


**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
AREA INTEGRADA  
SUBAREA DE E.P.S.**



**TRABAJO DE GRADUACIÓN REALIZADO EN  
INGENIO PANTALEÓN, SIQUINALA, ESCUINTLA.**

**PAOLA MARÍA GÓMEZ PEREIRA**

**GUATEMALA, MARZO DE 2006**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**ÁREA INTEGRADA**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN REALIZADO EN EL INGENIO PANTALEON, SIQUINALA,  
ESCUINTLA.**

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

**POR**

**PAOLA MARÍA GÓMEZ PEREIRA**

**EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO**

**INGENIERA AGRÓNOMA**

**EN**

**SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA**

**EN EL GRADO ACADÉMICO DE**

**LICENCIADA**

**GUATEMALA, Marzo de 2006**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**RECTOR**

**Dr. M. V. LUIS ALFONSO LEAL MONTERROSO**

**JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA**

<b>DECANO</b>	<b>Dr. Ariel Abderramán Ortiz López</b>
<b>VOCAL PRIMERO</b>	<b>Ing. Agr. Alfredo Itzep Manuel Ovalle</b>
<b>VOCAL SEGUNDO</b>	<b>Ing. Agr. Walter Arnoldo Reyes Sanabria</b>
<b>VOCAL TERCERO</b>	<b>Ing. Agr. Danilo Ernesto Dardón Ávila</b>
<b>VOCAL CUARTO</b>	<b>Maestro Elmer Antonio Álvarez Castillo</b>
<b>VOCAL QUINTO</b>	<b>Perito en M.P. Miriam Eugenia. Espinoza Padilla.</b>
<b>SECRETARIO</b>	<b>Ing. Agr. Pedro Peláez Reyes</b>

Guatemala, Marzo de 2006

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

Distinguidos miembros:

De manera muy atenta y de acuerdo 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 documento:

**TRABAJO DE GRADUACIÓN REALIZADO EN EL INGENIO PANTALEÓN, SIQUINALA, ESCUINTLA.**

Presentado como requisito previo a optar el título de Ingeniera Agrónoma en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciada.

Esperando que el presente llene los requisitos necesarios para su aprobación, me suscribo,

Respetuosamente

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Paola María Gómez Pereira

## ACTO QUE DEDICO

**A:**

**DIOS:** Inmensa sabiduría y ejemplo para el hombre, Fuente de vida, amor e inteligencia.

**MI MADRE:** **Mary Pereira de Gómez**, ejemplo de fortaleza, amor y sabiduría, una mujer tan fuerte y valiosa para todos nosotros, gracias por tu apoyo, esfuerzos y sacrificios para darnos siempre lo mejor. A Dios gracias por tenerte a mi lado.

**MI PADRE:** **Ingeniero Rogelio Gómez Barrios**, quien me dio el ejemplo de ser respetado y reconocido por su Inteligencia y logros en su profesión. A ti quien sigues con nosotros en nuestro corazón.

**MI HERMANO:** **Fernando G. Pereira**, como un agradecimiento por tu amor y forma de ser, eres un modelo para mi por tus sueños e ideas para una vida futura.

**MI ESPOSO:** **Marco Cancino**, Por su amor y su apoyo. Gracias por demostrarme el camino a Dios. Con todo mi amor.

**MI HIJO:** **Diego**, Mi regalito de Dios, eres mi vida entera, para ti y tú futuro, por quien lucharé y educaré con la sabiduría de Dios.

**MI ABUELITA:** **Mama Nivia**, gracias por su gran cariño, y por ser el pilar de unión para la familia Pereira.

**MIS TIOS:** Puin, Rosita, Mateo y Mírtha, que me han demostrado su amor y apoyo a través de mi madre, por haber permanecido a nuestro lado.

**MI FAMILIA:** Pereira García, Gonzalez Mendez y Gil Pereira.

**TRABAJO DE GRADUACIÓN QUE DEDICO**

**A:**

**DIOS**

**GUATEMALA**

**MIS PADRES**

**MI HERMANO**

**MI HIJO**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

## AGRADECIMIENTOS

**A:**

**Ingenio Pantaleón**, por su apoyo técnico y financiero; en especial a los Ingenieros **Julio Leal** y **Rolando Acevedo**, por permitirme realizar mis prácticas y culminar mi carrera como profesional.

**Dr. Jaime Gaviria**, Asesor de plagas del Ingenio Pantaleón, por sus valiosos conocimientos y apoyo para la ejecución del trabajo de investigación.

**Ingenieros Gustavo Ralda** y **Romeo Montepeque**, por su asesoría profesional.

**Ing. Agr. Alvaro Hernández**, por su asesoría y consejos profesionales para la culminación de mi investigación.

**Ing. Agr. Fernando Rodríguez**, supervisor de EPSA.

**Departamento de Investigación Agrícola Pantaleon**, a los que participaron para el desarrollo de mis trabajos especialmente a los señores **Efraín Chajil** y **Danilo Maldonado**.

## CONTENIDO GENERAL

### 1. INFORME DE DIAGNOSTICO

DEPARTAMENTOS DE INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA, Y DE AGRONOMÍA DE LA CORPORACIÓN PANTALEÓN-CONCEPCIÓN, S.A.

### 2. INVESTIGACIÓN

EVALUACION DEL PARASITISMO, ENCAPSULAMIENTO, PREFERENCIA Y DOSIFICACION DE LOS PARASITOIDES *Cotesia flavipes*, *Paratheresia claripalpis* y *Metagonistylum minense*, SOBRE LARVAS DE BARRENADORES *Diatraea saccharalis*, *D. crambidoides* y *Phassus phallerus*, DE LA CAÑA DE AZÚCAR, BAJO CONDICIONES DE LABORATORIO, EN SIQUINALA, ESCUINTLA.

### 3. INFORME DE SERVICIOS

#### 3.1. SERVICIO 1:

EVALUACIÓN DE CUATRO CONCENTRACIONES DE *Metarhizium anisopliae*, BAJO CONDICIONES SEMICONTROLADAS PARA EL CONTROL DE CHINCHE SALIVOSA (*Aeneolamia* sp y *Prosapia* sp.), EN LA CORPORACIÓN PANTALEÓN-CONCEPCIÓN, S.A.

#### 3.2. SERVICIO 2:

EVALUACIÓN DE DOS INHIBIDORES DE FLORACIÓN DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum* sp) EN TRES LOCALIDADES DE LA ZONA CAÑERA DEL INGENIO PANTALEÓN, S.A.





**INFORME DE DIAGNOSTICO**

**DEPARTAMENTOS DE INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA, Y DE AGRONOMÍA DE LA  
CORPORACIÓN PANTALEÓN-CONCEPCIÓN, S.A.**



## INDICE DE CONTENIDO

	<b>Pag.</b>
1. INDICE DE FIGURAS.....	iii
2. PRESENTACIÓN .....	1
3. MARCO REFERENCIAL .....	2
3.1. Conformación de la agroindustria Cañera .....	2
3.2. Datos generales de la Corporación Pantaleón-Concepción.....	2
3.2.1 Ideología Central .....	2
3.2.2. Propósito de la empresa.....	3
3.2.3. Futuro Visionario de la empresa.....	3
3.2.4. Descripción grafica de la visión futurista de la empresa .....	3
3.2.5. Actividad de la empresa .....	3
3.2.6. Servicios y prestaciones que proporciona a sus trabajadores:.....	4
3.3. Localización de la Empresa .....	5
3.4. Situación ecológica .....	5
3.5. Suelos .....	6
3.6. Vías de acceso.....	6
3.7. Organización de la empresa .....	7
4. OBJETIVOS.....	8
4.1. General .....	8
4.2. Específicos.....	8
5. METODOLOGÍA.....	9
5.1. Definir el sistema.....	9
5.2. Estudio de las variables o elementos .....	9
5.3. Interrelación de los elementos en cada sistema.....	9
5.4. Definir en tiempo y recursos lo que es posible diagnosticar .....	9
5.5. Detección del foco .....	9
5.6. Determinar cual es el o los problemas .....	9
5.7. Herramientas.....	9
5.8. Entrevistas: .....	10
5.9. Observaciones: .....	10
5.10. Consulta:.....	10
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	11
6.1. Departamento de Investigación Agrícola.....	11
6.1.1. Datos generales.....	11
6.1.2. Misión .....	11
6.1.3. Responsabilidades .....	11

6.1.4. Metas y Objetivos .....	11
6.1.5. Actividades .....	12
6.1.6. Organización y Funciones del personal .....	12
6.1.7. Recursos que posee el departamento .....	13
6.1.8. Estructura del departamento .....	14
6.1.8.1. Área de laboratorio biológico .....	14
6.1.8.1.b. Metas y Objetivos del área .....	15
6.1.8.1.c. Producción de parasitoides y hospedantes .....	15
6.1.8.1.d. Producción del hongo <i>Metarhizium anisopliae</i> .....	15
6.1.8.2. Área planta de tratamiento térmico .....	15
6.1.8.2.a. Responsabilidades del área .....	15
6.1.8.2.b. Metas y objetivos del área .....	15
6.1.8.2.c. Actividades para la obtención de semilla tratada .....	16
6.1.8.2.d. Actividades para la Clasificación de semilleros .....	17
6.1.8.3. Área de manejo de plantación .....	17
6.1.8.3.a. Responsabilidades del área .....	18
6.1.8.3.b. Metas y Objetivos del área .....	18
6.1.8.3.c. Actividades para realizar evaluaciones .....	18
6.2. Departamento de Agronomía.....	20
6.2.1. Datos Generales.....	20
6.2.2. Misión .....	20
6.2.3. Responsabilidades .....	20
6.2.4. Metas y Objetivos .....	20
6.2.5. Actividades .....	21
6.2.5.1. Manejo y control de plagas .....	21
6.2.5.1.a. Plagas del suelo.....	21
6.2.5.1.b. Roedores .....	21
6.2.5.1.c. Chinche salivosa .....	21
6.2.5.1.d. Barrenadores .....	21
6.2.5.1.e. Control de malezas .....	23
6.2.5.1.f. Aplicación aérea, madurantes e inhibidores de floración.....	23
6.2.6. Organización y Funciones .....	24
6.2.7. Recursos que posee el departamento .....	25
6.2.8. Estructura del departamento .....	26
7. CONCLUSIONES.....	27
8. BIBLIOGRAFIA.....	28
9. ANEXOS.....	29

## 1. INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Descripción de la Conformación de la agroindustria Cañera en Guatemala .....	2
Figura 2. Organigrama administrativo de la Corporación .....	7
Figura 4A Ciclo de producción de ( <b><i>Paratheresia Claripalpis</i></b> ) bajo condiciones de Laboratorio .....	30
Figura 5A. Ciclo de producción de ( <b><i>Diatraea saccharalis</i></b> ) bajo condiciones de .....	31
Figura 6A. Fase inicial de producción del hongo <i>Metharizium anisopliae</i> .....	32
Figura 7A. Proceso de producción del hongo <b><i>Metharizium anisopliae</i></b> .....	33
Figura 9A. Distribución de áreas por Administración.....	35



## 2. PRESENTACIÓN

La corporación Pantaleón-Concepción ubicado en la Finca Pantaleón; Siquínala, Escuintla, en el kilometro 86.5 de la carretera al pacifico; Es uno de los proveedores más importantes de caña de azúcar produciendo alrededor de 10,300,000 qq de azúcar al año, teniendo a su cargo aproximadamente un área de 42,000 hectáreas; Dividida en ocho zonas para su fácil manejo y control.

Por tal razón esta conformada por varios departamentos responsables de generar, validar y promover las practicas en el manejo del cultivo.

Debido al incremento del área cultivada con caña de azúcar y en forma relativa el crecimiento desmedido de problemas en campo, se hizo necesario para la producción, delegar diferentes actividades a los departamentos y así permitir tomar decisiones para disminuir riesgos y problemas.

Cada departamento actualmente esta formado de personal profesional, técnico, administrativo y operativo que cumple con ciertas funciones y obligaciones; es por el cual hace la importancia de recopilar información con el objetivo de determinar la situación actual de cada departamento, jerarquizando cada uno de los problemas encontrados. Dentro de estos se seleccionaron a los departamentos de Investigación Agrícola y Agronomía.

En el presente diagnostico se conocerá la estructura y función de los departamentos de investigación Agrícola y de Agronomía; siendo seleccionados por su relación a nuevas practicas en el manejo del cultivo.



### 3. MARCO REFERENCIAL

#### 3.1. Conformación de la agroindustria Cañera

La producción de azúcar es una actividad de impacto social, económico y ecológico en Guatemala. Las exportaciones de azúcar permiten el ingreso de divisas al país. En el 2003 ingresaron US\$ 316.429.00 millones por exportaciones de azúcar y melaza. La caña provee además otros productos como energía eléctrica, papel, abono, alcohol, levadura, y otros. En Guatemala se tiene un área cultivada de 187,000 hectáreas con caña de azúcar (AZASGUA, 2003). La figura 1 muestra la conformación de la agroindustria azucarera a nivel nacional.



**Figura 1.** Descripción de la Conformación de la agroindustria Cañera en Guatemala

FUENTE: agroindustria azucarera de Guatemala, 2004

#### 3.2. Datos generales de la Corporación Pantaleón-Concepción

##### 3.2.1 Ideología Central

Valores centrales (7)

- integridad y honestidad
- mejora y cambio permanente con visión de largo plazo
- respeto por las personas relacionadas y compromiso por su éxito

### **3.2.2. Propósito de la empresa**

Promover el desarrollo transformando recursos naturales

### **3.2.3. Futuro Visionario de la empresa**

MEGA: llegar a ser una de las 10 organizaciones más importantes del mercado de endulzantes del mundo en el año 2030.

En 15 años queremos ser una de las 5 organizaciones más importantes de Latinoamérica en el mercado de endulzantes (7).

### **3.2.4. Descripción grafica de la visión futurista de la empresa**

Atenderemos las necesidades del consumidor final de forma más directa y creativa

Nos transformaremos en una organización innovadora, que no dependerá solamente del azúcar, sino que también manejara otros productos relacionados, de mayor valor agregado.

Buscaremos, a través de la fortaleza de nuestra gente, ser una organización ágil, liviana, flexible y visionaria.

Tendremos producción y/o comercialización en los países que ofrecen las mejores condiciones.

Nos asociaremos con grupos exitosos que compartan nuestros valores para mantener un crecimiento agresivo y multiplicar nuestras capacidades

Seremos una corporación internacional, ampliamente reconocida y nuestras acciones se cotizaran en la bolsa de valores (7).

### **3.2.5. Actividad de la empresa**

Producir azúcar de calidad para el mercado nacional e internacional

Durante tiempo de zafra generar energía eléctrica a partir del bagazo de la caña de azúcar, y durante el tiempo de no zafra comprar Bunker para generar energía eléctrica

Producir melaza para consumo de ganado bovino

Producir alcohol, a realizarse en la zafra 2004-2005 (7).

### **3.2.6. Servicios y prestaciones que proporciona a sus trabajadores:**

Las prestaciones laborales que los departamentos proporcionan a sus trabajadores son (7):

#### **Servicio Medico laboral:**

Atiende a los trabajadores que sufren de alguna enfermedad o han tenido algún accidente, así mismo se les proporciona un botiquín portátil, para que se utilice en casos de emergencia, además al personal se les instruye en como prestar primeros auxilios.

#### **Servicio Medico Familiar:**

Atiende a toda la familia del trabajador por enfermedad común.

#### **Servicio Odontológico:**

Dirigido a todo el personal y su familia, afectado por problemas dentales.

#### **Servicio de Bus:**

Para transportar al personal residente en las Colonias Adelina, Vista Linda y Aldea San Judas, se hace en horarios establecidos en relación a los horarios de trabajo.

#### **Servicio de club Social:**

Se cuenta con club para la recreación y en el hay piscinas, canchas de fútbol y servicio de restaurante a bajo costo.

#### **Cooperativa:**

Una cooperativa de consumo en donde existe variedad de productos a precios cómodos.

#### **Servicio de Banco y Cajero Automático:**

Dirigido a todo el personal de campo y fábrica que conforman la Corporación Pantaleón-Concepción.

#### **Educación:**

Esta dirigido a los hijos de los trabajadores y trabajadores con jornadas matutinas, vespertinas, con primaria, básico y bachillerato.

#### **Corte y confección:**

Dirigido a las esposas de los trabajadores.

**Otros:**

Todo lo establecido en las leyes del país, Vacaciones, aguinaldo, bono 14 e indemnización.

**3.3. Localización de la Empresa**

La Empresa se encuentra ubicado en la finca Pantaleón en el kilómetro 86.5 de la carretera al pacífico, en el municipio de Siquinalá, del departamento de Escuintla. Las oficinas se localizan en la misma finca.

Se encuentra a 14° 19" Latitud Norte y 90° 59" Longitud Oeste, a una elevación de 420 metros sobre el nivel del mar.

En cuanto a extensión territorial, cuenta aproximadamente con más de 42,000 hectáreas ubicadas dentro de las administraciones que le corresponde la Corporación Pantaleón Concepción. Delimitados en tres estratos altitudinales

Estrato alto	mayor de 251 msnm
Estrato medio	de 91 a 250 msnm
Estrato bajo	menor de 90 msnm

**3.4. Situación ecológica**

De acuerdo con la clasificación ecológica de Holdridge, 1979, la finca Pantaleón está comprendida dentro de dos zonas ecológicas bien definidas:

- Zona Tropical Húmeda
- Zona Tropical Perhúmeda

La Zona Tropical Húmeda caracterizada por una precipitación que varía entre 2,000 y 4,000 milímetros y con una biotemperatura, menor de 24 grados centígrados. La Zona Tropical Perhúmeda caracterizada por una precipitación superior a los 4,000 milímetros y una biotemperatura menor de 24 grados centígrados.

El clima es referido a los siguientes aspectos: Cálido con temperatura promedio de 24.80 °C y su precipitación pluvial de 4,000 milímetros al año distribuidos de Mayo a Octubre siendo Junio y Septiembre los meses más lluviosos.

La humedad relativa es del 70.30% y la evaporación a la intemperie de 4.16 milímetros por día.

Los vientos que por las mañanas corre en dirección Noreste y por las tardes en una dirección Suroeste.

En una latitud de 14 grados 19 minutos Norte y 90 grados 59 minutos longitud Oeste, con una elevación que varía de 55 a 420 metros sobre el nivel del mar.

### **3.5. Suelos**

Todos los departamentos realizan sus labores en Áreas de la Corporación Pantaleón Concepción, Según Simomns, 1959, los suelos corresponden a la serie Guacalate y Siquinalá.

La serie Guacalate está desarrollada sobre un material original de ceniza volcánica, con una inclinación y drenaje interno moderado. El color es café oscuro de textura franca o franca arcillosa, el espesor aproximado es de 25 a 40 centímetros. El color del subsuelo es café y amarillento oscuro.

La serie Siquinalá esta desarrollada sobre material de Toba, con relieve levemente inclinado, con drenaje rápido. Su coloración es gris oscuro y su textura franco con un espesor de 25 a 40 centímetros.

Estos suelos son muy pocos profundos y son derivados a partir de un lodo volcánico conocido técnicamente como Lahar que está zona se llama Talpetate. Este suelo tiene un pH que varía de 5 a 5.5 con fertilidad media y un alto contenido de materia orgánica.

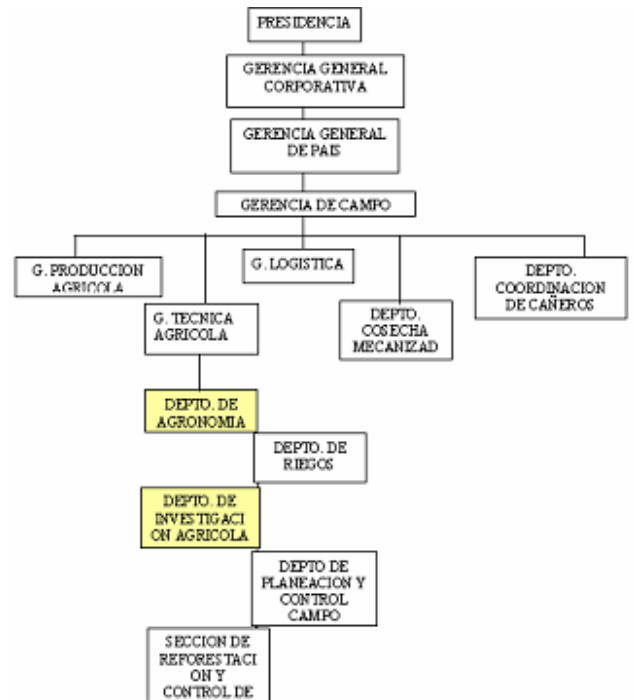
### **3.6. Vías de acceso**

Los departamentos se ubica dentro de la finca Pantaleón, se comunica a los municipios de Siquinalá a 4 kilómetros y a Santa Lucia Cotzumalguapa a 2 kilómetros mediante la carretera al pacífico. Existe una red de calles empedradas, de asfalto y terracería, que funcionan para la circulación de vehículos dentro del casco de la finca.

Existen calles de terracería amplias para la comunicación vial en las fincas anexas, así como caminos y rondas para el acceso a los distintos cañales donde se realizan todas las actividades que le corresponde al departamento.

### 3.7. Organización de la empresa

La empresa esta organizada de acuerdo a las funciones y obligaciones de cada departamento. En la figura 2 se presenta un organigrama de la empresa permitiendo conocer la jerarquización de cada departamento a evaluar.



**Figura 2.** Organigrama administrativo de la Corporación Pantaleón-Concepción.

FUENTE: DPTO. RECURSOS HUMANOS, Pantaleón S.A.

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1. General**

Conocer la estructura y función de los departamentos de Investigación Agrícola y Agronomía de la Organización Pantaleón-Concepción.

### **4.2. Específicos**

Conocer la estructura de los departamentos de Investigación Agrícola y Agronomía.

Sistematizar las funciones de cada departamento que interesa conocer.

Determinar los principales problemas que presente cada uno de los departamentos.

## **5. METODOLOGÍA**

### **5.1. Definir el sistema**

El sistema a investigar fueron el departamento de investigación agrícola y el departamento de agronomía, en este sentido los elementos serán los factores que se relacionen directa o indirectamente con el problema que interactúa y es parte del proceso.

Iniciando por elaborar un listado de los elementos o variables que se pueden incluir en el diagnóstico.

### **5.2. Estudio de las variables o elementos**

Ya teniendo definido el sistema y delimitados sus elementos, se determinó la forma en como se van a estudiar los elementos y/o variables. Obtenidas de información primaria y secundaria.

### **5.3. Interrelación de los elementos en cada sistema**

Ya establecidos los elementos, se procedió a establecer la importancia o relación que tienen cada uno de sus elementos y al mismo tiempo la importancia de la relación de ambos departamentos estudiados.

### **5.4. Definir en tiempo y recursos lo que es posible diagnosticar**

Se inició la fase de diagnóstico del departamento de investigación agrícola y departamento de agronomía, sistematizando cada una de las partes investigadas.

### **5.5. Detección del foco**

Fue la detección de problemas o posibles problemas que mantienen una relación negativa en las actividades que desempeñan cada uno de los departamentos investigados.

### **5.6. Determinar cual es el o los problemas**

Se procedió a dialogar con el encargado de cada departamento sobre lo que se desea que se investigue o proceder a realizar observaciones en los departamentos para localizar problemas.

### **5.7. Herramientas**

Las herramientas que se utilizaron para recolectar la información fueron entrevistas personales y el método de observación directa, ejecutándose tanto en el campo como en el casco de la finca. Las subáreas que fueron consultadas para obtener la información



requerida en el diagnóstico del área (Fca. Pantaleón) fueron: Gerencia General, Recursos Humanos, Departamento de investigación agrícola y departamento de agronomía.

#### **5.8. Entrevistas:**

Este sistema se realizó con las personas que se encontraban en su oficina y que tenían tiempo para proporcionar los datos, sin ninguna información específica previamente establecida.

#### **5.9. Observaciones:**

Esto sirvió principalmente en la ampliación de las descripciones de las áreas, cuyo contenido es analizado mediante observaciones realizadas en cada una de las áreas de la empresa, así como de las áreas en donde se ejecutarán los proyectos.

#### **5.10. Consulta:**

Esta se ha realizado con los jefes de los departamentos como los son: Investigación Agrícola, Recursos humanos y Agronomía, quienes en su tiempo libre proporcionaron cierta información en lo que concierne a su especialidad y los datos obtenidos fueron principalmente de su organización, funciones, y actividades que desempeñan en la empresa.

## 6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el presente diagnóstico, se analizó la información obtenida de los departamentos de investigación agrícola y de agronomía, pertenecientes a la Corporación Pantaleón-Concepción.

### 6.1. Departamento de Investigación Agrícola (5)

#### 6.1.1. Datos generales

El departamento de investigación agrícola, tal como se presentara en el siguiente diagnóstico es el responsable de la producción de agentes controladores biológicos. Así como el tratamiento de semillas para el control de enfermedades.

#### 6.1.2. Misión

Desarrollar nuevas técnicas de cultivo y variedades, que conlleven a aumentar la calidad de los productos agroindustriales; logrando maximizar la rentabilidad de la organización.

#### 6.1.3. Responsabilidades

Las responsabilidades delegadas al departamento son las siguientes:

- ❖ Producción rentable del hongo *Metarhizium anisopliae*
- ❖ Producción rentable de parasitoides
- ❖ Establecimiento de semilleros básicos tratados hidrotermicamente
- ❖ Establecimiento de ensayos sobre nuevas practicas agrícolas
- ❖ Desarrollo del programa de fertilización
- ❖ Desarrollo de nuevas variedades en conjunto con Cengicaña

#### 6.1.4. Metas y Objetivos

Sus metas y objetivos están basados en las responsabilidades de cada área de trabajo:

- ❖ Proveer el 100% de material vegetativo con tratamiento hidrótermico
- ❖ Disposición de 26000 dosis de hongo *Metarhizium anisopliae*
- ❖ Vigorización del hongo *Metarhizium* para control de plagas del suelo
- ❖ Propuesta de variedades promisorias
- ❖ Evaluación de las formulas de fertilizante aplicado durante la zafra 03-04
- ❖ Resultados de aplicaciones foliares como practica agronómica
- ❖ Establecimiento de ensayos de nuevos madurantes no herbicidas
- ❖ Establecer ensayos de diferentes laminas de riego
- ❖ Comparación de semilleros tratados hidrotermicamente vrs. no tratados o meristemas.
- ❖ Disposición de 300,000 parasitoides
- ❖ Completar estudio de suelos, infiltraciones y calicatas por unidades de manejo

### 6.1.5. Actividades

Las actividades están establecidas en general para el departamento:

- ❖ Producción de insectos benéficos y hongos entomopatógenos para el control biológico
- ❖ Producción de semillas vegetativas de alta calidad mediante tratamiento térmico
- ❖ Investigación agrícola (nuevas técnicas y ayuda a programas de fertilización)
- ❖ Toma de registros meteorológicos en estación tipo B, mangalito
- ❖ Evaluaciones de variedades de alto rendimiento en Producción de azúcar
- ❖ Evaluación aprovechamiento de sub-productos agroindustriales (vinaza, cachaza y otros)
- ❖ Evaluación de nuevas metodologías de riego para el mejor manejo de agua (riego/goteo)
- ❖ Evaluación de distintos agroquímicos para evaluación de su eficiencia

### 6.1.6. Organización y Funciones del personal

El departamento de Investigación agrícola se encuentra organizada de acuerdo a sus funciones, En la figura 3A; se muestra un organigrama del departamento de Investigación agrícola.

