


Fig. 2. Diagrama de dispersión y curva de regresión del rendimiento (RTR) sobre la infestación, en la variedad H 44-3098. Hacienda Santa Fe, San Carlos (1986).

**Variedad H 44-3098.** Hubo una correlación positiva, altamente significativa ( $r=0.9117$ ) entre la Infestación y la Intensidad de Infestación. La correlación entre el Rendimiento y la Infestación fue negativa y significativa ( $r = -0.636$ ), no así la correspondiente con la Intensidad ( $r = -0.350^{n.s.}$ ). La regresión del Rendimiento sobre la infestación que mejor ajustó, fue la del tipo raíz cuadrada ( $R^2 = 52.2\%$ ), Fig. 2. El análisis de regresión del Rendimiento sobre la Intensidad, no mostró significancia.

Se encontró que al comparar la pérdida de azúcar causada por bajas y altas infestaciones, a través de cambios proporcionales en el nivel de Infestación, se producen mayores pérdidas con bajas infestaciones. Entre 0% y 40% de Infestación, se pierden 10 kg de azúcar por tonelada de caña, mientras que entre 40 y 80%, se pierden aproximadamente 2 kg (Fig. 2). Eso también significa que para la variedad H 44-3098, un 3.47% de Intensidad, produce una pérdida de 10 kg/tm, que comparada con la estimada (1.664 kg/tm), según el índice utilizado en el país (0.48), da una diferencia de 8.3 kg/tm, aproximadamente (Badilla 1986a; 1986b).

La regresión encontrada (Fig. 2), difiere del tipo nacional e internacionalmente utilizado (Alpizar 1983; Barba 1985; Bido 1981; Terán et al. 1983; Villalobos 1986), no solo en cuanto a su modelo, raíz cuadrada, sino que corresponde al rendimiento sobre la Infestación. Esto se debe posiblemente a que el tamaño del entrenudo es variable dentro y entre los tallos de una caña.

El número de entrenudos barrenados no refleja necesariamente la cantidad de tejido dañado, como informa Metcalfe (1969), en algunas investigaciones anteriores tampoco se encontró una relación significativa entre el porcentaje de entrenudos barrenados y la pérdida de sacarosa (Cleare 1932). También los entrenudos de la variedad H 44-3098 tienden a ser grandes, mientras que las horadaciones tendieron a ser pequeñas, según Badilla<sup>(1)</sup> este tipo de regresión del Rendimiento sobre la Infestación, se emplea en cañas duras, donde la larva solo perfora un entrenudo, o se le dificulta horadar más de uno.

**Variedad Pindar.** La correlación entre las variables Infestación, Intensidad de Infestación y Rendimiento, fue altamente significativa ( $P \leq 0.01$ ). En el caso de la correlación entre la Infestación y la Intensidad de Infestación fue positiva, en tanto que ambas variables correlacionaron negativamente con el Rendimiento. La regresión del rendimiento sobre la Infestación fue de tipo cuadrática, ( $R^2 = 80.9\%$ ) ( $P \leq 0.02$ ), Fig. 3. El análisis de Rendimiento, con respecto a la Intensidad, exhibió que el modelo cuadrático fue el de mejor ajuste ( $R^2 = 66.9\%$ ) ( $P \leq 0.001$ ), Fig. 4.

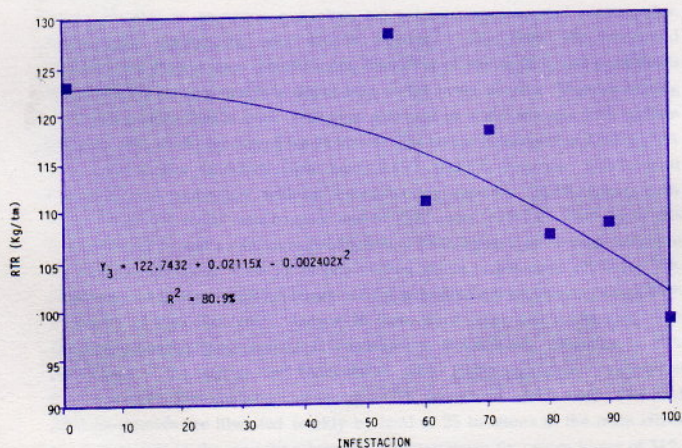


Fig. 3. Diagrama de dispersión y curva de regresión del rendimiento (RTR) sobre la infestación, en la variedad Pindar. Hacienda Santa Fe, San Carlos (1986).

