

## 1. INTRODUCCIÓN

La producción de azúcar es una actividad de impacto social, económico y ecológico en Guatemala. En todo el proceso de producción y fábrica se genera empleo para 50,000 personas, beneficiando directamente a 250,000 personas. Las exportaciones de azúcar permiten el ingreso de divisas al país. En el año 2,001 ingresaron US\$ 210.4 millones por exportaciones de azúcar y melaza. El azúcar forma parte de la canasta básica de los guatemaltecos y la caña provee además otros productos como energía eléctrica, papel, abono, alcohol, levadura y otros. Su importancia ambiental radica en que es un cultivo extensivo e intensivo, ocupando un área de 180,000 hectáreas y permaneciendo en el campo todo el año. Los beneficios sociales y económicos que la producción de azúcar brinda al país, y la necesidad de proteger el ambiente, son razones evidentes que justifican velar por su sostenibilidad ( 29 ).

El cultivo de la caña de azúcar es atacado por diversas especies plaga desde la siembra o rebrote hasta el momento de la cosecha. Estas plagas reducen el rendimiento e incrementan los costos de producción. Adicionalmente, si la estrategia de manejo de plagas no es la adecuada, se causan trastornos ecológicos que ponen en peligro la sostenibilidad de esta actividad. Por estas razones, las plagas constituyen uno de los factores limitantes más importantes en la producción cañera. Las especies o complejo de especies plaga más importantes en caña de azúcar son: chinche salivosa (*Aeneolamia* sp.), ratas (*Sigmodon hispidus*), plagas de la raíz (*Scaptocoris talpa*, *Agriotes* sp., *Conoderus* sp., *Phyllophaga* sp.), y barrenadores del tallo, principalmente del género *Diatraea*. Otras especies pueden ser importantes ocasionalmente o en áreas específicas. Entre estas últimas se tienen las taltuzas (*Orthogeomys grandis*), pulgones (*Sipha flava*), coludo (*Saccharosydne saccharivora*), rorón (*Podischnus agenor*), chiche de encaje (*Leptodictya tabida*), gusano cogollero (*Spodoptera* sp.), saltahojas hawaiano (*Perkinsiella saccharivora*) y otros ( 29 ).

El complejo de especies de barrenadores del tallo de la caña de azúcar incluye barrenadores mayores y menores. Los barrenadores mayores de importancia en Guatemala son: *Diatraea* nr. *crambidoides* Grote (9), *D. saccharalis* Fabricius, *Xubida dentilineatella* y *Phasus phalerus* Druce (8). Además existen otros barrenadores como *Elasmopalpus lignosellus*, conocidos como menores, en este documento se indicará únicamente lo referente a los barrenadores mayores del género *Diatraea*.

D. crambidoides está distribuida en el este de los Estados Unidos. Especímenes enviados de Guatemala fueron clasificados como D. nr. crambidoides (9), esto indica que la especie encontrada en Guatemala es bastante similar a D. crambidoides y que las diferencias podrían ser debidas a factores ambientales.

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. Sin embargo, las larvas pueden atacar el cultivo desde la siembra hasta la cosecha. Los barrenadores penetran en el tallo y pasan allí la mayor parte de su ciclo de vida protegidos de efectos externos adversos. 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. Otros métodos que no deben descartarse son: el desarrollo de variedades resistentes, la incorporación de plantas con genes como el de Bacillus thuringiensis (plantas transgénicas), y el uso de virus de la poliedrosis nuclear (VPN) para el control de generaciones iniciales.

## 2. JUSTIFICACION

La dinámica del complejo de plagas de la caña de azúcar en Guatemala, ha mostrado que a partir de 1,998 la plaga de mayor importancia la constituyen los barrenadores, principalmente del genero *Diatraea*. El uso de insecticidas químicos convencionales, no representa una alternativa adecuada contra esta plaga, debido a que las larvas están protegidas dentro del tallo. Además, los insecticidas eliminan múltiples parasitoides y depredadores que en forma natural reducen las poblaciones de la plaga. Este método tiene un costo elevado, debido al número de generaciones del barrenador que se presentan en el año bajo condiciones del trópico como las de Guatemala. El daño a la calidad del jugo, su amplia dispersión y presencia durante el ciclo de desarrollo del cultivo, ha motivado el interés en la investigación e integración de métodos de control en la industria azucarera (29). Debido al hábito de permanecer protegidos dentro del tallo, el enfoque actual del manejo integrado para su control está asociado a la eficiencia en el uso de enemigos naturales y en especial de parasitoides. Sin embargo, un programa de control biológico requiere inicialmente del conocimiento relacionado a la identificación de la plaga, su dinámica poblacional y los enemigos naturales asociados. Por ello, el presente trabajo de investigación pretende estructurar un documento sobre “Experiencias en el control de Barrenadores de Caña de Azúcar en Guatemala”, que resuma una valiosa información sobre distribución geográfica, ciclo biológico del barrenador, daño e importancia económica y los elementos a considerar en la estrategia del manejo con énfasis en la liberación de himenópteros y taquínidos que se producen en los ingenios La Unión, Santa Ana y Pantaleón todos ubicados en el departamento de Escuintla.

### 3. MARCO TEORICO

#### 3.1 MARCO CONCEPTUAL

##### 3.1.1 DISTRIBUCIÓN GEOGRAFICA

Los barrenadores del tallo pertenecen al orden Lepidóptera, familia *Pyralidae*, sub familia *Crambinae*. Según Bleszynski 1969 (6), existen cerca de 21 especies de *Diatraea* que se presentan en el cultivo de la caña de azúcar en el Continente Americano, sin embargo, no todas ellas presentan daños de importancia económica. *Diatraea saccharalis* es la especie más ampliamente distribuida en América, desde el Sureste de los Estados Unidos hasta Argentina ( 12 ).

La adaptación al ambiente de cada país o región productora de caña de azúcar ha dado origen a especies de importancia local (Cuadro 1). en Guatemala se han identificado dos especies de importancia económica: *Diatraea saccharalis* y *D. nr crambidoides*, con distribución generalizada entre los 0 a 300 msnm (26).

**Cuadro 1. Distribución de *Diatraea* spp. En caña de azúcar en América Latina y El Caribe.**

País	Especies	Referencia
Argentina	<i>D. saccharalis</i> (Fabricius), <i>D.dyari</i> Box	Zamora (1,985)
Bolivia	<i>D. rufescens</i> Box, <i>D.saccharalis</i> , <i>Acigona</i> ( <i>Eoreuma</i> ) sp. <i>D.albicrinella</i> Box, <i>D. impersonatella</i> (Walker)	Colque y Pruett (1,985)
Brasil	<i>D. saccharalis</i> , <i>D. flavipenella</i> Box	Mendonca (1,985)
Colombia	<i>D. saccharalis</i> , <i>D.indigenella</i> Dyar and Heinrich, <i>D.rosa</i> Heinrich, <i>D. busckella</i> Dyar and Heinrich,	Raigosa (1,985)
Costa Rica	<i>D.guatemallella</i> Schaus, <i>D. tabernella</i> Dyar, <i>D. saccharalis</i> , <i>D. Albicrinella</i>	Morera et al., (1,985) Blezynski (1,969)
Cuba	<i>D. saccharalis</i>	MINAZ (1,985)
Ecuador	<i>D. saccharalis</i>	Fajardo (1,985)
México	<i>D. considerata</i> Heinrich, <i>Acigona</i> (Chilo) <i>Loftini</i> (Dyar) <i>D. magnifactella</i> Dyar, <i>D. grandiosella</i> Dyar, <i>D. saccharalis</i> , <i>D. veracruzana</i> Box.	Flores (1,985) Blezynski (1,969)
Panamá	<i>D. tabernella</i> , <i>D. Saccharalis</i>	Gordón (1,985)
Perú	<i>D. saccharalis</i>	Pollak (1,985)
Rep. Dominicana	<i>D. saccharalis</i>	Burgus (1,985)
Venezuela	<i>D. busckella</i> , <i>D. centrella</i> , <i>D. saccharalis</i> , <i>D. rosa</i> , <i>D. Impersonatella</i>	Ferrer (1,985)
Guatemala	<i>D. saccharalis</i> , <i>D. nr crambidoides</i>	CENGICAÑA, 1,998

Fuente: Adaptado de Mendonca 1996 (23).

### 3.1.2 CICLO BIOLÓGICO DE *Diatraea* spp.

El ciclo de vida de los barrenadores consta de 4 estados de desarrollo: huevo, larva, pupa y adulto (Figura 1). La duración de cada uno, difiere según la especie, el hospedero y las condiciones climáticas del estudio, sin embargo, la literatura en América Latina muestra rangos para huevos de 4 a 15 días; larva de 20 a 84 días; pupa de 6 a 14 días y adulto de 3 a 8 días (1, 14, 23, 30).

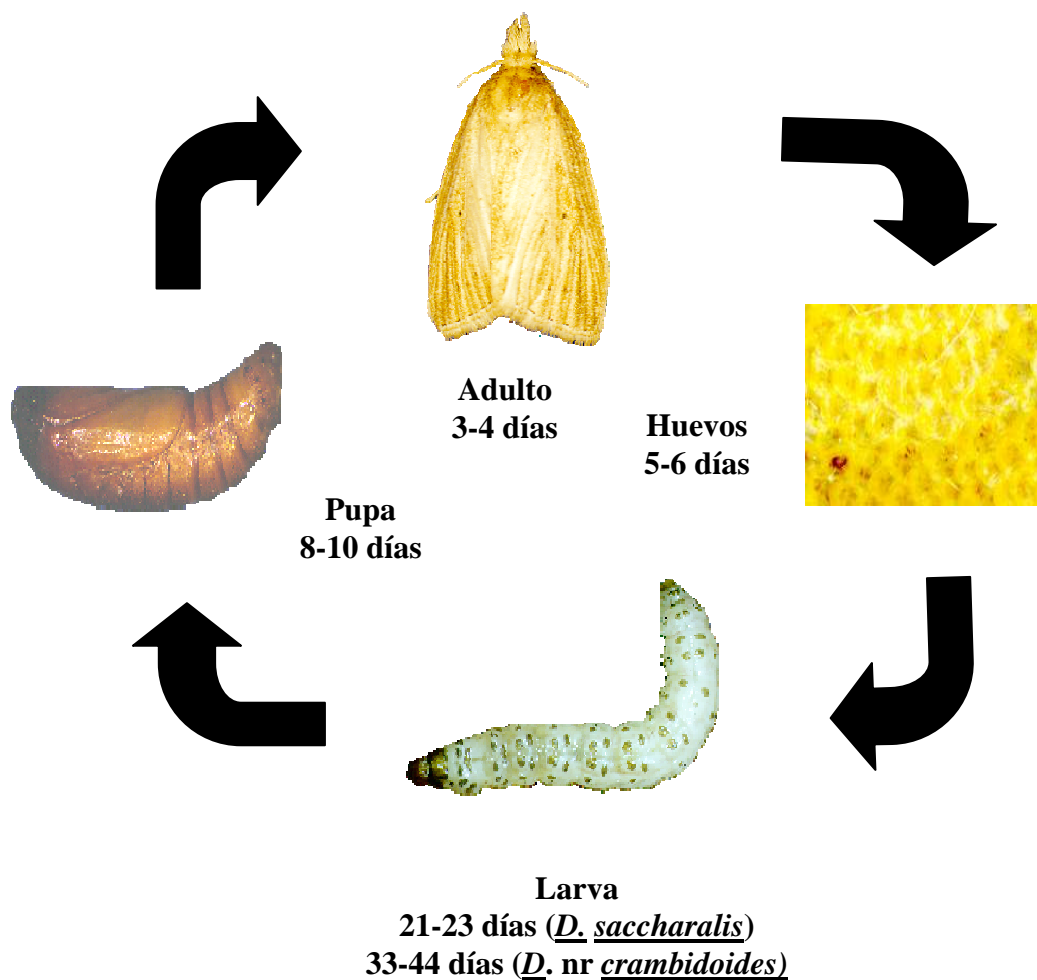


Figura 1. Ciclo biológico, de barrenadores del género *Diatraea*, bajo condiciones de laboratorio. (20)

