


**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA**  
**INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS**



**EVALUACIÓN DE CUATRO PARASITOIDES PARA EL CONTROL DE  
DOS ESPECIES DE BARRENADORES *Diatraea saccharalis* Fabricius y  
*Diatraea crambidoides* Grote EN CAÑA DE AZÚCAR A NIVEL DE  
LABORATORIO**

**TESIS**

**PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA  
DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**POR**

**MARÍA DE LOS ANGELES MORALES MOLINA**

**EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO INGENIERA AGRÓNOMA EN EL GRADO  
ACADÉMICO DE LICENCIADA**

**GUATEMALA, abril de 2008**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**RECTOR****Lic. Carlos Estuardo Gálvez Barrios****JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**Decano**            **Ing. Agr. Francisco Javier Vázquez Vásquez**

**Vocal primero** **Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes**

**Vocal segundo** **Ing. Agr. Walter Arnoldo Reyes Sanabria**

**Vocal tercero**   **Ing. Agr. Danilo Ernesto Dardon Ávila**

**Vocal cuarto**    **Bachiller Mirna Regina Valiente**

**Vocal quinto**    **Bachiller Nery Boanerges Guzmán Aquino**

**Secretario**       **Ing. Agr. Edwin Enrique Cano Morales**

**Guatemala, abril de 2008.**

Guatemala abril de 2008.

Honorable Junta Directiva  
Honorable Tribunal Examinador  
Facultad de Agronomía  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Respetables representantes:

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a su consideración el trabajo de tesis titulado:

**EVALUACIÓN DE CUATRO PARASITOIDES PARA EL CONTROL DE  
DOS ESPECIES DE BARRENADORES *Diatraea saccharalis* Fabricius y  
*Diatraea crambidoides* Grote EN CAÑA DE AZÚCAR A NIVEL DE  
LABORATORIO**

Como requisito previo a optar el título de Ingeniera Agrónoma, en el grado académico de Licenciada en Ciencias Agrícolas.

Esperando que el presente trabajo de investigación satisfaga los requisitos necesarios para su aprobación, me es grato agradecerles su atención prestada.

Atentamente,



María de los Angeles Morales Molina

TESIS QUE DEDICO

A:

**DIOS**  
TODO PODEROSO

MI PAIS GUATEMALA

MIS CENTROS DE ENSEÑANZA

MIS CENTROS DE TRABAJO

FACULTAD DE AGRONOMÍA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

INGENIO LA UNIÓN, S.A.

## AGRADECIMIENTO

A:

Mis progenitores, por su incondicional apoyo siempre.

Ing. Agr. MSc. Álvaro Hernández, Ing. Agr. Gilberto Alvarado, Ing. Agr. Filadelfo Guevara Chávez, Ing. Agr. Hermógenes Castillo, Inga. Rita Cabria, Inga. Elka Martínez, Licda. Idalia Monroy Lemus. Por su valiosa colaboración.

Ing. Agr. Miguel Maldonado, Ing. Agr. Jorge Sandoval, Dr. Francisco Badilla, por brindarme su apoyo y colaboración.

Y de una u otra forma a todas las personas que me han rodeado en el transcurso de la elaboración de este trabajo.

Los colaboradores del Laboratorio de Control Biológico y personal de campo, por su constancia en las tareas cotidianas.

A mis amigos en general, con aprecio y cariño sincero.

## **EVALUACIÓN DE CUATRO PARASITOIDES PARA EL CONTROL DE DOS ESPECIES DE BARRENADORES *Diatraea saccharalis* y *Diatraea crambidoides* en CAÑA DE AZÚCAR**

### **EVALUATION OF FOUR PARASITES FOR THE CONTROL OF TWO SPECIES OF BORRES *Diatraea saccharalis* y *Diatraea crambidoides* IN SUGARCANE**

#### **RESUMEN**

El cultivo de la caña de azúcar es atacado por diversas plagas desde la siembra hasta el momento de la cosecha. Dentro de las plagas más importantes se encuentran los barrenadores del tallo, principalmente del género *Diatraea*.

Las especies de mayor importancia en Guatemala, son: *Diatraea saccharalis* Fabricius y *Diatraea crambidoides* Grote. El daño causado por los barrenadores en caña, es mayor de lo que parece y muchas veces puede pasar desapercibido y detectarse hasta el momento de la extracción del jugo, afortunadamente existen múltiples especies de parasitoides que en forma natural reducen sus poblaciones, por ello, el control biológico es la opción más viable como base de una estrategia de manejo de barrenadores a corto plazo.

Esta investigación se realizó con la intención de evaluar cuatro parasitoides para el control de dos especies de larvas de barrenadores a nivel de laboratorio. El ciclo de vida de los barrenadores consta de cuatro estados de desarrollo: huevo, larva, pupa y adulto. La duración de cada uno, difiere según la especie, el hospedero y las condiciones climáticas.

Estudios en CENGICAÑA determinaron que por cada 1 por ciento de intensidad de infestación, las pérdidas se incrementan en 0.3 kilos de azúcar por tonelada en la variedad CP-722086, en 1999 se estimó que las pérdidas en tonelaje debidas al daño de barrenadores alcanzaron las 4 toneladas métricas por hectárea, con una reducción en rendimiento de azúcar en 9.85 kilos por tonelada de caña.

Los enemigos naturales de los barrenadores son parasitoides depredadores y entomopatógenos cuya acción regula la densidad poblacional de otro organismo. Las especies parasitoides pertenecen a diferentes familias, siendo Tachinidae la de mayor importancia. Su apariencia es muy similar a la mosca común. Las estudiados son 3 especies *Paratheresia claripalpis*, *Metagonistylum minense*, *Lixophaga diatraeae* y un Himenóptero *Cotesia flavipes* (avispa).

Los hospederos más comunes son larvas de Lepidóptera y Coleóptera. El comportamiento de búsqueda es bien variable para las diferentes especies distinguiéndose los siguientes tipos: a)

El adulto busca al hospedero y pone el huevo o larva directamente en el cuerpo de este. b) el adulto oviposita los huevos o larvas en el follaje o en el suelo, luego las larvas buscan activamente al hospedero. c) El adulto oviposita los huevos en el follaje y estos eclosionan después de ser ingeridos por el hospedero.

*Cotesia flavipes* es un insecto holometábolo (huevo, larva, pupa y adulto), su periodo de incubación es de 3 a 4 días madura de 8 a 10 días, la cual emerge y copula inmediatamente, está lista para buscar a su hospedero.

El resultado mostrado por la investigación a nivel de laboratorio,, reveló el siguiente comportamiento de parasitación en los barrenadores del tallo de la caña: Barrenador *D. saccharalis*: a) *Lixophaga diatraeae* 90.5%; b) *Metagonistylum minense* 82.35%; c) *Paratheresia claripalpis* 71% y *Cotesia flavipes* 74%. Barrenador *D. crambidoides*: a) *Paratheresia claripalpis* 45%; b) *Metagonistylum minense* 35%; c) *Lixophaga diatraeae* 5%; *Cotesia flavipes* 34%, todos a nivel de laboratorio. Por tanto; los parasitoides son selectivos, poseen preferencia por su hospedero. Los parasitoides de las dos especies de barrenadores parasitan a ambas especies. Se debe continuar con las investigaciones con el barrenador de *D. crambidoides*, para evaluar otros parasitoides que lo parasiten en mayor porcentaje.

## 1. INTRODUCCIÓN

La producción, industrialización y comercialización de la caña de azúcar son actividades de relevancia económica para Guatemala, constituyen fuente generadora de divisas y emplean a más de 50,000 personas. Este cultivo reúne muchas características que la hacen importante: es un cultivo extensivo, ocupa un área de 187,000 hectáreas y permanece en el campo todo el año (2).

Las plantaciones de caña de azúcar son atacadas por diversas plagas, desde la siembra hasta el momento de la cosecha. Las plagas están presentes en toda o casi toda el área de cultivo, por lo que constantemente causan daños, entre las más perjudiciales se mencionan los barrenadores del tallo de la caña de azúcar *Diatraea* spp. estas plagas inciden de tal manera que si no se les da el manejo adecuado pueden llegar a reducir el rendimiento de la cosecha.

El Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar –CENGICAÑA–, determinó que por cada 1% de intensidad de infestación (ii), las pérdidas se incrementan en 0.31 kilos de azúcar por tonelada, en la variedad CP-722086. En el 2002, se estimó que las pérdidas en tonelaje causadas por el barrenador alcanzaron las 4 Tm /ha (8.3 %), con una reducción en rendimiento de azúcar de 9.85 kilos por tonelada (23.29 %) (2, 7).

Esto ocurre porque los barrenadores en estado de larva penetran en el tallo y pasan allí la mayor parte de su ciclo de vida, protegidos de efectos externos adversos. Las especies de *Diatraea* son la plaga más dañina del tallo de la caña de azúcar. Actualmente, la plaga afecta gran parte del cultivo. El 1% de índice de infestación (ii = entre nudos perforados por larva/ total de nudos \* 100) ocasiona pérdidas de sacarosa de 0.04 al 0.23%, más las pérdidas indirectas causadas por el ataque de microorganismos que penetran en las galerías que dejan las especies de *Diatraea*.

Para prevenir este ataque, es indispensable implementar un sistema de control biológico, que es la opción más viable como base de una estrategia de manejo de barrenadores, a corto plazo. Esta situación limita el uso de productos de plaguicidas sintéticos de amplio espectro. Estos plaguicidas son los más perjudiciales, porque eliminan la fauna benéfica que regula de forma natural el crecimiento poblacional de plagas. Sin embargo, con el fin de lograr un manejo sostenible del cultivo se buscan alternativas de control biológico.

Es por ello que se realizó la evaluación de cuatro parasitoides: *Paratheresia claripalpis*, *Lixophaga diatraeae*, *Metagonistylum minense* y *Cotesia flavipes*, para determinar la capacidad de parasitismo en especies de barrenadores que afectan la producción de caña de azúcar, en Guatemala, a nivel de laboratorio.

De acuerdo a los resultados, los parasitoides evaluados sí parasitan a las especies de barrenadores, cuyos porcentajes de efectividad son los siguientes: la especie de barrenador *Diatraea saccharalis* fue parasitada en 90.5% por *Lixophaga diatraeae* y *Diatraea crambidoides*, en un 45% por *Paratheresia claripalpis*.



## 2. Planteamiento del problema

El cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum* spp.) es afectado por una diversidad de plagas, pero tanto la periodicidad de ataques como la importancia de los daños que causan varían entre una finca y otra, debido a la influencia de factores, como: altitud sobre el nivel del mar, condiciones climáticas, temperatura, humedad relativa entre otros.