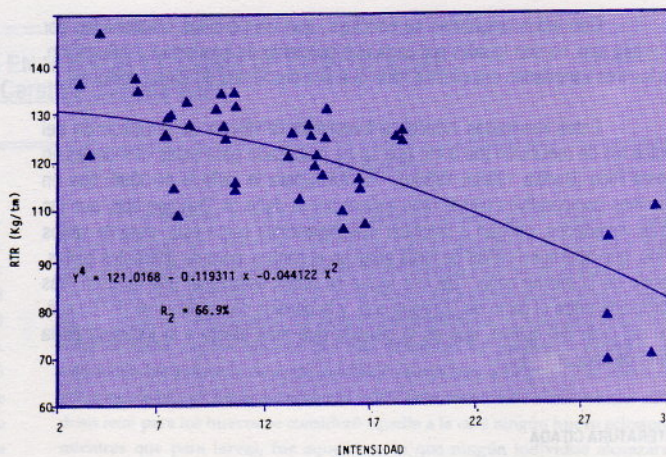


Fig. 4. Diagrama de dispersión de regresión del rendimiento (RTR) sobre la intensidad en la variedad Pindar. Hacienda Santa Fe, San Carlos (1986).

Las ecuaciones de regresión de rendimiento (RTR), sobre la Infestación o Intensidad, resultaron cuadráticas, situación que también se presentó en la variedad B 49-119. Estas ecuaciones difieren de las informadas por Alpizar (1983) y Villalobos (1986), mostrando un decrecimiento en el Rendimiento, diferente por cada nivel de infestación.

Valores pequeños de Infestación, provocaron leves incrementos en el rendimiento (RTR), pero posteriormente, al aumentar los valores de Infestación, disminuye más fuertemente el rendimiento (RTR) Fig. 3. Esta regresión puede explicar mejor, los decrecimientos en rendimiento (RTR) entre 60% y 100% de Infestación, dado que no se encontró valores menores de Infestación, excepto el de cañas sanas (0%), por lo que entre 0 y 60%, la regresión no explica resultados. De ahí que los bajos niveles de Infestación, producirían aumentos en el rendimiento.

A pesar de que la ecuación de regresión de la Fig. 3 presentó un coeficiente de determinación mayor que la Fig. 4, lo cual se debe posiblemente a una debilidad en la metodología de determinación del daño. Esto se refiere a que, con esta metodología, vale igual un entrenudo grande, que uno pequeño, y lo mismo vale una horadación que abarca un tercio del entrenudo, que una que lo abarca totalmente; esta situación ha sido planteada anteriormente por Ellis et al. (1960). Otro factor importante son las rajaduras en las cañas, las cuales producen pérdidas de sacarosa por inversión de ésta, además del daño de *Metamasius hemipterus*. Este último se presentó de manera marcada en la variedad Pindar, en el sector muestreado. Este curculiónido, al penetrar en la caña, favorece la aparición del hongo *Colletotrichum falcatum*, causante de la inversión de la sacarosa. El efecto detrimental de la Intensidad fue subestimado respecto a la Infestación, por lo que se debe preferir la ecuación de la Fig. 4, en lugar de la Fig. 3, para explicar la variación en el rendimiento (RTR), a causa del daño provocado por *Diatraea* spp., lo que es factible, ya que su nivel de significancia es mayor.

Con base en esta información de Intensidad, utilizar el factor reductor de 0.48; significa sobreestimación de pérdidas, situación que según Metcalfe (1969), es común. Sin embargo, esa sobreestimación se reduce, respecto a lo calculado con la regresión de la Fig. 4, conforme aumenta la Intensidad. Con valores de Intensidad cercanos al 13%, o más, si se utiliza el índice reductor, se subestiman las pérdidas. Ello se debe a que usando esta ecuación, no ocurre una pérdida constante por cada nivel de Intensidad, sino que es mayor con cada nivel superior de Intensidad. Esto último ha sido planteado por Barba (1985) y Terán et al. (1983). Según esto, la variedad Pindar es sensible a las pérdidas en Rendimiento, en forma más acentuada que la variedad B 49-119, aproximadamente hasta niveles del 5% de Intensidad. Sin embargo, al aumentar la Intensidad, las pérdidas son menores que las respectivas en la variedad B 49-119.