En Guatemala, bajo condiciones de laboratorio y con temperaturas entre 22 – 26 °C, se ha determinado que el estado de huevo puede durar de 5 a 6 días; las larvas de *D. saccharalis* desarrollan de 21 a 23 días; en tanto que las de *D. nr. crambidoides* desarrollan en un período mas largo, de 33 a 43 días. Esta diferencia en el desarrollo larval es la característica de importancia en el ciclo de vida de las especies de mayor abundancia en el cultivo de la caña en Guatemala. El período pupal es de 8 a 10 días, después del cual, emergen los adultos que viven de 3 a 4 días en promedio. Los adultos rara vez pueden verse en el campo pues son de hábito nocturno y voladores de poco alcance, atraídos por las luces artificiales nocturnas. Durante el día se esconden entre las hojas y durante la noche las hembras depositan cerca de 300 huevos en pequeñas masas de 5 a 50, en el envés de las hojas. Las larvas recién emergidas miden de 1 a 2 mm y pasan algunos días alimentándose de la epidermis de la nervadura central de las hojas. Cuando alcanzan el segundo estadio miden entre 6 y 8 mm , perforan el córtex del tallo y abren una galería en al médula, de la cual se alimentan. Durante varias semanas de su crecimiento siguen excavando túneles en el tejido parenquimatoso, masticando los haces vasculares. Al alcanzar la madurez larval, construyen una galería con salida a la superficie de córtex ( 12 )

Las larvas de *D. nr. crambidoides* se caracterizan por un tubérculo mesotorácico dorsal en forma de “B” alargada con una incisión media anterior, en tanto que *D. saccharalis* presenta un tubérculo mesotorácico dorsal alargado transversalmente y redondeado en la parte anterior (Figura 2).

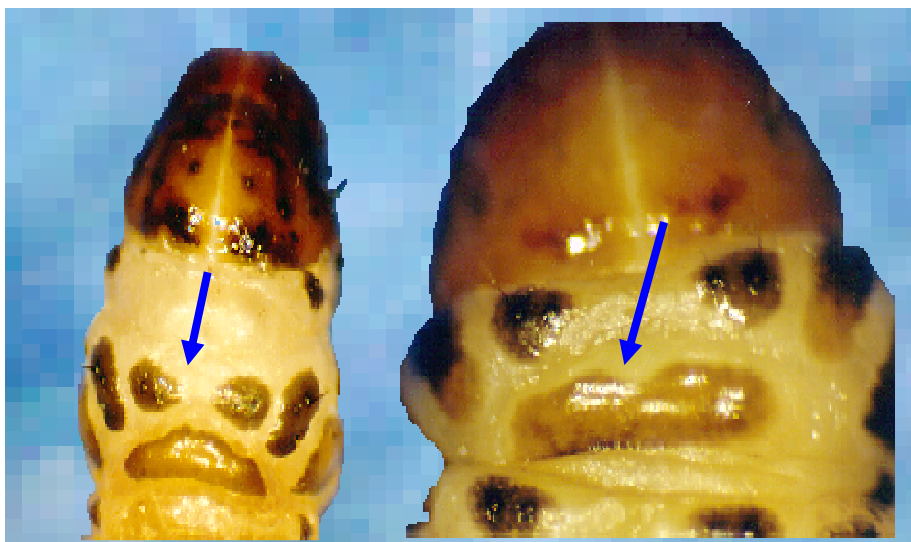


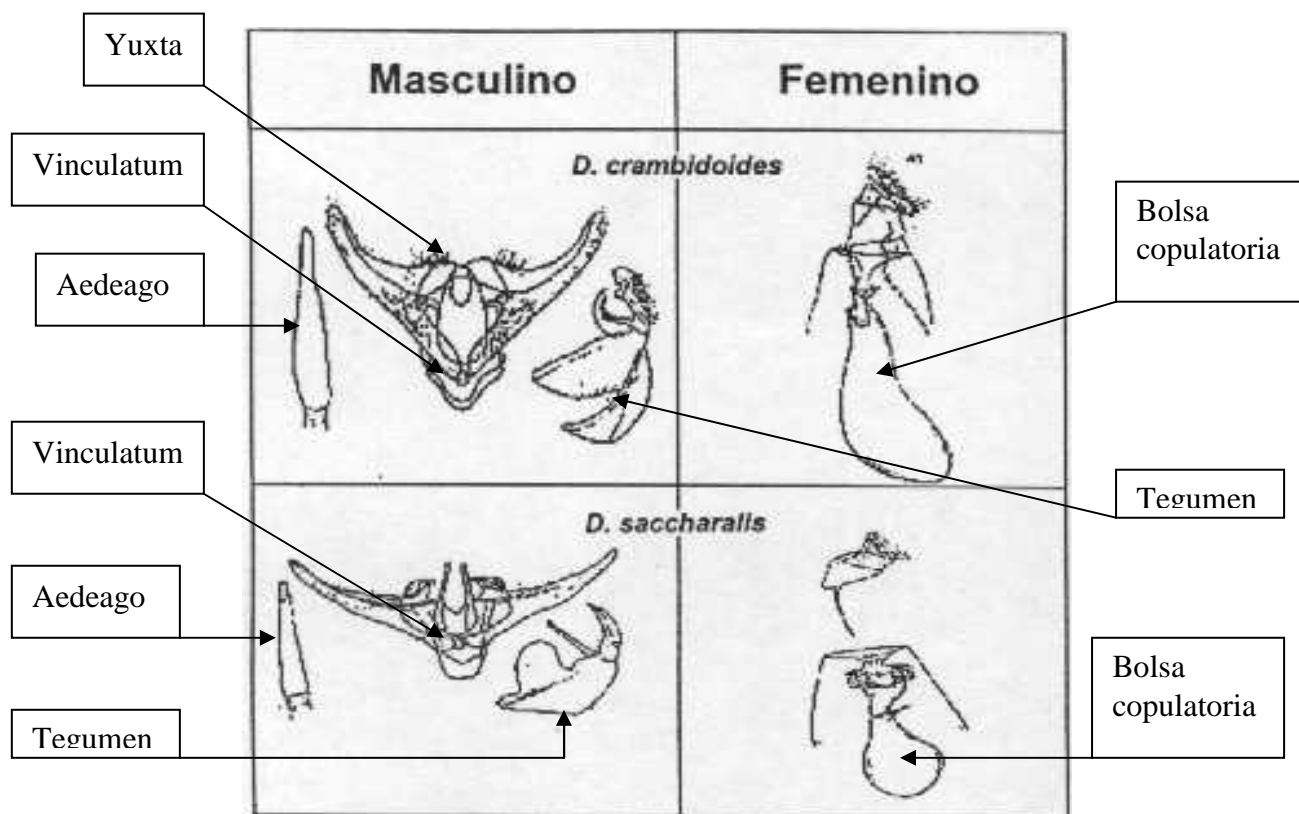
Figura 2. Larvas de *D. saccharalis* (izquierda) y *D. nr. crambidoides* (derecha), con detalle en el tubérculo mesotorácico. (20)

Se ha determinado que el ciclo de vida promedio para *D. nr crambidoides* y *D. saccharalis* es de 57 y 41 días, respectivamente, observando que el estado larval de *D. nr crambidoides* es 16 días mayor que *D. saccharalis*. (12).

Los adultos de *Diatraea crambidoides* presentan una longitud alar de 26 a 42 mm, frente redondeada, color y patrón de las alas anteriores similar a *D. saccharalis*. En el macho, las alas posteriores muestran una sombra subterminal (Figura 3). La genitalia del macho presenta: uncus ancho con ápice ampliamente truncado y aletas laterales; el gnatos curvo y espinado; sin procesos costales en la valva; yuxta con brazos proporcionalmente cortos y puntuados; aedeago sin cornuti. La genitalia de la hembra presenta: áreas poco esclerotizadas alrededor de la bursa ostial; papilas anales con áreas ventrales fuertemente esclerotizadas. El conductor bursal no está bien demarcado de la bursa copulatrix (Figura 4), (Figura 1A) y (Figura 2A).



Figura 3. A) adultos de *D. nr crambidoides*, macho (izquierda) y hembra (derecha). y B) adultos de *D. saccharalis*, macho (izquierda) y hembra (derecha)



**Figura 4. Genitalias masculinas y femenina de *D. crambidoides* y *D. saccharalis* (Bleszinski, 1,969) ( 6 )**

*Diatraea saccharalis* (Fabricius) es una palomilla variable en tamaño y color. La longitud alar del adulto es de 18 a 39 mm, menor que *D. crambidoides*. La frente es redondeada; alas anteriores de color amarillo-beige a café suave, con mancha discal y dos líneas en forma de "V" invertida más notable en el macho que en la hembra; alas posteriores de blanco sedoso a un crema grisáceo (Figura 3). La genitalia del macho presenta: uncus más ancho que el gnatos; extensión del tégumen larga y ampliamente redondeada; valva relativamente estrecha en la base; proceso basal subcuadrado, provisto de diminutas espinas o picos en su último tercio; yuxta con 2 brazos largos y angostos; aedeago recto, terminado en punta, con una pequeña extensión subapical en firma de dedo. La genitalia femenina con áreas o labios esclerotizados adyacentes a la abertura de la bolsa copularia, levantados y esclerotizados. La bolsa copulatoria es más larga que el conducto bursal(12).

### 3.1.3 DAÑO E IMPORTANCIA ECONOMICA

El daño de los barrenadores en caña de azúcar puede pasar fácilmente desapercibido durante el desarrollo del cultivo, debido al hábito de las larvas de permanecer durante su desarrollo dentro del tallo y el cañaveral no muestra síntomas externos alarmantes. Muchas veces el daño se detecta hasta el proceso de fábrica al observar bajos rendimientos. El daño puede ocurrir durante la germinación, en plantas en macollamiento ó en tallos en elongación y maduración, afectando los procesos de producción y fábrica. Este daño resulta de la actividad alimentaria de las larvas y la construcción de galerías. En el caso de caña pequeña, el mayor daño se atribuye al atraso en el crecimiento de las plantas cuando las larvas producen galerías verticales que pueden alcanzar el meristemo apical y causarles la muerte (corazón muerto). En caña de 2 meses en adelante, se pueden observar dos tipos de daño: si afecta el ápice vegetativo, el tallo producirá una proliferación de brotes laterales (alas), y la planta invertirá energía en ellos; si el daño resulta de la perforación en los tallos, las galerías favorecen la entrada del hongo *Colletotrichum falcatum* (fase perfecta *Physalospora tucumanensis*), responsable del muermo rojo (Figura 5), que afecta la calidad del jugo, reduce el Pol, Brix y aumenta el porcentaje de fibra (12).



Figura 5. Daño por barrenadores. Corazón muerto (izquierda), galerías y muermo rojo (derecha) ( 12 )

En estudios realizados en CENGICAÑA (1,996)(11), se determinó que por cada 1 por ciento de intensidad de infestación, las pérdidas se incrementan en 0.69 libras de azúcar por tonelada en la variedad CP 722086. En 1,999, se estimó que las pérdidas en tonelaje debidas al daño del barrenados alcanzaron las 4 tm/ha (8.3%), con una reducción en rendimiento de azúcar de 21.68 libras por tonelada (23.29 %). Otras regiones productoras de caña como Tamaulipas, México, reportan pérdidas de 1.1 libras azúcar/tonelada; en Costa Rica se estiman 4.4 libras azúcar/tonelada de caña por cada 1 por ciento de intensidad de infestación; en tanto que en Colombia la pérdida es de 0.7 por ciento del tonelaje por cada 1 por ciento de intensidad de infestación. PLANALSUCAR en Brasil indica que por cada 1 por ciento de intensidad de infestación, ocurre una pérdida equivalente al 0.48 por ciento de azúcar/tonelada de caña.