Entre las plagas de mayor incidencia económica aparece el grupo de los barrenadores del tallo, que están incluidos en el género *Diatraea* (*Lepidoptera: Pyralidae*). Este se designa como una plaga secundaria, según algunos autores; sin embargo, si no se aplican medidas de control, en cualquier momento puede convertirse en plaga primaria.

Además, el daño que este género ocasiona en la planta puede pasar desapercibido durante el desarrollo del cultivo. Por esta razón, era ingente la necesidad de determinar qué especies de parasitoides ayudarían a regular la población de barrenadores del tallo de caña de azúcar. Para lo cual se evaluaron tres especies de dípteros y una de himenópteros.

Además, existen otros factores que influyen en el desconocimiento que prevalece en torno al comportamiento de este tipo de parasitoides. Por ejemplo, la escasa información acerca de esta plaga en Guatemala.

En los estudios realizados por otros ingenios sobre parasitoides no aparecen registros de haber evaluado las especies que en este trabajo se analizan. Se desconocía la efectividad de los parasitoides como agentes de la mortalidad de los barrenadores de la caña de azúcar, a nivel de laboratorio; pues el porcentaje de parasitismo es insuficiente a nivel de laboratorio. También el desconocimiento y la falta de información acerca del parasitismo sobre las especies de barrenadores del género *D. saccharalis* y *D. cramboides*.

### **3. MARCO TEÓRICO**

#### **3.1 Marco conceptual**

##### **3.1.1 Importancia de la caña de azúcar en Guatemala**

La caña de azúcar es uno de los cultivos relevantes en la economía nacional. Prueba de ello es que, en los últimos años, el área sembrada con este cultivo se ha extendido considerablemente: en la zafra 1990-1991 fue de 119,000 ha; en la de 1998-1999, 180,000 Ha y en el 2002 fue de 187,000 ha, lo que representa un crecimiento de 66.7% en doce años (2).

El incremento en la producción se logra por medio de la tecnificación y capacitación del recurso humano que se emplea, lo que a la vez redundará en el mejoramiento de las condiciones de vida del sector y la población en general.

El azúcar representa el 19% del valor de la producción agrícola; el 3% del PIB y un 23.5% del total de divisas generadas por los productos tradicionales. A la vez, origina alrededor de 65,000 empleos directos, con ingresos superiores al promedio de las actividades agrícolas. Guatemala produce el 51% del total de azúcar en Centroamérica, asimismo consume el 48% de su producción, que es el porcentaje más bajo en Centroamérica, y es el sexto exportador mundial y tercero en Latinoamérica (2).

En el período 2003/2004, Guatemala exportó 27.4 miles de quintales con un total de producción de 40.9 miles de quintales, con rendimiento de 101.8 kilos por tonelada de caña molida, a un precio de U\$ 6.88 (Q53.66) (1).

##### **3.1.2 Principales plagas de la caña de azúcar**

Las plagas que atacan a la caña de azúcar en Guatemala tienen mayor importancia que las enfermedades causadas por microorganismos, y los daños que ocasionan son comúnmente conocidos, principalmente los de insectos y roedores que se alimentan del tallo y las hojas (3).

La diversidad de las plagas y la frecuencia con que atacan el cultivo varían de una finca a otra, ya que influyen diversos factores, principalmente las condiciones climáticas (precipitación, temperatura, humedad relativa, otros) y altitud sobre el nivel del mar. Los daños más frecuentes y de mayores consecuencias son causados por las ratas (*Sigmodon hispidus*), la chinche salivosa (*Aeneolamia* spp.), los barrenadores del tallo (*Diatraea* spp.), las plagas de la raíz gallina ciega (*Phyllophaga* spp.) y el gusano alambre (*Conoderus* spp.) (5).

### 3.1.3 Descripción de la larva del barrenador del tallo de la caña de azúcar *Diatraea* spp.

#### 3.1.3.1 Clasificación taxonómica

Clase:	Insecta
Orden:	Lepidóptera
Familia:	Pyralidae
Género:	<i>Diatraea</i>
Especies:	Bleszynski (1969) cita 21 especies del género <i>Diatraea</i> en el continente americano (8).

#### 3.1.3.2 Características biológicas

Los barrenadores del tallo de la caña de azúcar del género *Diatraea* se reproducen de manera normal, tienen metamorfosis holometábola o completa, caracterizada por presentar su desarrollo biológico en fases diferenciadas que comprenden los estados: huevo, larva, pupa y adulto (12)

#### 3.1.3.3 Huevos

Los huevos son colocados en masa, superpuestos como escama de pescado; individualmente son ovales, elípticos y aplanados. Están unidos entre sí, son de color amarillo en el momento de la ovipostura, el corión presenta una reticulación irregular con la huella dejada en ellos por las células foliculares del ovario durante el proceso de ovogénesis. El tamaño varía de acuerdo con la especie; cuando están próximos a la eclosión se tornan de color oscuro, y es factible notar la larva con sus segmentos claramente definidos, con la cápsula cefálica de color marrón oscuro (15).

#### 3.1.3.4 Larva

Es de tipo cruciforme, típica del orden Lepidóptera, sin setas secundarias; con patas y propatas normales. Presenta el escudo cervical ancho, dividido y con lunares característicos dispuestos irregularmente, y tubérculos o pináculos ligeramente quitinizados. Las setas dorsales tienen los segmentos del uno al siete separados, con tendencia a unirse en el octavo, y completamente separados en el segmento nueve. La cabeza de la larva es de color ámbar y está armada con fuertes mandíbulas masticadoras, que son las que le permiten perforar el tallo de la caña de azúcar (15).

#### 3.1.3.5 Pupa

La pupa del barrenador es del tipo adéctica, caracterizada porque los órganos bucales no son móviles, pertenece a la forma obtecta, los apéndices corporales se pueden observar pero están fuertemente pegados al cuerpo mediante una secreción especial. En el extremo terminal presenta el poro

genital, cuya característica presenta la diferencia del sexo. Las alas se localizan extendidas medioventralmente hasta el cuarto segmento abdominal. La pata mesotorácica no se extiende hasta el ápice del ala. En general, el cuerpo es de textura áspera y sin setas. Las pupas recién formadas son casi blancas, pero a las pocas horas toman una coloración marrón. En este estado el insecto casi no tiene movimientos. Al finalizar el proceso de pupa, ocurre la emergencia del adulto que se libera de la pupa, de esta forma inicia su vida en el medio exterior (15).

### 3.1.3.6 Adulto

El adulto del barrenador es una pequeña polilla de color pajizo, que mide un poco más de 1 cm de longitud. En estado de reposo, une las alas y forma un ángulo obtuso con el vértice, hacia la parte dorsal.

Los machos son, generalmente, más pequeños que las hembras, tienen el abdomen más fino y las alas más oscuras. Los adultos constituyen el estado de mayor movilidad del insecto, el cual puede desplazarse mediante el desarrollo de sus funciones vitales (15).

Las antenas son dilatadas, pubescentes y poliformes. Las alas anteriores son reflectadas, alargadas y subtriangulares, cuando el insecto está en reposo, el color varía a marrón o grisáceo, con tonalidad rosada, en algunos casos, pero a veces presentan líneas transversales sobre las alas o líneas más oscuras, a lo largo de las venas.

Las patas son cortas, con el par medio más largo, y de tarso pentámero. El fémur es alargado. Las tibias de las patas anteriores y medias presentan dos espuelas y el par posterior, cuatro. La tibia del macho generalmente lleva numerosas escamas alargadas en forma de pelos, en el margen interior. La genitalia del macho es bien desarrollada, en tanto que la genitalia de la hembra tiene una papila anal ancha. La bolsa copulatoria abre ventralmente en el séptimo esternito abdominal. Para que ocurra la reproducción, es necesario que se efectúe la maduración sexual de las polillas.

Después, las hembras sexualmente maduras atraen a los machos mediante secreciones de las glándulas sexuales, situadas en la mitad posterior del abdomen, y de esta forma se lleva a cabo el acoplamiento y la fecundación. Las hembras fecundadas ovipositan, generalmente, durante la noche, sobre el haz y envés de las hojas de la caña de azúcar. La oviposición es cercana al nervio central y en la dirección de éste, aunque con mayor frecuencia las oviposiciones se localizan en el envés cerca de la base o del ápice (16).

La capacidad de fecundación de las hembras de los barrenadores del tallo, del género *Diatraea*, está condicionada a factores inherentes a la especie y factores externos que actúan sobre la especie.

Entre los primeros, son determinantes la edad, la proporción entre hembras y machos, la capacidad de copulación y otros; entre los externos están las condiciones ecológicas, como: temperatura, humedad relativa, iluminación, alimentación y otras (15).

### 3.1.3.7 Determinación de especies de *Diatraea*

*D. crambidoides*: en 1998, el Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar –CENGICAÑA–, envió unas muestras, tomadas en distintas fincas de la costa sur de Guatemala, al Instituto Cab. Internacional, de Inglaterra, para su evaluación. Ahí confirmaron que las muestras recolectadas no pertenecían a la especie *D. saccharalis*, que es reconocida por su presencia en todo el continente americano, sino que estas muestras pertenecían a *D. crambidoides* (10)

La diferencia entre las larvas de *Diatraea* spp. se muestra con detalle en el tubérculo mesotorácico, según CENGICAÑA, figuras 1 y 2 (11):



**Figura 1.** Larva de *D. saccharalis*



**Figura 2.** Larva de *D. crambidoides*

Fuente: Centro de Investigaciones de la Caña de Azúcar, CENGICAÑA (11).



A.



B.

**Figura 3.** A. Adultos de *D. crambidoides* y B. *D. saccharalis*; macho (izquierda) y hembra (derecha).

Fuente: Centro de Investigaciones de la Caña de Azúcar, CENGICAÑA (11).

### 3.1.3.8 Duración del desarrollo

El periodo de desarrollo de estos insectos está determinado por las características biológicas inherentes a las especies que conforman esta clase; no obstante, para cualquier especie, las condiciones en que ocurre el desarrollo influyen notablemente. Estas pueden aumentar o disminuir el tiempo de ocurrencia de los fenómenos vitales; pues la temperatura, humedad relativa, cantidad y calidad de los alimentos, así como otros factores ecológicos pueden hacer variar, en mayor o menor grado, la duración del desarrollo (15, 16).

### 3.1.3.9 Tipo de daño

Las larvas, cuando atacan cañas jóvenes, causan la muerte de la yema apical, esto produce una coloración amarilla y casi la muerte de los verticilos internos de las hojas, es un síntoma conocido como "corazón muerto". En las cañas más antiguas, los túneles de los barrenadores ocasionan que las puntas se mueran y se debiliten los tejidos de sostén, de tal manera que los tallos se rompen con los vientos fuertes (8). Esta plaga puede atacar los tallos de caña en cualquiera de sus etapas de crecimiento, desde el brote hasta la madurez.