<sup>(1)</sup>BADILLA, F. 1986. Jefe de Entomología de la Dirección de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar. (Comunicación Personal).

Con estos resultados se concluye, que las pérdidas ocasionadas por *Diatraea* spp. no son iguales por cada uno por ciento de intensidad o infestación, en las tres variedades estudiadas, sino que son crecientes en forma desigual.

Estos resultados inducen a cuestionar la validez de la utilización del índice fijo de reducción (de 0.48) que se ha practicado para estas variedades en Costa Rica (Badilla 1986a; 1986b). También para la caña H 44-3098, que en términos comparativos pierde más azúcar por el daño de *Diatraea* spp. que las otras variedades, obligan a practicar investigaciones como ésta, durante varios años, que abarquen cañas de igual edad en el campo, pero de diferentes cortes, dentro de la misma caña. De esa forma se podrá establecer una relación más apropiada entre el daño de *Diatraea* spp. y la pérdida de rendimiento (RTR) al final del ciclo del cultivo, que es la pérdida que más afecta a la industria de la caña de azúcar. □

#### LITERATURA CITADA

- ALPIZAR, A. 1983. Evaluación de la incidencia y el daño de los taladradores en tres variedades de caña de azúcar. Práctica Ing. Agr. Santa Clara, San Carlos. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Departamento de Agronomía. 69 p.
- BADILLA, F. 1986a. Resultados obtenidos en el programa de combate biológico del taladrador de la caña de azúcar *Diatraea* spp. en la Hacienda Santa Fé, San Carlos. Dirección de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (Costa Rica). Boletín Informativo No. 26. 4 p.
- \_\_\_\_\_. 1986b. Resultados obtenidos en el programa de combate biológico del taladrador de la caña de azúcar, *Diatraea Tabernella*, en la Hacienda Juan Viñas. Dirección de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (Costa Rica). Boletín Informativo No. 27. 4 p.
- BARBA, M. 1985. Metodología para estimar pérdidas por *Diatraea saccharalis* Fab. en el proceso agroindustrial de la caña de azúcar en Cuba. Revista de la Asociación de Técnicos Azucareros de Cuba. 44(4):18-24.
- BIDO, C. 1981. Pérdidas de sacarosa por ataque del taladrador (*Diatraea saccharalis* F.) en la caña de azúcar (*Saccharum* spp.) en la variedad CP-5243. División Experimental Duquesa. Consejo Estatal del Azúcar (República Dominicana), Boletín Técnico El cañero 10(6):1-21.
- CLEARE, L.D. 1932. Moth borer damage in relation to sugar cane varieties in British Guiana. Tropical Agriculture 9:264-271.
- DAVID, H.; RANGANATHAN, V. 1960. Variations in juice quality in topborer affected cane. Madras Agricultural Journal 47:201-205.
- ELLIS, T.O.; ROHRIG, P.E.; ARGENEAUX, G. 1960. Stalk borer damage as affecting available sucrose in mill cane. Proceedings International Society of Sugar Cane Technologists 10:924-932.
- MARTEORELL, L.F.; BANDGDIWALA, I.S. 1954. Sucrose content of sugar cane as affected by moth borer (*Diatraea saccharalis* Fabricius) infestation. Proceedings International Society of Sugar Cane Technologists 8:602-614.
- MATHES, R.; INGRAM, J.W.; CHARPENTIER, L.J. 1954. A method for determining losses caused by the sugar cane borer. Proceedings International Society of Sugar Cane Technologists 8:614-616.
- METCALFE, J.R. 1969. The estimation of loss caused by sugar cane moth borers. In: Pests of sugar cane. Ed. by J.R. Williams, J.R. Metcalfe, R.W. Mungomery, R. Mathes. New York. Elsevier. 61-79 p.
- RUIZ, M.A.; MARTINEZ, A.; FLORES, S. 1968. Statistical estimation of sugar losses due to borer attack (*Diatraea chilo*). Proceedings International Society of Sugar Cane Technologists 13:1292-1295.
- TERAN, F.O.; PRECETTI, A.A.C.M.; DERNEIKA, O. 1983. Broca da cana de acucar, *Diatraea saccharalis*. Reuniao Técnica Agronómica. Pragas da cultura da cana-de-acucar. Centro de Tecnologia COPERUCAR, Sao Paulo, (Brasil), setembro. 4-15 p.
- VILLALOBOS, E. 1986. Efecto de los taladradores del tallo sobre el rendimiento de azúcar de cuatro variedades de caña en el Ingenio Santa Fé. Práctica Ing. Agr. Santa Clara, San Carlos. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Departamento de Agronomía. 62 p.