#### **Jefe del Departamento:**

Tiene las funciones de programar, coordinar supervisar, ejecutar y evaluar todos los trabajos que se realicen en el Depto. Velar por el correcto cumplimiento de las normas administrativas establecidas por la empresa y el cumplimiento de todas las funciones del personal a su cargo.

#### **Encargado del laboratorio biológico:**

Programar, coordinar, supervisar y ejecutar todos los trabajos relacionados en el laboratorio, equipo. Es el responsable de la funcionalidad y eficiencia de la operación del laboratorio.

#### **Encargado de investigación agrícola:**

Coordinar, ejecutar, supervisar y reportar todas las labores de investigación. Programar y requerir el personal necesario para las labores agrícolas, Programar y ejecutar labores que contribuyan con el buen desarrollo del departamento. Velar por el correcto cumplimiento de todas las funciones del personal a su cargo.

#### **Encargado de planta de tratamiento, semilleros básicos, semi-básicos y manejo, cosecha de áreas experimentales:**

Coordinar ejecutar, supervisar y reportar todas las labores que se encuentran a su cargo, velar por el manejo y control de los semilleros; brindar control de malezas al área de Investigación Agrícola.

**Caporales:**

Distribuir tareas en el campo, supervisar el trabajo realizado por el personal a su cargo, elaborar los reportes requeridos, velar porque el personal a su cargo cumpla con los horarios de trabajo que se establezcan, llevar registros de labores realizadas.

**Proyectos Varios:**

La persona encargada de dicho proyecto, es un Perito agrónomo, su función principal es, Supervisión de las pozetas de absorción de vinaza y riego por goteo, así mismo la supervisión de evaporaciones de cenímetros y la aplicación de horas de riego, limpieza de filtros.

**Encargado de cultivo****Peón de campo****Auxiliar de laboratorios****Operadores de tractor****6.1.7. Recursos que posee el departamento**

## Inmobiliario y equipo

- 3 computadoras

## Maquinaria pesada

- dependiendo del requerimiento del departamento

## Vehículos

- 3 motocicletas
- 4 pickups
- 1 auto bus

## Maquinaria agrícola

- 2 tractores
- 1 alzadora
- 2 jaulas
- 1 camión
- 1 tractor

## Instalaciones

\* Laboratorio de producción de parasitoides

- cámara de flujo
- estantería

- cajas petri
- bandejas plásticas
- jaulas de tul
- frascos
- instrumentos de laboratorio (cristalería)

\* Laboratorio de producción de ***Metarhizium***

- autoclave
- refrigerador
- estereoscopio
- microscopio
- cámara de flujo
- canastas
- carretillas
- estantería
- bolsas
- estufa
- ollas
- instrumentos de laboratorio (cristalería)

\* 3 bodegas

### 6.1.8. Estructura del departamento

El nivel tecnológico utilizado en el departamento de Investigación Agrícola se puede calificar como buena, ya que cuenta con sus propias instalaciones; tiene la opción de utilizar cualquier tipo de maquinaria de la empresa; así como cuenta con bodegas, invernaderos y estaciones meteorológicas.

En recursos humanos los encargados de cada área están aptos para coordinar y supervisar al personal operativo, encargado de realizar todas las labores pertinentes.

En recursos físicos, esta área cuenta con 170 ha, aproximadamente distribuidas en todas las administraciones de la organización Pantaleón-Concepción, S.A.

#### 6.1.8.1. Área de laboratorio biológico (2)

El departamento de investigación agrícola cuenta con instalaciones propias para el desarrollo de parasitoides (***Paratheresia claripalpis***) y hospedantes (***Diatraea*** sp) así como instalaciones para el desarrollo de hongos entomopatógenos (***Metarhizium anisopliae***).

#### 6.1.8.1.a. Responsabilidades del área

- ❖ Producción rentable del hongo *Metarhizium anisopliae*
- ❖ Producción rentable de parasitoides

#### 6.1.8.1.b. Metas y Objetivos del área

- ❖ Producir parasitoides benéficos y hongo *Metarhizium anisopliae*.
- ❖ Proveer las cantidades necesarias de parasitoides benéficos y hongo *Metarhizium anisopliae* a todas las administraciones.
- ❖ Establecer ensayos para la vigorización y parasitismo del hongo *Metarhizium anisopliae*

#### 6.1.8.1.c. Producción de parasitoides y hospedantes

Pantaleón, S.A. con una visión ambientalista, posee un laboratorio para la producción de parasitoides, especialmente *Paratheresia claripalpis*, así como también el pie de cría de *Diatraea Saccharalis* el cual sirve como hospedero. En las figuras 4A y 5A se muestran; los ciclos de producción del parasitoide y hospedero respectivamente.

#### 6.1.8.1.d. Producción del hongo *Metarhizium anisopliae*

Uno de los métodos de control de plagas que ha cobrado importancia es la utilización de un hongo entomopatógeno, el cual se ha estado utilizando para el control de la chinche salivosa.

Como objetivo principal de tener un laboratorio es producir y manejar el hongo *Metarhizium anisopliae*, el cual se llevan a cabo una serie de pasos, agrupados en dos fases (figuras 6A y 7A).

#### 6.1.8.2. Área planta de tratamiento térmico (8)

La actividad que realiza la planta de tratamiento térmico es básicamente darle un tratamiento a la semilla para controlar la enfermedad raquitismo de la soca producida por la bacteria *Leifsonia xyli sbsp xyli*.

#### 6.1.8.2.a. Responsabilidades del área

- ❖ Producir semilla de calidad libre de plagas y enfermedades
- ❖ Mantener un control adecuado de las plagas en semilleros

#### 6.1.8.2.b. Metas y objetivos del área

- ❖ Proporcionar la cantidad de semilla necesaria para todas las administraciones según sus requerimientos por variedad

- ❖ Tener el 100% de semilleros libre de enfermedad del raquitismo de la soca
- ❖ De aquí a 3 años obtener los semilleros básicos libres de escaldadura de la hoja
- ❖ Realizar un manejo adecuado para el control de plagas (chinche salivosa, barrenador, plagas del suelo y roedores)

#### **6.1.8.2.c Actividades para la obtención de semilla tratada**

- ❖ Extracción de yemas

Se colecta y se deshojan los tallos para poder obtener las yemas; las maquinas extractoras que utilizan en la planta son:

Doble sierra de banco: extrae 1,200 yemas por hora

Tipo sacabocado: extrae 700 yemas por hora

- ❖ Obtención de Toletes

Consiste en cortar la caña dejando de 2 a 4 yemas por tolete

- ❖ Tratamiento hidrotermico

Consiste en colocar las yemas y toletes en un depósito con agua caliente a una temperatura de 51°C durante una hora, con una capacidad de 12 canastas.

Técnicas:

Sacando 252 canastas de tolete al día son 21 turnos

O 216 canastas de tolete y el resto de yemas son 21 turnos

- ❖ Tratamiento químico

Este tratamiento se realiza después del tratamiento hidrotermico, el cual consiste en meter la semilla en inmersión durante 5 minutos de la siguiente manera:

Solución 1: vitavax (fungicida 2%) más Raizal (foliar a base de P 2%)

Solución 2: biozime (hormonal al 2%).

- ❖ Siembra en semillero

Cada yema tratada se siembra a cada 0.01 metros (1 cm.), el sustrato utilizado es Cachaza la que se desinfecta con insecticida (Counter o Jade con dosis de 33 lb. /ha). Luego se aplica biozime a una concentración del 2%, paralelo a fertilizar un producto fosforado. Uno de los cuidados es protegerlo en el invierno con nylon negro.

Al uniformizar la germinación se aplica nuevamente Rayzal y un fertilizante a base de un producto nitrogenado. A los 15 días se transplantan a bandejas.

#### ❖ Transplante a bandejas

Antes de transplantar se poda a mitad de la hoja y se meten en inmersión con Rayzal al 2%, en verano se utiliza un sistema de riego por micro aspersion; dos riegos al día durante 15-20 minutos, las bandejas utilizadas tienen de 40 a 67 celdas.

#### **6.1.8.2.d. Actividades para la Clasificación de semilleros**

Se tiene considerado cuatro clases de semilleros:

#### ❖ Semillero del mejorador

Esta es una semilla de cantidad limitada y es proporcionada por CENGICAÑA. Esta proviene de los nuevos híbridos que han pasado una serie de tamices de selección, incluyendo evaluaciones regionales.

#### ❖ Semillero básico

Los semilleros básicos son establecidos con la semilla proveniente del semillero del mejorador o bien con semilla de las variedades seleccionadas en el programa de renovaciones. Toda la semilla utilizada en el semillero básico es tratada hidrotermicamente y la cantidad de semilla básica a producir esta determinada de acuerdo al requerimiento de la empresa. El semillero básico debe presentar un 100% de pureza varietal.

#### ❖ Semillero registrado o semicomercial

Se establece con la semilla proveniente de un semillero básico. El semillero registrado puede establecerse por medio del sistema de siembra convencional (10 -12 yemas por metro lineal) o por el transplante de plántulas provenientes de yemas extraídas. La meta es sembrar todo el semillero registrado o semicomercial con plántulas (pilones). En este semillero se debe producir semilla con 99 % de pureza varietal y con niveles bajos de enfermedades sistémicas.

#### ❖ Semillero certificado o comercial

Este debe establecerse con la semilla proveniente del semillero registrado. En el semillero certificado la semilla deberá poseer al menos 98% de pureza varietal y debe contener niveles bajos de enfermedades sistémicas.

#### **6.1.8.3. Área de manejo de plantación (1)**

Aquí se efectúan ensayos experimentales que se hacen en varias localidades de la empresa, Posteriormente se analizan estadística y económicamente con el fin de dar la mejor recomendación.



#### **6.1.8.3.a. Responsabilidades del área**

- ❖ Establecimiento de ensayos sobre nuevas practicas agrícolas
- ❖ Desarrollo del programa de fertilización

#### **6.1.8.3.b Metas y Objetivos del área**

- ❖ Establecimiento y evaluación de diferentes ensayos con sus diferentes variables en el cultivo de la caña de azúcar
- ❖ Evaluar por medio de ensayos técnicas de investigación
- ❖ Encontrar el máximo rendimiento de la plantación y por ende la mejor rentabilidad en cada una de las variables estudiadas
- ❖ Proveer la información adecuada para el desarrollo de nuevas técnicas para el cultivo
- ❖ Brindar apoyo al centro de investigación Cengicaña en la coordinación de actividades para la evaluación de nuevas variedades, plagas del suelo, herbicidas, fertilización, madurantes y otros.

#### **6.1.8.3.c Actividades para realizar evaluaciones**

- ❖ Evaluación de variedades para ser consideradas comercial

✓ Fase II.

Se siembran aproximadamente 2000 a 2500 clones, estos materiales son los que por su aspecto de planta y muestreo de grados brix han dado buenos resultados.

✓ Fase III

Se siembran 180 clones en 10 metros de largo con tres repeticiones

✓ Fase IV

De los 180 clones sembrados se seleccionan 35 a 40, estos se siembran en 300 metros cuadrados y establecer las pruebas regionales

✓ Fase V.

Siembra de pruebas regionales en zonas altitudinales de la industria azucarera.

✓ Fase VI.

Siembra de variedades que por sus buenos resultados en cuanto a enfermedades, adaptación, rendimiento y producción han llegado a constituirse como variedades promisorias.

✓ Fase VII

Incrementación de variedades promisorias en áreas comerciales, dejando de ser promisorias cuando alcanzan aproximadamente un establecimiento de 50 hectáreas sembradas comercialmente, en donde se deja de realizarle muestreos de experimentación.

NOTA: dicha evaluación inicia en la Fase II, porque los híbridos obtenidos en la Fase I lo obtiene CENGICANA.

❖ Ensayos realizados en el presente año

✓ Ensayos de fertilización

Inicio en el año 2000, realizando dos ensayos de fertilización, con variedades promisorias para conocer la respuesta de la variedad al nitrógeno y al potasio, utilizando 4 tratamientos que son distintas dosis de nitrógeno y de potasio (120 Kg. por ha, 80 Kg. por ha, 40 Kg. por ha, 0 Kg. por ha). Con aplicaciones cada año, deseando obtener para finales del 2004 los datos de producción ton/ha y rendimiento libras de azúcar/ton de caña. Los datos obtenidos en campo fueron altura (mt), diámetro (cm.), población (tallos/mt. lineal).

✓ Ensayos de control de plagas del suelo

El objetivo fue evaluar dos productos químicos y un testigo, para el control de plagas del suelo en la zona baja. Realizando 3 muestreos para determinar la población de insectos.

✓ Ensayo de riego por goteo

Como objetivo principal es optimizar el uso del agua que se utilice en la práctica de riego con fines de incrementar producción y reducir los costos; así mismo incrementar la producción utilizando cantidades de agua económicamente rentables y en el momento oportuno en las diferentes etapas fenológicas del cultivo de la caña de azúcar. Establecer el porcentaje de pérdida de capacidad de campo que provea el mejor rendimiento en toneladas de azúcar por hectárea por mes (TAHM) y reducir el estrés vegetativo en el desarrollo del cultivo debido a la escasez de agua en los periodos de macollamiento, elongación y maduración en las plantaciones establecidas para corte en el primer tercio (Noviembre-Diciembre), de acuerdo a la optimización en el uso del agua.

✓ Pozetas de absorción de vinaza

Su objetivo es evaluar si la vinaza tiene algún efecto sobre el suelo, para áreas de recuperación con niveles freáticos bajos mayores a 3 metros, con buena tasa de infiltración, una retención de materia orgánica en las capas superficiales del suelo, una capacidad de intercambio catiónico alto, de textura franco a franco-arcillosa, que a la vez sea rentable a la aplicación o traslado de la vinaza y con déficit de potasio principalmente, para lograr aplicar la vinaza sin causar un daño al ambiente.

- ✓ Estación meteorológico “mangalitos”

Es una estación tipo B, el cual registra datos de lluvia, evaporación, humedad relativa, temperatura, horas sol, dirección del viento.

- ✓ Crianza de lechuzas

El objetivo principal es obtener crías de lechuzas para liberar al campo, y así realizar un control de roedores cañeros

## **6.2. Departamento de Agronomía (3)**

### **6.2.1. Datos Generales**

El departamento de agronomía, esta a cargo del manejo agronómico como aplicaciones de madurantes, herbicidas, fungicidas, insecticidas o cualquier otro producto que el cultivo lo requiera. Así el manejo y control de plagas, manejo y control de malezas, inhibidores de floración y programas de fertilización.

### **6.2.2. Misión**

Ser el departamento de transferencia de Tecnología para el manejo del cultivo de la caña de azúcar, a través de un mejor manejo y control en el crecimiento y desarrollo del cultivo.

### **6.2.3. Responsabilidades**

- ❖ Asistencia técnica a las administraciones en plagas, control de malezas y madurantes, fertilización y otras practicas agronómicas como aplicación de sulfato, e inhibidores de floración.
- ❖ Promover el uso de nuevas técnicas en el manejo del cultivo
- ❖ Administrar inventarios de agroquímicos del área agrícola
- ❖ Administrar los recursos asignados y el presupuesto de agronomía

### **6.2.4. Metas y Objetivos**

- ❖ Lograr cubrir las necesidades que requiere cada administración de fincas en el aspecto agronómico
- ❖ Proveer de recursos a cada administración de fincas respecto al control de plagas y malezas
- ❖ Lograr cubrir los tres estratos altitudinales que conforman la zona cañera de la organización Pantaleón-Concepción
- ❖ Desarrollar el 100% de las actividades programadas durante cada una de las zafras

- ❖ Abarcar el 100% de área designada para el manejo y control del cultivo de la caña de azúcar
- ❖ Dar seguimiento a cada administración o finca por medio de muestreos y monitoreos

## 6.2.5. Actividades

### 6.2.5.1. Manejo y control de plagas

#### 6.2.5.1.a. Plagas del suelo

Gusano alambre, Gallina ciega, Chinche hedionda  
 Muestreo al 100% de lotes a renovar  
 En caña soca por problemas específicos  
 Tamaño de muestra: 2 muestras/ha de (0.20 \* 0.30 \* 0.80)  
 U.E. 24 insectos/metro cuadrado  
 Control: químico      Counter (terbufos)  
    Mocap (etoprofos)

#### 6.2.5.1.b. Roedores

Muestreo áreas problemas en soca y plantilla  
 Tamaño de muestra; 2 muestras/ha (metro lineal o una macolla)  
 Época de muestreo; 3 meses, 5 meses y cosecha  
 U.E. (5% de Captura y 1% II)  
 Control: 2 Kg por ha (storm, Ramortal, matarrata)  
 MIP (trincheras, lechuzas)

#### 6.2.5.1.c. Chinche salivosa

Muestreo áreas problemas  
 Tamaño: 2 muestras por ha de un metro lineal o macolla  
 Contabilizando adulto y ninfas  
 U.E. ninfas 0.15, Adultos 0.10 insectos por tallo  
 Control: labores culturales y aplicaciones de *Metharizium anisopliae*

#### 6.2.5.1.d. Barrenadores

##### Muestreo áreas problemas

Muestreo para determinar porcentaje de Infestacion

en cañas de 2 a 3 meses de edad  
 se eligen dos estaciones de 10 metros cuadrados  
 total de brotes  
 total cogollos muertos

### Muestreo para determinar el (I) y (I.I)

caña mayor a 5 meses  
 1 cepa por 4 hectáreas  
 se anota el número cañas infestadas  
 total de canutos dañados  
 total de canutos

### Muestreo de parasitismo

5 personas recorren un área durante una hora  
 recolectan tallos recién perforados, buscando barrenadores y parasitoides.  
 las muestras se llevan al laboratorio para darle seguimiento o lo que se denomina control de calidad.

### Muestreo de cosecha

- muestra de 50 cañas en dos metros de la chorra
- al azar una muestra por cada 2 hectáreas
- determinación del porcentaje de infestación (I)
- determinación del índice de infestación (I.I)
- Umbral.Economico de 10% de tallos dañados y 1% de II

### Métodos de control cultural

Destrucción de hospederos alternos  
 Destrucción de residuos de cosecha  
 Drenaje en los campos  
 Uso de semilla proveniente de semilleros tratados térmicamente

### Métodos de control biológico

\* Parásitos de huevos

#### ***Trichogramma exiguum***

Ciclo de vida 6 días

Promedio vida adulto 3 días

Radio de acción 5 metros

Función parásita masas de huevos que están en el envés de las hojas

Capacidad de parasitar 30 a 30 huevos por minuto (bioensayo)

Liberar en cañales de dos a tres meses

Dosis 20 pulgadas/ha

\* Parásitos de larvas

***Cotesia flavipes***

Su ciclo de vida es de 21 días como adulto vive de 3 a 5 días

Su radio de acción es de 500 metros

El adulto ingresa en los orificios donde se encuentra la larva del ***Diatraea sp.*** y la parásita

Liberarse en caña de 3 a 6 meses

Dosis 1,200 a 1,500 insectos por hectárea

***Paratheresia claripalpis***

Su ciclo de vida es de 39 días

Como adulto vive 20 días

Puede desplazarse hasta 5 km

La hembra fecundada coloca larvitas en los orificios realizados por el ***Diatraea sp.***

Liberarse en caña de 5 a 7 meses

Dosis 24 individuos por ha

**6.2.5.1.e. Control de malezas**

\* Malezas más importantes

Caminadora (***Rotboellia cochinchinensis***)

Zacaton (***Panicum maximum***)

Coyolillo (***Cyperus rotundus***)

Malezas de hoja ancha, Bejuco (***Ipomoea nil***)

\* Métodos de control

Químico

preemergencia (terrestre, con tractor y aéreo)

postemergencia (terrestre y con tractor)

Mecánico

cultivo a la mesa (con tractor)

Manual

limpias y arranque

**6.2.5.1.f. Aplicación aérea, madurantes e inhibidores de floración**

\* Programa de inhibidores de floración

Inhibir la floración, reducir el corcho y aumento de toneladas por hectárea

Aplicación aérea con helicóptero

Aplicación aérea con avionetas por GPS

Ethrel 480 (Ethepon)

Optilux 480 (Ethepon)

\* Programa de madurantes

Homogenizar la madurez de los lotes  
 Obtener el máximo punto de madurez de las áreas de caña  
 Cosecha en bloques  
 Maximizar áreas de corte y optimizar transporte  
 Coordinar las entregas de caña por proveedores  
 Aplicación aérea con helicóptero  
 Aplicación aérea con avioneta por GPS  
 Roundup max (glifosato)  
 Roundup liquido (glifosato)  
 Touch down (glifosato)  
 Select (cleotodin)  
 Faz (hormonal)

\* Programa de fertilización

Realizan aplicaciones manuales y con tractor dependiendo la edad del cultivo, distribuyéndose por áreas.

- ❖ aplicación de madurantes e inhibidores de Floración
- ❖ desarrollo de programas de manejo de plagas
- ❖ Desarrollo de programas de control de malezas
- ❖ Coordinar procesos de monitoreo y muestreo de plagas en cada una de las administraciones

### 6.2.6. Organización y Funciones

El departamento de Agronomía se encuentra organizada de acuerdo a sus funciones, En la figura 8A; se muestra un organigrama del departamento.

Las funciones del personal del departamento de agronomía son las siguientes

#### Jefe del Departamento

Tiene las funciones de programar, coordinar supervisar, ejecutar y evaluar todos los trabajos que se realicen en el Depto. Velar por el correcto cumplimiento de las normas administrativas establecidas por la empresa y el cumplimiento de todas las funciones del personal a su cargo.

- ❖ Coordinar los procesos de manejo integrado de plagas (MIP) y manejo integrado de malezas (MIM)
- ❖ Participación en otros grupos de mejora
- ❖ Coordinar las actividades de comité de renovaciones
- ❖ Participación en CENGICAÑA
- ❖ Actualmente presidente de CAÑAMIP

- ❖ Coordina el programa de fertilización
- ❖ Coordina el programa de madurantes

### **Encargados de plagas y malezas (zona 1, 2 y 3)**

Coordinar, ejecutar, supervisar y reportar todas las labores de investigación. Programar y requerir el personal necesario para las labores agrícolas, Programar y ejecutar labores que contribuyan con el buen desarrollo del departamento. Velar por el correcto cumplimiento de todas las funciones del personal a su cargo.

### **Auxiliar de campo**

Llevar todos los controles, elaborar todos los reportes requeridos por diferentes departamentos de la empresa, realizar resumen diario de jornales.

### **Caporales**

Distribuir tareas en el campo, supervisar el trabajo realizado por el personal a su cargo, elaborar los reportes requeridos, velar porque el personal a su cargo cumpla con los horarios de trabajo que se establezcan, llevar registros de labores realizadas.

### **Operador de tractor**

### **Peón de campo**

## **6.2.7. Recursos que posee el departamento**

### Maquinaria agrícola

- 31 tractores
- 9 aguilones
- 18 tanque nodriza
- 2 aguilones de tiro
- 3 tanques de agua
- 38 bombas arimitsu
- 6 carretones
- 2 tanques de aguilon

### Vehículos

- 5 motocicletas
- 3 pick-ups
- 1 fullgoneta
- 1 autobus



#### Instalaciones

- 3 oficinas
- 2 bodegas

#### Inmobiliario y Equipo

- 4 computadoras
- inmobiliario de oficina

#### Otros

- 3 avionetas para aplicación por GPS
- 2 helicópteros para aplicación por banderas

### **6.2.8. Estructura del departamento**

Esta área cuenta con recursos humanos capacitados para operar y supervisar las actividades que tienen a su cargo, en cuanto al recurso físico esta área esta encargada de realizar actividades en 41,355.62 ha. Aproximadamente distribuidos en todas las administraciones de la corporación Pantaleón – Concepción (ver figura 9A).

Tiene la opción de utilizar cualquier tipo de maquinaria así como rentar helicópteros y/o avionetas para realizar las aplicaciones de madurantes, inhibidores de floración y herbicidas.