### **3.1.4 ESTRATEGIA DE MANEJO DE LOS BARRENADORES EN CAÑA DE AZUCAR**

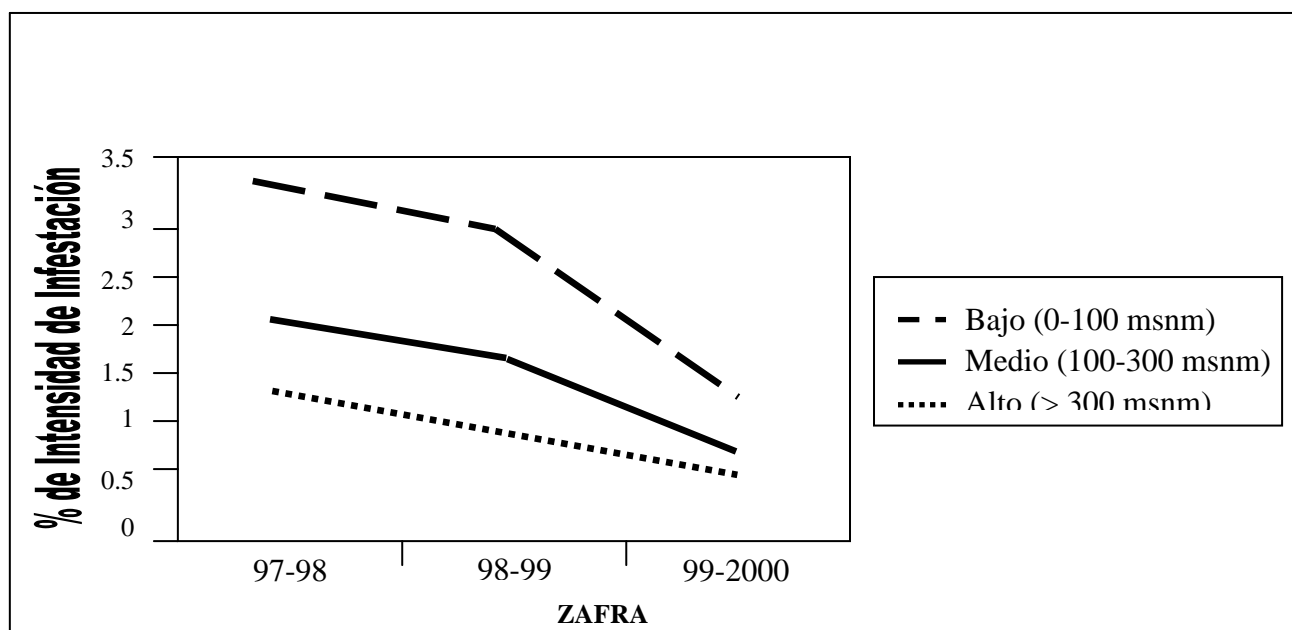
El manejo integrado de los barrenadores se basa en la implementación de prácticas agrupadas en tres fases: 1) Prevención, 2) Detección y 3) Combate. Para orientar las acciones preventivas y de control es necesario llevar un registro de los niveles de infestación en cada lote, pante y finca a través de las principales fases fenológicas del cultivo. Esto permitirá clasificar las áreas en “problemáticas”, “de riesgo” y “sin problemas”, con base en la intensidad de infestación, alcanzada en la zafra anterior. Las áreas problemáticas serán aquellas que tienden a ser más afectadas y sobrepasan el umbral de acción. Las áreas de riesgo son aquellas cuyos niveles de intensidad de infestación se mantienen muy cerca del umbral de acción, en tanto que las áreas sin problemas son aquellas que generalmente mantienen una intensidad de infestación menor al umbral de acción establecido. Este umbral de acción está relacionado a estudios sobre nivel de daño económico, sin embargo puede variar dependiendo del área, edad del cultivo y el valor económico de la práctica de control. De manera general se conoce que en Guatemala el Ingenio La Unión/Los Tarros utiliza un umbral de acción de 1.5% de intensidad de infestación; en tanto que el ingenio Pantaleón/Concepción utiliza 3% de intensidad de infestación; en tanto que el ingenio Santa Ana usa como referencia el 1.7% de intensidad de infestación. La clasificación de estas áreas genera información a través del tiempo que se conoce generalmente como “historial de infestación” que permite priorizar y programar las acciones de control que se deben implementar en el manejo del cultivo (12).

La información obtenida de 5 ingenios respecto a la intensidad de infestación promedio observada en las últimas 3 zafras es un ejemplo de la importancia que han tenido los barrenadores del tallo en Guatemala a través de los tres estratos altitudinales (Cuadro 2). Estos registros indican que las mayores infestaciones y daño ocurren en el estrato bajo (0-100 msnm), y a medida que la altitud se incrementa el porcentaje promedio de infestación disminuye. La reducción en el porcentaje de infestación que se observa a través de las zafras, es la respuesta a la incorporación del control biológico que estos ingenios han implementado para el manejo integrado del barrenador (Figura 6).

**Cuadro 2. Intensidad de infestación promedio, observada en algunos ingenios a través de los estratos altitudinales de la zona cañera de Guatemala.**

Estrato	Ingenio	Área (ha), zafra 99-2000	por ciento de intensidad de infestación		
			Zafra 1997-1998	Zafra 1998-1999	Zafra 1999-2000
Altitudinal	La Unión/LT	5,450.00	0.84	1.63	0.70
	Pantaleón	10,026.10	4.58	3.79	1.53
Bajo	Concepción	8,608.06	2.62	2.78	0.88
0-100 msnm	Santa Ana	10,710.48	3.87	2.54	1.88
	Tierra Buena	5,905.10			1.31
	<b>TOTAL</b>	<b>40,699.74</b>	<b>Media = 3.29</b>	<b>Media = 2.82</b>	<b>Media = 1.34</b>
Medio	La Unión/LT	3,050.00	1.17	1.73	0.77
	Pantaleón	17,411.34	2.05	1.75	0.82
100-300 msnm	Concepción	3,241.24	1.52	1.56	0.79
	Santa Ana	3,138.98	2.49	1.00	1.19
	<b>TOTAL</b>	<b>26,841.56</b>	<b>Media = 1.94</b>	<b>Media = 1.64</b>	<b>Media = 0.85</b>
Alto	La Unión/LT	1,200.00	0.77	1.21	0.46
	Pantaleón	5,953.89	1.21	0.83	0.63
> 300 msnm	Concepción	2,669.11	2.09	1.17	0.67
	<b>TOTAL</b>	<b>9,823.00</b>	<b>Media = 1.39</b>	<b>Media = 0.97</b>	<b>Media = 0.62</b>

Fuente: CENGICAÑA-CAÑAMIP, 2,000 ( 12 )



Fuente: CENGICAÑA-CAÑAMIP, 2000. (12)

**Figura 6. Porcentaje de intensidad de infestación de barrenadores en Guatemala. Período 1997/98-1999/2000**

### 3.1.5 MEDIDAS PREVENTIVAS

Estas medidas tienen como objetivo reducir las futuras infestaciones del barrenador, creando un ambiente menos favorable para su desarrollo. Entre las prácticas de importancia se recomiendan las siguientes (29):

#### a) Cosecha en bloques

Para evitar que las palomillas del barrenador emigren de cañaverales viejos hacia aquellos jóvenes.

#### b) Priorización del corte

Para dar preferencia en la cosecha a las áreas con los mayores índices de infestación y evitar el gradual deterioro de la caña y su pérdida de azúcar.

### c) Reducción del intervalo entre corte y molienda

Para entregar en menos de 24 horas la caña de aquellas áreas con más del 5 por ciento de intensidad de infestación y evitar mayor deterioro químico y biológico.

### d) Corte a ras del suelo

Para evitar que las larvas encuentren protección en la base de la caña.

### e) Destrucción de restrosos de caña

Es necesario destruir la caña entera, puntas y mamones que se quedan después del corte porque sirven de refugio y alimento a las larvas. Lo ideal es incorporarlos al suelo, pero si esto no es posible, lo recomendable es la quema de los mismo.

### f) Eliminación de hospedantes alternos

Los barrenadores del género *Diatraea* atacan diferentes especies de gramíneas, ya sea estas malezas o cultivos, de donde emigran a la caña de azúcar. Como hospedantes alternos se reportan: Maíz (*Zea mays*), Sorgo (*Sorghum halepense*), y otras gramíneas como Cola de Zorro (*Setaria geniculata*), Pasto Napier (*Pennisetum purpureum*), Pasto Camalote (*Paspalum fasciculatum*), Zacatón (*Panicum maximum jacp.* (Figura 3A ). No es conveniente intercalar, asociar o rotar gramíneas con el cultivo de caña de azúcar. Si las áreas del cultivo colindan con otras gramíneas, éstas deben monitorearse con prioridad.

### **g) Mejoramiento del drenaje interno del suelo**

Para eliminar el exceso de humedad durante la época lluviosa, ya que esto favorece a la reproducción del barrenador y el crecimiento de malezas hospedantes.

### **h) Entresaque**

Que consiste en eliminar las plantas infestadas con síntomas de tallos marchitos. Esta práctica se recomienda en los dos primeros meses del cultivo y en áreas de alta infestación para interrumpir el ciclo de la plaga. Cada ingenio deberá evaluar la posibilidad de incluirla en sus recomendaciones.

### **i) Semilla limpia**

Con el propósito de evitar el traslado de semilla de lugares altamente infestados a lugares de baja infestación.

### **j) Variedades resistentes**

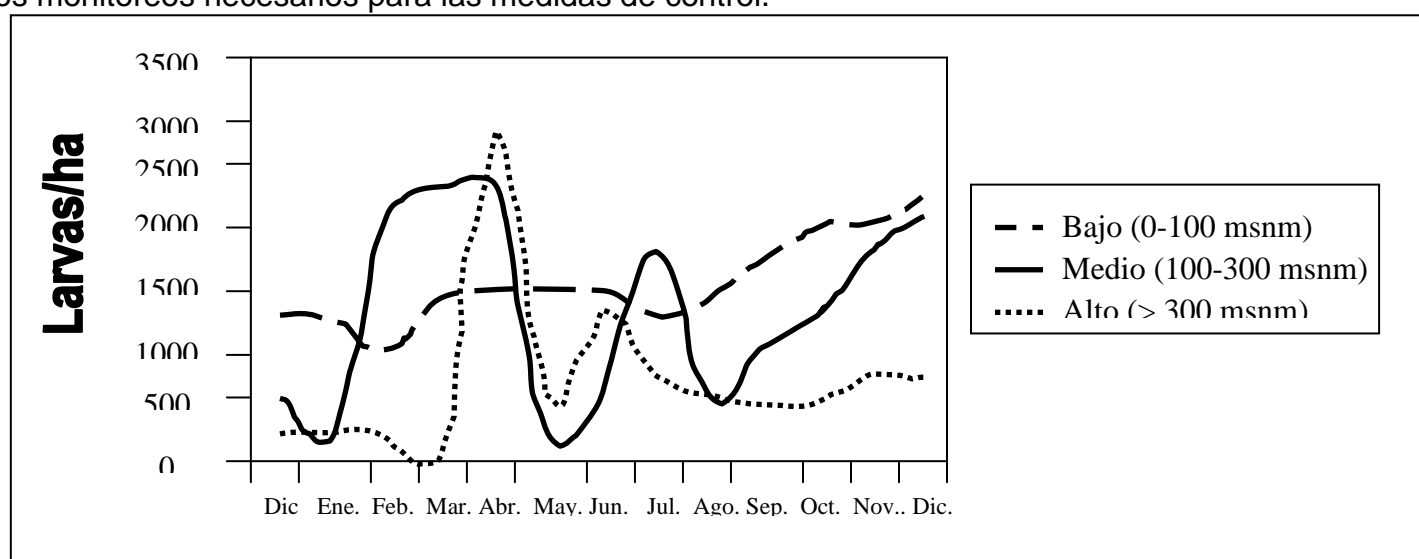
Mathes y Charpentier (1962) (22), indican que la resistencia al barrenador está relacionada con los siguientes factores:

- i. Características morfológicas de la hoja poco atractivas para la oviposición (olor, superficie, ancho y firmeza de la hoja).
- ii. Características desfavorables de la planta para evitar la entrada de los barrenadores (dureza de la nervadura de la hoja, materia seca del primordio foliar, ancho del primordio foliar, dureza de la corteza, capa de cera y color del tallo).
- iii. Efectos adversos de la planta sobre el desarrollo de los barrenadores, generalmente causados por ciertos caracteres físicos y nutricionales de los tejidos de la planta.
- iv. Tolerancia o habilidad para producir bien a pesar de altas infestaciones.