## DOSIS LETAL DE RADIACION GAMMA EN HUEVOS Y LARVAS DE LA MOSCA DEL MEDITERRANEO (*Ceratitis capitata* Wied)<sup>\*</sup>

Bernal Burgos Zamora\*\*

### ABSTRACT

The effect of gamma radiation on oranges (*Citrus sinensis* Cv. Valencia), tangerines (*Citrus reticulata* Cv. Criolla) and mangoes (*Mangifera indica* Cv. Caribe) infested with Mediterranean fruit fly *Ceratitis capitata* Wied (Diptera: Tephritidae) eggs and larvae in their first and third stages of development (L1 and L3) was studied. The objective of this study was to determine the minimum lethal dose which kills 100% of the insects (DL100) present in artificially infested fruits. Dosages of irradiation above 10 grays were applied and were increased by 2.5 grays each time, until 100% mortality of the insects was achieved. Each lethal dose for the eggs was that with which no egg reached eclosion. For the larvae, it was the dose at which none reached adulthood, even though they had reached the pupa stage. The results indicate that resistance to irradiation diminishes as the eggs and larvae's age increases. The minimum lethal dose suggested to eliminate 100% of the parasites in their egg and larval stages is 32.5 grays with 100% reliability; no significant differences were observed up to a dose of 25 grays. This study recommends this dose or a higher one in fruit treatment to meet quarantine measures for the international market. No apparent damage was observed which affected the irradiated fruits' quality, since lower doses than the maximum ones recommended by the FAO/IAEA/WHO committee of experts for food treatment were applied. The fruits did not suffer microbiologically, nutritionally neither in their external appearance.

<sup>\*</sup> Congreso Nacional de Entomología. 22-24 noviembre, 1990. Heredia, Costa Rica.

<sup>\*\*</sup> Universidad de Costa Rica. San Pedro de Montes de Oca, San José, Costa Rica.

### RESUMEN

Se estudió el efecto de la radiación gamma sobre frutos de naranja (*Citrus sinensis* Cv. Valencia), mandarina (*Citrus reticulata* Cv. Criolla) y mango (*Mangifera indica* Cv. Caribe) infestados con huevos y larvas en el primer y el tercer estadio de desarrollo (L1 y L3) de la Mosca del mediterráneo *Ceratitis capitata* Wied. (Diptera: Tephritidae). El objetivo fue determinar la dosis letal mínima que mata el 100% de los insectos (DL100) presentes en los frutos artificialmente infestados. Se aplicaron dosis de irradiación superiores a 10 grays y se aumentó en 2.5 grays cada vez, hasta encontrar el 100% de mortalidad de los insectos. Como dosis letal para los huevos se consideró aquella a la cual ningún huevo eclosionara, mientras que para larvas, fue aquella en la que ningún individuo alcanzara su etapa adulta aunque si su estado de pupa. Los resultados indican que la resistencia a la irradiación disminuye conforme aumenta la edad de los huevos y larvas. La dosis letal mínima sugerida para eliminar el 100% de los parásitos en estado de huevo y larva es de 32.5 grays con un 100% de confianza; no se observaron diferencias significativas hasta con dosis de 25 grays. Se recomienda ésta o una dosis superior, según esta investigación para el tratamiento de los frutos para el mercado internacional y así cumplir con las medidas cuarentenarias requeridas. No se observaron daños aparentes que afectaran la calidad de los frutos irradiados, debido a que se aplicaron dosis inferiores a las máximas recomendadas por el comité mixto de expertos de la FAO/OIEA/OMS, para el tratamiento de los alimentos, sin que sufran detrimento desde el punto de vista microbiológico, nutritivo ni en su apariencia externa.