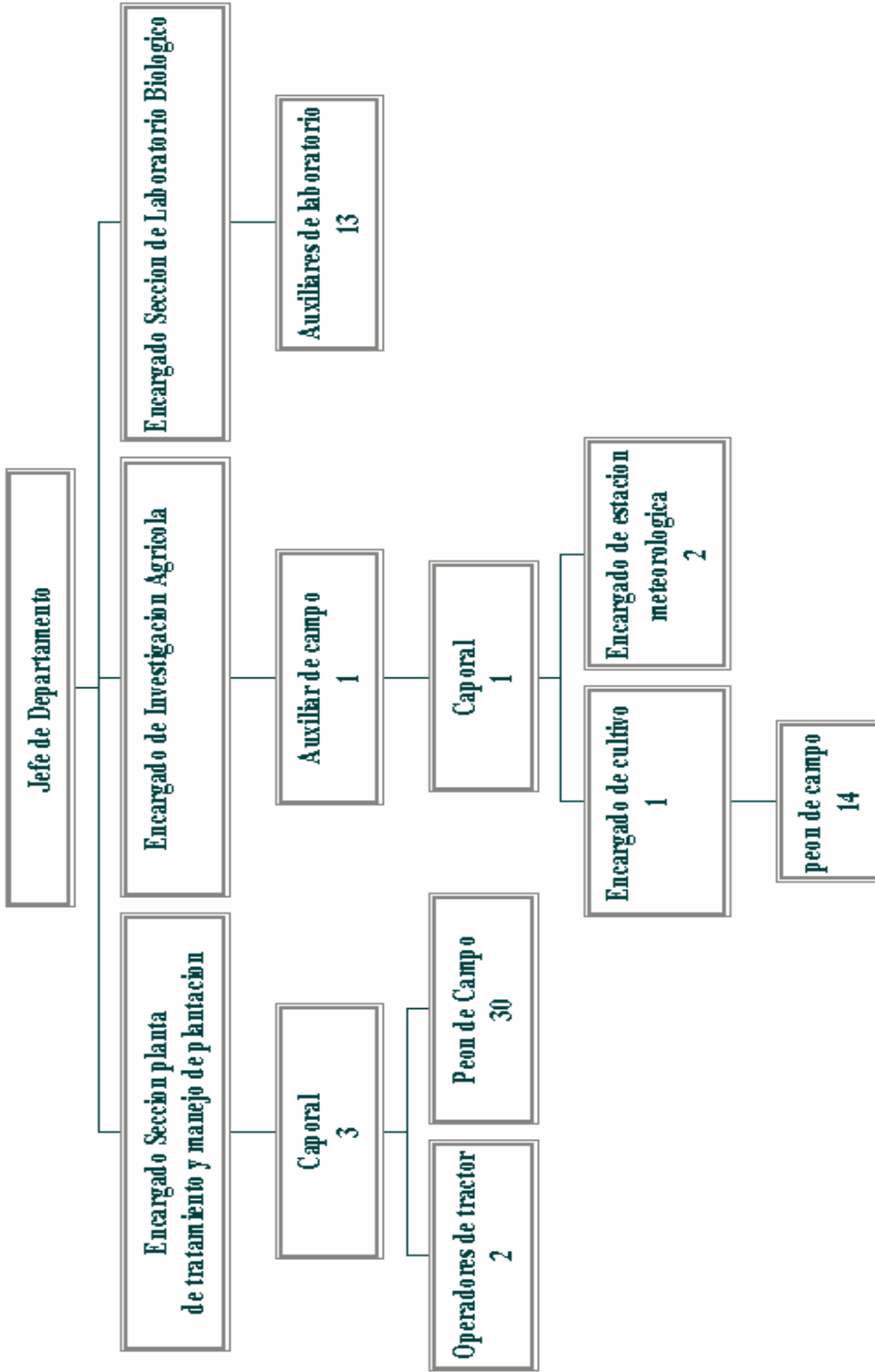
## 7. CONCLUSIONES

- ❖ Cada departamento; se encuentra estructurado de acuerdo a las actividades y funciones del personal. Dividiendo sus funciones para un mejor manejo y control a nivel administrativo.
- ❖ El departamento de Investigación tiene la función de producir parasitoides y hongos entomopatogenos así como realizar tratamientos a la semilla, ensayos de evaluación y control de datos meteorológicos.
- ❖ El departamento de Agronomía tiene la función de brindar asistencia técnica a cada administración que conforman la Corporación Pantaleon-Concepción, S.A.
- ❖ Los problemas observados en los departamentos son las plagas que han presentado en altos niveles de daño en todos los estratos altitudinales. Localizándose en áreas pertenecientes a la Corporación y áreas nuevas.
- ❖ El departamento de Investigación Agrícola desea obtener una concentración optima del hongo *Metharizium anisopliae*, para cubrir las demandas de aplicación tanto en áreas pertenecientes a la empresa así como áreas nuevas. Logrando una mayor concentración, menor numero de aplicaciones por área y abarcar áreas nuevas.
- ❖ Entre una de las prioridades del departamento de agronomía es administrar el uso de agroquímicos, entre ellos los insecticidas, herbicidas, fertilizantes, madurantes e inhibidores de floración. Para tal caso desean conocer la diferencia entre dos productos a base del mismo ingrediente activo (Ethephon).
- ❖ En general, las plagas del cultivo de la caña de azúcar han presentado problemas en producción y rendimiento; entre ellos uno de los más importantes es el Barrenador del tallo, que hasta la fecha se han reportado 3 especies diferentes que atacan el cultivo.

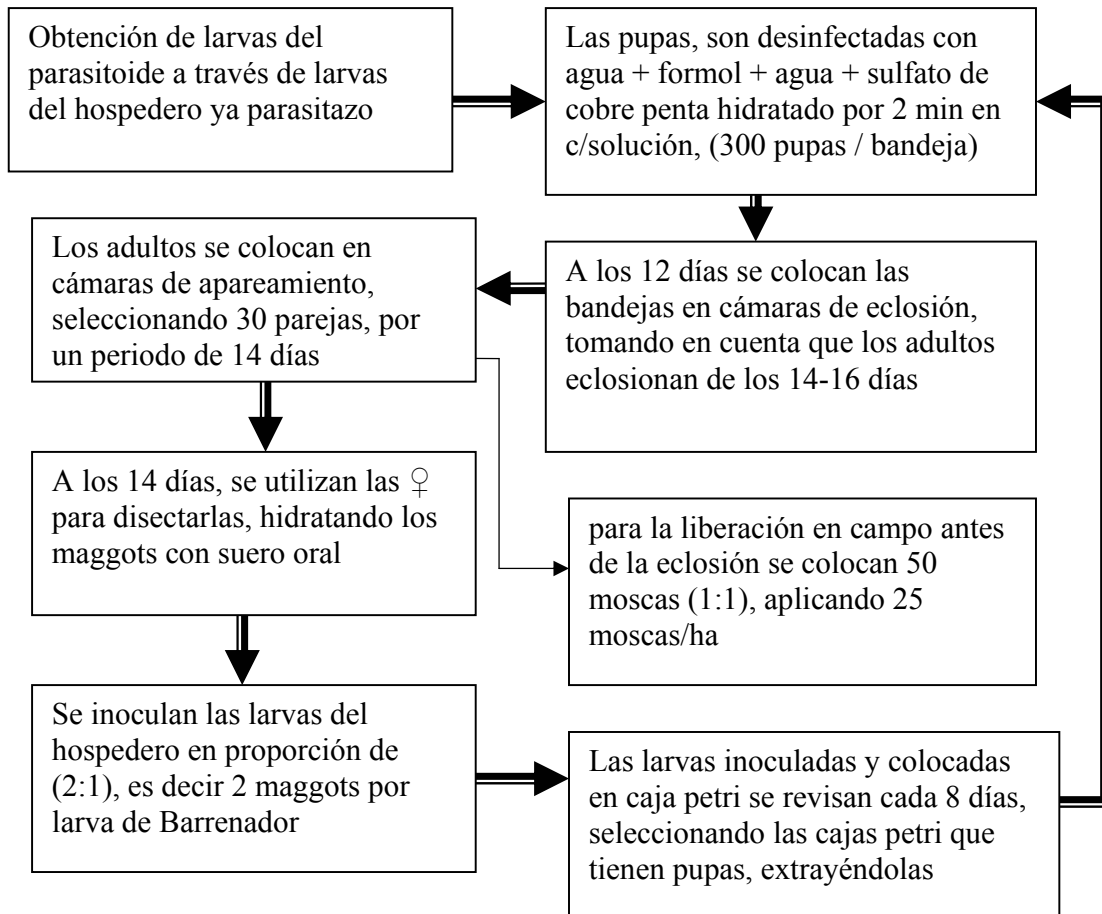
## 8. BIBLIOGRAFIA

1. Chajil, E. 2004. Descripción de las actividades del área de investigación agrícola (entrevista). Escuintla, Guatemala, Ingenio Pantaleón.
2. Maldonado, D. 2004. Descripción del área de laboratorio biológico (entrevista). Escuintla, Guatemala, Ingenio Pantaleón.
3. Montepeque, R. 2004. Descripción del departamento de agronomía (entrevista). Escuintla, Guatemala, Ingenio Pantaleón.
4. Ralda, G. 2004. Descripción del departamento de investigación agrícola (entrevista). Escuintla, Guatemala, Ingenio Pantaleón.
5. Ralda, G; Maldonado, D. 2003. Manual del ciclo de producción del hongo *Metarhizium anisopliae* bajo condiciones de laboratorio. Escuintla, Guatemala, Ingenio Pantaleón, Departamento de Investigación Agrícola. 28 p.
6. Rodríguez, P. 2003. Manual del ciclo de producción de (*Paratheresia claripalpis*) bajo condiciones de laboratorio. Escuintla, Guatemala, Ingenio Pantaleón, Departamento de Investigación Agrícola. 35 p.
7. Salazar, L. 2004. Organización de la Corporación Pantaleón-Concepción, S.A. (entrevista). Escuintla, Guatemala, Ingenio Pantaleón.
8. Valenzuela, S. 2004. Descripción de la planta de tratamiento térmico (entrevista). Escuintla, Guatemala, Ingenio Pantaleón.

## 9. ANEXOS

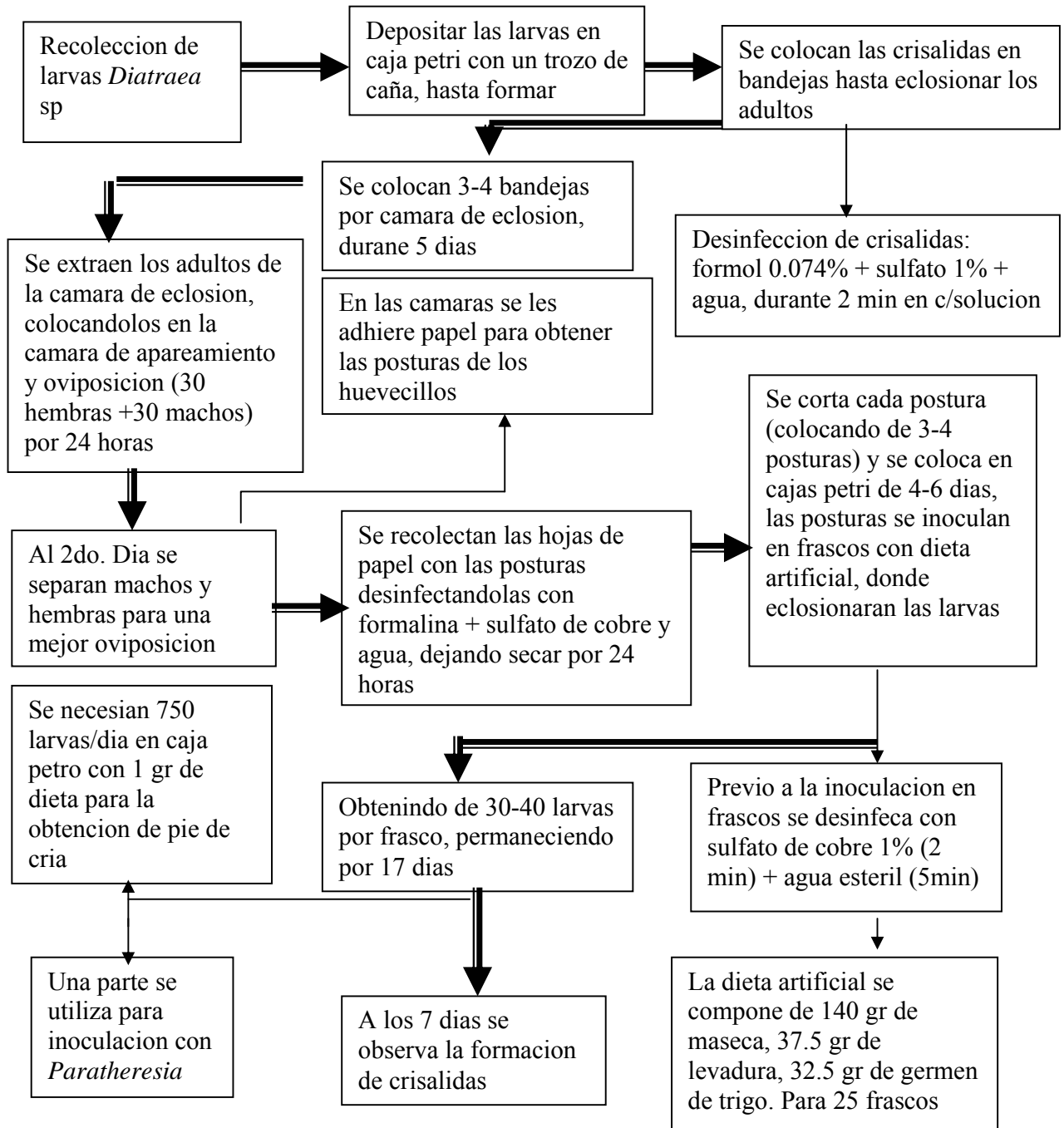


**Figura 3A.** Organigramma del departamento de investigación agrícola  
FUENTE: RECURSOS HUMANOS PANTALEON-CONCEPCION, S.A.



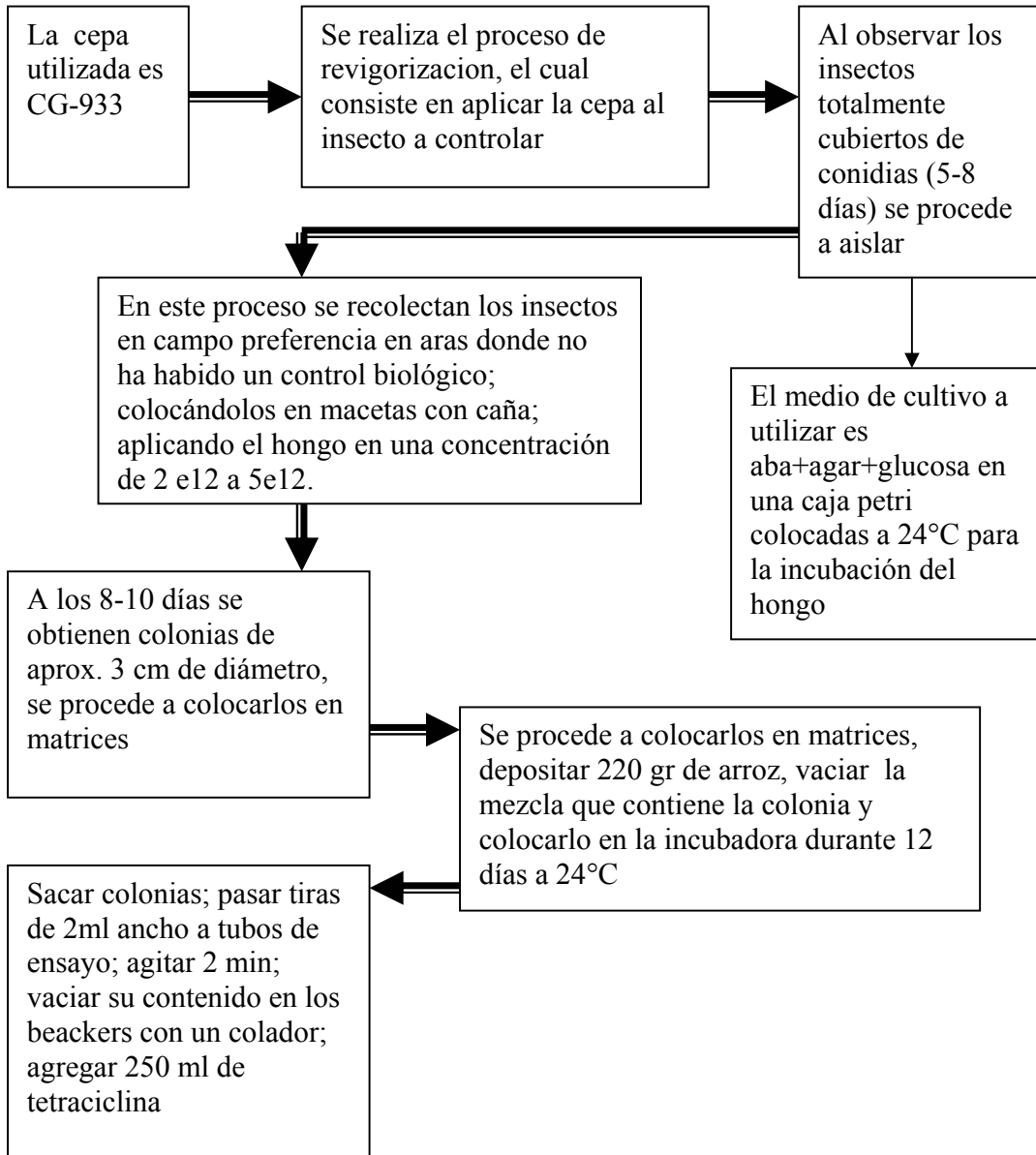
**Figura 4A** Ciclo de producción de (*Paratheresia Claripalpis*) bajo condiciones de Laboratorio.

FUENTE. Manual de laboratorio, Pantaleón, S.A.



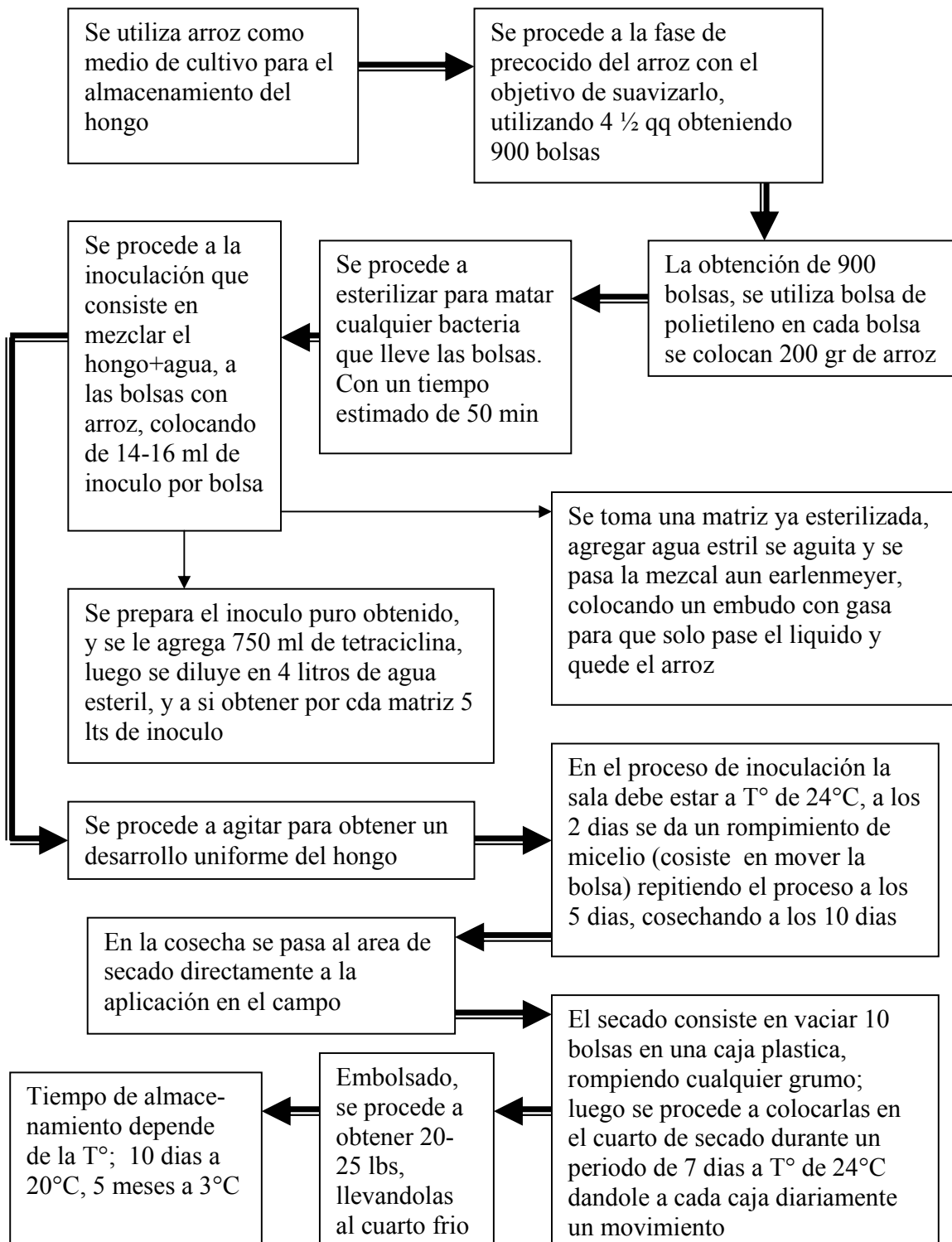
**Figura 5A.** Ciclo de produccion de (*Diatraea saccharalis*) bajo condiciones de Laboratorio.

FUENTE. Manual de laboratorio, Pantaleon, S.A.



**Figura 6A.** Fase inicial de producción del hongo *Metharizium anisopliae*

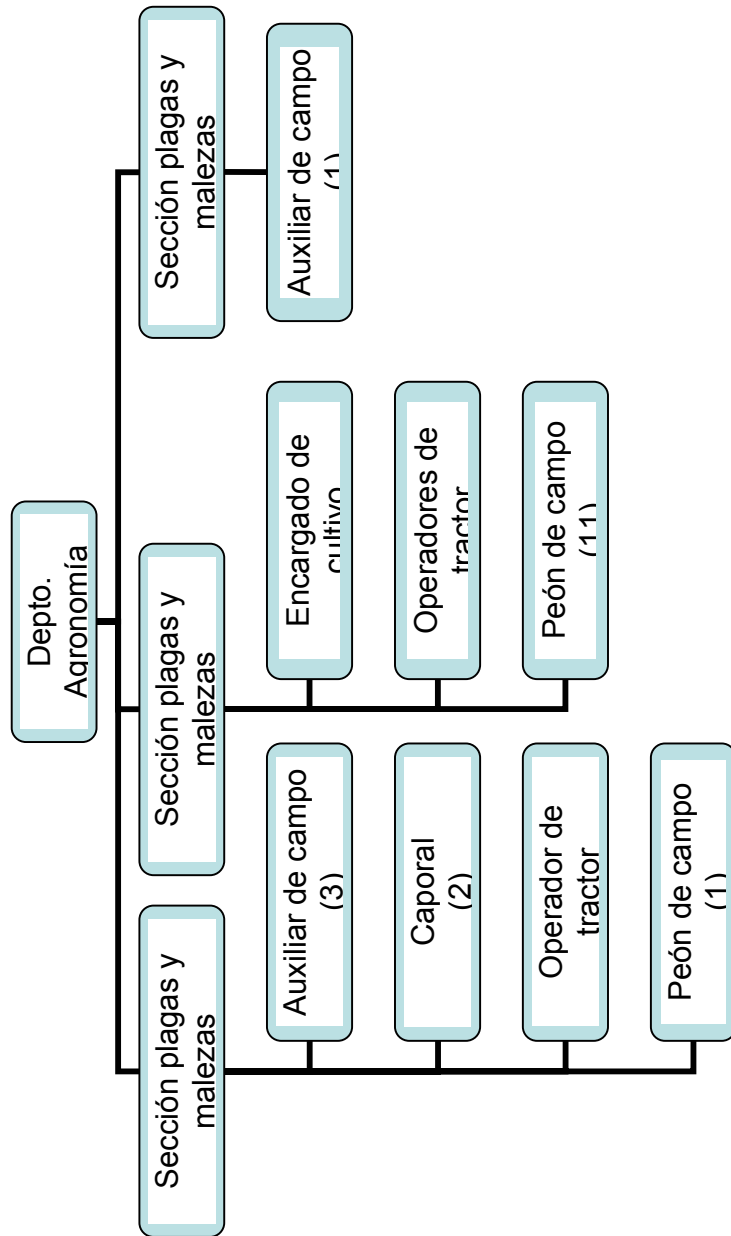
FUENTE. Manual de laboratorio, Pantaleón, S.A.



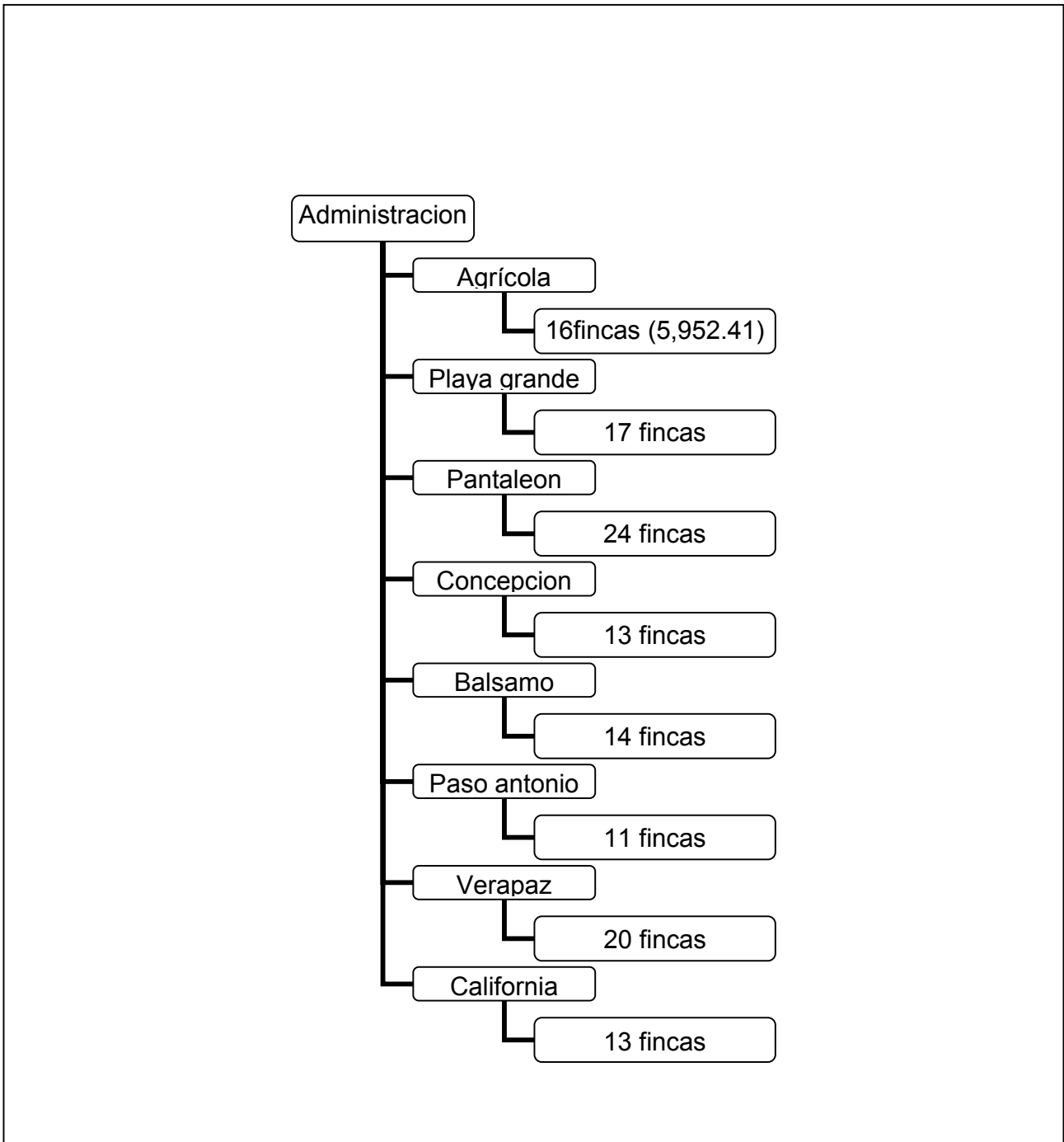
**Figura 7A.** Proceso de producción del hongo *Metharizium anisopliae*

FUENTE. Manual de laboratorio, Pantaleón, S.A.