En tallos con entrenudos, las larvas dejan unas galerías transversales, que causan el volcamiento de las cañas. Esto causa la pérdida de peso, activación de brotes laterales, enrizamiento aéreo, pérdida de azúcares en el tallo; sin embargo, los daños indirectos son los más considerables, ya que a través de los orificios y galerías horizontales penetran insectos secundarios, tal es el caso del picudo rayado *Metamasius hemipterus* L., y los hongos *Colletotrichum falcatum* Wentt y *Fusarium moniliforme* Sheldon, que son los causantes de la pudrición roja. Estos hongos son los responsables de la inversión de la sacarosa, ya que disminuye la cantidad y pureza del jugo que se extrae de la caña de azúcar, el cual tiene bajo contenido de sacarosa, como de 10% a 20%, por tanto, es menor el rendimiento de azúcar y alcohol (20).

### 3.1.3.10 Hospederos alternos

Los barrenadores del tallo de la caña de azúcar del género *Diatraea* son especies polífagas, porque atacan, además de la caña de azúcar, a un gran número de plantas (16).

**Cuadro 1.** Plantas hospederas del barrenador de la caña de azúcar del género *Diatraea* spp. (12).

<i>Andropogon schaeenathus</i> L.	<i>Sorghum halapense</i> L.
<i>Cymbopogon citratus</i> D.C .	<i>Sorghum vulgare</i> Pers.
<i>Echinochloa colonum</i> L.	<i>Paspalum virgatum</i> L.
<i>Eleusine indica</i> L.	<i>Panicum maximun</i> Jack
<i>Leptochloa virgata</i> L.	<i>Panicum barbinoide</i> Trin
<i>Tricholaena rosae</i> L.	<i>Valota insularis</i> L.
<i>Triticum aestivum</i> L.	<i>Zea mays</i> L.
<i>Sorghum sudanensis</i> Piver	

En condiciones tropicales, la determinación de los hospederos secundarios de una plaga puede tener gran importancia en cultivos de estación, ya que en estos casos la población de la plaga se mantiene generalmente hasta la época de siembra del cultivo en cuestión. Por lo tanto, puede ser implementado un programa de control o por lo menos prever su aparición en la planta económicamente importante. Sin embargo, en caña de azúcar esto es más difícil, porque los suelos permanecen sembrados durante todo el año y abarcan grandes extensiones superficiales, además como los campos presentan diferentes edades y por tanto distintas etapas fenológicas del crecimiento de las plantas, la determinación de los hospederos secundarios no es de gran importancia desde el punto de vista del control de plagas (11).

### **3.1.3.11 Distribución geográfica de los barrenadores**

El barrenador de la caña de azúcar *D. saccharalis* es la plaga que invade la mayor área geográfica, incluidas las especies del género *Diatraea*, y se encuentra por toda América y el Caribe. Por lo que está presente desde los Estados Unidos hasta el noroeste de Argentina, y causa severos daños a la agroindustria azucarera en toda esta región (26).

### **3.1.3.12 Control biológico**

Uno de los métodos más antiguos y eficaces para el control de insectos y plagas similares consiste en utilizar a sus enemigos naturales (parasitoides, depredadores y organismos entomopatógenos). El uso deliberado de enemigos naturales para el control de plagas es conocido con el nombre de control biológico o biocontrol. Hace unos 100 años que se iniciaron los intentos deliberados de usar a estos enemigos en las actividades de control, ya sea que se introdujeron nuevos enemigos al medio donde ataca una plaga o se estimuló, de alguna forma, la efectividad de las especies ya existentes (23).

El control biológico, desde el punto de vista ecológico, se puede definir como “la acción de parásitos depredadores o entomopatógenos para mantener la densidad de poblaciones de otro organismo en un promedio más bajo que el que existiría en su ausencia”. Usualmente, es referido a organismos que son plagas o plagas potenciales. El hecho de que un organismo perjudicial alcance el estatus de plaga evidencia que las condiciones climáticas y otros factores le son favorables; por lo que uno de los mejores medios que ayudan a mantener baja la población de una plaga es el uso de enemigos naturales (24).

### **3.1.3.13 Clases de control biológico**

Existen tres clases principales de control biológico tradicional:

1. Introducción de especies exóticas de parasitoides y depredadores. Esto implica introducir enemigos naturales, provenientes de otros países, en regiones donde la plaga provoca estragos; siendo esta controlada para no volverla más adelante una plaga del área que no tenga enemigos naturales.

2. Conservación de parasitoides y depredadores. Este método destaca la importancia de aprovechar al máximo a los enemigos naturales que atacan a cierta plaga en una zona particular, sin importar si son introducidos o nativos. Lo mejor para aprovechar al máximo los parasitoides y depredadores es cambiar su ambiente, de manera que estos aumenten su efectividad y reduzcan así la supervivencia de la plaga (26).

3. Incremento de los parasitoides y depredadores. Este procedimiento, a veces llamado inundación, es la cría en masa y la puesta periódica en libertad de grandes números de enemigos naturales de reconocida eficacia. Los enemigos naturales se dejan en libertad en áreas reducidas, con el propósito de lograr un alto nivel de las poblaciones de enemigos naturales cuando la plaga se encuentra más vulnerable a ellos (25).

### **3.2 Método de cría de *Diatraea* spp.**

Los métodos de cría de *Diatraea* spp. se caracterizan, fundamentalmente, por el tipo de alimento suministrado a las larvas durante su desarrollo. Puede ser natural, cuando se utilizan plantas o parte de ellas que normalmente son hospederas del insecto en la naturaleza, o artificial, cuando el alimento suministrado ha sido elaborado por el hombre (5).

#### **3.2.1 Cría en alimento natural**

Este método consiste en colocar las puestas o posturas (huevos) de la plaga, a punto de emerger, o las larvas recién eclosionadas sobre partes de plantas frescas que faciliten su alimentación y desarrollo. Generalmente, las larvas son confinadas en recipientes de diferentes dimensiones y tipos, estos pueden ser de cristal, plástico o latón.

Desde el punto de vista práctico, resulta más conveniente criar las larvas en dos fases: una colectiva, en recipientes de dimensiones mayores se colocan todas las puestas colectadas de los adultos, en la misma fecha, en los cuales las larvas estén a punto de emerger. En estos recipientes las larvas se alimentan hasta que alcanzan la segunda o tercera fase. Luego, en una segunda etapa, las larvas se individualizan en recipientes menores hasta la conclusión del período larval, para evitar la competencia por el alimento y el canibalismo entre las larvas.

Las pupas son colectadas y se dejan en reposo hasta que eclosionan, para iniciar un nuevo ciclo de apareamiento y colecta de las puestas de los adultos. Se requieren temperaturas promedio entre 26 y 28° C y humedades relativas entre 75 y 85%, por lo que es conveniente, a veces, adecuar los locales de cría a estas condiciones.



### 3.2.2 Cría con alimentación artificial

Se denomina alimento artificial a toda preparación fabricada por el hombre y diferente a la vez por la presentación, características físicas y composición química del alimento disponible en la naturaleza.

Entre los alimentos artificiales para los lepidópteros fitófagos se distinguen los medios sintéticos, enteramente constituidos por sustancias químicas definidas (aminoácidos, glúcidos, sales minerales, vitaminas y otros) y los medios semisintéticos que contienen una proporción variable de cuerpos químicos conocidos. También existen sustancias complejas cuyas estructuras químicas están más o menos definidas (materiales vegetales, proteínas, levadura de cerveza y otros). Estos últimos son, precisamente, los que han permitido criar el mayor número de insectos. Sing (29) indicó que la primera referencia de un alimento artificial para insectos data de 1908, y en los últimos 20 años se han producido dietas para más de 750 especies, de las cuales la mayor parte pertenece a los órdenes Lepidóptera, Coleóptera y Díptera.

Ferrer y Salazar señalan como ventajas principales de la crianza de insectos sobre dietas artificiales, las siguientes:

La crianza en general es más fácil.

El comportamiento y la biología pueden ser estudiados en forma precisa con menos esfuerzos.

Se pueden criar en gran número, simultánea y económicamente en un espacio limitado.

Los insectos pueden ser criados de modo ininterrumpido, todo el año, aun cuando no se encuentren o no se consigan los elementos naturales donde viven.

Walker et al, indica que una buena dieta artificial debe presentar las siguientes características: proporcionar alto grado de supervivencia, producir vigorosos adultos, proveer desarrollo uniforme sin prolongadas etapas larvales, ser poco costosa, de fácil preparación, de materiales prontamente aprovechables, de calidad uniforme, de una buena conservación, por lo que debe evitarse el desarrollo de hongos, bacterias y virus; por último, debe mantenerse un pH estable (30).

### 3.2.3 Cría de las larvas hospederas

Las larvas de *D. saccharalis* se obtuvieron de la cría comercial en el laboratorio de producción del Ingenio La Unión S.A., las cuales se producen masivamente con la dieta artificial, producto de una mezcla de diferentes ingredientes que proveen los nutrientes necesarios para el desarrollo de las larvas (7).

Las larvas de *D. crambidoides* se obtuvieron por colecta de campo y reproducción masiva, con base en el modelo de la cría de *D. saccharalis*; al conocer su respuesta a la dieta y su adaptación. En este período las larvas colectadas se desinfestaron con hipoclorito al 3%; se dejaron desarrollar en elotes tiernos y luego se les alimentó con dieta artificial para incrementar la especie y poder utilizarlas en el estudio. Las larvas hospederas (de tercer ínstar y de 25-30 mm de longitud) fueron parasitadas individualmente con cada uno de los parasitoides.

### 3.2.4 Alimentación de larvas del barrenador

Los métodos de cría de *D. saccharalis* y *D. crambidoides* se caracterizaron, fundamentalmente, por el tipo de alimento suministrado a las larvas durante su desarrollo. Estos hospederos fueron alimentados de acuerdo con sus exigencias: los hospederos recolectados en la naturaleza de *D. crambidoides* fueron alimentados, en un principio con elote tierno para su adaptación, y luego se les suministró dieta artificial. Las dietas deben incluir los nutrientes requeridos por el insecto en su ambiente natural, para obtener un desarrollo satisfactorio (6).

### 3.3 Parasitoides

Los insectos entomófagos más valiosos están contenidos en moscas taquínidas, de la familia Tachinidae, avispas braconíidas, de la familia Braconidae y en avispas ichneumoníidas, de la familia Ichneumonidae.

Estos insectos de familias entomófagas entran al cuerpo de la víctima y viven dentro de ella, donde se alimentan por cierto tiempo de los tejidos, e instintivamente evitan dañar las partes vitales, sino hasta que el parásito está completamente desarrollado. Para ese tiempo o poco después, el hospedero muere y el parásito completa su transformación en adulto, ya sea con o sin el cuerpo muerto del hospedero (25).