## PROYECTO MANEJO INTEGRADO DE LAS MOSCAS DE LAS FRUTAS EN COSTA RICA<sup>\*</sup>

Hernán Camacho Vindas\*\*

### ABSTRACT

The most economically important tephritids in Costa Rica are the Mediterranean flies, three species of the genus *Anastrepha* (*A. obliqua*, *A. striata* and *A. fraterculus*) and the papaya fly. The Mediterranean fly deposits its eggs principally on citrus, coffee, peaches, mangoes and caimito. The *Anastrepha* species do this on mangoes, guayabas, casés, jocotes, guavas and cuajiniquiles. *Toxotrypana curvicauda* only attacks papaya. The Fruit Fly Integrated Management Project uses simultaneous liberation of sterile flies and parasitoids together with cultural practices depending on the pests' density. Massive rearing of Mediterranean flies is done with eggs gathered in water troughs with sodium benzoate 1% which were aired for 24 hours. The larvae developed at 27±2°C, 70% H.R. with a diet of 0.25% citric acid, 0.45% sodium benzoate, 6.25% yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) without bread-making capacity, 11.5% sugar, 6.9% wheat bran 6.9% sugar cane bagasse and 67.75% water (pH=5.2). Each kg of this food costs \$20.16 and a minimum production of 7500/kg with an average weight of 7.0 mg was obtained. Each lot of one million sterile pupas costs \$2592.00. The adults are fed in cages with a mixture of 0.5:1 of hydrolyzed protein and sugar with a density of 0.15 flies/cm<sup>2</sup>. Larvae in their third stage are inoculated with *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Braconidae), obtaining a 60% parasitism. The pupas are inoculated with *Pachycrepoideus vindex* (Hymenoptera: Pteromalidae) obtaining a 50% parasitism. 6000 sterile flies and 3000 parasitoids are liberated weekly by land at 25 locations in the main citrus producing area in the country where the Mediterranean fly causes losses of 34%. Twenty-four months after the liberation, during the 89-90 harvest, a MTD of 0 and 0% of infested fruit was obtained. This result was repeated in the July, 1990 evaluation. 3000 parasitoids of each species were liberated weekly in the Pacific Central region, the principal mango producing area where *Anastrepha* infestations (mainly *A. obliqua*) were higher than 50%. In this area, the Mediterranean fly infestation has been reduced to 0% and to 8-12% for *A. obliqua*.

<sup>\*</sup> Congreso Nacional de Entomología. 22-24 noviembre, 1990. Heredia, Costa Rica.

<sup>\*\*</sup> Escuela de Biología. Universidad de Costa Rica. San Pedro de Montes de Oca, San José, Costa Rica.

### RESUMEN

Los tefritidos de mayor importancia económica en Costa Rica son las Moscas del Mediterráneo, tres especies del género *Anastrepha* (*A. obliqua*, *A. striata* y *A. fraterculus*) y la Mosca de la Papaya. La mosca del Mediterráneo oviposita principalmente en cítricos, café, melocotón, mango y caimito. Las especies de *Anastrepha* lo hacen en mango, guayaba, cas, jocote, guava y cuajiniquil. *Toxotrypana curvicauda* ataca sólo la papaya. El Proyecto de Manejo Integrado de la Mosca de la Fruta simultáneamente libera moscas estériles y parasitoides además de medidas culturales, en función de la densidad de la plaga. Estas moscas se crían masivamente a partir de huevos recogidos en canoas con agua y benzoato de sodio al 1%, los cuales se airean durante 24 horas. Las larvas se desarrollan a 27 ± 2°C, 70% H.R. en una dieta de 0.25% de ácido cítrico, 0.45% de benzoato de sodio, 6.25% de levadura de pan (*Saccharomyces cerevisiae*) sin capacidad panificadora, 11.5% de azúcar, 6.9% de acemite de trigo, 6.9% de bagacillo de caña y 67.75% de agua (pH=5.2). Cada kg de dieta cuesta \$20.16 y se obtiene una producción mínima de 7500 pupas/kg con un peso promedio de 7.0 mg. Cada millón de pupa estéril cuesta \$2592.00. Los adultos se alimentan en jaulas con una mezcla de 0.5:1 de proteína hidrolizada y azúcar con una densidad de 0.15 moscas/cm<sup>2</sup>. Larvas de tercer estadio son parasitadas con *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Braconidae), obteniéndose un 60% de parasitismo. Las pupas son parasitadas con *Pachycrepoideus vindex* (Hymenoptera: Pteromalidae) y se obtiene un 50% de parasitismo. Semanalmente se liberan, vía terrestre, 6000 moscas estériles y 3000 parasitoides en 25 sitios de la principal área citrícola del país y en donde la mosca del Mediterráneo producía pérdidas del 34%. A los 24 meses de la liberación se obtuvo en la cosecha 89-90 un MTD de 0 y un 0% de fruta infestada. Este resultado se repitió en la evaluación de julio de 1990. En la región del Pacífico Central, principal productora de mango y donde las infestaciones por *Anastrepha*, principalmente *A. obliqua*, superaba el 50%, se liberan 3000 parasitoides de cada especie por semana. En esta área se redujo la infestación por mosca del Mediterráneo a 0% y a 8-12% por *A. obliqua*.