**Figura 8A.** Organigrama del departamento de agronomía  
 FUENTE: RECURSOS HUMANOS, PANTALEON-CONCEPCION, S.A.



**Figura 9A.** Distribución de áreas por Administración

FUENTE: Área de producción agrícola, Pantaleon, S.A.

Nota: el área total de fincas por administración está expresada en hectáreas

## INVESTIGACIÓN

**EVALUACIÓN DEL PARASITISMO, ENCAPSULAMIENTO, PREFERENCIA Y DOSIFICACIÓN DE LOS PARASITOIDES *Cotesia flavipes*, *Paratheresia claripalpis* y *Metagonistylum minense*, SOBRE LARVAS DE BARRENADORES *Diatraea saccharalis*, *D. crambidoides* y *Phassus phallerus*, DE LA CAÑA DE AZÚCAR BAJO CONDICIONES DE LABORATORIO, EN SIQUINALA, ESCUINTLA.**



## CONTENIDO GENERAL

ÍNDICE DE CUADROS .....	iii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	iv
1. PRESENTACIÓN .....	1
2. MARCO TEÓRICO.....	3
2.1 MARCO CONCEPTUAL.....	3
2.1.1. Control biológico.....	3
2.1.2. Características generales del control biológico.....	3
2.1.2.1. Parasitismo.....	4
2.1.3. Introducción de organismos benéficos.....	5
2.1.4. Los parasitoides.....	5
2.1.5. Características biológicas de los parasitoides adultos.....	6
2.1.5.1. Capacidad de búsqueda.....	6
2.1.5.2. Período de pre-copulación.....	6
2.1.5.3. Período de pre-oviposición.....	6
2.1.5.4. Nutrición de los adultos.....	6
2.1.5.5. Ovisorción.....	6
2.1.5.6. Comportamiento en selección de huéspedes.....	7
2.1.5.7. Fertilización.....	7
2.1.6. Hymenoptera.....	7
2.1.7. Díptera.....	8
2.1.8. Parasitoides de larvas más utilizados en Guatemala para Caña de Azúcar.....	8
2.1.8.1. <i>Cotesia flavipes</i> .....	8
2.1.8.1.1. Clasificación taxonómica.....	8
2.1.8.1.2. Características biológicas.....	9
2.1.8.1.3. Distribución geográfica.....	9
2.1.8.2. <i>Paratheresia claripalpis</i> .....	10
2.1.8.2.1. Clasificación taxonómica.....	10
2.1.8.2.2. Características biológicas.....	10
2.1.8.2.3. Distribución geográfica.....	10
2.1.8.3. <i>Metagonistylum minense</i> .....	11
2.1.8.3.1. Clasificación taxonómica.....	11
2.1.8.3.2. Características biológicas.....	11
2.1.8.3.3. Distribución geográfica.....	12
2.1.9. Barrenadores del tallo más importantes del orden lepidóptera.....	13
2.1.9.1. Familia Pyralidae.....	13
2.1.9.1.1. Características generales.....	13
2.1.9.1.2. Aspectos biológicos.....	14
2.1.9.1.2.a. Tipo de hábitos alimenticios y su repercusión.....	14
2.1.9.1.2.b. Formación de túneles o galerías.....	14
2.1.9.1.2.c. Período de pupación y emergencia de los adultos.....	14
2.1.9.2. Familia Hepialidae.....	14
2.1.9.2.1. Características generales.....	15
2.1.9.2.2. Aspectos biológicos.....	15
2.1.9.2.2.a. Tipos de hábitos alimenticios y sus repercusiones.....	15
2.1.9.2.2.b. Formación de túneles o galerías.....	15
2.1.9.2.2.c. Períodos de pupación y emergencia de los adultos.....	16
2.2. MARCO REFERENCIAL.....	16
2.2.1. Localización y caracterización del lugar de colecta de especímenes de Barrenador.....	16
2.2.2. Localización y caracterización del laboratorio biológico.....	16
3. OBJETIVOS .....	17
3.1. General.....	17

3.2. Específicos .....	17
4. HIPOTESIS .....	18
5. METODOLOGÍA.....	19
5.1. Primera fase .....	19
5.1.1. Tratamientos evaluados .....	19
5.1.2. Descripción del material experimental.....	19
5.1.2.1. Recolección de larvas de barrenador .....	19
5.1.2.2. Manejo de adultos de cada parasitoide a evaluar .....	20
5.1.2.2.1. Pie de cría (emergencia).....	20
5.1.2.2.2. Disección del parasitoide (P. claripalpis y M. minense) y uso de maggots.....	20
5.1.3. Evaluación del parasitismo de tres parasitoides sobre tres especies de barrenador mediante condiciones de laboratorio.....	20
5.1.3.1. Porcentaje de parasitismo.....	20
5.1.3.2. Diseño experimental.....	21
5.1.3.3. Análisis de datos .....	21
5.1.4. Evaluación del encapsulamiento de tres parasitoides sobre tres especies de barrenador mediante condiciones de laboratorio.....	21
5.1.4.1. Porcentaje de encapsulamiento.....	21
5.1.3.2. Diseño experimental.....	22
5.1.3.3. Análisis de datos .....	22
5.1.5. Evaluación de la preferencia de tres parasitoides sobre tres especies de barrenador mediante condiciones de laboratorio.....	22
5.1.5.1. Preferencia del parasitoide .....	22
5.1.5.2. Análisis de datos .....	22
5.2. Segunda fase .....	22
5.2.1. Factores a evaluar.....	22
5.2.2. Evaluación de la capacidad de un parasitoide hembra o determinación del número de larvas de barrenador parasitadas.....	23
5.2.2.1. Capacidad de parasitar .....	23
5.2.2.2. Diseño experimental.....	23
5.2.2.3. Análisis de datos .....	23
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	24
6.1. Primera fase .....	24
6.1.1. Parasitismo .....	24
6.1.2. Encapsulamiento .....	26
6.1.3. Preferencia .....	27
6.2. Segunda fase .....	31
6.2.1. Capacidad de un parasitoide hembra o determinación del número de larvas de barrenador parasitadas.....	31
7. CONCLUSIONES.....	34
8. RECOMENDACIONES .....	35
9. BIBLIOGRAFIA .....	36
10. ANEXOS .....	38

## I. ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Tratamientos evaluados en el presente estudio, bajo condiciones controladas en el laboratorio biológico, Ingenio Pantaleón. ....	19
Cuadro 2. Factores a evaluar en el estudio con sus respectivos niveles. ....	23
Cuadro 3. Resumen del análisis de varianza a los resultados de parasitismo de los tres parasitoides sobre larvas de tres especies de barrenador bajo condiciones de laboratorio, Ingenio Pantaleón, Escuintla, 2005. ....	25
Cuadro 4. Prueba de medias de Tukey para la variable porcentaje de parasitismo, bajo condiciones de laboratorio en el Ingenio Pantaleón, Escuintla. 2005. ....	25
Cuadro 5. Resumen del análisis de varianza a los resultados de encapsulamiento de los tres parasitoides sobre larvas de tres especies de barrenador bajo condiciones de laboratorio, Ingenio Pantaleón, Escuintla, 2005. ....	26
Cuadro 6. Prueba de medias de Tukey para la variable porcentaje de encapsulamiento, bajo condiciones de laboratorio en el Ingenio Pantaleón, Escuintla. 2005. ....	27
Cuadro 7. Resumen de la prueba estadística de Cochran a los resultados de preferencia de <i>Cotesia flavipes</i> sobre larvas de dos especies de barrenador bajo condiciones de laboratorio, Ingenio Pantaleón, Escuintla, 2005. ....	30
Cuadro 8. Resultados de capacidad de parasitismo de los parasitoides en larvas del genero <i>Diatraea</i> sp. bajo condiciones de laboratorio en el Ingenio Pantaleón, Escuintla. 2005. ....	32
Cuadro 9. Resumen del análisis de varianza a los resultados de capacidad de parasitismo de los tres parasitoides sobre larvas de barrenador bajo condiciones de laboratorio, Ingenio Pantaleón, Escuintla, 2005. ....	32
Cuadro 10. Prueba de medias de Tukey para la variable capacidad de parasitismo, bajo condiciones de laboratorio en el Ingenio Pantaleón, Escuintla. 2005. ....	33
Cuadro 11A. Supuesto de normalidad de varianzas para las variables evaluadas de tres sp de parasitoides sobre barrenadores. Bajo condiciones controladas, Ingenio Pantaleón S.A., Escuintla, 2005. ....	41
Cuadro 12A. Supuesto de homogeneidad de varianzas para las variables evaluadas de tres sp de parasitoides sobre barrenadores. Bajo condiciones controladas, Ingenio Pantaleón S.A., Escuintla, 2005. ....	41
Cuadro 13A. Preferencia de parasitismo de <i>Cotesia flavipes</i> sobre dos especies de barrenadores, bajo condiciones controladas, Ingenio Pantaleón, Escuintla 2005. ....	42

## II. ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Curva de parasitismo para tres especies de barrenador expuestos a tres especies de parasitoides, bajo condiciones de laboratorio en el Ingenio Pantaleón, Escuintla. 2005. ....	24
Figura 2. Porcentaje de Parasitismo y Encapsulamiento de tres parasitoides sobre larvas de barrenador <i>D. saccharalis</i> , bajo condiciones de laboratorio en el Ingenio Pantaleón, Escuintla. 2005. ....	28
Figura 3. Porcentaje de Parasitismo y Encapsulamiento de tres parasitoides sobre larvas de barrenador <i>D. crambidoides</i> , bajo condiciones de laboratorio en el Ingenio Pantaleón, Escuintla. 2005. ....	28
Figura 4. Porcentaje de Parasitismo y Encapsulamiento de tres parasitoides sobre larvas de barrenador <i>Phassus phallerus</i> , bajo condiciones de laboratorio en el Ingenio Pantaleón, Escuintla. 2005. ....	29
Figura 5. Promedio de preferencia de parasitismo de <i>Cotesia flavipes</i> sobre dos especies de barrenador, Ingenio Pantaleón. Escuintla 2005. ....	31
Figura 6A. Metodología de evaluación para parasitismo, encapsulamiento y preferencia de tres especies de Parasitoides en larvas de tres especies de barrenadores, bajo condiciones controladas, Ingenio Pantaleón, Escuintla 2005. ....	38
Figura 7A. Resultados obtenidos de la evaluación de parasitismo de <i>P. claripalpis</i> y <i>M. minense</i> en larvas de tres especies de barrenadores, bajo condiciones controladas, Ingenio Pantaleón, Escuintla 2005. ....	39
Figura 8A. Metodología de evaluación para preferencia de <i>Cotesia flavipes</i> sobre dos especies de barrenadores, bajo condiciones controladas, Ingenio Pantaleón, Escuintla 2005. ....	40
Figura 9A. Metodología de evaluación para capacidad de parasitismo de los parasitoides en larvas de barrenadores, bajo condiciones controladas, Ingenio Pantaleón, Escuintla 2005. ....	40



## 1. PRESENTACIÓN

La caña de azúcar es un cultivo que tiene un papel importante en la economía nacional por ser un la azúcar un producto de exportación y de consumo interno. Las exportaciones de azúcar permiten el ingreso de divisas al país, en el año 2003 ingresaron US\$ 316,429 millones por exportaciones de azúcar y melaza (2).

Una de las principales actividades en el cultivo, lo constituye el combate de la plaga de insectos, que disminuyen los rendimientos y la calidad del producto. Las especies de barrenadores del tallo son una de las plagas más difícil de controlar y económicamente importantes, lo cual según datos de CENGICANA (Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar) representó en un ensaño realizado en el 2003, pérdidas que oscilaron entre 0.69 y 0.78 libras por tonelada métrica de caña para las variedades CP-722086 y PR87-2080 (5).

Dentro de los barrenadores plaga, las especies más importantes son ***Diatraea saccharalis***, ***Diatraea crambidoides*** y ***Phassus phallerus*** que se han convertido en una plaga difícil de manejar por la dificultad de penetración de insecticidas químicos al tallo, por lo cual la larva permanece protegida de efectos externos hasta completar su ciclo de vida.

Debido a la ineficiencia de aplicaciones de insecticidas químicos para el control de dicha plaga y con el objetivo de evitar contaminaciones al ambiente se halla la opción del control biológico existiendo varios parasitoides que en forma natural disminuyen las poblaciones de barrenadores. En la actualidad el control biológico esta constituido por el uso de parasitoides y organismos entomopagotenos, entre los principales parasitoides utilizados en caña de azúcar en Guatemala son: ***Metagonistylum minense***, ***Paratheresia claripalpis*** y ***Cotesia flavipes***.

Sin embargo, el manejo actual de la plaga es ineficiente con los controladores biológicos, lo que repercute en el incremento de las liberaciones, y el tipo de parasitoide utilizado. Por lo cual un programa de control biológico requiere del conocimiento relacionado a la capacidad de parasitismo que muestre el parasitoide no solamente a una especie de barrenador sino a especies relacionadas presentes en campo.

Por la baja eficiencia se propuso evaluar el efecto de tres parasitoides bajo condiciones controladas en las tres especies de barrenadores más importantes. La finalidad del proyecto es evaluar los tres parasitoides para determinar la eficiencia de parasitismo, si existe preferencia y capacidad hacia un hospedante en particular, y así controlar la plaga.

El experimento se realizó en los laboratorios Biológicos de Ingenio Pantaleón S.A., ubicado en la carretera al pacífico Km. 86.5 jurisdicción de Siquínala en el departamento de Escuintla. Para su realización se procedió a dividir el experimento en dos fases; primero se evaluó el parasitismo, encapsulamiento y preferencia de los tres parasitoides, mediante inoculación a nivel de laboratorio, en la segunda fase se evaluó la capacidad del parasitoide en número de larvas parasitadas por hembra copulada. En ambas fases de la evaluación, la reproducción de los parasitoides se llevo a cabo de la forma en que se

realiza en el laboratorio de Parasitoides del Ingenio Pantaleón, las larvas de barrenador fueron obtenidas de campos infestados por las tres especies.

En la Primera fase donde se evaluó el parasitismo, encapsulamiento y preferencia. Se utilizó un diseño completamente al azar bifactorial con 9 tratamientos y 3 repeticiones. Cada unidad experimental contó con 10 larvas de barrenador. Se confirmó parasitismo por moscas taquinidas en larvas de *Diatraea saccharalis*, mientras que en el caso de *Cotesia flavipes* fue observado parasitismo en larvas de dos especies (*D. saccharalis* y *Diatraea crambidoides*). Confirmando parasitismo hasta la eclosión del parasitoide en estado de pupa o cocon.

En la segunda fase donde se evaluó capacidad o número de larvas parasitadas por un parasitoide liberado. Se utilizó un diseño completamente al azar y el número de tratamiento se obtuvo en base a los resultados obtenidos en la primera fase, siendo un total de 4 tratamientos y 3 repeticiones. Cada unidad experimental contó con 10 larvas de barrenador. Confirmando nuevamente el parasitismo hasta la eclosión del parasitoide en estado de pupa o cocon.

Para las dos fases se comprobó que los tres parasitoides evaluados presentaron resultados diferentes uno del otro, en cuanto a parasitismo, encapsulamiento, preferencia y capacidad de parasitar larvas de las tres especies evaluadas. Para el caso del parasitoide *Paratheresia claripalpis* los resultados indican que es una buena opción para el control de larvas de *D. saccharalis*, ya que presentó parasitismo en un 86.7%, y una preferencia por el mismo barrenador con porcentaje de parasitismo alto y no presentar encapsulamiento. En los barrenadores *Phassus phallerus* mostró un 3.33% de parasitismo y en *D. crambidoides* un 43.33% de parasitismo, indicando que fueron encapsulados en un 43.33%, esto nos confirma que el parasitoide es específico para la especie *D. saccharalis* y a la vez nos indica que existe mayor probabilidad de éxito en el control de las larvas al realizar liberaciones de esta parasitoide en campo, en el caso del parasitoide *Metagonistylum minense* puede utilizarse para el control de *D. saccharalis* ya que presentó un parasitismo en un 66.7%, por el contrario para larvas de *D. crambidoides* presentó un parasitismo de 40% y encapsulamiento de 43.33% indicando que al igual al parasitoide *Paratheresia claripalpis* solamente pueden ser utilizados para el control de *D. saccharalis*. Los resultados obtenidos indican que el mejor parasitoide para el control de larvas de *D. crambidoides* es *Cotesia flavipes*, ya que presentó el parasitismo más alto de 63.3% y un porcentaje de encapsulamiento bajo de 20%.

Durante la fase de capacidad el parasitoide *Paratheresia claripalpis* mostró un nivel de parasitismo de 60% sobre larvas de la plaga *Diatraea saccharalis*, en una relación de 10:1 (Larvas:parasitoide) mientras que los parasitoides *Metagonistylum minense* y *Cotesia flavipes* tuvieron un nivel de parasitismo del 46% y 10% respectivamente. El parasitoide *Cotesia flavipes* en este estudio fue capaz de parasitar las dos especies de larvas de *Diatraea* sp. Por lo mismo se concluyó que los dos tratamientos en el ensayo tuvieron un comportamiento similar. Con respecto a los parasitoides taquinidos *Paratheresia claripalpis* y *Metagonistylum minense* resultaron diferentes siendo la misma especie de plaga evaluada. Estos resultados ayudan a complementar él porque la presencia de niveles altos de *D. crambidoides* y *Phassus phallerus* en campo.

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1 MARCO CONCEPTUAL

#### 2.1.1. Control biológico

El control biológico, en un sentido ecológico, puede definirse como la regulación de densidad de población de un organismo por enemigos naturales a un nivel mas bajo del que de otra forma se alcanzaría (7).

Adicionalmente, el termino control biológico también es utilizado en sentido amplio para referirse a la actividad profesional en control biológico y para cubrir todas las actividades en que el hombre se compromete para fomentar la efectividad de los enemigos naturales (7).

El control biológico ya sea natural o aplicado, tiene diferentes ventajas sobre otros muchos tipos de control, puesto que es relativamente seguro y permanente económico. Una desventaja menor es que lleva mucho tiempo implantarlo debido a la investigación y a otros trabajos previos que se requieren para ponerlo en marcha (15)

Se puede depender de la seguridad que ofrece el control biológico, ya que muchos enemigos naturales o específicos para los hospederos están restringidos a unas cuantas especies muy relacionadas entre sí. (15).

El control biológico es permanente hasta cierto punto, ya que es prácticamente imposible erradicar cualquier especie. Es relativamente económico, ya que tan solo están presentes los enemigos naturales que una vez fueron eficientes (ya sean nativos o importados); y lo único que se requiere es evitar las prácticas disruptivas (15).

#### 2.1.2. Características generales del control biológico

El control biológico tiene características propias que lo distinguen de otras formas de control de plagas, particularmente del control químico (6):

- El control biológico tiende a ser permanente, aunque con fluctuaciones propias de las interacciones entre parasitoides y hospederos, y los efectos de las variaciones físicas del medioambiente.
- Los efectos represivos del control biológico son relativamente lentos en contraste con la acción inmediata de los insecticidas.
- La acción del control biológico se ejerce sobre grandes áreas, de acuerdo a las condiciones climáticas y biológicas predominantes.

A estas tres características esenciales se agregan otras que pueden separarse en favorables y desfavorables.

Entre las *características favorables* se encuentran las siguientes:

- Los parásitos y predadores buscan a sus hospederos y presas en los lugares donde éstos se encuentran, incluyendo sus refugios.
- Los enemigos biológicos, a diferencia de los pesticidas, no dejan residuos tóxicos sobre las plantas ni contaminan el medioambiente.
- La acción de los enemigos biológicos tiende a intensificarse cuando las gradaciones de las plagas son más altas.
- Los enemigos biológicos no producen desequilibrios en el ecosistema agrícola.
- Las plagas no desarrollan resistencia a sus enemigos biológicos. Existe el fenómeno de "encapsulamiento" que consiste en la formación de un tejido especial o sustancia que rodea al huevo del parásito, o a su larvita recién emergida, causándole la muerte; pero no se conocen casos en que este fenómeno se haya incrementado como una manera de adquirir resistencia.

Entre las *características desfavorables* del control biológico, además de su efecto represivo lento, se señalan las siguientes:

- Los enemigos biológicos son influenciados por las condiciones climáticas y biológicas del lugar, las que en gran proporción escapan al control del hombre.

### **2.1.2.1. Parasitismo**

Según Cisneros (6); En el proceso de parasitación, el insecto parásito, llamado también parasitoide, deposita sus huevos sobre o dentro del cuerpo del insecto hospedero. En algunos pocos casos los parasitoides depositan huevos microscópicos sobre las hojas. De allí son ingeridos por los insectos que se alimentan de esas hojas. Cuando el parasitoide es larvíparo, es decir produce larvitas en lugar de huevos, como sucede con algunas moscas parásitas, las larvitas son depositadas cerca del hospedero. De allí se movilizan hasta localizar y penetrar al cuerpo del hospedero.

Se distinguen parasitoides de huevos, de larvas, de pupas y de adultos. Hay casos en que la oviposición del parasitoide se realiza en cierto estado de desarrollo del insecto hospedero pero su propio desarrollo se completa en otro estado; entonces los parasitoides reciben los nombres descriptivos correspondientes, como parásitos *huevo-larvales*, *huevo-pupales* y *larvopupales*.

En los dos primeros la oviposición se realiza en el huevo del hospedero pero el huevo del parasitoide no se desarrolla hasta que el hospedero alcanza los últimos estadios larvales o el estado pupal.

En los parasitoides larvo-pupales, la oviposición se realiza en estado de larva del hospedero y el desarrollo del primer estadio larval del parasitoide se paraliza para permitir que el hospedero continúe su desarrollo hasta llegar a empupar. Estos mecanismos aseguran suficiente alimento para el desarrollo total del parasitoide.

El parasitoide puede desarrollarse externamente como *ectoparásito*, o internamente en el cuerpo del insecto como *endoparásito*. La mayoría de los casos de ectoparasitismo ocurre en insectos que viven protegidos del medio externo desarrollándose dentro de galerías o celdas.

Los parasitoides adultos se alimentan del néctar de las flores, del polen, o de los fluidos del cuerpo del hospedero herido por la punción ovipositor. En relación con este hábito algunos microhimenópteros parasitoides de queresas producen apreciable mortalidad de los hospederos como consecuencia del proceso de alimentación. Este hábito es común en las avispidas de la familia Aphelinidae.

Los parasitoides de las plagas pertenecen casi exclusivamente a las órdenes de los Himenópteros o avispas y a los Dípteros o moscas.

### **2.1.3. Introducción de organismos benéficos**

Evaluaciones de varias técnicas de control biológico moderno indica que el componente conocido como “control biológico clásico” tiene un amplio potencial de uso en cualquier situación de plaga que se presente (8).

Manipulaciones culturales y el uso de hospederos resistentes son dos métodos que potencialmente son usados en muchas situaciones en la agricultura, pero su aplicación en la práctica se sigue desarrollando y es limitada por su importancia. Manipulaciones genéticas y el uso de feromonas, hormonas y distractores alimenticios son métodos que en el presente, son aun más restringidos en su aplicación, además su potencial de control es grande (8).

En efecto, la practica de introducir organismos benéficos exóticos para la supresión de insecto es en si exitoso en situaciones especificas. Afortunadamente estas situaciones vulnerables son amplias o extensas. (8).

La introducción de enemigos exóticos naturales es apropiada solo: 1) Si existe un nicho (o nichos) en el sistema de vida de la plaga que puede estar completo por especies introducidas, o 2) si el presente ocupante de un nicho es un regulador ineficiente de la plaga y es susceptible por un regulador introducido que es más eficiente (8).

### **2.1.4. Los parasitoides**

Según Quezada (10). Para los entomólogos interesados en el control biológico merecen especial atención los parasitoides, especialmente las hembras, que son las que muestran características adaptativas admirables para la búsqueda y parasitación de los huéspedes. Los órdenes que sobresalen en este respecto son Díptera e Hymenoptera, aunque el fenómeno del parasitismo existe en otros ordenes de los insectos.

## **2.1.5. Características biológicas de los parasitoides adultos**

### **2.1.5.1. Capacidad de búsqueda**

La habilidad para encontrar los huéspedes, sobre todo en relación con su densidad, es esencial característica de buenos agentes de control biológico y depende de varios factores como: poder de locomoción, poder de percepción del huésped, poder de sobrevivencia, agresividad y persistencia (13).

### **2.1.5.2. Período de pre-copulación**

Es el lapso entre la emergencia y la primera copulación. En la mayoría de Hymenoptera los machos emergen primero y copulan con las hembras en cuanto estas emergen. Los himenópteros copulan con facilidad en jaulas de laboratorio, pero los dípteros generalmente requieren mas espacio; a menudo es problemático el asegurar su cría. La copulación puede ser única o repetida, considerándose así que hay hembras uninupciales y multinupciales, respectivamente (13).

### **2.1.5.3. Periodo de pre-oviposición**

Es el intervalo entre la emergencia y copulación de la hembra adulta y la deposición del primer huevo. Algunos grupos de Hymenoptera parasítica alcanzan el estadio adulto con un complemento de huevos maduros, los depositan en un periodo breve y no desarrollan más huevos en su vida. Las hembras en este caso se llaman proovigenicas. La mayoría, sin embargo, continúan produciendo huevos durante la mayor parte de su vida adulta y se llaman sinovigenicas (13).

### **2.1.5.4. Nutrición de los adultos**

Las hembras sinovigenicas necesitan proteínas para una continua formación de huevos, y las que pueden obtener de la mielecilla segregada por insectos chupadores, o en los nectarios de las flores (algunos de los cuales contienen aminoácidos libres) (13).