En particular, los parasitoides en etapa larval han llegado a conectarse íntimamente y a depender de una variedad reducida de hospederos, tanto para hábitat como para alimento. Una determinada especie de parasitoides sólo ataca a hospederos que poseen ciertas características, propias de unas cuantas especies (oligofagia) o, en casos extremos, de una sola especie (monofagia). Muy pocas especies de parasitoides tienen una amplia variedad de hospederos (polifagia). Pero la diversidad de parasitoides es tal que pocos artrópodos se encuentran libres de ellos.

Los organismos (hospederos y parasitoides) deben estar en un microhábitat idéntico cuando ambos están en las etapas apropiadas de desarrollo, respectivamente. Este proceso presenta dos aspectos: 1. Estrecha coincidencia cronológica de los antecedentes vitales de las dos especies. 2. Conducta innata que guía al parasitoide hacia donde habita el hospedero.

#### 3.3.1 Desarrollo del parasitoide

La sincronización del desarrollo del hospedero con el parasitoide se sustenta en gran medida por la dependencia, casi total, del parasitoide en estado larval con respecto a los procesos fisiológicos del hospedero, lo que es importante para asegurar la coincidencia de las etapas restantes. Asimismo, elimina muchas especies fitófagas, como hospedero potencial de un determinado parasitoide, ya que la fecha en que emerge el parasitoide adulto depende del desarrollo de su hospedero, por lo que es más probable que el parasitoide adulto esté sincronizado con la misma especie de hospedero, que con otras que no tienen ninguna influencia sobre la cronología de su desarrollo (25).

Desde el punto de vista de la biodinámica, la etapa adulta de los parasitoides es de primordial importancia, ya que esta etapa es la que determina el número de nuevas parasitaciones y de hospederos que han de recibirlas. Las hembras adultas son las que buscan y seleccionan los hospederos y depositan o retienen los huevos (7).

Desde el momento en que emerge del estado de pupa, el parasitoide adulto debe efectuar una serie de pasos que conducen finalmente a la distribución de huevos viables en los hospederos adecuados, o cerca de ellos.

El procedimiento y la forma en que se efectúa la copulación varían mucho, según la especie de parasitoide: el modo de ovogénesis y espermatogénesis; la época y la forma de apareamiento así como las condiciones adecuadas para el mismo; la forma y la época de fertilización del huevo y su maduración; la conducta de búsqueda de la hembra; la forma de oviposición y la selección de hospederos. Todos estos factores influyen determinantemente en el desarrollo de las larvas, de lo cual depende el éxito de la reproducción del parasitoide y el resultante destino de la población de hospederos (24).

A menudo, el tiempo necesario para cada uno de estos procesos, y si se pueden llevar a buen término, depende de las variables ambientales extrínsecas. Factores como temperatura, humedad, intensidad de la luz y duración del día, tienen influencia; también, muchos parasitoides adultos requieren ciertos alimentos para poder realizar estos procesos.

El sincronismo parasitoide-hospedero tiene especial importancia cuando se tiene la intención de trasladar una especie de parasitoide a un nuevo hábitat. El parasitoide se debe colocar en el nuevo medio ambiente, en cierto momento del desarrollo y en una época precisa, de manera que las hembras grávidas estén listas para depositar los huevos en el hospedero cerca del mismo, cuando estos últimos se encuentren vulnerables a la parasitación (24).

El período de vulnerabilidad del hospedero puede ser breve. Antes de que se efectúe el acto de parasitación, el parasitoide adulto debe encontrar hospederos apropiados. La mecánica de la búsqueda del hospedero por el parasitoide incluye dos fases principales: un mecanismo de conducta que guía al parasitoide hacia el área general donde se encuentra el hospedero y un mecanismo sensitivo que permite la percepción y el reconocimiento de hospederos apropiados. Sin duda, las bases biológicas de ambas fases son complejas y tal vez varían mucho entre las diversas clases de parasitoides artrópodos.

Es importante notar que un hospedero que habita en cierto tipo de medio ambiente será difícil que lo encuentre un parasitoide que se siente atraído por otro tipo de hábitat (24).

Otras especies de parasitoides tienen una capacidad de búsqueda muy desarrollada y descubren a los hospederos aunque estos se encuentran en bajas densidades. No obstante, muchas de dichas especies tienen una capacidad reproductora moderada; de ahí que su capacidad sea deficiente para alcanzar y sobrepasar la población de hospederos. Sin embargo, aunque estos parasitoides no sean

eficaces del todo para destruir una población densa de insectos nocivos, sí pueden mantener una baja población de plaga a un nivel bajo durante largos períodos (25).

Estas características simultáneas de los parasitoides no siempre son exclusivas. Ambas características de los parasitoides, es decir, gran capacidad de búsqueda y alta fecundidad son importantes en los programas de biocontrol. La afirmación de cuál de estas características es más importante, en un caso dado, depende de la situación reinante y de la función que el parasitoide deba cumplir.

La mayoría de los parasitoides de plagas agrícolas pertenecen a tres grupos taxonómicos: Himenóptera, Díptera y Nemátoda. La mayoría se desarrolla dentro del cuerpo del hospedero y se llaman endoparásitoides.

Algunas especies de Himenóptera que se desarrollan sobre el cuerpo se llaman ectoparasitoides. Algunos parasitoides son gregarios, se desarrollan varios individuos en un solo hospedero.

El método y eficacia de la búsqueda de la presa varía según el grupo taxonómico y las especies dentro de los grupos. Generalmente, los adultos de los himenópteros y dípteros parasíticos buscan primero un hábitat o micro hábitat específico, y después el hospedero para ovipositar. Algunos nemátodos y dípteros tienen un comportamiento diferente y ponen los huevos o larvas en el ambiente. Luego los inmaduros buscan al hospedero (5).

### **3.4. Díptera**

Las especies parasitoides pertenecen a diferentes familias, de las cuales la de mayor importancia es la Tachinidae. Su apariencia es muy similar a la mosca común. Son casi siempre endoparásitoides solitarios, aunque el superparasitoidismo puede ocurrir en ciertas especies. No así el hiperparasitoidismo, que no ocurre nunca.

Los adultos necesitan néctar o excreción de áfidos para completar su alimentación (24). El hospedero muere al completarse el desarrollo de la larva taquínida. Generalmente esta emerge de la larva del hospedero para empupar en el suelo, o en la vegetación. Ciertas especies empupan dentro de la pupa del hospedero emergiendo de ésta en estado adulto.

Los hospederos más comunes son larvas de Lepidóptera (especialmente taladradores) y Coleóptera (23). El comportamiento de búsqueda es variable para las diferentes especies, se distinguen los siguientes tipos:

1. El adulto busca al hospedero y oviposita el huevo o larvas directamente en el cuerpo de este. El adulto oviposita los huevos o larvas en el follaje o en el suelo, luego las larvas buscan activamente el hospedero.

2. El adulto oviposita los huevos en el follaje y estos eclosionan después de ser ingeridos por el hospedero.

Las moscas taquínidas son los dípteros entomófagos más importantes que parasitan larvas de los barrenadores en América, comprende varias especies catalogadas como parasitoides, las cuales, por sus hábitos naturales de alimentación, se han usado para el control biológico de insectos dañinos, como el barrenador del tallo de la caña de azúcar (*Diatraea* spp.). Los más conocidos en el continente americano son *Lixophaga diatraeae*, *Metagonistylum minense* (*Lydella minense*) y *Paratheresia claripalpis* (14,15):

#### 3.4.1 Mosca cubana: *Lixophaga diatraeae*

Este insecto es nativo de las islas de Cuba, Jamaica, Puerto Rico y República Dominicana y su importancia como enemigo natural para el combate del barrenador *D. saccharalis* fue reconocido desde 1915 cuando Holloway, del departamento de Agricultura de los Estados Unidos, intentó introducirlo en a la región cañera de Louisiana, Estados Unidos, con material importado de Cuba. La diferencia de clima y el desconocimiento de la cría artificial impidieron la colonización del parasitoide (21).

Poco después, en 1926, Zwaluwenburg, importó de Cuba 2,500 parasitoides de *L. diatraeae* que fueron liberados en los campos del Ingenio Los Molchis para el control de *Diatraea grandiosella* y *Chilo loftini*, pero tampoco se tuvieron resultados satisfactorios. En 1930, Zwaluwenburg dilucidó los pormenores sobre el ciclo biológico y la técnica de cría bajo condiciones de laboratorio, misma que sirvió de base para otra familia de Tachinidae vivíparos.

Las primeras pruebas en escala comercial para el control biológico de *D. saccharalis* fueron realizadas en 1932 por Scaramuzza en Camaguey, Cuba; luego en 1939 Box la introdujo a la isla de Antigua, W.I.; pero el éxito más notable tuvo lugar en Central Mercedes, Matanzas, Cuba, donde Scaramuzza logró disminuir una infestación promedio de 15.4% de los canutos que había en 1945 a 1.8% en 1950, equivalente al 83.3% de la infestación original. El hospedero natural de *Lixophaga diatraeae* es la larva de *D. saccharalis*, el cual de acuerdo con los estudios realizados, se afirma que es un parasitoide muy especializado (25).

##### 3.4.1.1 Descripción y biología

La mosca cubana es vivípara, esto significa que sus huevos nacen dentro del útero de la hembra, así que en lugar de depositar huevos, coloca pequeñas larvas llamadas “queresas”. Estas miden 7mm de largo por 15mm de ancho, son muy activas y tan pronto como encuentran al hospedero, por las galerías se meten en el tallo de la caña hasta que localizan la larva y se introducen en ella. Estas larvas entran por los pliegues del abdomen y se fijan a las tráqueas de su víctima para obtener el oxígeno necesario, y después de 40 horas comienzan a alimentarse del cuerpo de la larva.

La duración del estado larvario es de 8 a 13 días, según la temperatura, o sea 7 días bajo una media de 30° C. La pupa es de color caoba oscura hasta llegar al negro con la edad, las moscas nacen de la larva del hospedero y pronto entran en actividad; la copulación tiene lugar de inmediato, las hembras pueden vivir durante un mes, en cambio los machos raras veces soportan 5 días. El ciclo comprende entre 25 y 30 días. La primera fase de huevo a larva se lleva a cabo de 8 a 10 días, la segunda de larva a pupa o crisálida 7 a 8 días, y de esta a adulto de 10 a 12 días, el ciclo comprende de 25 a 30 días. (16).