### 3.1.6 DETECCIÓN O MONITOREO

Se pretende que las poblaciones de barrenadores no alcancen ni sobrepasen los umbrales económicos, y por lo tanto no causen pérdidas considerables. El incremento de las poblaciones de insectos es causado por la reproducción e inmigración, en tanto que la disminución se origina por las tasas de mortalidad y emigración. Por lo anterior, es necesario mantener un programa de monitoreo que sea preciso, económico y de fácil aplicación, que permita detectar a tiempo el momento y las áreas que sobrepasan los niveles permitidos (12).

El muestreo de barrenadores puede hacerse de varias formas y en diferentes etapas de desarrollo de la planta. El monitoreo puede hacerse utilizando la captura con hembras vírgenes, feromonas sintéticas o trampas de luz, sin embargo una medida indirecta para la estimación de poblaciones de barrenadores es mediante la cuantificación del daño. Siendo la dinámica poblacional, el estudio y la interpretación de los cambios en las densidades poblacionales de la plaga, es necesario su conocimiento y asociación con los niveles de daño que ocasionan, sin embargo en Guatemala se ha iniciado los estudios de la fluctuación poblacional de larvas del barrenador, tal es el caso del ingenio Santa Ana. Aunque el barrenador está presente durante todas las fases del cultivo, el estudio muestra tres épocas en las cuales las densidades poblacionales se incrementan, siendo éstas: Febrero-Abril, Junio-Julio y de Octubre a Diciembre (Figura 7). Es necesario que cada finca realice estudios de fluctuación poblacional que permitan identificar los períodos de máxima densidad poblacional y orientar los monitoreos necesarios para las medidas de control.



Fuente: CENGICAÑA – CAÑAMIP, 2000 (12)

**Figura 7. Fluctuación poblacional de los barrenadores en los tres estratos altitudinales de la zona cañera.**

### 3.1.6.1 Umbrales económicos

El nivel de daño económico (NDE), es la densidad poblacional de la plaga en la cual el costo del control equivale al beneficio económico esperado como resultado de la actividad del control. El umbral económico o de acción, se define generalmente como la densidad poblacional de la plaga, en la cual el productor se debe basar para iniciar la acción fitosanitaria y evitar que la plaga sobrepase el NDE en el futuro. El umbral económico es variable y depende de la variedad, del estrato altitudinal, del costo de control y del precio de venta del producto (12).

Según Hruska y Rosset (1987) (19), el Nivel de Daño Económico (NDE), se deriva de la siguiente fórmula:

$$\text{NDE} = C / K P D$$

#### Donde:

NDE = nivel de infestación del barrenador (i.i.)

C = costo de la medida de control (Q/ha)

K = coeficiente de pérdida (kg/ii)

P = precio de venta del producto (Q/kg)

D = porcentaje de eficiencia de la medida de control (en decimales)

En Guatemala actualmente se desarrollan estudios de Nivel de Daño y Umbral Económico, aplicando los componentes de la fórmula, según sus condiciones, sin embargo ingenios como La Unión/Los Tarros utilizan 1.5 por ciento de intensidad de infestación. como umbral de acción, Pantaleón/Concepción y Santa Ana utilizan 3 y 1.7 por ciento de intensidad de infestación. Respectivamente (12).

### 3.1.6.2 Muestreo de daño

En general el muestreo de daño de barrenadores se recomienda realizarlo en tres etapas fenológicas del cultivo: 1) macollamiento, 2) elongación o desarrollo y 3) cosecha (12).

### 3.1.6.3 Muestreo en macollamiento

Este muestreo se recomienda para el 100 por ciento de los lotes clasificados como problemáticos. El objetivo es determinar los lotes o pantes que se deben tratar y calcular la cantidad de parasitoides a liberar. Debe hacerse entre los 20 y 75 días después de la cosecha, utilizando como unidad de muestreo 5 m lineales del surco, tomando una unidad por hectárea. En estos cinco metros se registra el número de corazones o cogollos muertos; así como el total de cogollos presentes. Este muestreo se aprovecha además, para estimar el daño debido a rata (*Sigmodon hispidus*), ronrón (*Podischnus agenor*) barrenador menor (*Elasmopalpus lignosellus*) y raya roja (*Pseudomonas rubrilineans*) (12).

### 3.1.6.4 Muestreo en elongación o desarrollo

La fase de desarrollo o elongación de la caña de azúcar se considera de los 4 a los 8 meses después del corte o siembra. En este período se realizan los muestreos con el objeto de estimar el porcentaje de intensidad de infestación y con base en el umbral de acción considerar las liberaciones de parasitoides. La unidad de muestreo es de 5 m y se toma una unidad por hectárea. Para calcular la intensidad de infestación deben partirse las cañas por la mitad y contar el número de entrenudos dañados con respecto a los entrenudos totales existentes en la unidad de muestreo. Los encargados de los muestreos en cada ingenio, deberán supervisar y evaluar a sus muestreadores periódicamente para verificar que lo están haciendo correctamente. La intensidad de infestación se calcula de la manera siguiente (12):

$$\text{Intensidad de infestación} = \frac{\text{entrenudos dañados}}{\text{entrenudos totales}} \times 100$$

### 3.1.6.5 Muestreo en cosecha

Este muestreo permite conocer el nivel de daño final, observado en cada área y estimar las pérdidas esperadas. Este muestreo consiste en tomar al azar de las chorras 20 cañas por hectárea. Se recomienda muestrear el 100 por ciento de los lotes (Universo de Muestreo), sin embargo cada ingenio debe hacer sus estimaciones de costo y definir el porcentaje de cobertura del muestreo. Si la cosecha es mecanizada, maleteada o trameada, el muestreo puede hacerse antes del corte, tratando de que los tallos se tomen de toda el área (12).

## 3.2 MARCO REFERENCIAL

### 3.2.1 Descripción del área

#### 3.2.1.1 Aspectos Generales del Departamento de Escuintla

El departamento de Escuintla está en el sur de Guatemala. Está limitado al sur por el Océano Pacífico; al oeste por el departamento de Suchitepequez; al norte por los Departamentos de Chimaltenango y Sacatepéquez y al este por el Departamento de Santa Rosa ( 28 ).

Las industrias que se desarrollan en la región generan importantes fuentes de trabajo para la población de la zona. Las más importantes son los ingenios azucareros, fabricas de aceite, destilerías, refinerías de petróleo, agroquímicos, camaronicultura, procesadoras de pescado y obtención de sal marina ( 28 ).

La agricultura representa la actividad más importante del Departamento de Escuintla. Las características genéticas y de fertilidad de los suelos, las condiciones del clima, las técnicas de explotación y los cultivos escogidos, favorecen el desarrollo de esta actividad. Los cultivos más destacados son la caña de azúcar, el algodón, la soya, ajonjolí, hule, maíz, banano, la palma de aceite o africana, los frutales y los pastos, frutas y hortalizas varias; considerados base de la economía y alimentación regional nacional ( 28 )

La ganadería en sus líneas de leche, cría, levanate y engorde, constituye también un factor muy importante para el desarrollo de la región, dentro de las especies de pastos observadas, sobresalen, entre otras el *Panicum maximum*, *Paspalum sp*, *Hyparrhenia ruffa* ( 28 )

El tipo de explotación de las ganaderías es bastante complejo, observándose en algunas áreas explotaciones intensivas con un adecuado manejo tecnológico, mientras que en otras áreas predominan las explotaciones extensivas y semiextensivas ( 28 ).

### 3.2.1.2 Aspectos propios de la zona, donde se encuentran los Laboratorios de control biológico de el Ingenio La Unión

La finca Belén, comprende un área de 478.23 hectáreas, situada a 14° 11" Latitud Norte, 90° 53" Longitud Oeste. Y 146 msnm, la precipitación pluvial es de 2,469 mm/año y la temperatura media anual es de 25° C (20).

De acuerdo a las características anteriormente mencionadas, la finca está situada en la zona denominada *Bosque húmedo subtropical (cálido) bhst ( c ) ( 28 )*.

La serie de suelos en la cual se encuentra ubicada la Finca Belén tiene como característica de ser suelos profundos sobre materiales volcánicos mezclados, específicamente en la finca se encuentra la serie de suelos Torolita ( 28 ).

Los suelos de esta finca se encuentran taxonómicamente agrupados dentro del Orden de los Andisoles, los cuales ocupan el 26% del área y se encuentran en el cuerpo y ápice de los abanicos de la cadena montañosa, su origen son 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 muy oscuro, con altos contenidos de materia orgánica, de baja densidad aparente, consistencia friable a suelta, desarrollados principalmente sobre suelos amorfos. Reacción ácida a ligeramente ácida y de alta capacidad de retención de fósforo. textura franca y franca arenosa. Siendo la especie en donde se encuentra la Finca Belén *Typic haplaudans* ( 11 ).

## 4. OBJETIVOS

### 4.1 Objetivo General

Elaborar un programa de seguimiento para el control de barrenadores de caña de azúcar, que permitan reducir las pérdidas de cosecha, procurando que los efectos para el medio ambiente sean menos perjudiciales, y que a la vez, proporcionen un máximo beneficio económico.

### 4.2 Objetivos específicos

- A. Estimar las pérdidas en el cultivo de la caña de azúcar provocadas por los barrenadores
- B) Estimar la producción de parasitoides apropiados a liberarse en base a la presencia de barrenadores
- C) Determinar que método de control biológico es mas eficiente en el control de barrenadores
- D) Determinar nuevas alternativas en control biológico para los barrenadores

## 5. METODOLOGIA

Para cumplir con los objetivos del presente trabajo se procedió en términos generales a la investigación documentada, visitas a empresas e instituciones, tabulación y depuración de la información y preparación del informe final. Para recopilar toda la información se procedió de la siguiente manera.

Para el caso de las empresas que actualmente tienen laboratorios para el control biológico de los barrenadores, se efectuaron visitas a los laboratorios, para poder observar y documentar la producción de parasitoides, para lo cual se visitaron los Ingenios La Unión, Santa Ana y Pantaleón. Los cuales proporcionaron la información existente como por ejemplo metodologías de muestreo, proceso de producción, liberaciones, historial de la plaga etc.