### **2.1.5.5. Ovisorción**

Cuando una hembra sinovigenica no logra obtener alimento proteínico o no puede encontrar huéspedes por un periodo de tiempo largo, los huevos maduros en sus ovarias no son depositados sino reabsorbidos. O sea que la secuencia de producción de huevos sigue así dos caminos: cíclico y lineal. Este es un admirable mecanismo de adaptación en la economía de los parasitoides, al conservar su material reproductivo, lo que esta correlacionado con la alta capacidad de búsqueda de sus huéspedes (13).

### 2.1.5.6. Comportamiento en selección de huéspedes

Una relación parasitoide-huésped necesita que ambos elementos coincidan en lo estacional, geográfico y ecológico. Aun cuando se verifique el encuentro, todavía hay otras barreras más sutiles que pasar. La secuencia en este caso ocurre en este orden. Primero, la hembra parasitoide tiene que encontrar el hábitat del huésped, lo que logra primero en vuelos al azar, percibiendo después siluetas de plantas, etc. Encontrado el hábitat, el parasitoide tiene que encontrar al huésped, lo cual comienza a hacer al azar recorriendo tallos, hojas, galerías, etc. Los parasitoides buscan el estadio específico a atacar (huevos, larvas, pupas o adultos) o bien son guiados por trazas o residuos como exuvias, materia fecal, aserrín, etc. Encontrada la víctima, se necesita la aceptación del huésped. El parasitoide comienza a palpar al huésped con sus antenas, para después comenzar a hacerlo con el ovipositor, hasta encontrar un punto apropiado para perforar y lograr depositar el huevo. Por lo general las hembras marcan los huéspedes en que han ovipositado, por medio de secreciones, con lo que aseguran que ni ellas ni otras hembras ovipositarán en un mismo huésped (13).

### 2.1.5.7. Fertilización

La mayoría de hembras himenópteros, si no todas tienen una espermateca para almacenar el semen una vez que copulan, selectivamente van permitiendo que los huevos haploides sean fertilizados por un espermatozoide (resultando hembras diploides) o no lo sean (con lo que resultan machos haploides). Esta partenogénesis facultativa permite a la especie ajustarse a las necesidades del ambiente para su sobrevivencia (13).

### 2.1.6. Hymenoptera

Es el orden más importante de parásitos. Un fenómeno común dentro de los parásitos himenópteros es la arrenotoquia, es una forma de partenogénesis en la cual los huevos no fecundados producen machos y las fecundadas 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 huésped. A menudo la hembra pone huevos no fecundados en huéspedes pequeños o ya parasitados, mientras que pone huevos fecundados en huéspedes óptimos. Otros factores que influyen en la proporción de los sexos por el mismo fenómeno de arrenotoquia es la densidad poblacional de huéspedes y la cantidad de hembras fecundadas (10).

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 reproducción. En ciertas especies varios individuos pueden desarrollarse a partir de un solo huevo; este fenómeno se llama poliembrionía. (10).

Estos insectos se dividen en dos grandes familias, la Braconidae, que son en su mayoría parásitos de Homóptera y larvas de Coleóptera, Lepidóptera y Díptera, y la Ichneumonidae que son en su mayoría parásitos de larvas o pupas de Lepidóptera y Díptera e

Hymenóptera fitófago. Unas pocas especies parasitan otros parásitos, es decir hiperparásitos (10).

### 2.1.7. Díptera

Las especies parásitas pertenecen a diferentes familias, siendo Tachinidae la de mayor importancia. Su apariencia es muy similar a la mosca común. Son casi siempre endoparásitos solitarios aunque el superparasitismo puede ocurrir en ciertas especies. Nunca ocurre hiperparasitismo. Los adultos necesitan néctar o excreción de áfidos para completar su alimentación (10).

El huésped muere al completarse el desarrollo de la larva taquínida. Generalmente esta emerge de la larva huésped para empupar en el suelo o en la vegetación. Ciertas especies empupan dentro de la pupa del huésped emergiendo de esta en estado adulto. Los huéspedes más comunes son larvas de Lepidóptera (especialmente taladradores) y Coleóptera, aunque algunos hemíptera (Pentatomidae) también son huéspedes de interés (10).

### 2.1.8. Parasitoides de larvas más utilizados en Guatemala para Caña de Azúcar

#### 2.1.8.1. *Cotesia flavipes*

##### 2.1.8.1.1. Clasificación taxonómica

Actualmente el género ***Cotesia*** está ubicado en la subfamilia Microgastrinae, la cual fue nombrada por el primer género descrito en este grupo, *Microgaster*, por Latreille en 1804. En 1862 Forester dividió este género en tres: *Microgaster*, *Microplitis* y ***Apanteles***. En 1881 Cameron describió el género ***Cotesia*** para ubicar la nueva especie ***C. flavipes***, pero subsecuentemente la comunidad taxonómica consideraba este género como sinónimo de ***Apanteles***. En 1965 el taxónomo inglés; Nixon, publicó su reclasificación monumental del Microgastrinae con base en colecciones enormes, provenientes de casi todo el mundo. Describió varios géneros nuevos y dividió ***Apanteles*** en 44 grupos de especies. En un artículo publicado en 1972 Nixon opinó que el género ***Apanteles*** es polifilético (consiste en especies no muy relacionadas una con la otra) por lo cual se hacía necesario dividirlo. En 1981 el taxónomo canadiense; Mason, lo hizo cuando describió 23 géneros nuevos y repuso otros ya descritos (como ***Cotesia***). En zonas templadas el género ***Cotesia*** contiene 30-40% de las especies ubicadas antes en "***Apanteles***", pero en el trópico ***Cotesia*** contiene solo 10-20%, de las especies ubicadas anteriormente en el género "***Apanteles***". En la subfamilia, el género ***Cotesia*** es el más común y ubicuo que probablemente contiene 1.500-2.000 especies al nivel mundial (muchas sin nombre); de los cuales, se ha observado por lo menos 15 en Costa Rica. La mayoría son parasitoides gregarios pero quizás una cuarta parte de las especies son solitarias. Estas razones antes expuestas, son las que se tomaron en cuenta para reubicar la especie ***Apanteles flavipes***, en el género ***Cotesia*** y obtener la especie que hoy conocemos como ***C. flavipes*** (12).



### 2.1.8.1.2. Características biológicas

La *Cotesia flavipes* es una avispa parasitoide del “gusano barrenador”. Presenta un ciclo de vida -de huevo a adulto- de unos 20 días, que depende de la temperatura y de la edad del hospedero. Los huevos son depositados por la avispa en la cavidad del cuerpo de la larva huésped, y luego de cuatro o cinco días eclosionan. Esas larvas pasan por tres estadios, entre los cinco y 12 días subsiguientes. Una vez cumplido el último estadio la larva llega a unos 3 milímetros. A los dos días sale del hospedero y fuera de él se desarrolla la pupa, protegida por un capullo construido por la larva, con finos hilos de seda. Los individuos que proceden de un mismo hospedero se agrupan formando una masa o cocón, que contiene entre 60 y 80 avispas cada uno. *Cotesia flavipes* no afecta al medio ambiente ni al ser humano, ya que es un parásito específico del género *Diatraea* (2).

### 2.1.8.1.3. Distribución geográfica

Se considera originaria de Japón y fue introducida en la India, Pakistán, Filipinas, etc. para ser utilizada en el control del barrenador del arroz y caña de azúcar, especialmente pertenecientes a los géneros *Chilo* (Pyralidae) y *Sesamia* (Noctuidae) (14).

De la India y otros países fue introducida a América, para el control del barrenador de la caña de azúcar (*Diatraea spp*). Su primera introducción en el continente Americano se dio en Florida en 1963 (Bennett, 1965 y Gifford & Mann, 1967), donde se estableció temporalmente sobre *D. saccharalis*. Algún tiempo después, otras introducciones fueron realizadas para Trinidad, procedentes de la India, Barbados y Pakistán. Actualmente este parasitoide es criado en Trinidad, en *D. lineolata* y *D. saccharalis* (14).

En 1969, lotes de este parasitoide fueron enviados de Barbadas a Guadalupe, donde ocurren *D. saccharalis* y *D. impersonatella*, pareciendo ser adaptados a localidades secas y ventiladas.

Según Gaviria, 1977; citado por Mendonca, 1996 (14). En 1970, fue introducida de Trinidad para Colombia para pruebas y manejo en laboratorio. Posteriormente a mediados de 1975, nuevas introducciones fueron realizadas de Trinidad, cuyas liberaciones fueron a razón de 960 adultos/ha, demostrando su adaptación y capacidad de control en *D. saccharalis* tanto en caña de azúcar como en maíz y sorgo, principalmente. También fue observada su actividad de parasitismo en *D. lineolata*.

En diciembre de 1975, F. Ferrer realizó la primera introducción de *Cotesia* a Venezuela, Posteriormente, en marzo de 1976, A. Vreugdenhil trajo de Trinidad algunas cápsulas de *C. flavipes* para el laboratorio de Control biológico. En 1986, introducido de regiones nortes de Colombia, se presentó alta eficiencia en el control de *Diatraea* sp.

Según Flores, 1985,1989; citado por Mendonca, 1996 (14). En México dentro de las actividades de manejo integrado de barrenador se utilizó, proveniente de crianza en laboratorio, el parasitoide *C. flavipes*, para control de *D. considerata* y *D. grandiosella* en Sinaloa y de *D. magnifactella* y *D. saccharalis* en San Luis Potosí y Tamaulipas.

En abril de 1974 *Cotesia flavipes* fue introducida e intensificado en el programa de control biológico de *Diatraea spp*, coordinado por PLANALSUCAR en Brasil (14).

Se puede concluir que, las introducciones del parasitoide *C. flavipes* en el continente Americano, se logro establecer definitivamente en Barbados, Trinidad, Costa Rica, Panamá, Colombia (región plenaria, Provincia de Santander), Venezuela y en todas las regiones de Brasil donde fue liberado (14).

### **2.1.8.2. *Paratheresia claripalpis***

#### **2.1.8.2.1. Clasificación taxonómica**

Según Flores; citado por Toledo (21), este insecto fue clasificado por Van Der Wulp en 1896 perteneciente al orden Díptera, Familia Tachinidae.

#### **2.1.8.2.2. Características biológicas**

*Paratheresia claripalpis* wulp conocida como la “mosca nativa”. Mide 15 milímetros de expansión alar. Es de vuelos rápidos y se encuentra en los tallos y hojas de la caña, maíz, arroz y otras gramíneas en las horas de radiante sol.

Las hembras de la mosca al ser liberadas vuelan en busca de las perforaciones hechas en los tallos de caña por el “barreno”. Ahí colocan sus larvas las que penetran en las galerías en busca de la larva maligna, introduciéndose dentro de ellas. Esta la parasita evitando que la larva siga su ciclo de desarrollo y dañe el cultivo, Después emerge otra mosca que parásita por efecto multiplicador otras larvas del “barreno” (20).

La duración del ciclo de vida depende de la temperatura, hospedante y principalmente de la raza. Su reproducción es vivípara, una hembra grande puede reproducir 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<sup>0</sup>C), el periodo de gestación (huevo y primer estadio larval), es de 12 días, el larval dentro del hospedante 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 taquíidos en general tienen muy buena capacidad de dispersión con distancias mayores de 200 metros, según la dirección del viento (1).

#### **2.1.8.2.3. Distribución geográfica**

Según Guagliumi, 1962 y Guimaraes 1977; citados por Mendonca (14). Es una especie que esta prácticamente distribuida en toda la región neotropical (desde México hasta el norte de Argentina, excepto Chile), constituyéndose en diferentes razas ecológicas.

Varias liberaciones fueron realizadas en 1932 y 1936 de Perú, para Florida, con recuperaciones temporarias en 1936. (Holloway, 1938), a distancia de hasta 60 millas de los campos de liberación, logrando alcanzar un porcentaje de parasitismo significativo (14).

Según Box, 1950, 1953; citado por Mendonca (14). *P. claripalpis* es el parasitoide nativo más importante de Venezuela. En julio de 1951 fueron introducidas a México 250 pupas y en noviembre del mismo año una raza peruana proveniente de Cuba, ocurriendo una temporaria adaptación.

Según Bennett, 1973; citado por Mendonca (14). A pesar también de ser nativa de Panamá parasitando *D. saccharalis* y *D. tabernella*, en 1962-1963 fueron introducidas 1000 adultos provenientes de Perú, ahora apareciendo resultados positivos, principalmente un alto porcentaje de hiperparasitismo causado por *Trichopria cubensis*. Founts (Hym., Diapriidae) y *Thysanus sp* (Hym., Thysanidae), reduciendo los efectos de parasitismo.

Según Gaviria, 1977; citado por Mendonca (14). En 1964, pupas de raza peruana fueron introducidas a Ecuador para el control de *D. saccharalis*. Observándose un aumento de parasitismo natural en forma rápida, debido al cruzamiento de dos razas ecológicas; porque, en un lapso de tres años, se logró disminuir la infestación de la plaga a un nivel económico.

En Brasil, *P. claripalpis* se encuentra en todas las áreas de caña, parasitando *D. saccharalis* y *D. flavipennella*. (14).

Se concluye que, entre todos los lugares donde fue liberado *P. claripalpis*, ocurre adaptación definitiva en Guadalupe y Dominicana, siendo que, en seis localidades de origen, ese parasitoide tiene un efectivo control sobre *Diatraea spp*. En los cañaverales de Perú, Colombia, Ecuador, Brasil y en menor escala, en los cañaverales de Venezuela y Bolivia (14).

### 2.1.8.3. *Metagonistylum minense*

#### 2.1.8.3.1. Clasificación taxonómica

Este insecto fue descubierto por Oscar Monte en las minas Gerais, como parasitoide de *D. saccharalis* en caña de azúcar y clasificado por Townsend en 1926 perteneciente al orden Díptera, Familia Tachinidae (14).

#### 2.1.8.3.2. Características biológicas

Según Bennett, 1969. (2). Este parasitoide es conocido como la mosca amazónica, mide 1.25 cm., es de color negro y con antenas grandes, es una mosca vivípara y parásita a su hospedante en forma similar a la de todos los parasitoides taquinidos. Una sola hembra puede producir más de 600 larvas. En Guatemala su ciclo biológico para condiciones de laboratorio a 24-25<sup>0</sup>C se presenta de la siguiente manera: periodo de gestación de 6-8 días, larva en el hospedante 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.

### 2.1.8.3.3. Distribución geográfica

Fue introducido en Trinidad en septiembre-octubre de 1938, a través de un envío de 800 pupas. La raza amazónica de *M. minense*, fue introducida en Puerto Rico en 1935 por Dohanian. A partir de ese día fue iniciada su crianza en laboratorio. Durante el periodo de 1939-1940, una raza de Sao Paulo considerada la mejor adaptada a condiciones secas también fue introducida y producida en Puerto Rico (14).

Según Simmonds, 1959; citado por Mendonca (14) En 1938, fue introducida en Guadalupe, proveniente de Martinica, decreciendo considerablemente las infestaciones de *Diatraea*.

Según Bennett, 1969; citado por Mendonca (14). En 1939 de Puerto Rico fueron liberados en Florida 177 adultos de *M. minense*, razas de las Amazonas y de Sao Paulo y más de 3000 posteriormente en 1939-1942, como un establecimiento temporal.

Holloway, 1954, Charpentier, 1954; citados por Mendonca (14). En 1938, 41 adultos provenientes de Puerto Rico fueron introducidos en Louisiana, donde fueron realizadas sus crías para su posterior liberación en cañaverales. En 1953, fueron introducidas en Louisiana más de 1,079 pupas de *M. minense* obtenidas de Commonwealth Bureau de Control Biológico de Trinidad, siendo obtenidas algunas recuperaciones de cañaverales.

En 1939, Richard Tucker realizó algunas introducciones de *M. minense* en Barbados. En 1950, algunas pupas de este parasitoide fueron enviados por Dr. D. Gallo, de Sao Paulo (Brasil) a Cuba, en lotes de *L. diatraeae* (14).

Una primera introducción de *M. minense* (raza amazónica) en Venezuela fue realizada por H.E. Box en octubre de 1950 procedente de Trinidad, obteniendo grandes éxitos en el control de *D. saccharalis*, *D. busckella*, *D. rosa* y *D. impersonatella*, no controlando *D. centrella* por presentar capacidad de encapsular las larvas del parasitoide. Actualmente, en Venezuela, se ve ocurrido un superparasitismo de *M. minense* sobre *D. saccharalis*, siendo recuperadas 2 a 3 y muy rara vez 4 pupas de una larva colectada en campo (14).

Según Risco, 1977; citado por Mendonca 1996. A principios de 1951, Box introdujo *M. minense* en Panamá, posiblemente proveniente de Trinidad. Posteriormente, en julio-septiembre del mismo año, fueron nuevamente introducidas un número total de 6000 pupas de *M. minense*.

En 1953, fue introducida en los cañaverales de Perú, a través de pupas provenientes de Sao Paulo. A pesar de haber sido criadas en laboratorio y ampliamente liberadas en cañaverales, no se considera adaptada en Perú. (Risco, 1963, 1971; citado por Mendonca (14)).

En noviembre de 1954, fue realizada su adaptación en los cañaverales de Dominicana para el control de *D. saccharalis*, a través de material proveniente de Trinidad. Un número limitado de *M. minense* fue liberado en Dominicana, Sao Vicente y Granada, teniendo

noticias de su establecimiento. (Bennett, 1969, Simmonds, 1955; citados por Mendonca (14)).

En noviembre de 1970, pupas de *M. minense* fueron introducidas en Colombia, provenientes de Sao Paulo, según informes de Gaviria 1977, este parasitoide presento en 1976 un control de 1.4% sobre *D. saccharalis* (14).

Según Badilla, 1991; citado por Mendonca (14). En 1984, se introdujeron 20 pupas *M. minense* en Costa Rica proveniente de Sao Paulo para iniciar su producción en el laboratorio de DIECA/LAICA.

Por lo expuesto se puede concluir que en las áreas donde fue introducida, *M. minense* consiguiéndose establecer definitivamente en Venezuela, Guiana, St. lucia, Guadalupe y Colombia y en Sao Paulo (Brasil) de donde es nativa (14).

## 2.1.9. Barrenadores del tallo más importantes del orden lepidóptera

### 2.1.9.1. Familia Pyralidae

El barrenador del tallo, conocido también con los nombres de perforador, taladrador o borer, es una de las plagas mas importantes que predominan en varios piases cañeros del mundo. Originalmente su habitat natural eran las gramíneas silvestres y los pastos forrajeros, pero poco a poco se fue adaptando a la caña de forma tal, que ahora sus daños se reconocen desde Louisiana, USA, hasta Tucuman, Argentina, en el Continente Americano, incluyendo los países del Mar Caribe (9).

Los daños los ocasionan las larvas y pueden ser directos e indirectos. Los daños directos los hacen al perforar el tallo, al construir galerías y al provocar en los tallos jóvenes la muerte del ápice, conocido comúnmente como “corazón muerto” (18).

#### 2.1.9.1.1. Características generales

Con base en las descripciones efectuadas por Dyar & Heinrich, Box, Riess y otros autores; citados por Flores (8), en el año 1994 se reconoce la existencia de 14 especies de *Diatraea* y géneros aliados en México colectadas en diferentes gramíneas silvestres y cultivadas.

Orden	Lepidoptera
Familia	Pyralidae
Genero	<b><i>Diatraea</i></b>
Especie	<b><i>Diatraea saccharalis</i></b> <b><i>Diatraea crambidoides</i></b>

### **2.1.9.1.2. Aspectos biológicos**

#### **2.1.9.1.2.a. Tipo de hábitos alimenticios y su repercusión**

Los hábitos alimentarios de las larvas de Pyralidae se pueden catalogar como barrenadores de raíces, pecíolos, pedúnculos, troncos y tallos de varias plantas anuales, perennes, arbustos y árboles (16).

#### **2.1.9.1.2.b. Formación de túneles o galerías**

En los tallos desarrollados, las larvas construyen galerías, en general, en forma longitudinal y transversal. Esto produce la quiebra de la caña, sobre todo en zonas ventosas. De esta manera se reduce el tonelaje por área. Estas larvas estimulan también la formación de brotes laterales que afectan negativamente la acumulación de sacarosa. En forma indirecta, esta plaga facilita el ingreso de hongos como *Colletotrichum falcatum* y *Fusarium Moniliforme*, causantes de la pudrición roja del tallo y responsables de la inversión de sacarosa. También afectan adversamente la pureza del jugo y disminuyen el rendimiento de sacarosa y alcohol, según sea la finalidad con que se utilice la caña. Las perforaciones facilitan el ingreso de otras plagas (18).

#### **2.1.9.1.2.c. Periodo de pupación y emergencia de los adultos**

Collazo, 1984; citado por Garzona (10). Las larvas completamente desarrolladas pueden medir de 15 a 25 mm y regularmente aparece un número de una por tallo de caña de azúcar atacado y en menor proporción 2 a 3. Excepcionalmente se encuentran tallos con 4 o más larvas en su interior, cuando esto sucede, generalmente estas son muy pequeñas. En la etapa final del desarrollo larval, la larva hace en el tallo una perforación hacia afuera de mayor tamaño que las realizadas usualmente durante su alimentación dejándola cubierta por una delgada capa de epidermis del mismo y, posteriormente, se aletarga cerca de esta perforación comenzando el proceso de transformación al estado pupal. Al finalizar el proceso de pupación, ocurre la emergencia del adulto que se libera de la exuvia protectora de la pupa y rompe la delgada capa de epidermis de la perforación o salida construida durante el estado larval e inicia de esta forma su vida en el medio exterior.

### **2.1.9.2. Familia Hepialidae**

Los barrenadores de la familia Hepialidae, se consideran barrenadores de árboles forestales. En estado adulto presentan mariposas de tamaño mediano o grande cuya envergadura alar puede alcanzar hasta 15 cm. Las alas son de color más bien opaco, pardo o gris, con manchas plateadas las antenas son muy cortas. Estas mariposas son de vuelo rápido y lanzan los huevos al volar, pudiendo producir miles de ellos (2,500–29,000, según la especie). La larva en su último estadio mide de 2.8–7.5 cm. según la especie, se alimenta de raíces o de tejidos leñosos a los que llega mediante túneles que construye conforme barrena, por lo general barrena la medula de árboles y arbustos; además, algunas larvas anillan la corteza. Es común observar, sobre la corteza, el vestíbulo que es un bolsón o capucha tejido por la larva y compuesto por excrementos, seda y astillas (11).

### 2.1.9.2.1. Características generales

Dentro del sistema de clasificación del orden Lepidóptera, se han creado diferentes subórdenes, tomando como base características morfológicas, la genitalia o plesionómica, basada en la subdivisión del orden propuesto por Packard (1895) (11).

Orden	Lepidóptera
Suborden	Exoporia
Superfamilia	Heipalioidea
Familia	Hepialidae
Genero	<b><i>Phassus</i></b>
Especie	<b><i>Phassus phallerus</i></b>

La familia Hepialidae, se hace referencia a los Hepialidos como “polillas fantasmas” o “veloces”. Debido a su gran velocidad de vuelo que alcanzan algunas especies, semejantes a esfíngidos. Las polillas llaman la atención por su forma de volar en zig-zag rápido y al ras del suelo, en zonas boscosas.

### 2.1.9.2.2. Aspectos biológicos

#### 2.1.9.2.2.a. Tipos de hábitos alimenticios y sus repercusiones

Los hábitos alimentarios de las larvas de Hepialidos se pueden catalogar en tres grupos claramente definidos:

Micofagos o saprofagos

Defoliadores

Barrenadores de tallos, ramas o raíces de árboles vivos (11).

La alimentación saprofita se presenta durante los primeros estadios larvales, tanto de las especies barrenadoras como de las especies defoliadoras, sin embargo, constituye una etapa transitoria debido a que ninguna de las especies continua viviendo en materia orgánica en descomposición durante los últimos estadios larvales (11).

#### 2.1.9.2.2.b. Formación de túneles o galerías

El establecimiento de las larvas en árboles y arbustos acontece que posteriormente las larvas se trasladan a plantas cercanas, donde empieza a hacer una galería en el centro del tallo. El túnel que excavan es muy similar al de la fase saprofaga, y la sección longitudinal del túnel esta siempre hacia abajo raramente hacia arriba (11).

Al final de la etapa larval, algunas especies confeccionan una estructura sedosa llamada opérculo, que colocan en la entrada del túnel. Cuando esta presente, puede variar en posición e inclinación en el túnel; aunque su significado biológico no se sabe con certeza (11).

### **2.1.9.2.2.c. Periodos de pupación y emergencia de los adultos**

La pupación se efectúa dentro del túnel, que en algunas especies aparece sellado por el himen que se forma en el periodo de pupación. Cuando la polilla esta lista para emerger, la pupa se desplaza hacia la entrada del túnel, donde empieza a realizarse la ecdisis de la cobertura pupal, y empieza a liberarse el adulto (11).

## **2.2. MARCO REFERENCIAL**

### **2.2.1. Localización y caracterización del lugar de colecta de especímenes de Barrenador**

De acuerdo con la clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento según De la Cruz (21), la organización esta ubicada en el Bosque Húmedo Subtropical Calido.

La colecta se realizará en distintas fincas de la Organización Pantaleón-Concepción, S.A. las fincas cultivadas con caña de azúcar están divididas por su altitud (msnm) en:

Zona baja (estrato bajo):

En las áreas del estrato bajo (< de 100 msnm) predominan los suelos Molisoles, aunque también se encuentran suelos del orden Andisol, Entisol e Inceptisol. La precipitación promedio anual en áreas por debajo de los 50 msnm es menor a los 1500 mm. La temperatura promedio anual es mayor a los 25<sup>0</sup>C.

Zona media (estrato medio):

Zona intermedia debido a la posición que ocupa, se encuentra entre los 100 a 300 msnm, es una zona de transición con respecto a los suelos, los órdenes predominantes son Andisol e Inceptisol y ocupan áreas diferentes en ese orden de importancia. La precipitación media anual es de 2500 msnm. En este estrato la temperatura promedio es de 25<sup>0</sup>C.

Zona alta (estrato alto):

Son todas aquellas áreas que se encuentren entre los 300 a 800 msnm se caracteriza por la predominancia de suelos de tipo Andisol y con precipitaciones mayores a 3000 mm anuales. La temperatura media anual es menor a los 25<sup>0</sup>C. El estrato alto presenta la menor superficie cultivada con caña de azúcar.

### **2.2.2. Localización y caracterización del laboratorio biológico.**

El experimento se realizará en el laboratorio de Investigación Agrícola de la Organización Pantaleón-Concepción, que se encuentra localizado en el Ingenio Pantaleón, S.A., kilómetro 86.5, carretera al Pacífico, en el municipio de Siquinalá, departamento de Escuintla, Guatemala, a una latitud norte de 14<sup>0</sup>19' y longitud Oeste de 90<sup>0</sup>59'. Las condiciones ambientales óptimas son las siguientes: temperatura a 24<sup>0</sup>C y una Humedad relativa de 85%.