#### **3.4.2 Mosca amazónica: *Metagonistylum minense* (*Lydella minense*)**

Fue descubierta por Monte en 1931, en Brasil, en larvas de *D. saccharalis* colectadas en caña. Sin embargo, el hecho más notable corresponde a Myers, quien encontró el parasitoide en su medio primitivo en las riberas del río Amazonas en *Paspalum repens* y *Echinochloa polystachya*, su introducción a la región cañera de Guayana Británica constituyó una verdadera epopeya en la historia del control biológico del barrenador (16). En 1933, se colectaron en Santarem, Brasil, 3,000 pupas, las cuales fueron remitidas a Georgetown; con este material se inició la campaña y para 1935 se criaron y liberaron en los campos de caña 375,697 moscas. Los efectos fueron inmediatos y pronto se observaron los beneficios al disminuir los daños del barrenador; desde entonces, se logró la colonización de *M. minense* y la plaga quedó bajo control natural siendo un éxito completo contra *D. saccharalis*.

Durante 1951-53, el IMPA (Instituto Mexicano de Plagas Agrícolas), siguiendo las recomendaciones de Box, introdujo la mosca amazónica de Trinidad, en la zona cañera del Mante, Tamps, donde predominaban *D. saccharalis* y *D. magnifactella* (20% y 80% de población respectiva). En pruebas de inoculación en el laboratorio obtuvieron 37% de parasitismo en larvas de *D. saccharalis* y 0% en *D. magnifactella*. No fue posible criar *M. minense* en larvas de *Considerata grandiosella* y *Eureuma loftini*, y así fue confirmada la especificidad de la mosca amazónica y que con excepción de *D. saccharalis* no parasita a ninguna otra especie de los barrenadores que atacan a la caña en México (18).

##### **3.4.2.1 Descripción y biología**

Es una mosca que no tiene parecido con *L. diatraeae*, es de mayor tamaño y mide 1.25 cm; color negro y de antenas grandes. Es vivíparo, o sea que se reproduce en forma parecida a la mosca cubana, su ciclo biológico en laboratorio y a una temperatura media de 24 a 25 grados centígrados, comprende entre 24 y 32 días. La primera fase de huevo a larva se lleva a cabo de 6 a 8 días, la segunda de larva a pupa o crisálida 8 a 10 días y de esta a adulto de 10 a 14 días en total el ciclo es de 24 a 32 (16).

Existen ciertas diferencias en cuanto al número de días que tarda el ciclo que depende de la temperatura y la humedad del lugar, pero como cifra promedio puede aceptarse 28 días, período mucho menor que el de *Diatraea* spp, que requiere de 35 a 40 días durante la primavera y el verano en México (24).

### 3.4.3 Mosca mexicana: *Paratheresia claripalpis* Wulp.

Este insecto fue clasificado por Van Der Wulp en 1896, con el nombre de *Sarcophaga claripalpis*, a base de varios ejemplares colectados por Smith, en Chilpancingo, durante la expedición de Godman & Salvin en 1879-1888. Luego Townsend, en 1939, describió el género *Paratheresia* de un ejemplar colectado cerca del río Ushpayuco, Perú, y lo designó *P. signifera*. En 1930, Aldrich hizo una revisión en la que incluía individuos de Tucuman, Argentina y finalmente se le nombró *Paratheresia claripalpis* (16, 24).

De acuerdo con la bibliografía existente, su distribución comprende desde Florida, USA, hasta Argentina, incluidos los países del Caribe. Los entomólogos del IMPA la citan de todas las zonas cañeras del país y también de localidades maiceras, ya que parasita a la mayoría de las especies *Diatraea* spp. y raras veces a *Eoreuma liftini* (16, 24, 25).

#### 3.4.3.1 Descripción y biología

Es una mosca tiene un tamaño casi del doble que las anteriores; color negro, de reproducción vivípara, distribuida desde el nivel del mar hasta más de 2000 m de altitud. Es un parasitoide que penetra a la mayoría de las especies de *Diatraea* spp. y se alimentan de gramíneas silvestres y cultivadas; sin embargo, su distribución varía bastante según las localidades, y sus hospederos, según las estaciones del año. El ciclo biológico bajo condiciones de laboratorio y a temperatura media es de 26 a 28 grados centígrados, comprende entre 30 y 42 días. La primera fase de huevo a larva se lleva acabo de 9 a 10 días, la segunda de larva a pupa o crisálida 7 a 10 días y de esta a adulto de 18 a 42 días, el total del ciclo comprende de 30 a 42 días (16).

Comparando la duración del ciclo con el de *L. diatraeae* y *M. minense* se observa una marcada diferencia en el estado de pupa que es de 10 a 12 días, es más largo en *P. claripalpis*, por lo que se deduce que pueden haber ocho generaciones al año y que su ciclo biológico es casi igual al requerido por *Diatraea* spp. en Sinaloa y Tamaulipas, México (16).

### 3.5 Himenóptera

Es el orden más importante de parasitoides. Un fenómeno entre los parasitoides himenópteros es la arrenotoquia una forma de partenogénesis, en la cual los huevos no fecundados producen machos y los fecundados hembras. La hembra que tiene esperma (guardado en una espermateca, después de la copulación) tiene la capacidad de fecundar o no el huevo al momento de la oviposición, según la calidad del hospedero. A menudo la hembra pone huevos no fecundados en hospederos pequeños o ya parasitados, mientras que pone huevos fecundados en hospederos óptimos.

Otros factores que influyen en la proporción de los sexos por el mismo fenómeno de arrenotoquia es la densidad poblacional del hospedero y la cantidad de hembras fecundadas (20, 25). Otra forma de partenogénesis menos común es la telitoquia. Los huevos no fecundados producen hembras. En

poblaciones que se reproducen de esta manera no hay machos o son muy raros. Dentro de una misma especie pueden ocurrir los dos modos de producción.

Los adultos generalmente se alimentan de néctar o polen pero también pueden comportarse como depredadores, que se alimentan de fluidos del cuerpo del huésped. Los parasitoides más importantes del orden se encuentran en las tres superfamilias: Ichneumonidea, Chalcidoidea y Procatotrupeoidea. Los adultos de Ichneumonidea son de aspecto delgado, muchas veces con ovipositor largo, patas relativamente largas y cabeza y abdomen móviles. Son ecto o endoparasitoides, solitarios o gregarios.

Estos insectos se dividen en dos grandes familias: Braconidae, que la mayoría es parasitoides de Homóptera y larvas de Coleóptera, Lepidóptera y Díptera; y Ichneumonidae, que en mayoría son parasitoides de larvas o pupas de Lepidóptera y Díptera e Hymenóptera fitófagos. Unas pocas especies parasitan otros parasitoides, o sea que son hiperparasitoides (16, 24 y 25).

### **3.5.1 *Cotesia flavipes* (Braconidae)**

Este parasitoide fue conocido por mucho tiempo como *Apanteles flavipes*, sin embargo a partir de 1981, fue reclasificado como *C. flavipes* (7). Otros sinónimos han sido *Cryptapanteles rileyanus* (Viereck, 1910), *Apanteles congregatus* (Riley, 1881), *Apanteles sesamiae* (Cameron, 1906). Se cree que es originario de la India en el cual se presenta en forma endémica en el Sur este de Asia y Australia, parasitoide de los barrenadores del tallo de las familias *Pyralidae* y *Noctuidae*.

Los estados inmaduros difieren marcadamente de los adultos, en estructura, comportamiento y necesidades alimenticias (25). Los huevos son puestos por las hembras en la región ventro-lateral del cuerpo de las larvas. El período de incubación es de 3 a 4 días, la larva madura se forma en 8-10 días. Esta emerge haciendo presión en la cutícula de las larvas, después de lo cual tejen un capullo y pasan a pupa. El período de pupa tiene una duración de 2-3 días, las que copulan inmediatamente después del nacimiento.

Las hembras fertilizadas comienzan a colocar los huevos después de 4-6 horas. Estas presentan antenas más cortas que el macho. La sobre vivencia de las hembras puede ser incrementada, cuando son alimentadas con sustancias azucaradas y mantenidos en la oscuridad, con una humedad entre 50-60% y una temperatura de 4° C.

## **3.6 Marco referencial**

### **3.6.1 Descripción del área de estudio**

La región cañera, productora de azúcar en Guatemala, se localiza en el vertiente del océano Pacífico, en los departamentos de Guatemala, Santa Rosa, Escuintla y Suchitepéquez, a lo largo de la planicie costera. De norte a sur, comienza en las estribaciones de la Sierra Madre a unos 334 msnm y se extiende hasta cerca del litoral a unos 42 msnm.



La Sierra Madre marca la división de las aguas territoriales, de manera que las que se desvían hacia el norte constituyen la región hidrográfica del Atlántico, y las que derivan hacia el sur forman la región hidrográfica del Pacífico. Los ríos principales que forman esta última región son: Suchiate, Naranjo, Ocosito o Tilapa, Salamá, Sis, Iacán, Nahualate, Madre Vieja, Coyolate, Guacalate, Milchatoya y sus afluentes que son alrededor de 84. Las aguas de muchos de ellos se usan para generar energía eléctrica, para la irrigación de sus terrenos agrícolas y para el sustento de la población y los animales domésticos (22).

La planicie costera del Pacífico comprende una extensa faja de 300 kilómetros de largo, desde la frontera con la república mexicana al poniente, hasta la del El Salvador al oriente, y los terrenos agrícolas se localizan desde los 500 msnm hasta la costa. Es una de las regiones más ricas del país, donde se encuentran las plantaciones de café, caña de azúcar, banano, arroz, cacao, algodón, maíz y potreros de ganado. Cuenta con tierras fértiles, de topografía plana a ondulada (22). El cultivo de la caña para fines de producción de azúcar se realiza desde las partes altas del Ingenio Santa Teresa, en el municipio de Villa Canales, hasta las fincas que abastecen al ingenio Tzululá, cerca de Retalhuleu.

### **3.6.1.1 Localización**

La presente evaluación se realizó en el Departamento de Control de Plagas y Enfermedades, Laboratorio de Control Biológico, del Ingenio La Unión S. A., ubicado en la Finca Belén, con un área de 478.23 ha (22), a 12 kilómetros de la cabecera municipal de Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla, Guatemala, en la longitud 91°05'54.03" y latitud 14°16'13.00" a una altura de 146 msnm, precipitación media anual de 2469 mm al año, temperatura mínima de 22.2 °C y máxima de 35.7 °C.

De acuerdo con estas características, está situada en la zona de vida denominada Bosque Húmedo Subtropical (cálido) bhst (c) (22); los suelos son profundos sobre materiales volcánicos mezclados, específicamente en la finca se encuentran la serie de suelos Torolita. Agrupados en el orden de los Andisoles, que ocupan el 26 % del área cultivada con caña y se encuentran en el cuerpo y ápice de los abanicos de la cadena montañosa, su origen es de cenizas volcánicas.

El relieve es ligero a fuertemente ondulado en las partes altas y ligeramente inclinado en el cuerpo de los abanicos. Son suelos poco evolucionados de color oscuro, con altos contenidos de materia orgánica, de baja densidad aparente, consistencia friable a suelta, desarrollados principalmente sobre suelos amorfos. La finca se encuentra en la especie de Typic hapludans (21).