## EVALUACION DE DOS INSECTICIDAS PARA EL COMBATE DE *Prostephanus truncatus* Horn (Coleoptera: Bostrichidae) EN COSTA RICA\*

Jorge Mario Elizondo S.\*\*  
Giovanni Rojas B.

### ABSTRACT

*Prostephanus truncatus* Horn is an important pest that produces losses as much as 40% of grain storage under favourable environmental conditions. An experiment was conducted to test the efficiency of two insecticides and two application doses to control the pest. Deltamethrin (3 ppm) was the best treatment. With this insecticide the mortality was of 89.8%, 95 days after the application. The percentage of insects born after 140 days of the application was as low as 7.2%.

### RESUMEN

*Prostephanus truncatus* Horn es una plaga primaria de granos almacenados que provoca pérdidas hasta del 40%, bajo condiciones favorables. Se realizó un experimento para evaluar la efectividad de dos insecticidas y dos dosis de aplicación para el combate de la plaga. La deltametrina (3ppm) fue el mejor tratamiento. Con este insecticida se logró un 89.8% de mortalidad de adultos a los 95 días después de la aplicación. El porcentaje de insectos que eclosionaron a los 140 días fue de 7.2%, además el beneficio neto fue el más alto (¢4 221.8/tm).

\*I Congreso Nacional de Entomología. 22-24 Noviembre, 1990. Heredia, Costa Rica.

\*\*Departamento de Agronomía, Instituto Tecnológico de Costa Rica. Apartado 223. San Carlos. Costa Rica.

## ELEMENTOS PARA EL MANEJO INTEGRADO DE *Anastrepha obliqua*, (DIPTERA: TEPHRITIDAE) ASOCIADA CON EL CULTIVO DE MANGO EN COSTA RICA\*

Luis Fernando Jirón\*\*

### ABSTRACT

An integrated management model is proposed to decrease the impact of parasitism by the fruit fly (*Anastrepha obliqua*) in mangoes. This includes: 1. Use of susceptible varieties to offer a harvest in the dry season; 2. Choice of varieties with scaled production planted in separate plots; 3. Use of sufficiently large planting distances; 4. Live fence management, to control the presence of alternate host plants; 5. Use of windbreak lines of tree species which do not represent "copulation sites"; 6. Establishment of micro hymenoptera parasitoids of immature *Anastrepha*; 7. Elimination of early and late maturing fruits; 8. Population follow up of *A. obliqua* adults in relation to the phenology of the trees on the plantation; 9. Determination of the beginning of fruit infestation by the pest species; 10. Insecticide application according to information acquired from the point 9; 11. Elimination of fruit left over after harvest and 12. Other measures which can be used in the future such as the freeing of sterile males, volatile synthetic compounds produced from the fruit skin (Kairomonas) and lastly, pheromones.