Como institución se visitó el Centro de Investigación de la Caña de Azúcar CENGICAÑA en la cual se encontró la mayor información tanto local como extranjera del control biológico de los barrenadores, esto se debe a que el Cengicaña como su nombre lo indica es el encargado en Guatemala de todo lo que se refiere a investigación en caña, y actualmente coordina el manejo integrado de plagas en todos los ingenios. La información nacional y extranjera se obtuvo visitando su biblioteca en la cual se encuentra una diversidad de información y también con entrevistas a los técnicos encargados del departamento de entomología.

Los ingenios la Unión y Santa Ana cuentan con el mismo asesor en lo que se refiere a control biológico, por lo cual también se tuvo la oportunidad de recibir información de parte de esta persona, que actualmente, también da asesoría a otros ingenios en diferentes países de centro y sudamérica.

Para la obtención de las fotografías se procedió de diferentes maneras, ya que unas se tomaron con cámara fotográfica normal (CANON NTSC 2R 25 MC Diámetro 30.5 mm) y luego se escanearon (VUEGO SCAN Modelo 6687 – 10L), y otras se tomaron con cámara digital (CANON EOS 5000 Diámetro 52 mm).

## 6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 6.1 CONTROL DE LOS BARRENADORES

El manejo integrado de los barrenadores en el cultivo de la caña de azúcar está basado en el control biológico mediante la utilización de enemigos naturales. Los enemigos naturales son parásitoides depredadores y entomopatógenos cuya acción regula la densidad poblacional de otro organismo llamado plaga. Existen muchas especies de parasitoides, tanto de huevos como de larvas, depredadores y agentes entomopatógenos que existen en forma natural para controlar las diversas especies de Diatraea en América Latina y El Caribe (Cuadro 3).

Cinco especies de parasitoides han mostrado buen potencial de control, facilidad de cría masiva y variados niveles de adaptabilidad en países vecinos y de condiciones similares a las de Guatemala, siendo éstos: Trichogramma exiguum Pinto y Platner (parasitoide de huevos), Cotesia flavipes Cameron, Billaea claripalpis (Wulp), Lixophaga diatraea (Townsend), Lidella minense.

Las liberaciones en Guatemala se iniciaron a partir de 1,993 en los ingenios La Unión/Los Tarros y se han incrementado progresivamente en los ingenios Tierra Buena, Santa Ana y Pantaleón/Concepción (Cuadro 4).

**Cuadro 3. Principales parasitoides, depredadores y entomopatógenos de larvas de *Diatraea* spp. en caña de azúcar en América Latina y El Caribe.**

Parasitoide larval	País
<b>Díptera: Tachinidae</b>	
<i>Jayneslaskia jaynesi</i> Aldr.	Varios Países
<i>Lixophaga diatraeae</i> Tns	Varios Países
<i>Metagonistylum minense</i> Tns.	Varios Países
<i>Miobiopsis arturi</i> Guimaraes	Brasil
<i>Palpozenillia diatraeae</i> Tns.	Bolivia, Brasil
<i>P. palpalis</i> (Aldr.)	México
<i>Paratheresia claripalpis</i> Wulp	Varios Países
<i>Myobiopsis arturi</i> Guimaraes	Brasil
<i>M. diadema</i> (Wiedemann)	Varios Países
<b>Hymeóptera: Braconidae</b>	
<i>Agathis</i> sp.	Costa Rica, Perú
<i>A. sacchari</i> Myers	Brasil, Venezuela
<i>A. stigmatera</i> Cresson	Brasil, Venezuela
<i>Allorhogas pyraliphagos</i>	Brasil, México
<i>Cotesia</i> (Apanteles) <i>flavipes</i> (Cam.)	Varios Países
<i>Ipobracon</i> sp.	Varios Países
<i>I. grenadensis</i> Ashm.	Brasil, Venezuela
<i>I. puberuloides</i> Myers	Brasil, Venezuela
<i>I. dolens</i> Myers	Brasil, Venezuela
<b>Depredador de huevos y larvas</b>	
<b>Neuróptera: Chrysopidae</b>	
<i>Chrysopa</i> spp.	Varios Países
<b>Coleóptero: Coccinelidae</b>	
<i>Coleomegilla maculata</i> deg.	Bolivia
<i>Cycloneda sanguínea</i> L.	Bolivia, Brasil, Costa Rica
<b>Dermaptera: Forficulidae</b>	
<i>Doru lineare</i> Esch.	Bolivia, Brasil, Venezuela
<b>Orthóptera: Tettigoniidae</b>	
<i>Phlugis teres</i> Deg.	Bolivia, Brasil, Venezuela
<b>Agentes entomopatógenos</b>	
<i>Beauveria bassiana</i> (Bals.) Vuill.	Brasil, Cuba
<i>Cordyceps barberi</i> Girad	Brasil
<i>Metarhizium anisopliae</i> (Metsch.) Sorok.	Brasil, Cuba
Virus de la granulosis DsGV	Brasil

**Cuadro 4. Liberación de parasitoides para el control de barrenadores de la caña de azúcar en Guatemala.**

	Año de			Cantidad total	Área
Ingenio	Inicio	Especie		liberada hasta	cubierta (ha)
				1,999	
La Unión/Los Tarros	1993	<i>Cotesia flavipes</i>		22,839,780	1,968.17
		<i>Paratheresia claripalpis</i>		145,932	2,200.46
Tierra Buena	1995	<i>Cotesia flavipes</i>		1,000,000	809.87
Santa Ana	1997	<i>Cotesia flavipes</i>		15,435,000	1,938.88
		Taquinidos		118,171	883.36
Pantaleón/Concepción	1998	<i>Paratheresia claripalpis</i>		136,441	5,585.00
		<i>Cotesia flavipes</i>		20,491,500	13,676.00
		<i>Trichogramma</i> spp.	Pulg <sup>2</sup> :	274,100	13,705.00

Fuente: CENGICAÑA-CAÑAMIP, 2000 ( 12 )

## 6.2 CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS DE LOS PARASITOIDES UTILIZADOS EN GUATEMALA

### 6.2.1 *Trichogramma exiguum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae)

Son avispas diminutas de la subfamilia Trichogrammatinae, familia Trichogrammatidae (Figura 8). *T. exiguum* parasitiza los huevos de varias especies de lepidópteros como: *D. saccharalis*; *Trichopusia ni*; *Spodoptera* spp. y otros (10,31).



**Figura 8. Adultos de Trichogramma exiguum (12)**

Según Cave, 1,995 (10) Y Metcalfe y Breniere, 1969 (25). El desarrollo de huevo a adulto oscila entre 8 a 12 días. La mayor reproducción de estos insectos es por partenogénesis facultativa de tipo arrenotoquia, lo anterior muestra que la cópula no es obligatoria, aunque las hembras pueden copular varias veces. La hembra puede poner hasta 200 huevos en condiciones favorables, la mayor parte durante las 48 horas después de la emergencia. Las hembras viven 1 ó 2 días más que los machos. La dispersión de estos insectos es pasiva, la dirección y distancia de vuelo depende del viento. Este insecto puede recorrer distancias de 25 a 200 m por día. Con fines de orientar las liberaciones se recomienda considerar 50 m de dispersión.

### **6.2.2 Cotesia flavipes (Hymenóptera: Braconidae)**

Es una avispa pequeña (Figura 9), de la subfamilia Microgastrinae, familia Braconidae. Es originaria del Japón e introducida a otros países de Asia y luego a América, según lo señala Mendoca 1996 (23). Este insecto es parasitoide de larvas de los géneros Diatraea, Chilo y Sesamia, (10). La hembra entra en el túnel del hospedero en busca de larvas que se encuentren entre el tercer y sexto instar, a las que parasitiza con un número variable de huevos. Por cada larva parasitada pueden nacer de 58 a 72 avispas. Bajo condiciones de laboratorio el período de huevo a adulto es de 17 a 21 días. El período de huevo es de 3 a 4 días, larva de 8 a 10 días, pupa de 6 a 7 días y el adulto vive de 2 a 3 días. Las pupas generalmente se encuentran agrupadas formando un cocon (Figura 10). La capacidad

de dispersión de *C. flavipes* depende de muchos factores, principalmente de la velocidad del viento, ún Botelho et al., 1980 (7), realizó un estudio sobre la dispersión de este parasitoide en Araras, Sao Paulo, Brasil en el que llegó a recomendar que las liberaciones deben realizarse considerando un máximo de 70 m de dispersión.



Figura 9. Adulto de *Cotesia flavipes*(20)



Figura 10. Cocon de *Cotesia flavipes*(20)

### 6.2.3 Díptera: Tachinidae

Las moscas taquínidas son los dípteros entomófagos más importantes que parasitan larvas de los barrenadores de la caña de azúcar en América. Este grupo incluye: *Lixophaga*, *Lydella*, *Billaea*, *Leskiopalpus*, *Jaynesleskia* y *Diatraeophaga*. Se caracterizan porque después del apareamiento se sucede un período de gestación de varios días en donde los huevos descienden de los ovarios, son fertilizados y retenidos en el útero, el cual le sirve como una cámara de incubación. La eclosión ocurre frecuentemente en el útero y en algunas especies las larvas se acomodan dentro de una delgada membrana. En el campo, las hembras depositan las larvas en la entrada de las galerías hechas por el barrenador y avanzan a través de éstas en busca de la larva hospedero. Utilizando sus mandíbulas en forma de garfio o cuchillo, las larvas de *Lixophaga*, *Lydella*, *Billaea* y *Diatraeophaga* penetran la cutícula y pasan a la cavidad corporal y atacan el sistema traqueal de la larva del barrenador, causando su muerte(12).

#### **6.2.3.1 Billaea (=Paratheresia) claripalpis**

Es una mosca de 0.8 a 1 cm de longitud, presenta tres bandas gris oscura en el tórax (Figura 11). Es originaria de América tropical, se encuentra ampliamente distribuida desde el sur de los Estados Unidos hasta el norte del Argentina y desde el nivel del mar hasta los 2,000 m de altitud (14). Esta mosca parasita larvas de varias especies de *Diatraea*. La hembra deposita larvas del primer instar cerca del túnel y luego van en busca de la larva hospedante, la penetran y se adhieren al sistema traqueal del hospedero ( 12 ).

La duración del ciclo de vida depende de la temperatura, hospedante y principalmente de la raza. Su reproducción es vivípara, una hembra grande puede producir más de 600 larvas y una hembra pequeña unas 400 larvas, sin embargo, el promedio obtenido en el Ingenio Santa Ana es de 254 larvas maduras y viables. En Guatemala bajo condiciones de Laboratorio (28 a 30°C), el período de gestación (huevo y primer estadio larval), es de 12 días, el larval dentro del hospedero es de 10 días y la pupa de 12 a 20 días. Las hembras viven de 14 a 16 días y los machos 5 días. Los taquínidos en general tienen muy buena capacidad de dispersión con distancias mayores de 200 metros, según la dirección del viento ( 12 ).



Figura 11. Adulto de *Billaea claripalpis* (20)

#### 6.2.3.2 *Lydella* (= *Metagonistylum*), *minense*

Este parasitoide es conocido como la mosca amazónica, mide 1.25 cm, es de color negro y con antenas grandes (Figura 12), es originaria de Brasil (14,23). Es una mosca vivípara y parasitiza a su hospedero en forma similar a la de todos los parasitoides taquínidos. Una sola hembra puede producir más de 600 larvas (5). En Guatemala su ciclo biológico para condiciones de laboratorio a 24-25 °C se presenta de la siguiente manera: período de gestación de 6-8 días larva en el hospedero 8-10 días, pupa 10-14 días y el adulto puede vivir de 8 a 12 días. Estos insectos son considerados buenos voladores, lo que los hace agentes ideales para el control biológico.