### **3.6.1.2 Ubicación área de estudio**

La investigación se realizó en el Laboratorio de Control Biológico en el área de cuarentena producción de parasitoides. El área utilizada para llevar a cabo el experimento con *Diatraea* spp. es de 3.83 m X 2.80 m, y la temperatura oscila entre los 26 y 28 grados centígrados.

## 4. OBJETIVO

### 4.1 Objetivo general

Controlar la plaga del barrenador de la caña de azúcar del género *Diatraea*, especies *saccharalis* y *crambidoides*, con cuatro parasitoides *Lixophaga diatraeae*, *Metagonistylum minense* (*Lydella minense*), *Paratheresia claripalpis* y *Cotesia flavipes* para su control, bajo condiciones de laboratorio.

### 4.2 Objetivos específicos

- 4.2.1 Evaluar el porcentaje de parasitismo de los parasitoides *Paratheresia claripalpis*, *Metagonistylum mínense*, *Lixophaga diatraeae* y *Cotesia flavipes*, sobre las especies *Diatraea saccharalis* y *Diatraea crambidoides* en laboratorio.
- 4.2.2 Determinar la preferencia del parasitoide en los hospederos *Diatraea saccharalis* y *Diatraea crambidoides*.

## 5. HIPÓTESIS

Los parasitoides objeto de este estudio no presentan diferencias en el porcentaje de parasitismo para el control de larvas del barrenador de caña de azúcar, en las especies de *Diatraea saccharalis* y *Diatraea crambidoides*.

## 6. METODOLOGÍA

### 6.1 Diseño experimental

La evaluación se realizó con la parasitación de dos especies de barrenadores de la caña (*Diatraea saccharalis* y *Diatraea crambidoides*), con cuatro parasitoides (*Paratheresia claripalpis*, *Metagonistylum minense*, *Lixophaga diatraeae* y *Cotesia flavipes*).

Se efectuó un experimento bifactorial (2 x 4) con diseño completamente al azar y arreglo combinatorio.

Los factores evaluados fueron:

A = porcentaje de parasitación

B = preferencia del parasitoide hacia el hospedero

Modelo estadístico:

El modelo estadístico empleado para el análisis de las variables fue:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon_{ijk}.$$

**Donde:**

$Y_{ijk}$  = Variable respuesta en porcentaje del parasitismo medio observado en la  $ijk$ -ésima unidad experimental.

$\mu$  = Media general del porcentaje de parasitación.

$\alpha_i$  = Efecto del  $i$ -ésimo parasitoide.

$\beta_j$  = Efecto de la  $j$ -ésima especie de barrenador.

$\alpha\beta_{ij}$  = Efecto de la interacción entre el  $ij$ -ésima unidad experimental del parasitoide y la  $j$ -ésima especie de barrenador.

$\epsilon_{ijk}$  = Error experimental asociado a la  $ijk$ -ésima unidad experimental.

#### 6.1.1 Unidad experimental

La unidad experimental estuvo constituida por 50 larvas, las cuales fueron parasitadas con un parasitoide, estas se mantuvieron en cajas de polipropileno de color rojo, de 6 cm de diámetro y 2 cm de alto. Dentro de ésta se colocó de forma individual una larva con el alimento, las cajas fueron desinfectadas con alcohol al 95% y algodón esterilizado con el autoclave a 121 ° C, durante 30 minutos.



### 6.1.3 Manejo del experimento

El procedimiento para implementar este experimento, fue el siguiente:

1. Se seleccionó el hospedero
2. Se seleccionaron los parasitoides
3. Se procedió a la parasitación de los hospederos
4. Se evaluó la parasitación

### 6.1.4 Selección de larvas del hospedero *Diatraea* spp.

Con base en la cría del laboratorio de producción de parasitoides, del laboratorio del control biológico del Ingenio La Unión S.A., se seleccionaron 830 larvas de *Diatraea saccharalis* y 830 larvas de *Diatraea crambidoides* del tercer instar. Esta clasificación se realizó en función de estudios previos realizados, los cuales determinaron que esta fase se encuentra alrededor de los 12-14 días a partir de cuando emergieron de la fase de huevo y hace referencia de la cápsula cefálica. Asimismo, se seleccionaron larvas de similar tamaño, esto con el objeto de que fuesen de un tamaño uniforme.

### 6.1.5 Selección de los parasitoides

Se seleccionaron los parasitoides a través de un estereoscopio para mantener la uniformidad de los mismos entre cada especie. Todo el material utilizado se esterilizó por medio de un autoclave por 30 minutos a 121 ° C. Las larvas de las moscas fueron extraídas del abdomen, por medio de una pinza fina y aguja de disección; luego, se colocaron en un vidrio de reloj con una gota de solución salina para evitar deshidratación.

Se distribuyó en una proporción de 2:1 (larva de díptero por larva de barrenador). El parásito se colocó en la parte dorsal de la larva del barrenador. Después, se realizó una pequeña perforación con *Cotesia flavipes* a la cámara de eclosión de las avispas, con una pinza se colocó la larva del barrenador en el borde de la cámara de eclosión, y se dejó que la larva del barrenador fuera pinchada en una proporción de 2:1 (dos avispas por una larva de *Diatraea* spp.)

## 6.2 Evaluación

Las cajas de petri donde estaban el hospedero y su alimento se distribuyó al azar en el área designada; después de la parasitación, se realizó una revisión constante durante 30 días, y se procedió a tomar datos para llenar la boleta respectiva.

### 6.2.1 Asignación de tratamientos a unidades

Cada uno de los hospederos fue identificado con una etiqueta para evitar confusión entre tratamiento y repeticiones.

$T_1R_1 (1..50)....T_1R_4$			
$T_1$	=	Tratamiento 1	<b><math>T_1 R_1 (1)</math></b>
$R_1$	=	Repetición 1	<b><math>T_3 R_1 (2)</math></b>
$(1..50).$	=	Unidad experimental	<b><math>T_1 R_4 (50)</math></b>

Esto permitió establecer un orden en cuanto a la toma de datos de cada uno de los tratamientos.

### 6.2.2 Parasitación con los parasitoides

Para cada uno de los tratamientos establecidos se utilizó un vidrio de reloj, pinzas, pincel y solución salina, debidamente esterilizado.

### 6.2.3 Colocación de dietas y larvas en unidades experimentales

En cada una de las unidades experimentales se colocó un trozo de dieta, a base de maíz, que se utiliza para crecimiento de las larvas en la producción de parasitoides de forma individual. Luego de ser parasitada la larva, esta se introdujo en la caja con la dieta, de acuerdo con el diseño estadístico antes descrito.

### 6.2.4 Parasitación de los hospederos

Por cada larva de hospedero se utilizaron dos larvas del parasitoide tanto de dípteros como de himenóptero. Cada larva se introdujo en una caja petri, inmediatamente después de ser parasitada con su dieta, se colocaron en un estante para su manejo.

### 6.2.5 Variables evaluadas

Estas variables se cuantificaron para determinar el parasitismo a nivel de laboratorio de los cuatro parasitoides, sobre cada una de las especies de *Diatraea* spp. y su respuesta a la preferencia de hospedero.

### 6.2.6 Parasitación

Esta se determinó a través de la revisión diaria de cada una de las unidades experimentales. Al determinar una larva parasitada, se colocó más alimento si fuese necesario o cambiar de caja si estuviese muy sucia, luego se separó en otra área para que terminara su desarrollo, donde se anotó la fecha de la parasitación. Posteriormente, se volvió a revisar el material para confirmar la parasitación y el parásito establecido.

### 6.2.7 Análisis de la información

Para el porcentaje de parasitación se realizó un análisis de varianza (ANDEVA), y la comparación de medias de Bartlett al 0.05%.

## 7. Resultados y discusión

### 7.1 Resultados

En este estudio, se obtuvo la confirmación de parasitismo por moscas taquínidas en ambas especies de barrenadores de *Diatraea*, a partir de los seis días, mientras que en el caso de *C. flavipes* fue hasta el décimo día.

Al evaluar el porcentaje de parasitismo de los parasitoides, se confirmó al comprobar que el insecto hospedero murió al ser consumido por las larvas del insecto parasitoide, luego, emergieron dichos parasitoides en estado larval para formar pupas y cocones.

**Cuadro 7.** Promedio del parasitismo de larvas de barrenadores de la caña de azúcar y sus parasitoides

T r a t a m i e n t o	P a r a s i t i s m o P r o m e d i o ( % )
<i>D s a c c h a r a l i s</i> / <i>C o t e s i a F l a v i p e s</i>	7 4 . 0 0
<i>D s a c c h a r a l i s</i> / <i>P a r a t h e r e s i a c l a r i p a l p i s</i>	7 6 . 5 0
<i>D s a c c h a r a l i s</i> / <i>L i x o p h a g a d i a t r a e a e</i>	9 0 . 5 0
<i>D s a c c h a r a l i s</i> / <i>M e t a g o n i s t y l u m m i n e n s e</i>	8 2 . 5 0
<i>D c r a m b i d o i d e s</i> / <i>C o t e s i a f l a v i p e s</i>	3 4 . 0 0
<i>D c r a m b i d o i d e s</i> / <i>P a r a t h e r e s i a c l a r i p a l p i s</i>	4 5 . 0 0
<i>D c r a m b i d o i d e s</i> / <i>L i x o p h a g a d i a t r a e a e</i>	3 0 . 5 0
<i>D c r a m b i d o i d e s</i> / <i>M e t a g o n i s t y l u m m i n e n s e</i>	5 . 0 0

Los datos no se transformaron, debido a que tuvieron una tendencia normal, el coeficiente de variación fue de 8.49.



En las figuras 4 y 5, se observa la relación entre hospederos y parasitoides, su preferencia por el hospedero *D. saccharalis*, debido que se obtuvieron los mejores porcentajes de parasitación confirmada; se observa que en el hospedero *D. crambidoides* los parasitoides parasitaron en menor porcentaje. Por lo que se demuestra que hay menor preferencia por este hospedero.