### 3. OBJETIVOS

#### 3.1. General

Estudiar el fenómeno de parasitismo a nivel de laboratorio a través de la evaluación de los parasitoides ***Cotesia flavipes*** Cameron, ***Paratheresia claripalpis*** Wulp y ***Metagonistylum minense*** Townsend, sobre el parasitismo, encapsulamiento, preferencia y capacidad de parasitismo de especies de barrenadores ***Diatraea saccharalis*** Fabricius, ***D. Crambidoidea*** Grote y ***Phassus phallerus***.

#### 3.2. Específicos

1. Cuantificar el parasitismo de los parasitoides ***C. flavipes***, ***P. claripalpis*** y ***M. minense***, sobre larvas de Barrenadores (***D. saccharalis***, ***D. crambidoidea*** y ***P. phallerus***).
2. Establecer si existe o no encapsulamiento por el hospedante (***D. saccharalis***, ***D. crambidoidea*** y ***P. phallerus***) sobre los parasitoides ***Cotesia flavipes***, ***Paratheresia claripalpis*** y ***Metagonistylum minense***.
3. Determinar la preferencia de hospedante de los parasitoides ***Cotesia flavipes***, ***Paratheresia claripalpis*** y ***Metagonistylum minense***, sobre larvas de Barrenadores (***D. saccharalis***, ***D. crambidoidea*** y ***P. phallerus***).
4. Evaluar la capacidad de parasitismo o número de larvas a parasitar por un parasitoide ***Cotesia flavipes***, ***Paratheresia claripalpis*** y ***Metagonistylum minense***, sobre larvas de Barrenadores (***D. saccharalis***, ***D. crambidoidea*** y ***P. phallerus***).

#### 4. HIPOTESIS

La utilización de los parasitoides ***Cotesia flavipes***, ***Paratheresia claripalpis*** y ***Metagonistylum minense***, será efectivo al presentar un parasitismo mayor al 50 por ciento,

La utilización de los parasitoides ***Cotesia flavipes***, ***Paratheresia claripalpis*** y ***Metagonistylum minense***, será efectivo al no presentar encapsulamiento.

La utilización de los parasitoides ***Cotesia flavipes***, ***Paratheresia claripalpis*** y ***Metagonistylum minense***, Será efectivo al presentar preferencia de parasitismo por más de una especie de Barrenadores, sobre larvas (***Diatraea saccharalis***, ***D. crambidoides*** y ***Phassus phallerus***)

La utilización de los parasitoides ***Cotesia flavipes***, ***Paratheresia claripalpis*** y ***Metagonistylum minense***, producirá parasitismo en un número determinado de larvas de barrenadores (***Diatraea saccharalis***, ***Diatraea crambidoides*** y ***Phassus phallerus***).

## 5. METODOLOGÍA

Con base en los objetivos e hipótesis formulados en el presente trabajo, la metodología desarrollada se dividió en dos fases.

### 5.1. Primera fase

En la primera fase se evaluó el porcentaje de parasitismo y encapsulamiento que presento cada uno de los parasitoides sobre tres especies de barrenadores de la caña de azúcar. Así mismo fue evaluada la preferencia de parasitismo de cada parasitoide evaluado que halla presentado un parasitismo mayor al 50% para cada especie de barrenador de la caña de azúcar.

#### 5.1.1. Tratamientos evaluados

Los adultos de parasitoides y larvas de barrenador de la caña de azúcar que constituyen el presente estudio, fueron seleccionados por sus características de tamaño y edad que corresponde a las larvas de barrenador y los adultos de parasitoides en base a su edad y sexo (hembras ya copuladas). Los tratamientos evaluados se presentan en el cuadro 1.

**Cuadro 1.** Tratamientos evaluados en el presente estudio, bajo condiciones controladas en el laboratorio biológico, Ingenio Pantaleón.

PARASITOIDES (1)	LARVAS DE BARRENADOR DE LA CAÑA DE AZÚCAR (2)
<i>Cotesia flavipes</i>	<i>Diatraea saccharalis</i>
<i>Paratheresia claripalpis</i>	<i>Diatraea crambidoides</i>
<i>Metagonistylum minense</i>	<i>Phassus phallerus</i>

#### 5.1.2. Descripción del material experimental

##### 5.1.2.1. Recolección de larvas de barrenador

Se seleccionaron campos con caña de 8 meses de edad de acuerdo a su historial de ataque de barrenadores o por la presencia de síntomas del ataque de esta plaga, para facilitar la búsqueda y recolección. En el cañaverel se buscaron las cañas que estuvieran dañadas con agujeros y con desechos resientes de las larvas del barrenador. Se cortaron las cañas y se trasladaron al área del laboratorio biológico.

Se extrajeron las larvas de las cañas, fueron debidamente identificadas y depositados en cajas petri, colocando un trozo de caña, para que siguieran su desarrollo.

1. Las larvas de barrenador fueron colectados en áreas de finca Concepción, pertenecientes a la Organización Pantaleón-Concepcion,S.A.
2. Los parasitoides fueron proporcionados por el laboratorio de parasitoides de la Organización Pantaleón-Concepción, S.A.

### 5.1.2.2. Manejo de adultos de cada parasitoide a evaluar

#### 5.1.2.2.1. Pie de cría (emergencia)

Al momento de la eclosión del adulto fueron colocadas en cámaras de apareamiento, teniendo el debido cuidado de la selección de machos y hembras, a una relación de 1 macho por 1 hembra (1:1). El periodo de apareamiento dependió de la especie de parasitoide, por ejemplo *Paratheresia claripalpis* tuvo una duración de 14 días, *Metagonistylum minense* de 10 días y *Cotesia Flavipes* de 2 días.

Como suplemento alimenticio para los parasitoides Taquinidos se les colocó un recipiente con azúcar y para el parasitoide *C. flavipes* se proporciono algodón con miel previamente esterilizados. Esta actividad se realizó para las dos fases evaluadas en esta investigación.

#### 5.1.2.2.2. Disección del parasitoide (*P. claripalpis* y *M. minense*) y uso de maggots

Esta actividad se realizó para la primera fase. Se utilizaron las moscas de estas dos especies, que contaron con los días de apareamiento necesarios y así darnos la seguridad de que contenga un 90% de maggots fértiles. Las moscas de tamaño más grande son las que se utilizan en primer plano, ya que, estas también cuentan con un saco embrionario más grande y por lo tanto se obtienen más maggots para ser inoculados (17).

Para inocular los parasitoides se disectaron las hembras. Con la ayuda de dos agujas, se extrajo y se rompió el saco embrionario, sobre un vidrio 10 por 10 pulgadas de dimensión en donde los maggots se esparcen. Se les aplicó una pequeña cantidad de suero oral a manera de hidratarlos y luego se inocularon con el pincel sobre las larvas evaluadas (17).

### 5.1.3. Evaluación del parasitismo de tres parasitoides sobre tres especies de barrenador mediante condiciones de laboratorio.

#### 5.1.3.1. Porcentaje de parasitismo

Se inicio a observar desde el momento de la inoculación o de colocación de parasitoides en cada unidad experimental. Estos muestreos se realizaron hasta que las larvas murieron, iniciando nuevamente las observaciones de las larvas colectadas para observar posteriormente si la larva fue parasitada por el parasitoide identificado para cada tratamiento y así obtener el parasitismo confirmando la presencia del parasitoide eclosionado de la larva (figura 6A).

Para transformación de datos de parasitismo se utilizó la siguiente ecuación:

$$Pp = (Ip / It) \times 100$$

Donde:

Pp = Porcentaje de parasitismo

Ip = Número de insectos parasitados

$I_t$  = Número de insectos totales

### **5.1.3.2. Diseño experimental**

Se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo bifactorial, con 9 tratamientos y 3 repeticiones. Cada unidad experimental contó con 10 larvas colocadas en cajas petri identificadas por tratamiento y repetición. Siendo un total de 270 unidades experimentales.

### **5.1.3.3. Análisis de datos**

Se realizó una inoculación a nivel de laboratorio de tres especies de parasitoides sobre tres especies de barrenador; el número de larvas parasitadas en cada tratamiento no fue el mismo, debido que no se tomaron en cuenta las larvas que no presentaron parasitismo o las que murieron por contaminación durante el ciclo de evaluación, por lo que fue necesario establecer el promedio de larvas de cada tratamiento para proyectar el parasitismo.

Se efectuó el análisis de varianza correspondiente a los tratamientos con el objeto de determinar si existían diferencias significativas entre estos. Debido a la alta significancia entre tratamientos fue necesario realizar una prueba múltiple de medias Tukey.

## **5.1.4. Evaluación del encapsulamiento de tres parasitoides sobre tres especies de barrenador mediante condiciones de laboratorio.**

### **5.1.4.1. Porcentaje de encapsulamiento**

Las observaciones iniciaron a partir del momento de la inoculación, tomando datos hasta presentar parasitismo o presencia de pupas o cocon del parasitoide evaluado. Luego se inicio la disección de larvas que se observaron muertas, pero sin presencia de un parasitoide, apartando cada larva parasitada o encapsulada. También se apartó las larvas que no presentaron ninguna presencia del parasitoide considerandolos muertas por algún otro factor (contaminación) .

El porcentaje de encapsulamiento, se obtuvo a partir de la siguiente ecuación:

$$P_e = (I_e / I_t) \times 100$$

Donde:

$P_p$  = Porcentaje de encapsulamiento

$I_p$  = Número de insectos encapsulados

$I_t$  = Número de insectos totales

### **5.1.3.2. Diseño experimental**

El diseño utilizado para la variable encapsulamiento fue el mismo al de la variable parasitismo, evaluando la cantidad de tratamientos y repeticiones realizadas en esta primera fase.

### **5.1.3.3. Análisis de datos**

Se promedió el número de larvas por cada tratamiento para proyectar el encapsulamiento, se realizó el análisis de varianza (ANDEVA) respectivo para la variable en estudio, para determinar si existía o no significancia estadística entre los tratamientos. Y una prueba múltiple de Tukey para determinar los tratamientos que produjeron los mayores efectos de encapsulamiento sobre larvas de barrenador.

## **5.1.5. Evaluación de la preferencia de tres parasitoides sobre tres especies de barrenador mediante condiciones de laboratorio.**

### **5.1.5.1. Preferencia del parasitoide**

Se evaluó la preferencia del parasitoide en parasitar a una de las especies de larva de barrenador a partir de los datos obtenidos de parasitismo y encapsulamiento.

### **5.1.5.2. Análisis de datos**

Se analizaron los datos, tomando como referencia los porcentajes de parasitismo arriba del 50%. Dicha evaluación fue realizada para cada parasitoide sobre cada especie de barrenador, con la finalidad de detectar si había parasitismo del parasitoide, en más de una especie de barrenador.

Se elaboraron gráficas para comparar el comportamiento de los tratamientos sobre el parasitismo y encapsulamiento observados durante el ciclo de la evaluación.

## **5.2. Segunda fase**

En la fase II se evaluó la capacidad de un parasitoide hembra o determinación del número de larvas de barrenador parasitadas. Los parasitoides evaluados se determinaron a partir de su porcentaje de parasitismo arriba del 50% para cada especie de barrenador de la caña de azúcar.

### **5.2.1. Factores a evaluar**

Según los resultados obtenidos en la Primera fase experimental, Se estudiaron los parasitoides que mostraron un parasitismo mayor al 50 por ciento sobre una especie de barrenador de la caña de azúcar (Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Factores a evaluar en el estudio con sus respectivos niveles.

<b>FACTOR</b>	<b>NIVEL</b>
Parasitoide	<i>Cotesia flavipes</i> Cameron <i>Paratheresia claripalpis</i> Wulp <i>Methagonistylum minense</i> Townsend
Barrenador	<i>Diatraea saccharalis</i> Fabricius <i>Diatraea crambidoidea</i> Grote

## 5.2.2. Evaluación de la capacidad de un parasitoide hembra o determinación del número de larvas de barrenador parasitadas.

### 5.2.2.1. Capacidad de parasitar

Se evaluó la capacidad de parasitar del parasitoide hembra a un número de larvas de barrenador de la caña de azúcar; para ello la toma de datos inicio en el momento que el parasitoide hembra fue liberado dentro de una caja plástica donde fueron colocados 10 larvas de una especie de barrenador, cada larva fue previamente colocada en canutos de caña dejando que la larva barrenara el tallo y así simular condiciones en que se presenta la plaga en el campo. Finalizando hasta que se cumpliera el tiempo de parasitismo, es decir hasta que se obtuvieran resultados visibles como larvas parasitadas o parasitoides en desarrollo (figura 9A).

### 5.2.2.2. Diseño experimental

Se utilizo un diseño completamente al azar con tres repeticiones. A cada tratamiento (cinco tratamientos) se le asigno el parasitoide que allá presentado un parasitismo mayor al 50%, con su respectiva especie de barrenador.

### 5.2.2.3. Análisis de datos

Se realizó el análisis de varianza (ANDEVA) respecto a la variable en estudio: capacidad de parasitar del parasitoide hembra a un número de larvas de barrenador; para determinar si existía o no significancia estadística entre los tratamientos seleccionados previamente en la fase I; por la variable de parasitismo.

## 6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

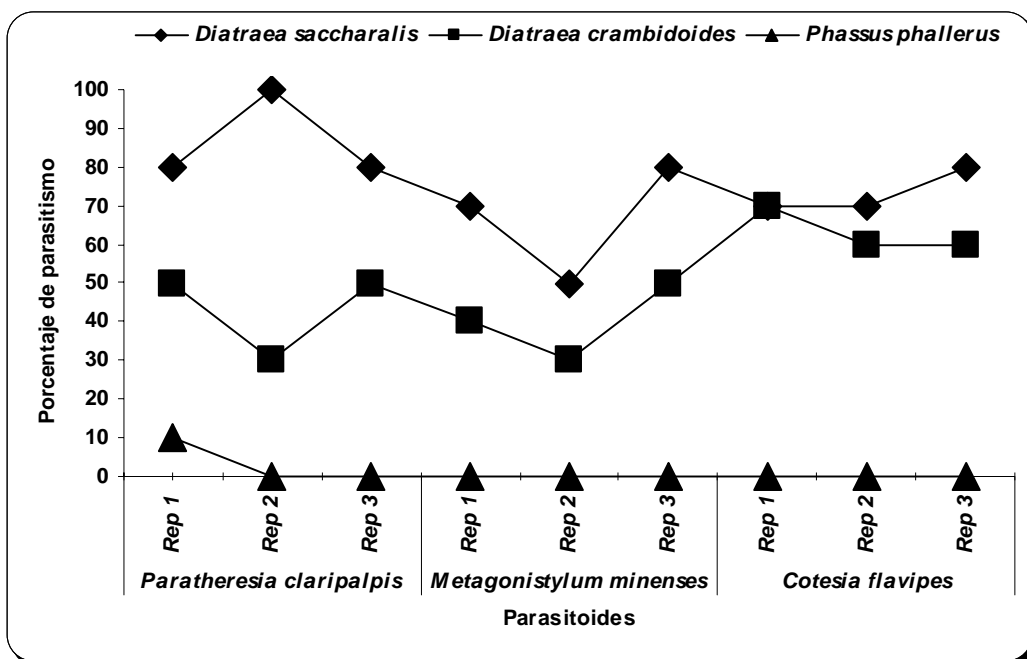
A continuación se presentan los resultados de las dos fases que consta el estudio, dicha investigación se desarrollo con el propósito de evaluar y comparar estadísticamente tres parasitoides, en tres especies de barrenadores (cuadro 11A).

Se evaluaron los resultados obtenidos para las dos fases y conocer la homogeneidad de varianzas, es decir; determinar si las varianzas de los datos representados en porcentajes son iguales o por lo menos comparables. Con los resultados para las variables evaluadas en la primer fase se pudo observar que los datos cumplen el supuesto de homogeneidad de varianzas; así mismo para la variable de la segunda fase los resultados no cumplían el supuesto de homogeneidad de varianzas por lo se procedió a realizar una transformación de datos, por medio de ángulo o arcoseno ( $\arcsen \sqrt{x}$ ) como se muestra en los cuadros 11A, 12A.

### 6.1. Primera fase

#### 6.1.1. Parasitismo

El porcentaje de parasitismo se considero como una respuesta de mortalidad a los parasitoides utilizados y sus variaciones se reflejan en la interacción entre las especies de parasitoides y especies de hospederos utilizados (figura 6A).



**Figura 10.** Curva de parasitismo para tres especies de barrenador expuestos a tres especies de parasitoides, bajo condiciones de laboratorio en el Ingenio Pantaleón, Escuintla. 2005.



La figura 1 muestra las diferencias observadas en el parasitismo de los hospederos a las diferentes especies de parasitoides, determinando una alta mortalidad de *Diatraea saccharalis* (86%,73%,66%) a las diferentes especies del parasitoide, en tanto que la mortalidad de *Diatraea crambidoides* y *Phassus phallerus* no sigue la misma tendencia anterior como lo muestran los valores registrados en el cuadro 4. bajo estas circunstancias el análisis de varianza determinó a un nivel de significancia del 5%, diferencias significativas tanto para la especie de parasitoide, la especie de barrenador utilizado, así como para la interacción entre parasitoides y barrenadores (cuadro 3).

**Cuadro 3.** Resumen del análisis de varianza a los resultados de parasitismo de los tres parasitoides sobre larvas de tres especies de barrenador bajo condiciones de laboratorio, Ingenio Pantaleón, Escuintla, 2005.

Fuente de Variación	Gl	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F calc	Pr > F
tratamientos	8	27207.407	3400.925	43.73	<b>0.0001</b>
A	2	540.7407	270.370	3.48	<b>0.0529</b>
B	2	25607.40	12803.703	164.62	<b>0.0001</b>
AB	4	1059.259	264.8148	3.40	<b>0.0306</b>
error	18	1400	77.778		
total	26	28607.407			

C.V. = 21.07%

Por lo tanto podemos decir que hubo efecto de los parasitoides a cierta especie de barrenador y por ende en el cuadro 4 se muestra la agrupación del análisis TUKEY para la variable porcentaje de parasitismo. Este análisis se utilizó tomando como criterio un parasitismo arriba del 50% y sin presentar encapsulamiento de cada especie hacia el parasitoide evaluado. Mostrando la especie *Phassus phallerus* una mayor tolerancia a la inoculación de parasitoides como se refleja en el valor de parasitismo. A la vez reafirman la especificidad de especies, es decir los parasitoides son recomendados para barrenadores de la familia Pyralidae.

**Cuadro 4.** Prueba de medias de Tukey para la variable porcentaje de parasitismo, bajo condiciones de laboratorio en el Ingenio Pantaleón, Escuintla. 2005.

Tratamientos	Medias (porcentaje de parasitismo)	Grupo Tukey
<i>D saccharalis</i> + <i>P. claripalpis</i>	86.67	A
<i>D saccharalis</i> + <i>C. flavipes</i>	73.33	A
<i>D saccharalis</i> + <i>M. minense</i>	66.67	B
<i>D crambidoides</i> + <i>C. flavipes</i>	63.33	B
<i>D crambidoides</i> + <i>P. claripalpis</i>	43.33	B
<i>D. crambidoides</i> + <i>M. minense</i>	40	C
<i>P. phallerus</i> + <i>P. claripalpis</i>	3.33	D
<i>P. phallerus</i> + <i>M. minense</i>	0	D
<i>P. phallerus</i> + <i>C. flavipes</i>	0	D

\*Arcoseno= mortalidad transformada por arcoseno ( $\arcsen \sqrt{x}$ )

\*\*Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

### 6.1.2. Encapsulamiento

Según referencias bibliograficas el encapsulamiento se constituye en la formación de un tejido especial o sustancia que rodea al huevo del parasitoide o a las larvas (maggots) evitando su desarrollo y causandole la muerte, sin permitir la emergencia del mismo.

Durante las observaciones, el encapsulamiento se dio de la siguiente manera; se observo el poco desarrollo del parasitoide dentro de larvas de barrenador, en este caso para el parasitoide **C. flavipes** las larvas logran desarrollarse y algunas al momento de emerger mueren sin lograr formar las colonias o cocones para convertirse en adultos. En cuanto a los parasitoides **P. claripalpis** y **M. minense** las larvas o maggots penetran a la larva de barrenador, se adhieren a ella sin logran completar su desarrollo larval y no cambiar al estado pupal. Pero a la vez las larvas de barrenador mueren por presencia del parasitoide.

**Cuadro 5.** Resumen del análisis de varianza a los resultados de encapsulamiento de los tres parasitoides sobre larvas de tres especies de barrenador bajo condiciones de laboratorio, Ingenio Pantaleón, Escuintla, 2005.

Fuente de Variación	Gl	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F calc	Pr > F
tratamientos	8	8674.074	1084.259	7.70	0.0002
A	2	362.962	181.481	1.29	0.2997
B	2	7585.185	3792.59	26.95	0.0001
AB	4	725.925	181.481	1.29	0.3111
error	18	2533.33	140.7407		
total	26	11207.407			

C.V. = 100.09%

Con respecto al análisis de varianza se encontró diferencia significativa en cuanto a la interacción parasitoide-barrenador, la especie de parasitoide y especie de barrenador como se muestra en el cuadro 5. Las larvas de **D. saccharalis** mostraron la mayor tolerancia a la inoculación con los parasitoides, debido a que presentaron porcentajes de encapsulamiento del cero por ciento y parasitismos altos para cada parasitoide en evaluación, en tanto que para **P. phallerus** con un porcentaje igual al cero por ciento y con los parasitismos mas bajos es muy probable que la dificultad de parasitismo y el comportamiento del encapsulamiento para cada parasitoide es una consecuencia del hospedero o barrenador utilizado.

El encapsulamiento causado por **D. crambidoides** sobre los diferentes parasitoides mostró un porcentaje fue de 43.33 por ciento para los parasitoides pertenecientes a la familia Taquinidae, sin embargo, para el parasitoide **C. flavipes** al presentar un porcentaje relativamente bajo de un 20% muestra que el parasitoide tiene una mayor tolerancia al fenómeno presentado por **D. crambidoides**.

Posteriormente se realizó un análisis post-andeva; observando en el cuadro 6, el análisis muestra que los tratamientos realizados para la especie de barrenador *D. crambidoides* presentaron altos porcentajes de encapsulamiento, corroborando el bajo parasitismo de los taquinidos *M. minense* y *P. claripalpis*.

**Cuadro 6.** Prueba de medias de Tukey para la variable porcentaje de encapsulamiento, bajo condiciones de laboratorio en el Ingenio Pantaleón, Escuintla. 2005

Tratamientos	Medias (porcentaje de encapsulamiento)	Grupo Tukey
<i>D. crambidoides</i> + <i>M. minense</i>	43.33	A
<i>D. crambidoides</i> + <i>P. claripalpis</i>	43.33	A
<i>D. crambidoides</i> + <i>C. flavipes</i>	20	A
<i>D. saccharalis</i> + <i>P. claripalpis</i>	0	B
<i>D. saccharalis</i> + <i>C. flavipes</i>	0	B
<i>D. saccharalis</i> + <i>M. minense</i>	0	B
<i>P. phallerus</i> + <i>P. claripalpis</i>	0	B
<i>P. phallerus</i> + <i>M. minense</i>	0	B
<i>P. phallerus</i> + <i>C. flavipes</i>	0	B

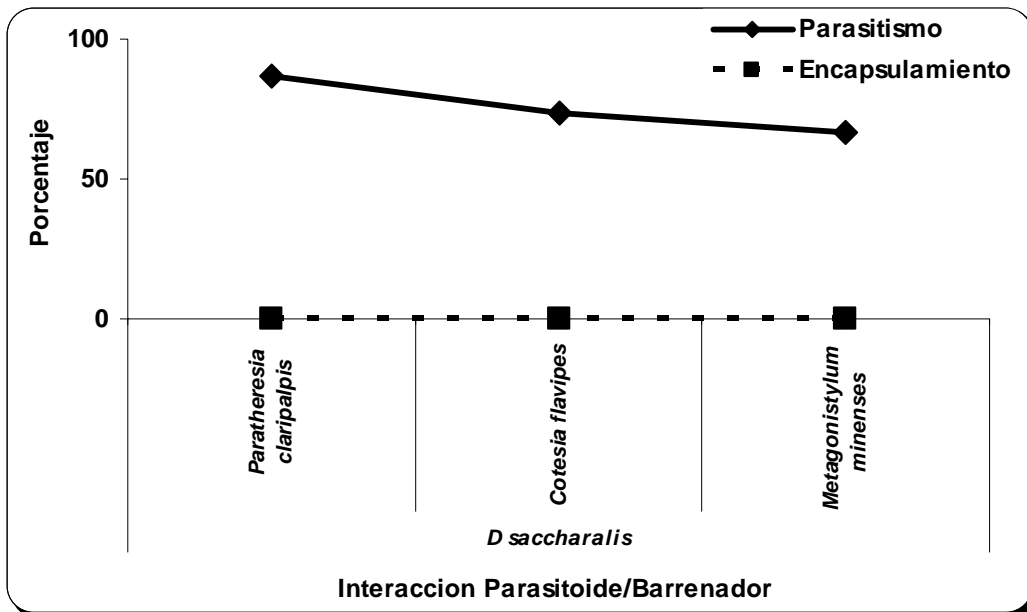
\*Arcoseno= mortalidad transformada por arcoseno ( $\arcsen \sqrt{x}$ )

\*\*Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

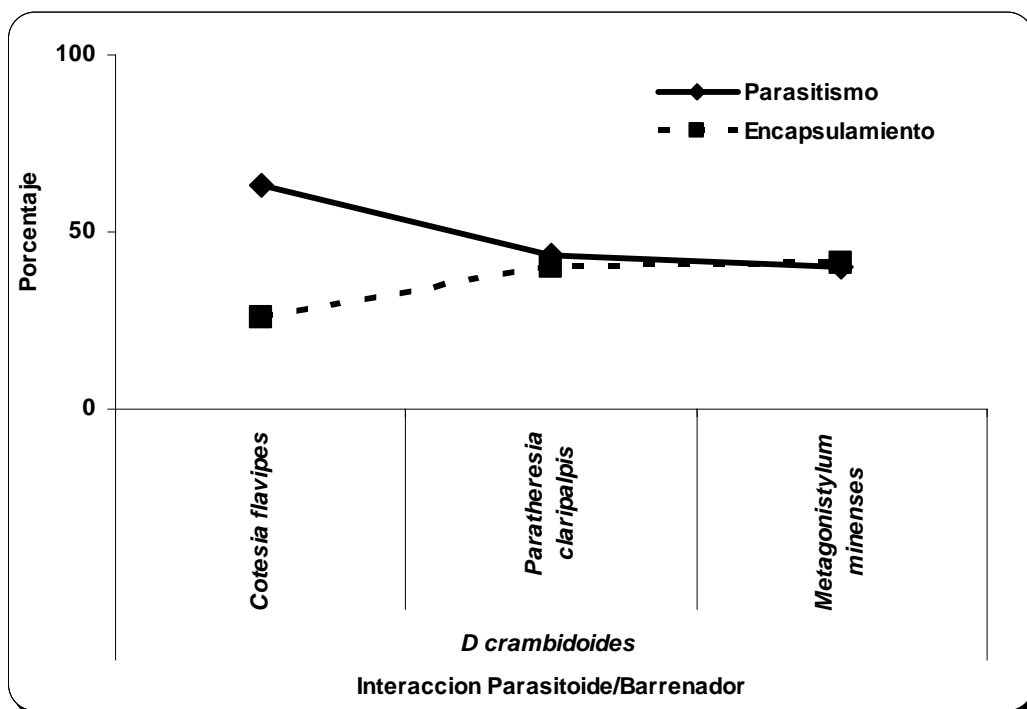
### 6.1.3. Preferencia

De acuerdo a los resultados, se realizó un análisis de grafica para observar el comportamiento del porcentaje de encapsulamiento y así comparar con los resultados de parasitismo obtenidos en la misma fase de evaluación.