Figura 12. Adulto de *Lidella minense* (20)

### 6.2.3.3 *Lixophaga diatraeae*

Conocida como la mosca cubana, es originaria del Caribe y su mayor potencial de control lo ha mostrado sobre *D. saccharalis* (23) (Figura 13). El Ingenio Santa Ana la introdujo a Guatemala en Marzo de 1,999, logrando niveles de parasitismo del 60-70 % en *D. nr crambidoides*, bajo condiciones de laboratorio. Esta mosca vivípara presenta un ciclo biológico de la siguiente manera: período de gestación de 8-10 días, larval dentro del hospedero de 7-8 días, el de pupa de 10-12 días los adultos de las hembras pueden vivir hasta 30 días y los machos hasta 5 días.



Figura 13. Adulto de *Lixophaga diatraeae* (20)

### 6.2.4 Otros parasitoides

Box citado por Bennett, 1,969 (5), menciona 17 especies de parasitoides que han sido estudiadas, otras han sido encontradas recientemente. Entre éstas hay algunas de éxito relativo como *Palpozenilla palpalis* (Aldr.), y *Jaynesleskia jaynesi* Gómez Y Lastra, 1,995 (17). Es importante mencionar que aunque se han descrito 5 especies introducidas de parasitoides en Guatemala, para el control de barrenadores en caña de azúcar debe continuarse con el estudio de los parasitoides nativos.

Es frecuente que los taquínidos presenten un fenómeno de parasitismo por otros insectos, llamado hiperparasitismo, razón por la cual es importante tener un estricto control de calidad al importar parasitoides y a la vez mantener una vigilancia periódica sobre aquellos hiperparasitoides nativos para tomar medidas pertinentes. Bennet 1,969 (5), encontró 32 especies de hiperparasitoides de moscas taquínidas, mientras Mendonca 1,996 (23), menciona algunos como *Trichopria cubensis*, *Melittobia* sp y *Thysanus zosteriscus*. En Guatemala en 1984 se reportó *Razanoviella frequentior* (Kerrich), como hiperparásito de *Billaea claripalpis* (9).

## 6.3 ASPECTOS SOBRE LA LIBERACIÓN DE PARASITOIDES

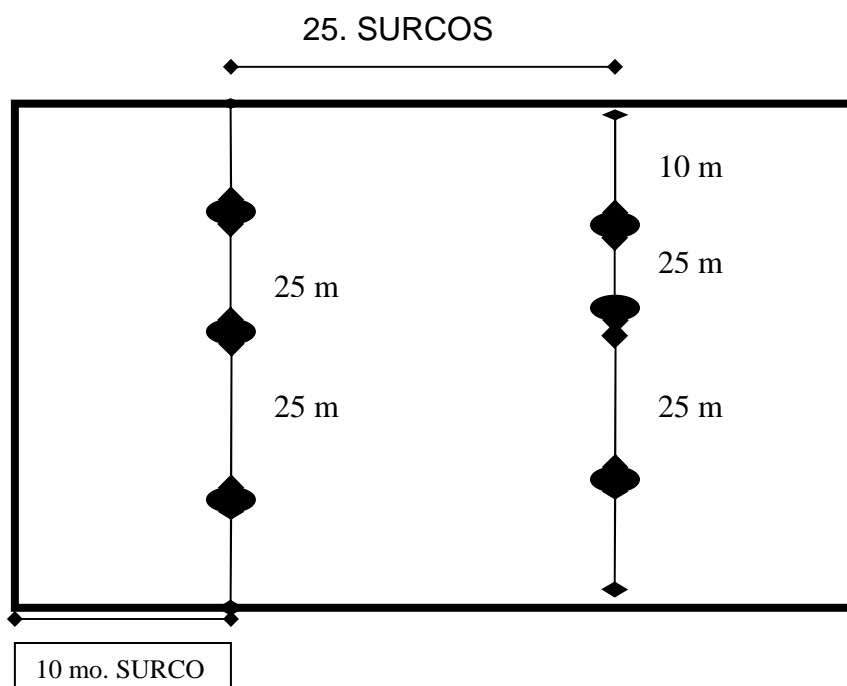
### 6.3.1 *Trichogramma exiguum*

Se recomienda utilizar este parasitoide únicamente en los primeros 3 meses de edad del cultivo, ya que en este período lo que se busca es el control de huevos de barrenadores. El criterio para la liberación se basa en la intensidad de infestación observada en el muestreo de cosecha. El Ingenio Pantaleón/Concepción libera entre los 25 y 40 días después de la cosecha, en pantes que hayan sobrepasado el 3 por ciento de Intensidad de Infestacion. (16).

La presentación comercial de este parasitoide es en tartejas de 50 pulgadas cuadradas conteniendo huevos de *Sitotroga cerealella* parasitados con larvas de *Trichogramma* sp. de donde posteriormente emergen las avispas (12).

Previo a la liberación, se acondicionan 100 pulgadas cuadradas de *Trichogramma* sp. en recipientes plásticos de un galón y se dejan de 12 a 24 horas junto con papel toilet. Cuando las avispas han emergido, se realiza la cópula y entonces deben trasladarse al campo. La distribución se hace con base en la recomendación de 20 pulgadas por hectárea, de manera que cada recipiente alcanzará para 5 hectáreas. Para su liberación en el campo se emplea la metodología que consiste en ubicar el inicio del lote o pante y entrar en el surco 10 metros para comenzar la liberación de las avispas y luego a cada 25 metros a lo largo del surco de caña. Con diferencia de 25 surcos se ingresa de nuevo y se continúa con el procedimiento anterior (Figura 14). En cada punto de liberación se sacude el papel

toilet que contiene adheridas las avispas, regresando inmediatamente este papel al recipiente. Las liberaciones deben realizarse entre 7:00 y 9:30 horas o bien, de 15:00 a 18:00 horas.



Fuente: CENGICAÑA-CAÑAMIP, 2,000. ( 12 )

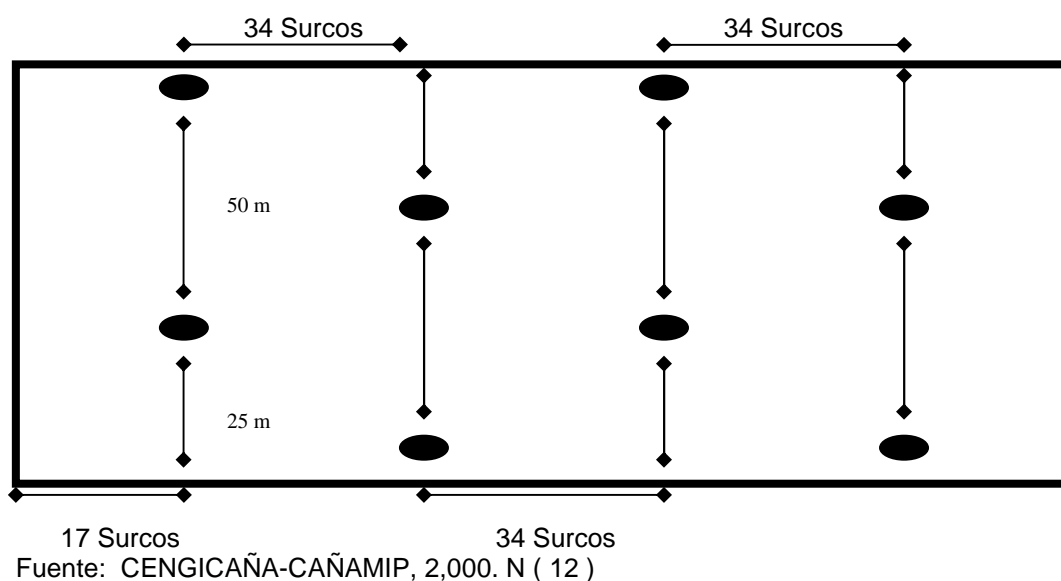
**Figura 14.** Croquis utilizado por el Ingenio Pantaleón/Concepción para la liberación de *Trichogramma exiguum* en el campo.

### 6.3.2 *Cotesia flavipes*

La acción de control con este parasitoide se recomienda entre los 4 y 6 meses de edad del cultivo, en las áreas cuyo porcentaje de intensidad de infestación fue superior al umbral de acción en los muestreos de elongación. El muestreo de corazones muertos y de elongación permiten estimar la densidad de población de larvas del barrenador. La cantidad de avispas a liberar por hectárea, resulta de multiplicar el número de larvas por hectárea por un factor de 4 (3). Pueden hacerse hasta 3 liberaciones, la primera inmediatamente después de conocer la densidad larval, la segunda a los 15 días después, y si es necesario, la tercera a los 30 días después de la primera liberación.

Este parasitoide se comercializa en vasos que contienen un gramo de cocones, equivalente a un promedio de 1,500 avispas. Los cocones maduros son de color blanco y cuando están próximos a eclosionar se tornan a un color oscuro. Es necesario dejar los cocones a temperatura ambiente por 24 horas para que se realice la emergencia de los adultos y su apareamiento para luego llevarlos al campo. Para retardar la emergencia de los adultos, los cocones deben colocarse a una temperatura de 8° C. El control de calidad es indispensable para determinar la cantidad de avispas por gramo, la relación macho:hembra, su sanidad y viabilidad (20).

La distribución requiere de un caminamiento a lo largo de los surcos del pante o lote, con distancias de 17 surcos de la orilla y luego 34 surcos entre cada caminamiento (Figura 15). Dentro del surco se caminan 25 metros para hacer la primera liberación, que consiste en acomodar el vaso con las avispas entre los tallos de la caña de azúcar (Figura 16). Luego se continúan las liberaciones a cada 50 metros. Este procedimiento estima 4 puntos de liberación por hectárea, de manera que las dosis de avispas por vaso deben considerar este factor. Las liberaciones se realizan entre 7:00 y 8:30 horas o de 16:00 a 18:00 horas (20).



**Figura 15. Croquis utilizado por el Ingenio La Unión/Los Tarros para la liberación de *Cotesia flavipes* en el campo.**



Figura 16. Liberación de *Cotesia flavipes* en el campo (20)

### 6.3.3 Liberación de Taquinidos

Las acciones de control con taquinidos se recomiendan a partir de los 6 meses de edad de la caña. En Guatemala el ingenio Pantaleón/Concepción libera 12 parejas por hectárea en pantes con más de 2 por ciento de Intensidad de Infestación. en el muestreo de 4-6 meses (18). Los ingenios La Unión/Los Tarros y Santa Ana determinan la cantidad de parejas con base en el muestreo de densidad larval del barrenador, liberando una mosca por cada 15 larvas/hectárea. Esto se realiza con base en la relación de un 50 por ciento de sobrevivencia en el campo, 50 por ciento de relación hembra:macho y el número promedio de larvas por hembra.

La presentación comercial es en bandejas de duroport que contienen de 4,000 a 6,000 pupas. Las pupas se esterilizan y acomodan en bandejas plásticas con bagazo estéril y húmedo, hasta que se inicie la emergencia de adultos. A los adultos se les permite copular y luego se colocan en jaulas especiales en proporción de 100 parejas para trasladarse al campo (Figura 17). Debido a su alta capacidad de dispersión, se recomienda ubicar de 2 a 4 puntos de liberación por lote y hacer la distribución entre 6:00 y 8:30 horas o bien, de 16:00 a 18:00 horas. Los muestreos para determinar el nivel de parasitismo debe realizarse a los 30, 60 y 90 días después de las liberaciones.