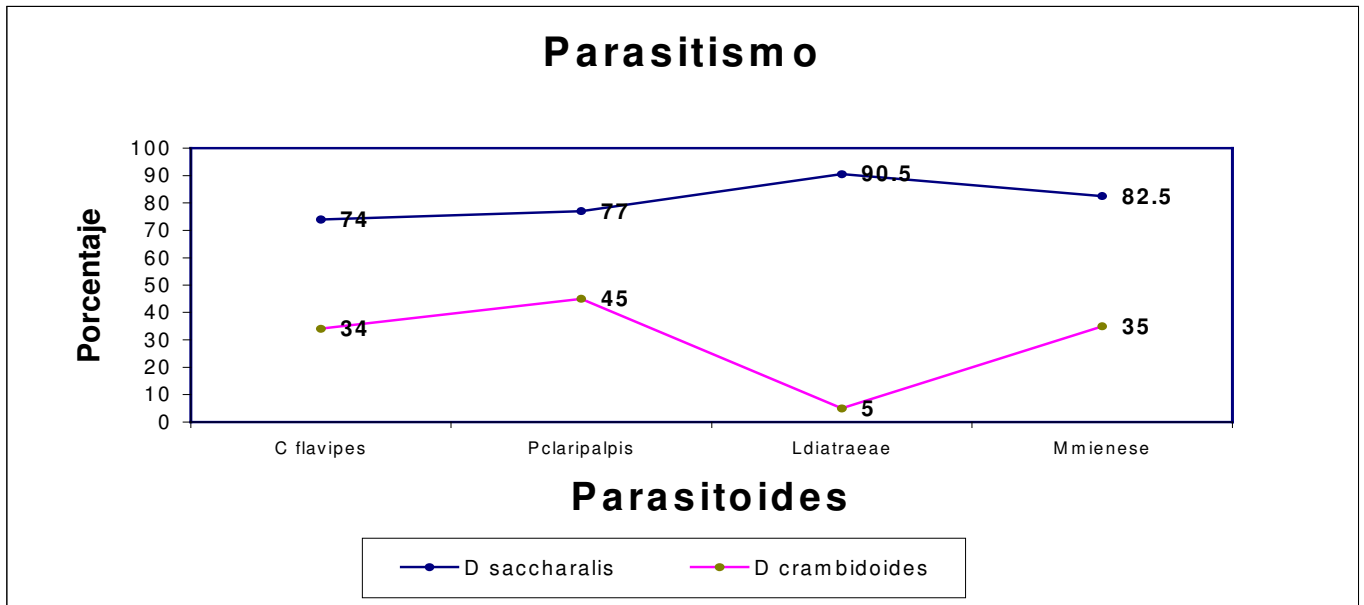


Figura 4. Porcentaje de parasitismo en larvas del barrenador de la caña de azúcar *Diatraea* spp. con sus respectivos parasitoides

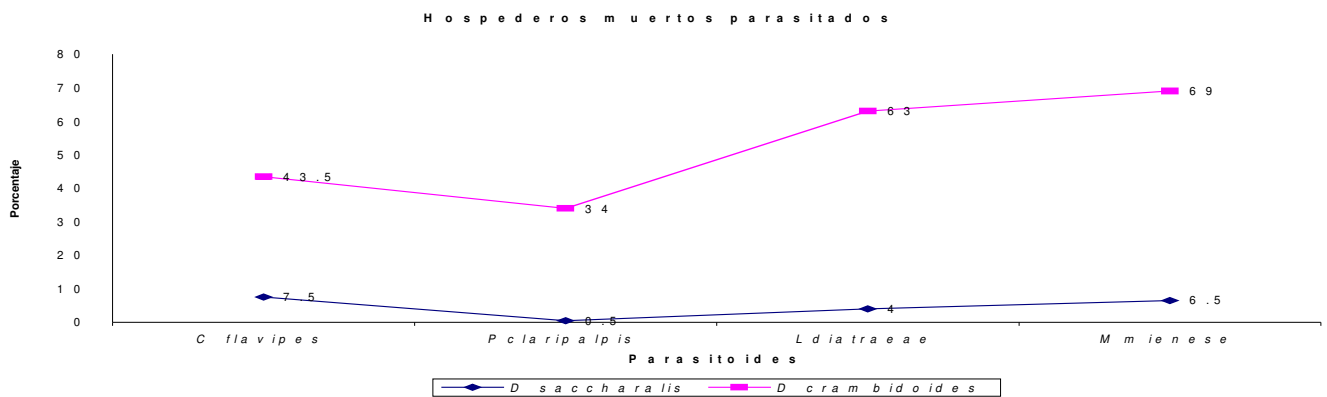


Figura 5. Porcentaje de mortalidad de larvas del barrenador de caña de azúcar *Diatraea* spp y sus parasitoides a nivel de laboratorio

Para una mejor interpretación, se realizó el respectivo análisis de varianza para la variable respuesta porcentaje de parasitación de los parasitoides para ambas especies de larvas de barrenador, el cual se presenta identificado a continuación:

- Barrenador: *D. saccharalis* (A<sub>1</sub>); *D. crambidoides* (A<sub>2</sub>)
- Parasitoide: *Cotesia flavipes* (B<sub>1</sub>); *Paratheresia claripalpis* (B<sub>2</sub>); *Lixophaga diatraeae* (B<sub>3</sub>); *Metagonistylum minense* (B<sub>4</sub>).

**Cuadro 6.** Análisis de varianza para la parasitación de larvas de los barrenadores del género *Diatraea* y su parasitismo, bajo condiciones de laboratorio en el Ingenio La unión, Laboratorio de Control Biológico

F V	g l	S . C .	C . M .	F c	P r > F
Barrenador	1	2 1 8 4 0	2 1 8 4 0 . 5	9 4 2 . 7 6	0 . 0 0 0 1
Parasitoide	3	1 5 2 5	5 0 8 . 3 3	2 1 . 9 4	0 . 0 0 0 1
Barrenador / Parásito	3	2 5 5 6	8 5 2 . 1 6	3 6 . 7 8	0 . 0 0 0 1
Error	24				
T O T A L	31	2 5 9 2 1	2 3 2 0 0 . 9 9		

\*\*Hay diferencia significativa

C. V.: Coeficiente de variación = 8.79%

**Cuadro 8.** Resumen de la prueba de comparación de medias (Bartlett), para porcentaje de parasitación de larvas de *Diatraea* spp. a nivel de laboratorio.

Parasitación barrenador Vrs. parasitoide	GRUPO					
A 1 B 3 **	a					
A 1 B 4 **		b				
A 1 B 2 ns		b	c			
A 1 B 1 **			c			
A 2 B 2 **				d		
A 2 B 1 **					e	
A 2 B 3 ns					e	
A 2 B 4 **						f

El factor A1B3 (*D. saccharalis* Vrs. *Lixophaga diatraeae*), es significativo con respecto a todos los parasitoides; y le sigue A1B4 para su control en relación con el Factor A2B2, que es el que mejor controla; y después están los parasitoides de A2B1 – A2B3.

El análisis de varianza de parasitación mostró diferencia significativa entre las especies evaluadas, por lo que en esta evaluación los parasitoides actuaron de forma diferente sobre las dos especies de *Diatraea spp.*

Los valores de parasitación para cada tratamiento se muestran en el apéndice del cuadro 9, en los cuales la tendencia creciente de parasitación en ambas especies de barrenadores con los mismos parasitoides.

**7.2 Conclusiones** Se debe tomar en cuenta que hay enemigos naturales de los parasitoides, por lo que estos deben poseer otras características, como la habilidad para encontrar hospedero, sobrevivencia, agresividad, persistencia (5) y de preferencia tener pocos o ningún enemigo natural (hiperparasitoides).

7.2.1 Los resultados obtenidos mostraron que el mejor parasitoide para el control de larvas de *Diatraea saccharalis* es *Lixophaga diatraeae*, el cual presentó un parasitismo confirmado en un 90,50%. Mientras que *M. minense* presentó un 82.5%, por lo que es otra opción de control biológico.

7.2.2 Las dos especies de barrenador pertenecientes a *Diatraea spp.* revelaron ser susceptibles por las diferentes especies de parasitoides utilizados en el ámbito de laboratorio. *C. flavipes* parasitó el 74% de *D. saccharalis* mientras que el 34% de *D. crambidoides*; *P. claripalpis* parasitó en 71% a *D. saccharalis* y en 45% a *D. crambidoides*; *L. diatraeae* parasitó en 90.5% a *D. saccharalis* y en 5% a *D. crambidoides*; por último, *M. minense*, en 82.5% a *D. saccharalis* y en 35% a *D. crambidoides*.

7.2.3 La especie de *D. crambidoides* fue parasitada por los diferentes parasitoides, pero en un porcentaje menor o igual al 45% del parasitismo obtenido con las otras especies, lo cual es indicador de una baja respuesta de sobrevivencia de estos parasitoides.

7.2.4 Se observó una alta mortalidad (45%) conjunta del hospedero *D. crambidoides* y de los parasitoides.

7.2.5 La baja mortalidad (26%) fue comprobada en el hospedero *D. saccharalis* y otros parasitoides.

7.2.6 Una baja mortalidad ( 5%) también fue presentada por el hospedero *D. saccharalis* y el parasitoide *L. diatraeae*.

7.2.7 La parasitación más alta se observó entre los parasitoides *D. saccharalis* con en la figura 4.

## **8. Recomendaciones**

- 8.1 Debido a la importancia de la presente investigación y que los resultados corresponden a una evaluación de laboratorio, se recomienda hacer una evaluación en campo.
- 8.1.2 Utilizar otros parasitoides que afecten la plaga por medio de colectas en el campo, en el ámbito de laboratorio.
  
- 8.2 Evaluar parasitoides de otros países y su adaptación en nuestro medio.
- 8.2.1 Buscar otras alternativas para *D. crambidoides*; debido a que este fue parasitado en menor proporción.