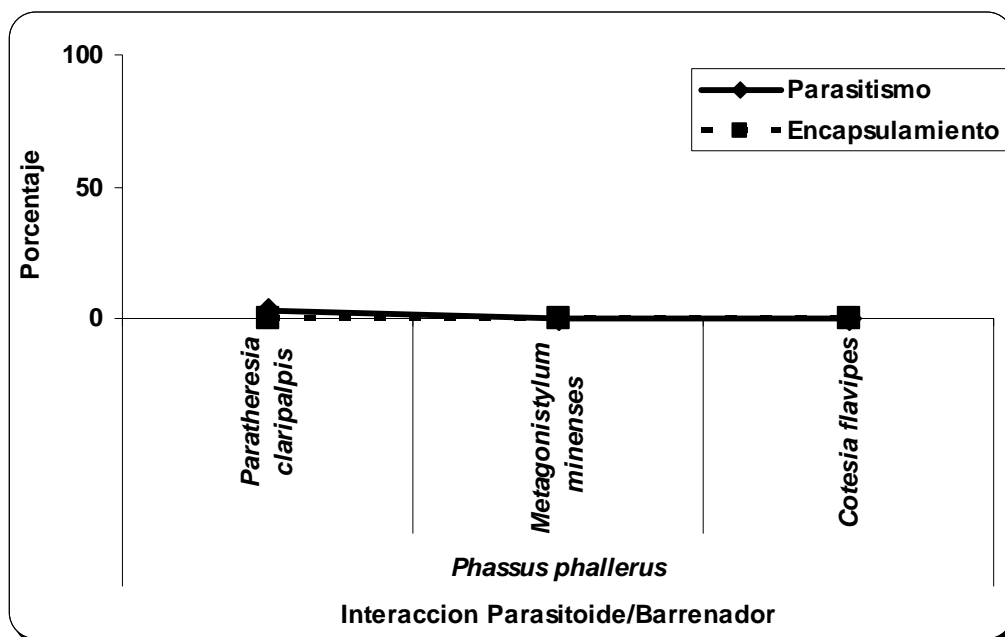
Interpretando las figuras 2, 3 y 4 se puede inferir la presencia de encapsulamiento a los parasitoides *Paratheresia claripalpis* y *Metagonistylum minense* presentando bajos porcentajes de parasitismo en larvas de *D. crambidoides*. Observándose que el parasitismo por *Cotesia flavipes* se mantuvo en niveles arriba de un 50% para las dos especies del genero *Diatraea* sp.



**Figura 11.** Porcentaje de Parasitismo y Encapsulamiento de tres parasitoides sobre larvas de barrenador *D. saccharalis*, bajo condiciones de laboratorio en el Ingenio Pantaleón, Escuintla. 2005.



**Figura 12.** Porcentaje de Parasitismo y Encapsulamiento de tres parasitoides sobre larvas de barrenador *D. crambidoides*, bajo condiciones de laboratorio en el Ingenio Pantaleón, Escuintla. 2005.



**Figura 13.** Porcentaje de Parasitismo y Encapsulamiento de tres parasitoides sobre larvas de barrenador *Phassus phallerus*, bajo condiciones de laboratorio en el Ingenio Pantaleón, Escuintla. 2005.

Finalmente se puede apreciar que el mayor porcentaje de parasitismo en larvas de *D. saccharalis* fue alcanzado por *P. claripalpis*, seguido de *C. flavipes* y *M. minense* existiendo diferencias de un 10% entre cada parasitoides para la especie en evaluación. En las otras especies de barrenador se puede observar que en *D. crambidoides* solamente el parasitoides *C. flavipes* obtuvo un parasitismo mayor al 50%. Lo anterior indica claramente que con los valores altos de parasitismo sobre larvas de *D. saccharalis*, no se reflejó la eficiencia de los parasitoides *P. claripalpis* y *M. minense* en larvas de la especie *D. crambidoides*, concluyendo su preferencia por la especie *D. saccharalis*; por lo que el parasitoides *C. flavipes* fue la única en presentar preferencia de parasitismo por las dos especies de *Diatraea* sp.

Adicionalmente durante las fases de evaluación se realizó una metodología en la cual se colocó una larva de cada especie de barrenador en tubos de ensayo con trozos de caña dentro de una caja plástica; debido a que los resultados obtenidos en la fase anterior indicaron que solamente un parasitoides es capaz de controlar dos especies de barrenadores, por tal caso el experimento se llevó a cabo para la variable preferencia de parasitismo del parasitoides *Cotesia flavipes* con 30 repeticiones, es por el cual el análisis de la información se basa en la respuesta de un parasitoides (Figura 8A), en este caso a dos especies de barrenadores, *D. saccharalis* y *D. crambidoides*,

Con base en los resultados observados, se procedió a integrar un análisis estadístico por medio de la prueba de Cochran para determinar la eficiencia del parasitoide, las hipótesis planteadas fueron las siguientes:

Ho: los porcentajes de parasitismo observados para cada tratamiento se deben al azar.

Ha: el parasitoide ***Cotesia flavipes*** favorece el parasitismo en las dos especies de barrenadores. De esta forma, se muestran diferencias significativas entre cada uno de los tratamientos.

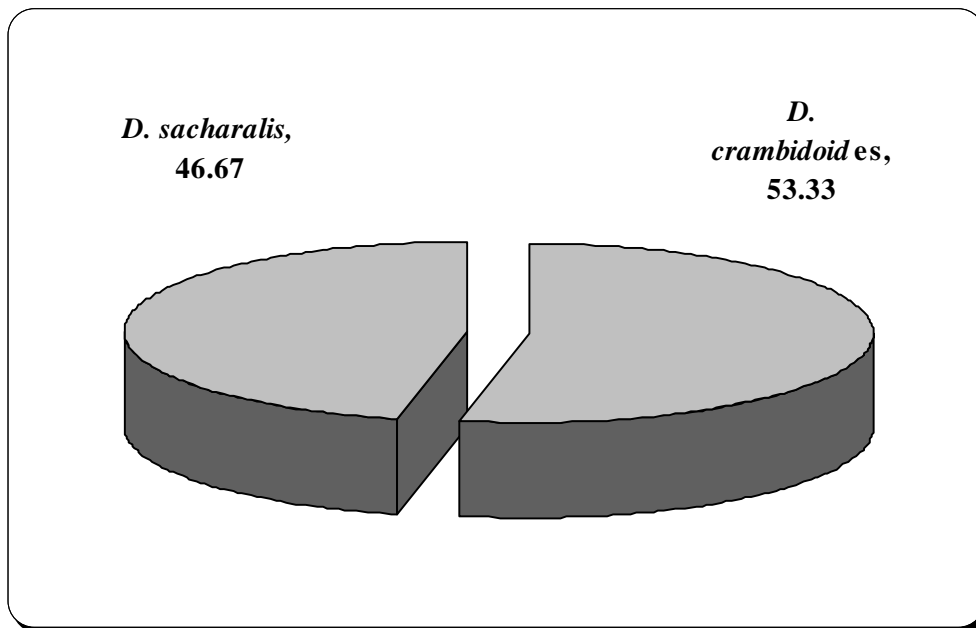
**Cuadro 7.** Resumen de la prueba estadística de Cochran a los resultados de preferencia de ***Cotesia flavipes*** sobre larvas de dos especies de barrenador bajo condiciones de laboratorio, Ingenio Pantaleón, Escuintla, 2005.

Prueba	Estadístico Q	Pr > $X^2_{\alpha}$
Cochran	0.04	3.84

En el cuadro 13A. la preferencia promedio, observada a través de los dos hospederos, fue significativamente igual, indicando que el parasitoide ***Cotesia flavipes*** es específico para las dos especies de barrenador, por lo cual presenta un efecto positivo en el parasitismo de los barrenadores ***D saccharalis*** y ***D. crambidoides***.

En el cuadro 7. el estadístico demuestra que el parasitoide ***cotesia flavipes*** favorece el parasitismo para las dos especies de barrenadores, de esta forma no produce un cambio significativo.

Este comportamiento ayuda a complementar el porque del porcentaje de parasitismo alto para las especies del género ***Diatraea*** sp. Transformando los datos a porcentaje de parasitismo en la figura 5 se observa que el número de larvas parasitadas por ***Cotesia flavipes*** de 30 repeticiones realizadas, se obtuvo un parasitismo mayor para ***D. crambidoides*** y con una diferencia de 6.67% para ***D saccharalis***. En ninguno de los casos las larvas huésped de los parasitoides fueron encapsuladas por larvas hospederas. Considerando el mínimo de diferencia en el porcentaje de parasitismo se revalida el uso del parasitoide ***Cotesia flavipes*** sobre las dos especies de barrenador del género ***Diatraea*** sp.



**Figura 14.** Promedio de preferencia de parasitismo de *Cotesia flavipes* sobre dos especies de barrenador, Ingenio Pantaleón. Escuintla 2005.

## 6.2. Segunda fase

La segunda fase consistió en realizar el análisis estadístico del comportamiento de los parasitoides sobre un número determinado de larvas de Barrenador previamente seleccionados en la primera fase.

### 6.2.1. Capacidad de un parasitoide hembra o determinación del número de larvas de barrenador parasitadas.

Para cada tratamiento evaluado se colocaron 10 larvas por repetición, siendo en su totalidad 30 larvas por tratamiento, para cuantificar el parasitismo, esta se expreso como un porcentaje respecto al número de larvas observadas por repetición.

Los resultados de parasitismo para la segunda fase se presentan en el cuadro siguiente.

**Cuadro 8.** Resultados de capacidad de parasitismo de los parasitoides en larvas del genero *Diatraea* sp. bajo condiciones de laboratorio en el Ingenio Pantaleón, Escuintla, 2005

Repetición	Tratamientos		Larvas parasitadas	Total de larvas colocadas	Parasitismo (%)
	Parasitoide	Barrenador			
1	<i>C. flavipes</i>	<i>D. crambidoides</i>	1	10	10
2			1	10	10
3			1	10	10
1	<i>P. claripalpis</i>	<i>D. saccharalis</i>	6	10	60
2			5	10	50
3			7	10	70
1	<i>M. minense</i>	<i>D. saccharalis</i>	4	10	40
2			5	10	50
3			5	10	50
1	<i>C. flavipes</i>	<i>D. saccharalis</i>	1	10	10
2			1	10	10
3			1	10	10

Sometiéndose los resultados a un análisis de varianza, con el propósito de que a través de la media los tratamientos presentaran diferencias estadísticas entre si (Cuadro 9). se observa que los tratamientos fueron altamente significativos, Indicando que por lo menos uno de los cuatro tratamientos fue más eficiente en el parasitismo de una especie de barrenador.

**Cuadro 9.** Resumen del análisis de varianza a los resultados de capacidad de parasitismo de los tres parasitoides sobre larvas de barrenador bajo condiciones de laboratorio, Ingenio Pantaleón, Escuintla, 2005.

Fuente de variación	Gl	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F calc	Pr> F
Tratamiento	3	2539.4233	846.4744	73.56	0.0001
Error	8	92.0533	11.50666		
Total	11	2631.476			

C.V.=10.378%

Se realizó una prueba múltiple de medias, con la finalidad de encontrar el o los mejores tratamientos, y a la vez conocer el número promedio de larvas parasitadas por un parasitoide hembra liberado bajo condiciones controladas.



**Cuadro 10.** Prueba de medias de Tukey para la variable capacidad de parasitismo, bajo condiciones de laboratorio en el Ingenio Pantaleón, Escuintla. 2005

Tratamiento	Medias (porcentaje de parasitismo)	Grupo Tukey
<i>Paratheresia claripalpis</i> + <i>D. saccharalis</i>	50.867	A
<i>Metagonistylum minense</i> + <i>D. saccharalis</i>	43.067	A
<i>Cotesia flavipes</i> + <i>D. saccharalis</i>	18.40	B
<i>Cotesia flavipes</i> + <i>D. nr. crambidoides</i>	18.40	B

La prueba de Tukey demostró que el tratamiento que consta de la interacción de *Paratheresia claripalpis* y *Diatraea saccharalis* es superior a los tratamientos siguientes. De los tratamientos con el parasitoide *Cotesia flavipes* se obtuvo el mismo efecto sobre el control en las dos especies del género *Diatraea* sp. En este sentido el estudio mostró que de los tres parasitoides evaluados *Paratheresia claripalpis* y *Metagonistylum minense* fueron superiores en parasitar y matar larvas de *Diatraea saccharalis*. Pero con el parasitoide *Cotesia flavipes* al presentar poca eficiencia en número de larvas parasitadas, el parasitoide tiene la ventaja de controlar a través de la parasitación a dos especies de barrenadores.

Si comparamos en el cuadro 8 donde se aprecia el número de larvas parasitadas por un parasitoide hembra y el porcentaje de parasitismo. Los porcentajes obtenidos fueron favorables en el sentido que se reportó la capacidad del parasitoide, es decir, se conoció el número de larvas que tiene capacidad de parasitar tomando en consideración que fue bajo condiciones controladas (ver Figura 9A) Debe señalarse también que, factores adversos como el ambiente o clima, depredadores naturales, proporción hembra: macho en la liberación, intensidad de infestación de la plaga, etc., pueden afectar la búsqueda y capacidad de oviposición o larviposición del parasitoide hembra liberado en campo. Lo anterior indica claramente que con los valores expuestos, no se refleja la eficiencia del parasitoide en campo, solamente se revela que el número de parasitoides a liberar dependerá de las condiciones reales de campo.

## 7. CONCLUSIONES

Los parasitoides *Paratheresia claripalpis* Wulp, *Cotesia flavipes* Cameron y *Metagonistylum minense* Townsend tienen un efecto de acción en el barrenador *D. saccharalis*. Al presentar los porcentajes de parasitismo del 86.67%, 73.33%, 66.67%, respectivamente.

El porcentaje de parasitismo para *C. flavipes* Cameron, *P. claripalpis* Wulp, y *M. minense* Townsend fueron de 63.33%, 43.33%, 40% respectivamente en *Diatraea crambidoides*.

Para la especie *Phassus phallerus* los parasitoides *P. claripalpis* Wulp y *M. minense* Townsend no presentaron respuestas sobre el porcentaje de parasitismo. Siendo el parasitoides *C. flavipes* Cameron el único en presentar un porcentaje de 3.33%.

Se determinó que el barrenador *D. crambidoides* presentó un modo de acción o defensa al manifestar encapsulamiento de los parasitoides *Paratheresia claripalpis* Wulp y *Metagonistylum minense* Townsend en porcentajes de 43.33 % que pueden afectar el parasitismo en campo.

La acción de los parasitoides *Paratheresia claripalpis* Wulp, y *Metagonistylum minense* Townsend por presentar efectos significativo en porcentaje de parasitismo, indican su preferencia por la especie de barrenador *Diatraea saccharalis*.

La respuesta obtenida en la preferencia por *Cotesia flavipes* Cameron indican que el parasitoides es específico para las dos especies de *D. saccharalis* y *D. crambidoides*

La capacidad de parasitismo para larvas de barrenadores fue significativamente menor con el parasitoides *Cotesia flavipes* Cameron con valores de 1 larva de *D. saccharalis* y 1 larva de *D. crambidoides*. *Paratheresia claripalpis* Wulp fue más agresivo con una diferencia de 1 larva de *D. saccharalis* con respecto al parasitoides *Metagonistylum minense* Townsend que presentó 5 larvas parasitadas de *D. saccharalis*.

## 8. RECOMENDACIONES

Implementar estudios del parasitoide ***Cotesia flavipes*** Cameron, como controlador biológico de los barrenadores ***D saccharalis*** y ***D crambioides*** para su posterior liberación en campo.

Continuar utilizando el parasitoide ***Paratheresia claripalpis*** Wulp y ***Metagonistylum minense*** Townsend para el control del barrenador ***D saccharalis***.

Buscar estudios similares con la obtención de nuevos controladores biológicos para el control del barrenador ***Phassus phallerus***.

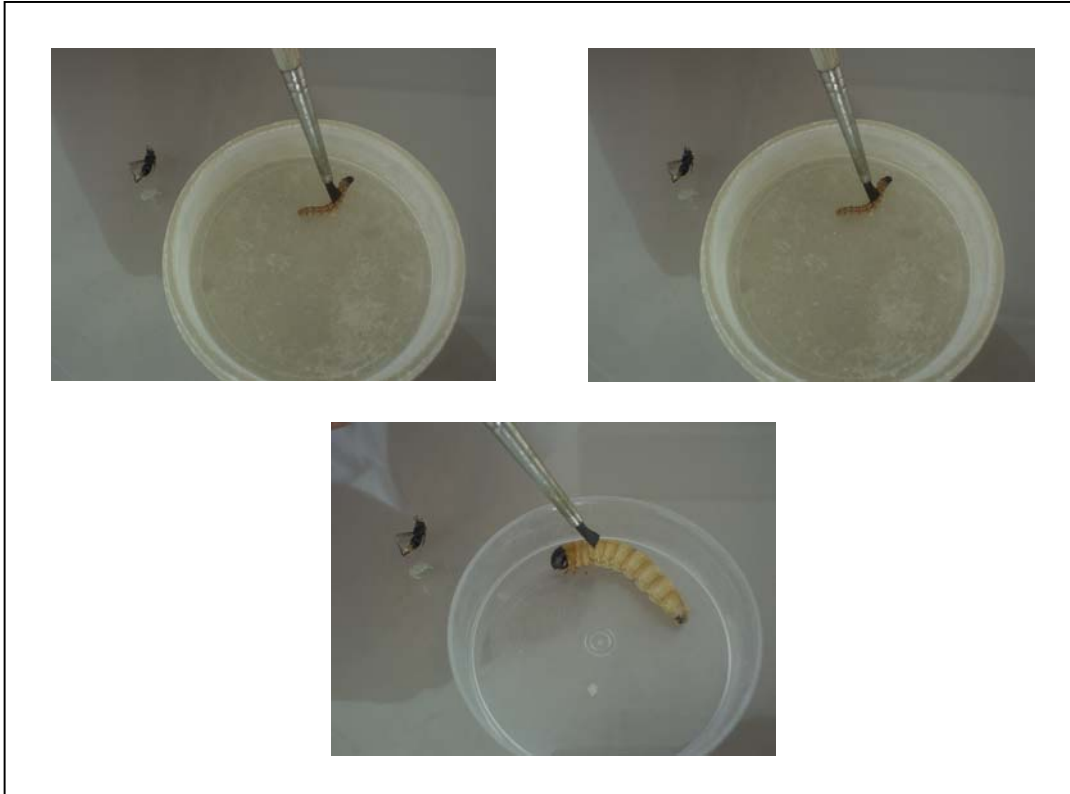
Analizar y evaluar un programa de liberación a partir de los datos obtenidos de capacidad de los parasitoides y así poder ensayar distintas cantidades de parasitoide a liberar dependiendo de la especie de plaga existente en campo.

## 9. BIBLIOGRAFIA

1. CAÑAMIP, GT. 2000. Manejo integrado de barrenadores en caña de azúcar. Guatemala, CENGICAÑA. 26 p.
2. Características de la *Cotesia flavipes*, base de datos: Diario La Gazeta de Tucumán, AR (en línea). Argentina. Consultado 14 set 2004. Disponible en <http://www.mercosurco.com.ar/>
3. CENGICAÑA (Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar, GT). 2004. Informe anual 2003-2004. Guatemala. 75 p.
4. \_\_\_\_\_. 2003. Informe anual 2002-2003. Guatemala. 75 p.
5. \_\_\_\_\_. 2003. Memoria: presentación de resultados de investigación, zafra 2002-2003. Guatemala. 177 p.
6. Cisneros, F. 1995. Control de plagas agrícolas: control biológico (en línea). US. Consultado 14 set 2005. Disponible en <http://www.avocadosource.com>
7. Coppel, HC; Mertins, JW. 1997. Biological insect pest suppression: advanced series in agricultural sciences. 4 ed. US. Heidelberg, Berlin, Springer-Verlag. p. 46-87.
8. Debach, P. 1977. Lucha biológica contra los enemigos de las plantas. España, Mundi-Prensa. 399 p.
9. Flores Cáceres, S. 1994. Las plagas de la caña de azúcar en México. Cordoba, Ver., Mexico, Servicios Graficos Orel. 350 p.
10. Garzona Hernández, MR. 1992. Diferenciación morfológica de las especies de barrenadores del genero *Diatraea* (Lepidoptera: Pyralidae) que atacan la caña de azúcar y sus parasitoides nativos en tres diferentes estratos altitudinales en el ingenio La Unión, Santa Lucia Cotzumalguapa. EPSA Investigación Inferencial. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 36 p.
11. Granados Mérida, EF. 1999. Determinación, biología y daño del gusano barrenador (Lepidoptera: Hepialidae) del aliso (*Alnus jorullensis* HBK) en la parte alta de la cuenca del río Chixoy, Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 56 p.
12. Hanson-Snortum, PE. 1994. Programa de entomología (en línea). In Simposio sobre Manejo Integrado de Plagas de la Caña de Azúcar en Costa Rica (1., 1994, Costa Rica). Trabajos presentados. Costa Rica, Universidad de Costa Rica, Escuela de Biología. Consultado 14 set 2004. Disponible en <http://www.ots.ac.cr/rdmcnfs/datasets>

13. Larios, JF. 1987. Artículos selectos del curso filosofía y componentes del manejo integrado de las plagas. El Salvador, CENTA / CATIE. p. 23-43.
14. Mendonca, AF. 1996. Pragas da cana de açúcar. Brasil, Insetos y Cia. 239 p.
15. Metcalf, RL; Luckmann, WH. 1990. Introducción al manejo de plagas de insectos. México, Limusa / Noriega. 710 p.
16. Peterson, A. 1948. Larvae of insects, a introduction to nearctic species: Lepidoptera y plant infesting Hymenoptera. US, Edwards. part 1, 315 p.
17. Rodríguez, P. 2003. Manual del ciclo de producción de (***Paratheresia claripalpis***) bajo condiciones de laboratorio. Guatemala, Ingenio Pantaleón, Departamento de Investigación Agrícola. 40 p.
18. Subiros Ruiz, F. 1995. El cultivo de la caña de azúcar: plagas de la caña de azúcar. Costa Rica, EUNED. 441p.
19. Salguero, V. 1999. El control biológico es la base del manejo de barrenadores en caña de azúcar. AgriCultura 2(21):17-19.
20. Sánchez Santur, G. 2004. Producción de ***Trichogramma*** sp, ***Paratheresia claripalpis*** y ***Ageniaspis citricota*** (en línea). [Ecoturismo](#). Consultado 14 set 2004. Disponible en <http://www.laindustria.com/industria/ecoturismo/ec180703.html>.
21. Toledo Perdomo, CE. 1999. Evaluación de los parasitoides ***Cotesia flavipes*** y ***Paratheresia claripalpis*** de ***Diatraea*** sp. en áreas donde fueron liberados y en áreas sin liberar en distintas fincas de la Organización Pantaleón-Concepción, S.A., Siquinala, Escuintla. EPSA Investigación Inferencial. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 22 p.

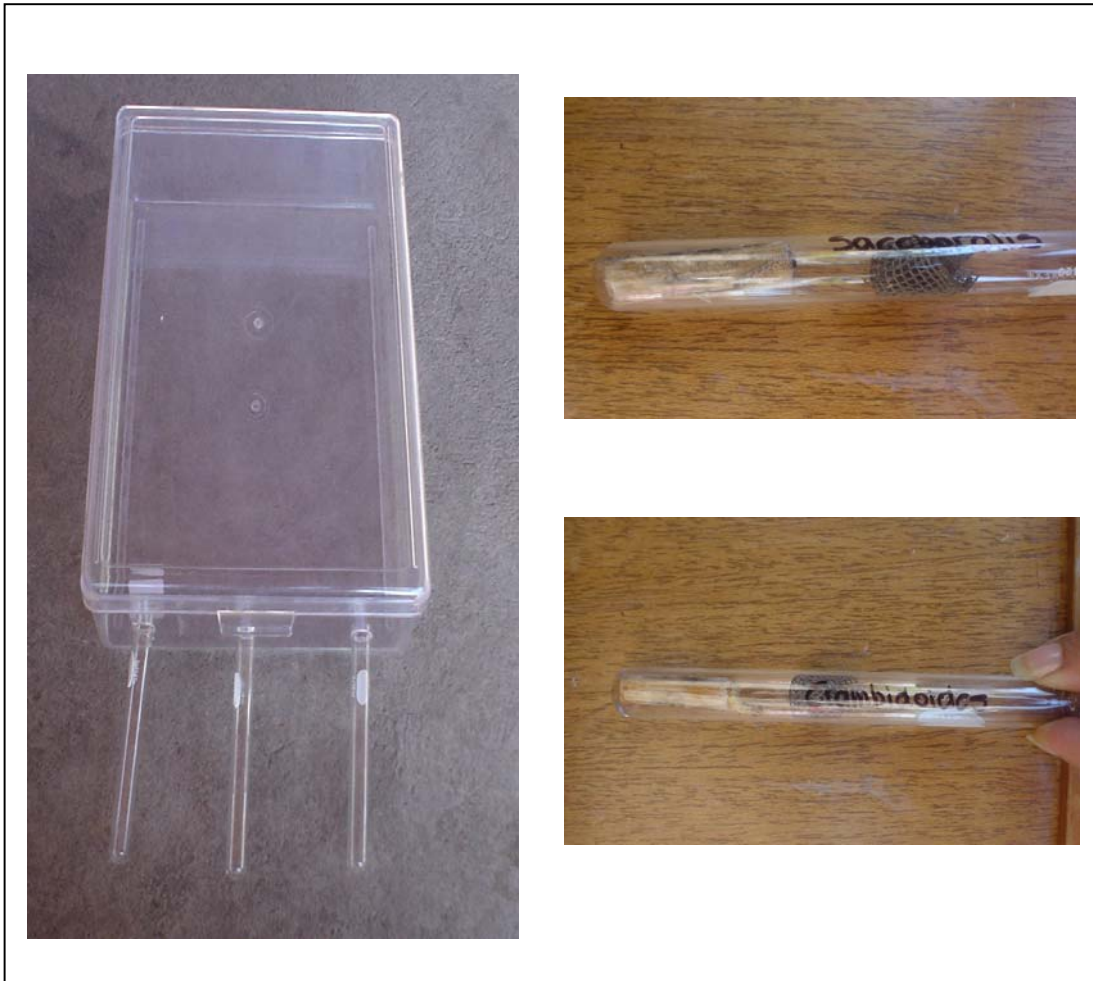
## 10. ANEXOS



**Figura 15A.** Metodología de evaluación para parasitismo, encapsulamiento y preferencia de tres especies de Parasitoides en larvas de tres especies de barrenadores, bajo condiciones controladas, Ingenio Pantaleón, Escuintla 2005.