### RESUMEN

Se propone un modelo de manejo integrado para disminuir el impacto del parasitismo, por la mosca de las frutas *Anastrepha obliqua* en el cultivo del mango. Este incluye: 1. Utilización de variedades susceptibles a ofrecer una cosecha en la estación seca, 2. Escogencia de variedades con producciones escalonadas y plantadas en parcelas separadas; 3. Utilización de distancias de siembras suficientemente grandes; 4. Manejo de las cercas vivas, controlando la presencia de plantas hospederas alternas; 5. Utilización de hileras de tapavientos con especies de árboles que no representen "sitios para copulación"; 6. Establecimiento de microhimenópteros parasitoides de las formas inmaduras de *Anastrepha*; 7. Eliminación de las frutas de maduración temprana y tardía; 8. Seguimiento poblacional de los adultos de *A. obliqua* en relación con la fenología de los árboles de la plantación; 9. Determinación del inicio de la infestación de las frutas por parte de la especie plaga; 10. Aplicación de insecticidas de acuerdo a la información suministrada por el punto anterior; 11. Eliminación de la fruta remanente después de la cosecha y 12. Otras medidas con las que se podrá contar en un futuro como la liberación de machos esterilizados, compuestos volátiles sintéticos pero producidos por la cáscara de la fruta (kairomonas) y finalmente feromonas.

\*I Congreso Nacional de Entomología. 22-24 Noviembre, 1990. Heredia, Costa Rica.

\*\*CIPROC, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica.

## ANOTACIONES DE HISTORIA NATURAL DE ALGUNOS SILIDOS (HOMOPTERA: PSYLLIDAE) FORMADORES DE AGALLAS EN LOS CHAPERNOS\*

Alberto Hárner Salazar R.\*\*

### ABSTRACT

It has been observed that the genus *Euphalerus* causes galls on the leaflets of trees known as chapernos *Lonchocarpus* spp. The density and distribution of galls on these leaflets make these insects a true pest for host plants. In this paper some natural history aspects of three species of *Euphalerus* are set forth.

### RESUMEN

Se ha observado que el género *Euphalerus* induce agallas en los folíolos de los árboles conocidos como chapernos *Lonchocarpus* spp. La densidad y distribución de las cecidias en los folíolos convierten a estos insectos en una verdadera plaga para las plantas hospederas. Se dan a conocer algunos aspectos de la historia natural de tres especies de *Euphalerus*.

\*I Congreso Nacional de Entomología. 22-24 noviembre, 1990. Heredia, Costa Rica.

\*\*Recinto Universitario de Grecia, Universidad de Costa Rica. Apartado 145-4100, Grecia, Costa Rica.



## REPRESENTACIONES DEL CATIE EN LOS PAISES

Richard Taylor, Ph.D.  
Representante de CATIE en Costa Rica  
c/o CONYCIT  
San José, **Costa Rica**  
Teléfono: (506) 24-41-72

Bladimiro Villeda, Ing.  
Representante de CATIE en Guatemala  
Apartado 76-A  
Guatemala, **Guatemala**  
Teléfono: 34-77-90

Moisés Darwish, Lic.  
Representante de CATIE en Panamá  
Apartado 6-3786  
Panama, **República de Panamá**  
Teléfono: 23-76-63

José Andrés Mejía, Ing.  
Representante de CATIE en Nicaragua  
Apartado 4830  
Managua, **Nicaragua**  
Teléfono: 51443 ó 51757

Joaquín Larios, M.Sc.  
Representante de CATIE en El Salvador  
Apartado (01)78  
Oficina del IICA  
San Salvador, **El Salvador**  
Teléfono: 23-82-24

Juan Blas Zapata, Ing.  
Representante de CATIE en Honduras  
Oficina del IICA  
Apartado 1410  
Tegucigalpa, **Honduras**  
Teléfono: 31-53-18 ó 31-52-27

Rafael Ortiz Quezada, Ph.D.  
Representante de CATIE en  
República Dominicana  
Calle Desiderio Arias No.7  
Bella Vista, Santo Domingo  
**República Dominicana**  
Teléfono: (001-809) 533-0784

### **CATIE** CENTRO REGIONAL DE INFORMACION MIP

#### **EDICION:**

Jefe  
Diseño Gráfico:  
Digitación de Texto:

Orlando Arboleda-Sepúlveda,  
Domingo Edo. Loaiza  
Yorlene Pérez M.