**Figura 17. Jaulas usadas para la liberación de taquínidos en el campo.**

#### 6.4 HISTORIA DEL MANEJO DE BARRENADORES DE LA CAÑA DE AZÚCAR

A continuación se muestra un cuadro el cual presenta datos de cómo se ha venido trabajando en el control biológico de los barrenadores, desde la zafra 1,991 hasta 2,002, dicha información incluye el área muestreada por año, el porcentaje de daño y la cantidad, especies y áreas de parasitoides liberadas por año, todo esto en las áreas de producción de caña del Ingenio la Unión/Los Tarros (Cuadro 5).

**Cuadro 5. Parasitoides liberados desde el año 1991 hasta el 2002 en Ingenio la Unión/Los Tarros.**

ZAFRA	AREA/Mz. MUESTREADA	MUESTREO CAMPO % entrenudos barrenadores	PARASITOIDES LIBERADOS		Area Liberada/Mz.
			<i>Cotesia</i> <i>flavipes</i>	<i>Paratheresia</i> <i>claripalpis</i>	
1991	1211	3.00			
1992	2417	2.60			
1993	7626	2.55	1,328,219		171
1994	8358	1.45	1,170,850		229
1995	9489	0.80	6,582,163		366
1996	8898	0.90	5,700,240		549
1997	12225	1.00	4,571,278		351
1998	11365	0.82	3,811,000		428
1999	8094	1.64		115,082	2,671
2000	12395	0.78		176,350	3,210
2001	9640	1.29		370,200	7,282
2002	17400	1.42		383,291	7,078

Fuente: INGENIO LA UNION LABORATORIO DE PARASITOIDES ( 20 ).

## 7. CONCLUSIONES

1. En Guatemala se determino que por cada 1 por ciento de intensidad de infestación, las perdidas se incrementan en 0.69 libras de azúcar por tonelada en la variedad CP 722086, para el año 1,999 se estimo que las pérdidas en tonelaje debidas al daño del barrenador alcanzaron las 4 Toneladas Métricas por Hectárea (8.3%), con una reducción en rendimiento de azúcar de 21.68 libras por tonelada (23.29%). Otras regiones productoras de caña como México, reportan perdidas de 1.1 libras de azúcar por tonelada; en Costa Rica se estiman 4.4 libras de azúcar por tonelada de caña por cada 1 por ciento de intensidad de infestación; en tanto que en Colombia la pérdida es de 0.7 por ciento del tonelaje por cada 1 por ciento de intensidad de infestación; y por ultimo Brasil indica que por cada 1 por ciento de intensidad de infestación, ocurre una pérdida equivalente al 0.48 por ciento de azúcar por tonelada de caña.
2. La producción de parasitoides para el control de barrenadores, depende de la presencia que tengan en las diferentes áreas o regiones. Para el caso de Trichogramma exiguum se liberan 20 pulgadas de avispas por hectárea, cuando la intensidad de infestación sea de el 3 por ciento; para Cotesia flavipes la cantidad de avispas a liberar por hectárea, resulta de multiplicar el numero de larvas de barrenador por hectárea por un factor de 4 ( 6,000 avispas por hectárea). Para el caso de los taquinidos en Guatemala se liberan 12 parejas por hectárea, cuando la intensidad de infestación es del 2 por ciento y en otros casos se libera 1 mosca por cada 15 larvas de barrenador por hectárea.
3. Los métodos de control biológico para barrenadores de caña de azúcar, mas eficientes en Guatemala son a través de la liberación de parasitoides. Los parasitoides que han tenido mejor control o con los cuales se han obtenidos mejores resultados en laboratio y campo tanto para Diatraea saccharalis como para Diatraea nr crambidoides son Cotesia flavipes y Billaea claripalpis.
4. Las nuevas alternativas que existen en control biológico de barrenadores están basadas principalmente en otros parasitoides, tanto nativos como importados entre los cuales podemos mencionar los siguientes: Lidella minense, Lixophaga diatraea, Palpozenilla palpalis y Jaynesleskia jaynesi.

## 8. RECOMENDACIONES

1. Para que un programa de control biológico sea exitoso es necesario tomar en cuenta las siguientes recomendaciones.
2. Es importante mencionar que antes de realizar cualquier tipo de control biológico es necesario conocer las especies de plaga que ocasionan el daño, así como la presencia o no de enemigos naturales, para si poder determinar exactamente si el control que se esta obteniendo es producto del parasitoide que se esta liberando o de una especie nativa.
3. Los parasitoides producidos son específicos para *Diatraea saccharalis* por lo que es recomendable hacer estudios con otras especies de parasitoides del área e importar del área de origen de *Diatraea crambidoides*.
4. Efectuar un monitoreo constante de la plaga para conocer cuales son los lotes problema, como fluctúa la densidad larval en el tiempo, cuales en su migraciones en plantías, semilleros y socas. Efectuar las liberaciones de parasitoides en las horas mas frescas de la mañana 6:00 a 8:00 am.
5. Dotar del equipo adecuado de locomoción al personal de liberaciones para que el tiempo de traslado entre el laboratorio y las áreas de liberación sea mínimo, de mas proveer un transporte seguro de los parasitoides para que estos no lleguen golpeados, mutilados estresados al campo.
6. Concientisar, capacitar y supervisar constantemente el equipo de liberaciones de parasitoides para asegurarse que la metodología de liberación esta aplicada en forma correcta.
7. Evaluar el porcentaje de parasitismo de las especies liberadas.
8. Y por último es importante mencionar que los programas de control biológico, nacieron como una alternativa eficiente preventiva, por medio de la cual podemos proteger nuestro medio ambiente, por lo cual queda demostrado que un programa de control biológico como un componente del manejo integrado de plagas permitirá en algún momento la eliminación de los insecticidas químicos en la producción de caña de azúcar.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

1. ARAUJO, J.R.; ARAUJO, S.M.; BOTELHO, P.S.; DEGASPARI, N. 1982. Biología de *Diatraea saccharalis* em condicoes de campo. Brasil, Acucareiro. 2:31-33.
2. BADILLA, F.; ALFARO, D. 1994. Metodología de liberación y cuantificación del parasitismo producido por *Cotesia flavipes*. En: Simposio sobre manejo integrado de plagas de la caña de azúcar en Costa Rica (1., 1994, Costa Rica). Resúmenes. San José, Costa Rica, IICA. p. 6.
3. BADILLA, F.; SOLIS, A.I.; ALFARO, D. 1991. Control biológico del taladrador de la caña de la caña de azúcar, *Diatraea* spp. (Lepidóptera: Pyralidae), en Costa Rica. Manejo Integrado de Plagas (C. R.) 20-21:39-44.
4. BEG, M.N.; BENNETT, F.D. 1974. Natural immunity of *Diatraea centrella* o *Parateresia craliripalpis* and *Metagonistylum minense*. *In*: Congress of the Internat. Soc. of Sugarcane Techn. (15., 1974, Africa). Proceeding. Durban, South Africa, s.e. v. 1, 411-422.
5. BENNETT, F.D. 1969. Tachidid flies as biological control agents for sugar cane moth borres. *In*: Pests of sugar cane. Ed. by Williams, J.R.; Metcalf, J.R.; Montgomery, R.W. and Mathes, R. New York, Elsevier. p. 117-147.
6. BLESZYNSKI, S. 1969. The taxonomy of the Crambinae moth borres of sugar cane. *In*: Pests of sugar cane. Ed. by Williams, J.R.; Metcalf, J.R.; Montgomery R.W. and Mathes R. New York, Elsevier. p. 11-60.
7. BOTELHO, P.S.M.; MACEDO, N.; MENDES, A.C.; SILVEIRA NETO, S. 1980. Aspects of the population dynamics of *Apanteles flavipes* (Cameron), and support capacity of its host *Diatraea saccharalis* (Fabricius). *In*: Congress, ISSCT (17., 1980, Philippines). Proceedings. Philippines, ISSCT. v.2, p. 1,736-1745.
8. CAB INTERNATIONAL. 1984. Identificación de plagas de la caña de azúcar a solicitud del Ingenio Pantaleón; reporte del Commonwealth Institute of Entomology. United Kingdom. (Correspondencia personal).
9. \_\_\_\_\_. 1998. Identification services report, International Institute of Entomology. United Kingdom.
10. CAVE, R.D. 1995. Parasitoides de plagas agrícolas en América Central. Honduras, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano. 202 p.
11. CENTRO GUATEMALTECO DE INVESTIGACION Y CAPACITACION DE LA CAÑA DE AZUCAR. 1996. Estudio semidetallado de suelos de la zona cañera del sur de Guatemala. Guatemala. 215 p.
12. \_\_\_\_\_. 2000. Manejo integrado de barrenadores en caña de azúcar. Guatemala. p. 7.

13. CHARPENTIER, L.J.; GIFFORD, J.R.; SUMMERS, T.E.; JACKSON, R.D. 1971. Biological control of sugarcane insects in continental United States; a historical review. *In*: Congress of the International Society of Sugarcane Technologists (14., 1971, Louisiana). Proceedings. New Orleans, Louisiana, USA. p. 466-475.
14. FLORES CÁCERES, S. 1994. Las plagas de la caña de azúcar en México. Córdoba, Veracruz, México, OREAL. 350 p.
15. GAVIRIA, J. 1973. Importancia del control biológico del gusano barrenador de la caña de azúcar *Diatraea saccharalis* Fabr; exposición sustentada en el primer congreso de la sociedad colombiana de entomología. Bogotá, Colombia, Sociedad Colombiana de Entomología. p 12.
16. \_\_\_\_\_. Informes técnicos de asesoría en el manejo integrado de plagas, 1999. Guatemala, Organización Pantaleón/Concepción. 20 p.
17. GOMEZ, L.; LASTRA, L.A. 1995. Los barrenadores de la caña de azúcar, su manejo y control. Colombia, CENGICAÑA. 4 p. (Serie Divulgativa no. 6).
18. GUAGLIUMI, P. 1972. Plagas de caña-de-azúcar: nordeste do Brasil. Rio de Janeiro, Editorial no. 10. 622 p. (Colecao Canavieira).
19. HRUSKA, A.J.; ROSSET, P.M. 1987. Estimación de los niveles de daño económico para plagas insectiles. Manejo Integrado de Plagas (Gua.) 5:30-44.
20. INGENIO LA UNION. 2002. Informe anual. Guatemala, Laboratorio de Parasitoides. p. 10.
21. LINARES, B.A.; BASTIDAS, R. 1996. Descripción comparativa de las especies del género *Diatraea* Guilding (Lepidóptera: Pyralidae), que atacan caña de azúcar en Venezuela. Maracay, Venezuela, Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Centro de Investigaciones Agropecuarias del Estado Yaracuy. 92 p.
22. MATHES, R.; CHARPENTIER, L.J. 1962. Some techniques and observations in studying de resistanse of sugarcane varieties to the sugarcane borre in Louisiana. ISSCT (USA) 11:594-604.
23. MENDONCA, A.F. 1996. Distribucao de *Diatraea* spp. (Lep.: Pyralidae) e de seus principais parasitoides larvais no continente Americano. *In*: Pragas da cana-de-acucar. Ed. por A.F. Mendonca. Brasil, Insectos. p. 83-121.
24. \_\_\_\_\_.; MORENO, J.A.; RISCO S.H.; ROCHA I.C.B. 1996. As bocas da cana-de-acucar, *Diatraea* spp. (Lep.,Pyralidae). *In*: Pragas da cana-de-acucar. Ed. por A.F. Mendonca. Brasil, Insectos. p. 51-82.
25. METCALFE, J.R.; BRENIERE, J. 1969. Egg parasites (*Trichogramma* spp.) for control of sugar cane moth. *In*: Pests of sugar cane. Ed. by Williams, J.R.; Metcalfe, J.R.; Metcalfe, J.R.; Montgomery, R.W. and Mathes, R. New York, USA, Elsevier. p. 81-115.