## 9. Bibliografía

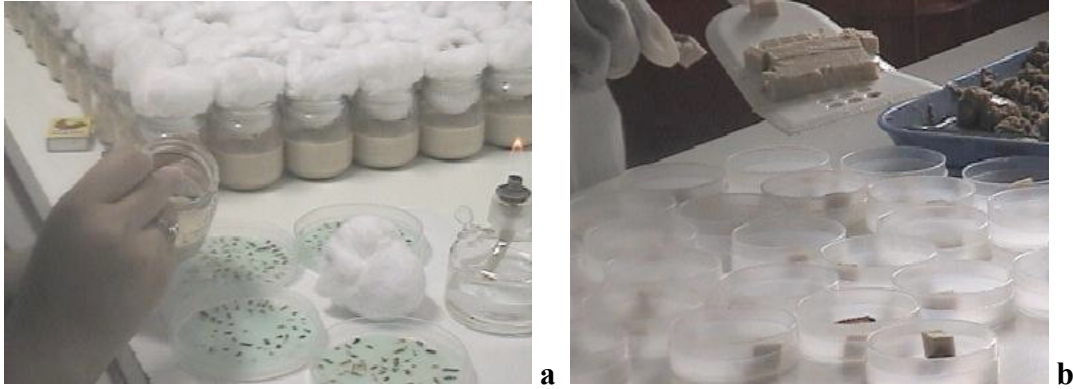
1. Arrivillaga, J; Reyes, I. /1989./ Los principales problemas entomológicos de la caña de azúcar en el Brasil y las técnicas usadas para su control. ATAGUA (GUA) 3(6): 34.
2. ASAZGUA. (Asociación de Azucareros de Guatemala. G)1996/1997. Informe anual. P. 36.
3. \_\_\_\_\_. 2001. Boletín Estadístico de Producción 1996-2003. Series Históricas de Producción, Exportación y consumo de azúcar en Guatemala. No. 2: 2-7..
4. Asqueen, RR. 1971. Parasítica insecto. NE Cork, US, American Levier. 316 p.
5. Badilla, F. 1991. Control biológico del taladrador de la caña de azúcar *Diatraea spp.* In Congreso de Tecnología Azucarera de Centro América y Panamá (9, 1991, Costa Rica). Memorias. Costa Rica, Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica. p. 52.
6. \_\_\_\_\_. F. 1994. Manual de producción de parasitoide de *Cotesia flavipes* para el control biológico de los taladradores de la caña de azúcar *Diatraea spp.* en Costa Rica. Costa Rica, s.e. 17 p
7. \_\_\_\_\_. F; Solis, An I; Afar, D. 1991. Control biológico del taladrador de la caña de azúcar *Diatraea spp.* (Lepidoptera: Pyralidae) en Costa-Rica. Manejo Integrado de Plagas no./20-21: 34-44.
8. Bleszynsky, S. 1969. The taxonomy of the crambinae moth borres of sugar cane. In Pest of sugar cane. Ed. por Williams, KR; Metcalfe, JR; Montgomery, RW. y Mathes R. Ámsterdam, HO, Elsevier. p 11-59.
9. Buenaventura, O. 1991. Diagnóstico tecnológico del cultivo de la caña de azúcar en Guatemala. Guatemala. CENGICAÑA. p 10.
10. CABI (Common Agricultural Burreau International, UK);IIEISR (International Institute of Entomological identification services Report, UK). 1998. Informe de identificación solicitada por CENGICAÑA. UK. 2 p.
11. CENGICAÑA (Centro Guatemalteco de la investigación y capacitación de la caña de azúcar) 2000. Manejo integrado de barrenadores en caña de azúcar. p 26.
12. Collazo, D. 1984. Revisión de la literatura mundial sobre el borrar de la caña de azúcar *D saccharalis*. CIDA (Cub.)parte I: 7-37.
13. Corona, PR. 1980. Introducción a la entomología y taxonomía de los insectos. México, Limusa. 282 p.

14. DIECA (Dirección de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar, CR). 1991. Producción de parasitoides y entomopatógenos; control biológico de *Diatraea spp*: informe de labores 1990. San José, Costa Rica. p. 48-49.
15. Ferrer, F; Salazar, J. 1977. Avances sobre la producción de parásitos a partir de huéspedes criados con dietas artificiales. In Seminario Nacional sobre el problema de los Taladradores de la Caña de Azúcar (*Diatraea spp*) (1.,1997 VE). Memorias Barquisimeto, VE, editorial. p. 123-132.
16. Flores, S. 1976. Manual de caña de azúcar. Guatemala, INTECAP. 172 p.
17. FONAIAP (Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias del Estado de Yaracuy, VE). 1996. Descripción comparativa de las especies del género *Diatraea* que atacan caña de azúcar en Venezuela. Venezuela. 92 p.
18. Gaviria, J. 1999-2000. Informes técnicos de asesoría en el manejo integrado de plagas. 1994-2000 Guatemala, Ingenio Pantaleón. 15 p. (Informes escritos).
19. GEPLACEA. Importaciones y exportaciones de azúcar. 1990-1996. US, Organización Internacional del Azúcar. 21 p.
20. Hernández, O. 1994. Evaluación de dos ingredientes de la dieta para reproducción artificial del gusano barrenador de la caña de azúcar / *Diatraea saccharalis* (F) y el parasitoide *Cotesia flavipes* (Cam) en Escuintla. Tesis Ing. Agro. Guatemala, 67 p.
21. Holloway, TE. 1928. The sugar cane moth borer in the United States. Tech. Bull. US. Dept. Agriculture. no.41:77.
22. IGN (Instituto Geográfico Nacional, GT). 1980. Diccionario geográfico de Guatemala. Guatemala. tomo 2, 667 p.
23. Mendoca, AF; 1996. Distribución de *Diatraea* (Lep.: Pyralidae) e de seus principias parasitoides larvais no continente Americano. In Pragas de cana-de-açucar. Ed. por AF Mendoca. Brasil, p 51-82
24. Metcalf, CL; Flint, Went P. 1985. Insectos destructivos e insectos útiles; sus costumbres y su control. México, Continental. 1206 p.
25. Metcalf, J; Montgomery, R; Mahtes, R. / 1969. / Pest of sugar cane. New York, US, Elsevier p 11- 12 .
26. Metcalf, RL; Luckmann, WH. 1990. Introducción al manejo de plagas de los Insectos. Trad. por Antonio García Trejo. México, Limusa. 710 p.
27. Overhilt, WA; Ngi-Song, AJ; Kiman, SK; Mbapila, J; Lammers, P; Kioko E; 1994. Ecological considerations of the introduction of *Cotesia flavipes* Cameron (Hymenoptera: Braconidae) for biological control of *Chilo partellus*

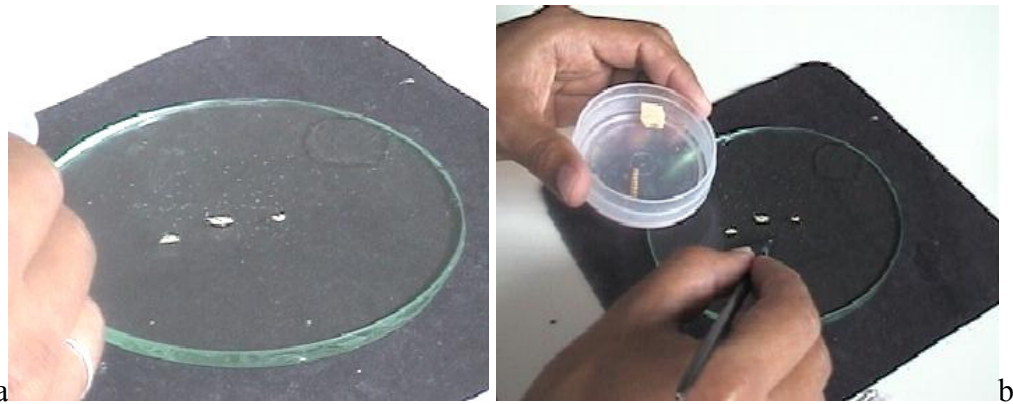
- (Swinhoe) (Lepidóptera: Pyralidae), in Africa. *Biocontrol New and Information*. 15(2): 19 -24.
28. Reyes, PC. 1981. *Diseño de experimentos aplicados*. México, Trillas. 344 p.
  29. Sing, P. 1974. Artificial diets for insects: a compilation of references with abstracts (1970-72). *Bull. New Zealand Depart. Scientific. Indust. Res.* 214: 96.
  30. Walker, D W; Alemany, A; Quintana, V; Padovan, F; Hagen, KS. 1966. Improved xenic diets for rearing the sugarcane borer in Puerto Rico. *J. Econ. Entomol.* 59 (1): 1-4.

## Apéndice





**Figura 6. A.** Desarrollo del barrenador. a) Larvas emergiendo de la postura. b) Larvas después de los 14 días

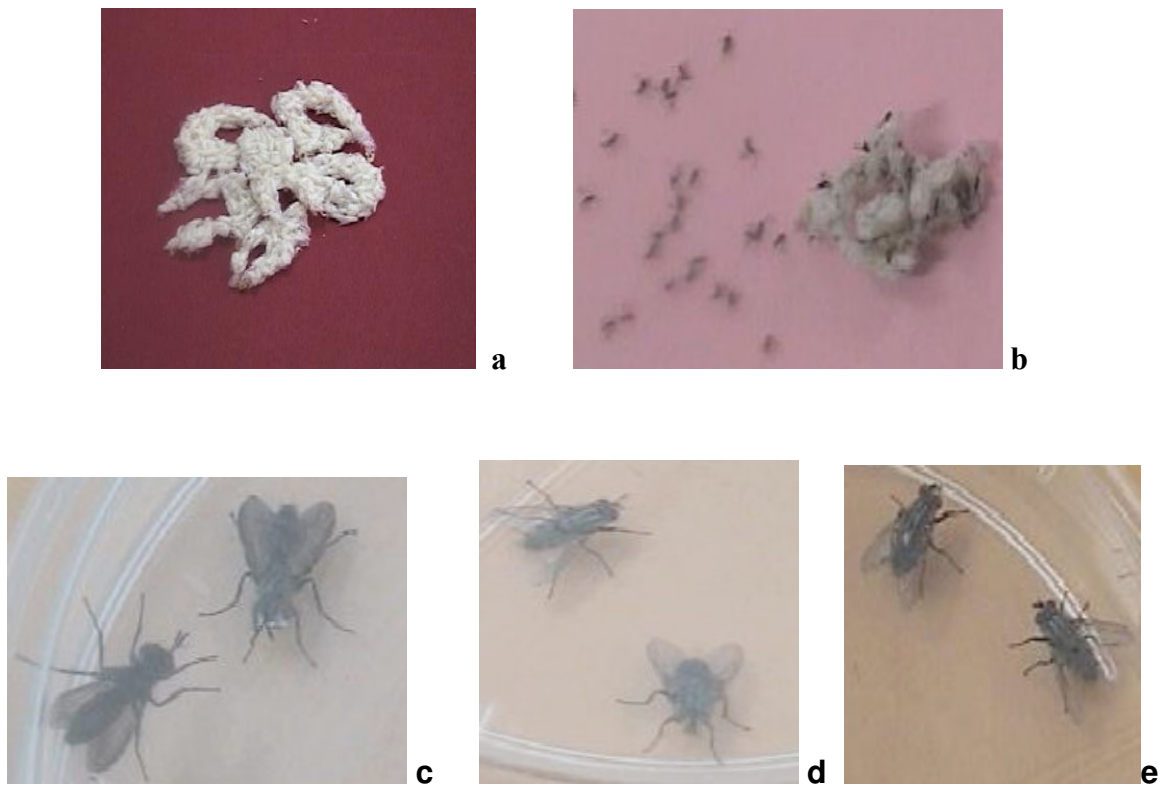


**Figura7. A** a)Selección de Dípteros  
dipteros

b) Parasitación del hospedero con



**Figura 8.A** Unidades experimentales rotuladas por tratamiento.



**Figura 9.A.** Parasitoides obtenidos a nivel de laboratorio en ambas especies de *Diatraea* spp.: a) *Cotesia flavipes* en cocón, b) *C flavipes* emergencia de adultos. c) Adultos *Metagonistylum minense*, d) Adultos *Paratheresia claripalpis* y e) Adultos *Lixophaga diatraeae*.