26. SALGUERO NAVAS, V.E. 1998. Proyección del desarrollo tecnológico para el manejo integrado de plagas en caña de azúcar; memoria, presentación de resultados zafra 1997-1998. Guatemala, CENGICAÑA. p. 53-57.
27. \_\_\_\_\_; HIDALGO-RAMIRES, H.H. 1999. Barrenadores en caña de azúcar; el control biológico es la base del manejo de barrenadores en caña de azúcar. *Agricultura (Gua.)* 2(21):17-19.
28. SIMMONS, Ch.; TARANO, J.M.; PINTO, J.H. 1959. Clasificación y reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José de Pineda Ibarra. 1000 p.
29. SIMPOSIO NACIONAL DE PLAGAS DE LA CAÑA DE AZÚCAR (1996, Guatemala). Memorias. Guatemala, CENGICAÑA. p. 172.
30. SOSA, O. 1981. El barrenador del tallo de la caña de azúcar, *Diatraea saccharalis*, en Florida: una revisión. *In: A Seminario Interamericano de la caña de Azúcar (1981, Miami). Plagas de insectos y roedores.* Miami, Florida, USA, s.e. p. 367-382.
31. TORRE CALLEJAS, S.L. DE LA 1993. *Trichogramma*: biología, sistemática y aplicación. La Habana, Cuba, Científico-Técnica. 316 p.

## GLOSARIO

**Arrenotoquia:** Tipo de partenogénesis facultativa donde un huevo no fertilizado resulta en un macho haploide, mientras que un huevo fertilizado da origen a una hembra diploide. Es la partenogénesis en la que solo se reproducen individuos de sexo masculino.

**Control biológico:** Es la introducción deliberada de parasitoides, depredadores, patógenos y/o sus productos para el mantenimiento de las densidades poblacionales de las plagas a niveles inferiores de los que se presentarían en ausencia de estos enemigos.

**Depredadores:** Enemigos naturales de seres vivos (presa), a quienes cazan y devoran.

**Encapsulamiento:** Fenómeno que sufren las pupas de algunos insectos que impiden que los adultos emerjan.

**Esclerotizadas (esclerosis):** Endurecimiento de un órgano ó tejido por la proliferación de elementos conjuntivos; se produce como fase final de un proceso inflamatorio.

**Hiperparasitismo:** Insecto u organismo parásito que ataca a otro parásito.

**Hospedante:** Es cualquier organismo que soporta o alberga a un parásito.

**Parasitismo:** Fenómeno de relación entre organismo de diferentes especies, en la cual uno de ellos se beneficia directamente del otro que no obtiene ninguna ventaja de esta asociación.

**Parasitoide gregario:** Hábito de muchas especies de parasitoides de ovipositar varias veces sobre o dentro de un organismo hospedante.

**Plantas transgénicas:** Plantas que mediante técnicas de ingeniería genética se les han introducido genes de resistencia a plagas u otro carácter de interés agrícola.

# ANEXOS

## ABREVIATURAS

Ae	= Aedeago
AB	= Abertura bolsa copulatoria
BC	= Bolsa copulatoria
CB	= Cuerpo bolsa copulatoria
Cor	= Cornuti
CS	= Conducto seminal
Ga	= Glándula accesoria espermática
Gn	= Gnatos
Har	= Harpe
Lob	= Lóbulo del tégumen
Pr	= Proceso subalar de valva
Ta	= Tergido abdominal
Te	= Tégumen
Un	= Uncus
Va	= Valva
Vin	= Vinculatum

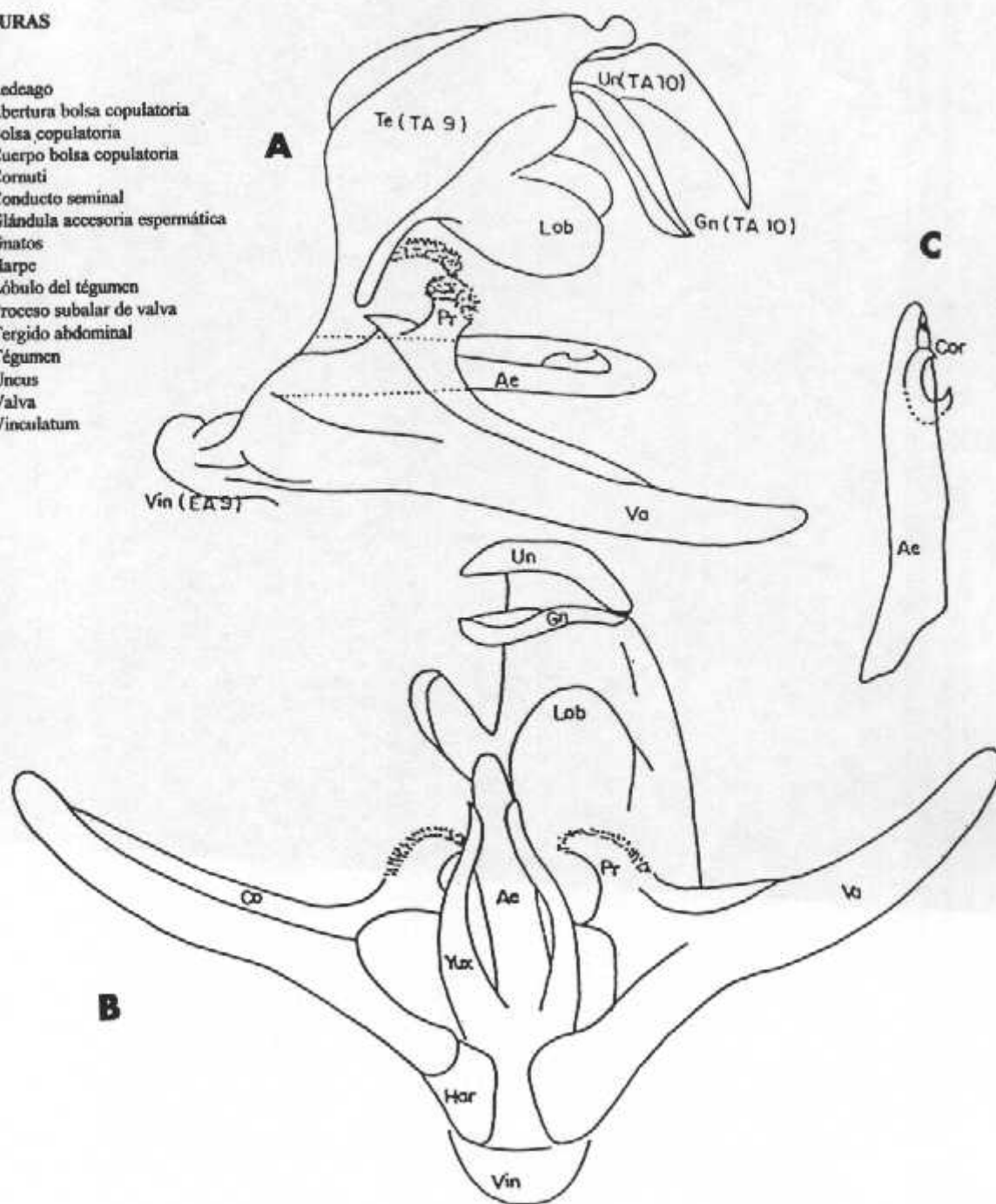


Figura 1. Macho de *D. saccharalis* Fab. A) Estructura interna de la genitalia. B.) Genitalia externa. C) Aedeago.

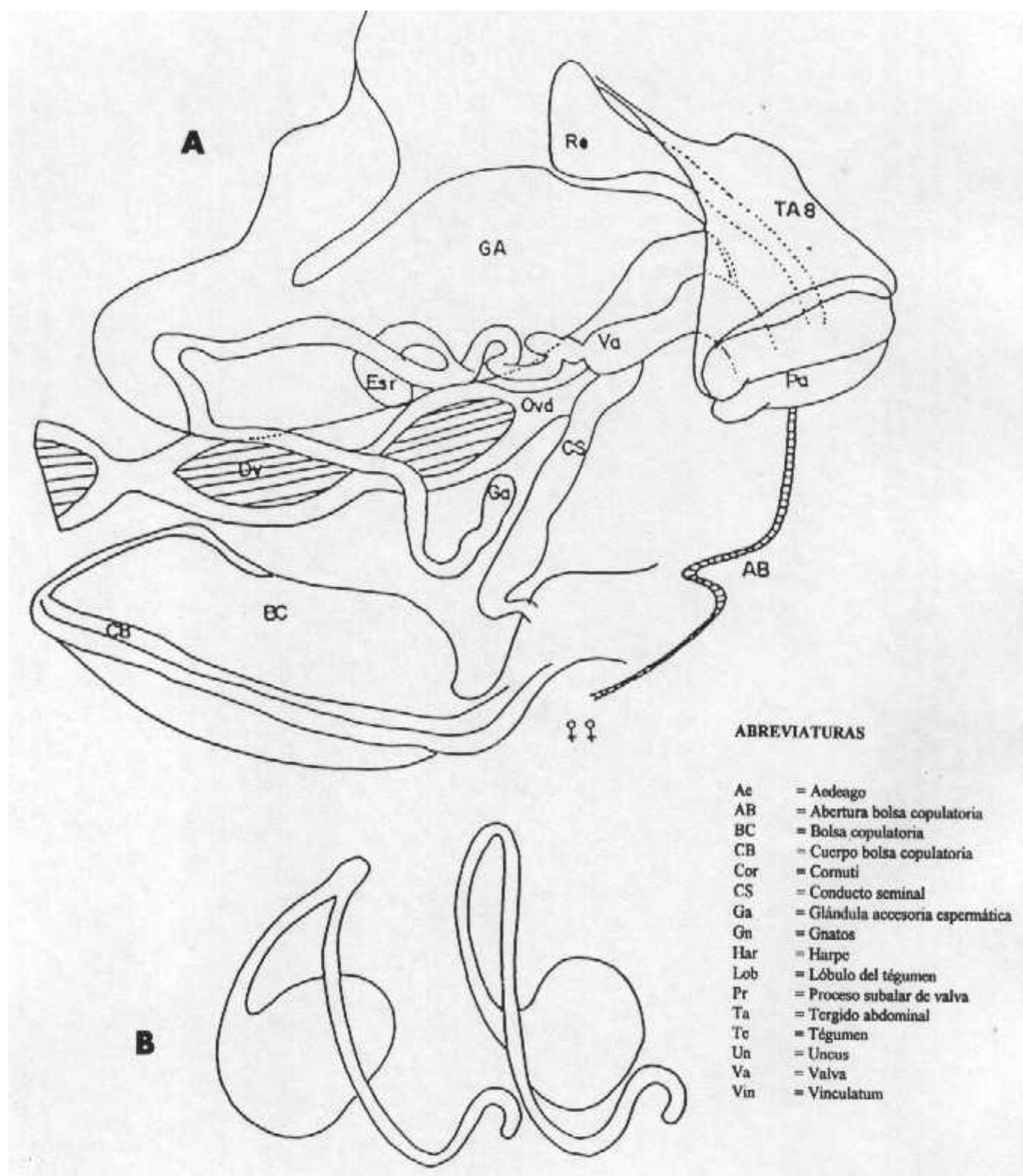


Figura 2. Hembra adulta de *D. saccharalis* Fab. A) Organo genital interno. B) Detalle del cuerpo de la bolsa copulatoria.



Maíz, *Zea mays*



Cola de zorro, *Setaria geniculata*



Napier, *Pennisetum purpureum*



Zacatón, *Panicum maximum* Jacq



Camalote, *Paspalum fasciculatum*



Sorgo, *Sorghum halepense* (L.) Pers.

Figura 3. Principales hospederos de los barrenadores del tallo