**Figura 16A.** Resultados obtenidos de la evaluación de parasitismo de *P. claripalpis* y *M. minense* en larvas de tres especies de barrenadores, bajo condiciones controladas, Ingenio Pantaleón, Escuintla 2005.



**Figura 17A.** Metodología de evaluación para preferencia de *Cotesia flavipes* sobre dos especies de barrenadores, bajo condiciones controladas, Ingenio Pantaleón, Escuintla 2005.



**Figura 18A.** Metodología de evaluación para capacidad de parasitismo de los parasitoides en larvas de barrenadores, bajo condiciones controladas, Ingenio Pantaleón, Escuintla 2005.



**Cuadro 11A.** Supuesto de normalidad de varianzas para las variables evaluadas de tres sp de parasitoides sobre barrenadores. Bajo condiciones controladas, Ingenio Pantaleón S.A., Escuintla, 2005.

Supuesto de normalidad

Ho:  $T_1 = T_2 = \dots T_n$  Los tratamientos tienen una distribución normal

Ha:  $T_1 \neq T_2 \neq \dots T_n$  Los tratamientos no tienen una distribución normal

Supuesto de Homogeneidad de Varianzas

Ho:  $\sigma^2_1 = \sigma^2_2 = \dots \sigma^2_n$  Existe homogeneidad de varianza entre tratamientos

Ha:  $\sigma^2_1 \neq \sigma^2_2 \neq \dots \sigma^2_n$  No existe homogeneidad de varianza entre tratamientos.

Prueba	Variable evaluada	Estadístico W	Pr<W
Shapiro-Wilks	Parasitismo	0.957768	0.3534
	Encapsulamiento	0.711126	0.0001
	Capacidad de	0.844665	0.0291
	Parasitismo		

Con un alfa de 0.05 no se rechaza la hipótesis de que los tratamientos tiene una distribución normal

Para la variable capacidad, no existe una distribución normal de los datos al rechazar la hipótesis de normalidad.

**Cuadro 12A.** Supuesto de homogeneidad de varianzas para las variables evaluadas de tres sp de parasitoides sobre barrenadores. Bajo condiciones controladas, Ingenio Pantaleón S.A., Escuintla, 2005.

Prueba	Variable evaluada	Estadístico $X^2$	Pr< $X^2$
Bartlett	Parasitismo	14.8865	0.06138
	Encapsulamiento	46.6186	1.81264E-7
	<b>Capacidad de parasitismo</b>	<b>9.78952</b>	<b>0.02044</b>

Con un alfa de 0.05 no se rechaza la hipótesis de homogeneidad de varianza entre tratamientos.

Para la variable capacidad de parasitismo Se rechaza la Hipótesis de homogeneidad de varianzas entre tratamientos.

**Cuadro 13A.** Preferencia de parasitismo de *Cotesia flavipes* sobre dos especies de barrenadores, bajo condiciones controladas, Ingenio Pantaleón, Escuintla 2005.

Repeticiones	<i>D.</i> <i>saccharalis</i>	<i>D.</i> <i>crambidoides</i>
1	0	1
2	0	1
3	1	0
4	1	0
5	0	1
6	1	0
7	0	1
8	1	0
9	0	1
10	0	1
11	1	0
12	1	0
13	1	0
14	0	1
15	0	1
16	0	1
17	0	1
18	1	0
19	0	1
20	1	0
21	1	0
22	0	1
23	1	0
24	0	1
25	0	1
26	0	1
27	1	0
28	0	1
29	1	0
30	1	0
<b>SUMATORIA</b>	<b>14</b>	<b>16</b>

## **INFORME DE SERVICIOS**

### **SERVICIO 1:**

**EVALUACIÓN DE CUATRO CONCENTRACIONES DE *Metarhizium anisopliae*, BAJO CONDICIONES SEMICONTROLADAS PARA EL CONTROL DE CHINCHE SALIVOSA (*Aeneolamia* sp y *Prosapia* sp.), EN LA CORPORACIÓN PANTALEÓN-CONCEPCIÓN, S.A.**



## INDICE DE CONTENIDO

1	ÍNDICE DE CUADROS .....	iii
2	ÍNDICE DE FIGURAS .....	iv
3	PRESENTACIÓN .....	1
4	MARCO TEÓRICO.....	2
4.1.	Marco conceptual.....	2
4.1.1.	Plagas de importancia económica.....	2
4.1.2.	Chinche Salivosa ( <i>Aeneolamia</i> sp).....	2
4.1.2.1.	Clasificación taxonómica.....	2
4.1.2.2.	Biología .....	3
4.1.2.3.	Ciclo biológico .....	4
4.1.3.	Factores que afectan la propagación de la plaga .....	4
4.1.4.	Plantas Hospederas .....	5
4.1.5.	Importancia económica .....	5
4.1.5.1.	Daño .....	5
4.1.5.2.	Umbral económico .....	6
4.1.6.	Combate .....	6
4.1.6.1.	Métodos de control.....	6
4.1.6.2.	Control Biológico .....	7
4.1.6.2.a.	Enfermedades microbianas de los insectos .....	7
4.1.6.2.b.	Enfermedades fungosas .....	8
4.1.6.2.c.	Enfermedades muscardinas .....	8
4.1.7.	Diagnostico de insectos enfermos.....	9
4.1.8.	Características y comportamiento de <i>Metarhizium anisopliae</i> .....	9
4.1.8.1.	Virulencia e infección .....	10
4.1.8.2.	Capacidad para sobrevivir .....	11
4.1.8.3.	Capacidad para dispersarse .....	11
4.1.8.4.	Método de transmisión.....	11
4.1.8.5.	Efecto de los factores ambientales .....	12
4.2.	Marco referencial .....	12
4.2.2.	Laboratorio para la producción del hongo <i>Metarhizium anisopliae</i> (26).....	13
4.2.2.1.	Selección de cepa .....	13
4.2.2.2.	Revigorización.....	13
4.2.2.3.	Aislamiento.....	13
4.2.2.4.	Medio de cultivo .....	13
4.2.2.5.	Precocado, embolsado, esterilización, inoculación, agitación, incubación, contaminación y cosecha .....	13
4.2.3.	Ubicación del estudio .....	14
4.2.3.1.	Condiciones climáticas del laboratorio de hongo <i>Metarhizium anisopliae</i> .....	14
4.2.4.	Recursos.....	14
4.2.4.1.	Materiales .....	14
4.2.4.2.	Insumos.....	14
4.2.4.3.	Aparatos, equipos y herramientas agrícolas.....	14
4.2.5.	Descripción del material experimental.....	15
4.2.5.1.	Aislamiento CG 93-3 .....	15
5	OBJETIVOS .....	16
5.1.	General .....	16

5.2. Específicos.....	16
6 HIPÓTESIS .....	17
7 METODOLOGÍA.....	18
7.1. Tratamientos .....	18
7.2. Variables respuesta .....	18
7.2.1. Porcentaje de parasitismo de cada aislamiento.....	18
7.2.2. Determinación del tiempo letal medio .....	18
7.2.3. Determinación del costo de producción .....	19
7.3. Diseño experimental .....	19
7.4. Modelo estadístico .....	19
7.5. Descripción de la unidad experimental .....	19
7.6. Manejo del experimento.....	19
7.6.1. Extracción y siembra de pilones de caña en macetas .....	19
7.6.2. Captura de ninfas .....	19
7.6.3. Preparación de los aislamientos.....	20
7.6.3.1. Calculo de los aislamientos.....	20
7.7. Aplicación de los aislamientos.....	21
7.8. Recolección de adultos muertos y colocación en cámaras húmedas.....	21
7.9. Toma de datos .....	22
7.10. Análisis de la información .....	23
8 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	24
8.1. Porcentaje de Parasitismo: .....	24
8.2. Análisis de Tiempo letal medio (TL <sub>50</sub> ).....	26
8.3. Análisis Económico .....	27
9 CONCLUSIONES.....	35
10 RECOMENDACIONES .....	36
11 BIBLIOGRAFÍA .....	37
12 ANEXOS .....	41

## 1 ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Umbrales económicos de chinche salivosa en caña de azúcar.....	6
Cuadro 2. Tácticas de control componentes del manejo integrado de la chinche salivosa (9).....	7
Cuadro 3. Medias de la mortalidad en las diferentes concentraciones de <i>Metarhizium anisopliae</i> sobre los adultos de chinche salivosa, Ingenio Pantaleón. Escuintla, 2004. ....	24
Cuadro 4. Resumen del análisis de varianza a los resultados de mortalidad de las concentraciones de <i>Metarhizium Anisopliae</i> sobre los adultos de chinche salivosa ( <i>Aeneolamia</i> spp y <i>Prosapia</i> spp). Ingenio Pantaleón. Escuintla, 2005. ....	25
Cuadro 5. Resumen de la prueba de medias de Tukey de la mortalidad de las diferentes concentraciones de <i>Metarhizium anisopliae</i> sobre los adultos de chinche salivosa ( <i>Aeneolamia</i> spp y <i>Prosapia</i> spp). Ingenio Pantaleón. Escuintla, 2005. ....	25
Cuadro 6. Calculo de concentraciones para el máximo porcentaje de parasitismo .....	28
Cuadro 7A. Niveles de pérdida por número de insectos no controlados por hectárea, con un nivel de 1 individuo por tallo. Ingenio Pantaleón, Escuintla. 2004 .....	42
Cuadro 8A. Niveles de pérdida por número de insectos no controlados por hectárea, con un nivel de 0.8 individuos por tallo. Ingenio Pantaleón, Escuintla. 2004 .....	42
Cuadro 9A. Niveles de pérdida por número de insectos no controlados por hectárea, con un nivel de 0.7 individuos por tallo. Ingenio Pantaleón, Escuintla. 2004 .....	43
Cuadro 10A. Niveles de pérdida por número de insectos no controlados por hectárea, con un nivel de 0.6 individuos por tallo. Ingenio Pantaleón, Escuintla. 2004 .....	43
Cuadro 11A. Niveles de pérdida por número de insectos no controlados por hectárea, con un nivel de 0.5 individuos por tallo. Ingenio Pantaleón, Escuintla. 2004 .....	43
Cuadro 12A. Niveles de pérdida por número de insectos no controlados por hectárea, con un nivel de 0.4 individuos por tallo. Ingenio Pantaleón, Escuintla. 2004 .....	44
Cuadro 13A. Niveles de pérdida por número de insectos no controlados por hectárea, con un nivel de 0.3 individuos por tallo. Ingenio Pantaleón, Escuintla. 2004 .....	44
Cuadro 14A. Niveles de pérdida por número de insectos no controlados por hectárea, con un nivel de 0.2 individuos por tallo. Ingenio Pantaleón, Escuintla. 2004 .....	44
Cuadro 15A. Niveles de pérdida por número de insectos no controlados por hectárea, con un nivel de 0.1 individuos por tallo. Ingenio Pantaleón, Escuintla. 2004 .....	45
Cuadro 16A. Niveles de pérdida por número de insectos no controlados por hectárea, con un nivel de 0.05 individuos por tallo. Ingenio Pantaleón, Escuintla. 2004 .....	45
Cuadro 17A. Niveles de pérdida por número de insectos no controlados por hectárea, con un nivel de 0.03 individuos por tallo. Ingenio Pantaleón, Escuintla. 2004 .....	45

## 2 ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Comparación de medias de mortalidad de las diferentes aislamientos <i>Metarhizium anisopliae</i> .....	26
Figura 2. Curvas de Mortalidad acumulada de los aislamientos con respecto a tiempo letal medio. ....	27
Figura 3. Porcentaje de parasitismo según concentraciones de <i>Metarhizium anisopliae</i> . .	28
Figura 4. Niveles de pérdida por número de insectos no controlados por hectárea, con un nivel de 1 individuo por tallo. Ingenio Pantaleón, Escuintla. 2004 .....	29
Figura 5. Niveles de pérdida por número de insectos no controlados por hectárea, con un nivel de 0.8 individuos por tallo. Ingenio Pantaleón, Escuintla. 2004 .....	29
Figura 6. Niveles de pérdida por número de insectos no controlados por hectárea, con un nivel de 0.7 individuos por tallo. Ingenio Pantaleón, Escuintla. 2004 .....	30
Figura 7. Niveles de pérdida por número de insectos no controlados por hectárea, con un nivel de 0.6 individuos por tallo. Ingenio Pantaleón, Escuintla. 2004 .....	30
Figura 8. Niveles de pérdida por número de insectos no controlados por hectárea, con un nivel de 0.5 individuos por tallo. Ingenio Pantaleón, Escuintla. 2004 .....	31
Figura 9. Niveles de pérdida por número de insectos no controlados por hectárea, con un nivel de 0.4 individuos por tallo. Ingenio Pantaleón, Escuintla. 2004 .....	31
Figura 10. Niveles de pérdida por número de insectos no controlados por hectárea, con un nivel de 0.3 individuos por tallo. Ingenio Pantaleón, Escuintla. 2004 .....	32
Figura 11. Niveles de pérdida por número de insectos no controlados por hectárea, con un nivel de 0.2 individuos por tallo. Ingenio Pantaleón, Escuintla. 2004 .....	32
Figura 12. Niveles de pérdida por número de insectos no controlados por hectárea, con un nivel de 0.1 individuo por tallo. Ingenio Pantaleón, Escuintla. 2004. ....	33
Figura 13. Niveles de pérdida por número de insectos no controlados por hectárea, con un nivel de 0.05 individuo por tallo. Ingenio Pantaleón, Escuintla. 2004.....	34
Figura 14. Niveles de pérdida por número de insectos no controlados por hectárea, con un nivel de 0.03 individuo por tallo. Ingenio Pantaleón, Escuintla. 2004 .....	34
Figura 15A. Extracción y siembra de pilones En macetas.....	41
Figura 16A. Captura y colocación de ninfas en caña .....	41
Figura 17A. Aplicación de los aislamientos de <i>Metarhizium anisopliae</i> .....	41
Figura 18A. Macetas distribuidas completamente al azar.....	41
Figura 19A. Recolección de adultos muertos y colocación en cámaras húmedas.....	42



### 3 PRESENTACIÓN

La caña de azúcar *Saccharum* sp. Es uno de los cultivos que origina importantes ingresos; generando US\$ 316,429.00 por concepto de divisas para nuestro país (4).

Siendo un un agroecosistema que se ve influenciado por varios factores, entre ellos las plagas que afectan en el rendimiento tanto en toneladas de caña como en libras de azúcar por tonelada de caña producida.

En la caña de azúcar existe un insecto plaga del genero ***Aeneolamia*** (Hemiptera; Cercopidae), conocido como chinche salivosa; salivazo, alimentándose mayormente de gramíneas; en Guatemala ha sido considerada como una plaga primaria desde 1990 (26). El adulto de esta plaga se alimenta de la savia de las hojas, inyectando una sustancia toxica que ocasiona necrosis de los tejidos. En áreas de la corporación Pantaleón-Concepción, S.A. para la zafra 2002-2003 de un total de 33,585 hectáreas se reportaron un 3 % de área dañada con dicha plaga.

Debido a la presencia elevada de poblaciones de este insecto y al daño ocasionado al cultivo en la época lluviosa, se cuenta con diferentes prácticas de manejo de plagas entre ellos el control etológico y el control microbiano que debe aplicarse al detectar niveles poblacionales iguales ó superiores a 0.15 ninfas por tallo ó 0.1 adultos por tallo ó 47 adultos por trampa por semana (10).

Actualmente, se ha implementado el Manejo Integrado de Plagas de la chinche salivosa el cual incluye el control biológico, con la utilización del hongo entomopatogeno; para tal caso ***Metarhizium anisopliae*** que ha manifestado control sobre la plaga, pero debido a que se ha incrementado las áreas problema y el requerimiento del hongo ha disminuido, nace el presente estudio.

Por tal razón, en el presente estudio se compara distintas concentraciones del hongo ***Metarhizium anisopliae*** con el propósito de conocer el grado de parasitismo, generando de esta manera una concentración apropiada para el control de chinche salivosa ***Aeneolamia*** sp.

Los resultados obtenidos de cuatro concentraciones evaluadas, según el análisis estadístico los tratamientos fueron apropiados y eficientes para el control de Chinche salivosa (***Aeneolamia*** sp y ***Prosapia*** sp). Siendo la concentración  $1.25 \times 10^{12}$  conidios/ha la que Presento un parasitismo menor al 50%.

Para el tiempo letal medio la concentración más alta de  $5.00 \times 10^{12}$  presento un TL<sub>50</sub> en el quinto día de esporulación.

Económicamente cada concentración del hongo ***Metharizium anisopleae*** presento un equilibrio económico de acuerdo al número de individuos por tallo presentes en campo.

## 4 MARCO TEÓRICO

### 4.1. Marco conceptual

#### 4.1.1. Plagas de importancia económica

Los problemas más frecuentes son atribuidos a las ratas, principalmente *Sigmodon hispidus*, chinche salivosa, sobre todo *Aeneolamia* sp. y barrenadores, *Diatraea crambidoides* y *Diatraea saccharalis* (27).

Estas especies constituyen las plagas primarias de la caña de azúcar, se consideran primarias las plagas que se distribuyen en toda o casi toda el área, se presentan cada año y cuya presencia siempre obliga a aplicar medidas de control (27).

#### 4.1.2. Chinche Salivosa (*Aeneolamia* sp)

La plaga el salivazo, conocida también en nuestro medio agrícola con el nombre de “chinche salivosa”, comprende varias especies de la familia Cercopidae.

Se le ha denominado salivazo porque la ninfa que ataca a las raíces y al cuello de la caña, secreta y se protege con una espuma parecida a la saliva, localizándose en tal estado en la base del tronco y suelo circunvecino en la porción inferior del tallo. El insecto adulto, que ataca a las hojas, presenta sus patas traseras aptas al salto y las alas generalmente tiene bandas transversales de varios colores, sobre todo rojo, negro o crema, según la especie (16).

##### 4.1.2.1. Clasificación taxonómica

Bibliografías citadas por Fennah (13) indican que la chinche salivosa de la caña de azúcar fue clasificada originalmente en el género *Tomaspis*, corresponde al orden Homoptera, familia Cercopidae. Durante muchos años fue considerado dentro de este género, hasta que en 1951-53 Fennah (13) hizo una nueva clasificación y estableció el género *Aeneolamia*, en el cual quedaron agrupadas gran número de especies que atacan a la caña de azúcar y pastos silvestres y cultivados.

Fennah (13), hizo una revisión y conforme a sus determinaciones clasifico la especie *Aeneolamia postica*, concluyendo la presencia de las siguientes subespecies:

- A. postica postica*
- A. postica occidentalis*
- A. postica campecheana*
- A. postica santae-rosae*

En Guatemala se han determinado dos géneros de chinche salivosa que atacan a la caña de azúcar, *Aeneolamia Prosapia*, siendo el primero el más abundante (9).

#### 4.1.2.2. Biología

Según Carrillo (8), la chinche salivosa pasa por tres estados de vida que son: huevecillos, ninfa y adulto.

- a) Para la propagación de la plaga de un año a otro, a fines de octubre y mediados de noviembre, las hembras de la mosca pinta ovipositan sus huevecillos en los primeros centímetros de la capa superficial del suelo que rodea a la cepa de caña. Ahí permanece dentro del suelo, todo el invierno y la primavera, o sea durante los seis meses más secos del año (diciembre a mayo).
- b) Con las primeras lluvias (principios de junio o julio), los huevecillos hacen eclosión (nacen o revientan), dando lugar a pequeños insectos sin alas, estas son las ninfas o salivazos que se pegan a las raíces de la planta y más tarde afloran hasta los canutos del tronco de la caña. Durante 4 ó 5 semanas las ninfas mudan de piel cuatro veces, crecen y aumentan de tamaño hasta alcanzar una longitud de 5 a 7 mm. Es entonces cuando los agricultores se dan cuenta de la presencia de multitud de secreciones espumosas blancas parecidas a la saliva humana, las cuales están localizadas alrededor del cuello de las plantas.
- c) Después de la última muda, el insecto deja de secretar espuma o saliva y esto coincide con la total formación de las alas completándose así el estado adulto, que es el que nuestra gente de campo designa como “chinche salivosa”, y que generalmente observa sobre el follaje de la caña chupando el jugo de las hojas. Las hembras recién emergidas se aparean en el curso de la primera semana de nacidas y una vez fecundadas por el macho ovipositan en el suelo.

Esta nueva población de huevecillos dará lugar a la segunda generación de la plaga; pero los cañeros deben saber que el periodo de incubación ya no tardará de 5 a 6 meses, sino solamente de 1 a 3 semanas, debido a que la nacimiento de los huevos es notablemente favorecida por las condiciones meteorológicas del verano, fundamentalmente una alta humedad y una alta temperatura del ambiente. Cuando la plaga no se combate desde su primera generación, las ninfas que corresponden a la Segunda generación aparecen en una población mucho más abundantes. Estas ninfas crecen y se desarrollan en forma parecida a como se explicó anteriormente, y en un término de 3 ó 4 semanas alcanzan su estado adulto (aparecen las alas), suben al follaje de las plantas para iniciar su ataque en las hojas y, consecuentemente, para reproducirse nuevamente dando lugar a otra generación.

- d) Para octubre o principios de noviembre puede iniciarse la tercera generación, dependiendo de la región cañera de que se trate; pero los insectos adultos que se forman en esta época, al ovipositar dan origen a lo que se conoce como “huevecillos invernantes y/o huevos diapausicos”, los cuales permanecen enterrados en el suelo desde noviembre hasta mayo del año siguiente.

### 4.1.2.3. Ciclo biológico

Carrillo (8) menciona que en estudios realizados en Mexico a nivel de campo y laboratorio, describe el ciclo biológico de la chinche salivosa como siguiente:

- a) El apareamiento de los insectos (macho y hembra), ocurre de 48 a 72 horas después de emergido el adulto, y las hembras se aparean solamente una vez en su vida.
- b) El número de huevecillos que oviposita cada hembra, varia de 39 hasta un máximo de 150. la incubación de los huevecillos que son puestos en los meses del verano, requiere generalmente de 10 a 15 días.
- c) En las condiciones de temperatura y humedad predominantes durante los meses del verano en los cañaverales de la vertiente del Golfo de México (30° a 37°C y más de 70% de humedad relativa), el estado de la ninfa o salivazo tarda de 19 a 27 días.
- d) Los insectos adultos viven de 1 a 2 semanas, tiempo en que tiene lugar el apareamiento y se alimentan del jugo de las hojas de la planta, se estima un periodo de 6 a 7 semanas para el ciclo completo (huevecillo, ninfa y adulto) de los insectos de la Segunda y tercera generaciones, bajo las condiciones de lluvia y humedad prevalecientes en la cuenca del Papaloapan, durante los meses de julio a septiembre.

### 4.1.3. Factores que afectan la propagación de la plaga

Carrillo (8) indica que entre los factores que afectan la propagación de la plaga está el clima, así como la edad del cultivo.

En lugares de clima semidesértico la plaga aparece ya muy entrado el verano; en cambio, en las regiones cañeras de clima semitropical y húmedo, el salivazo se presenta en la caña a fines de la primavera o a principios del verano. Un factor muy importante que ayuda a predecir que la plaga será abundante esta determinado por largos periodos de sequía durante la primavera, es decir, cuando la temporada de lluvias se retrasa (mayo-junio), es de esperarse una alta infestación en los campos. En general, una sequía prolongada parece ser precursora de ataques muy severos en todas las regiones cañeras (8).

La plaga causa mayores perjuicios en las socas que en las plantillas, lo cual se explica porque la caña plantilla comienza su ciclo vegetativo con una población de huevecillos nula o insignificante en el suelo. Esto se debe a que se trata de un terreno reciente preparado para la siembra donde el barbecho y otras labores agrícolas con implementos mecánicos remueven el suelo y exponen al sol gran numero de huevecillos invernantes, de modo que la plantilla se ve prácticamente libre de la plaga (8).

El tamaño de la caña también influye en la intensidad de los daños; si el ataque sobreviene cuando las plantas son pequeñas, lo más probable es que la destrucción sea total y, por el contrario, en caña grande los daños, aunque sean graves, en ocasiones las

plantas no mueren pero su desarrollo vegetativo se estanca con un retraso considerable, o sea que a mayor vigor de la planta, el daño es menos grave y viceversa (8).

Otros factores influyentes son: la variedad de caña en cultivo, el tipo de suelos, el drenaje y la presencia de pastos que sirvan como huéspedes del insecto. Si bien no hay variedades absolutamente resistentes, puede decirse que hay unas menos susceptibles que otras (8).

#### 4.1.4. Plantas Hospederas

La chinche salivosa es una plaga endémica cuyo hábitat original son los pastos representados por varias gramíneas (pastos) silvestres y cultivadas. Su adaptabilidad a otras plantas se ha extendido a la caña de azúcar y últimamente a otras gramíneas cultivadas, como el maíz y el arroz (8).

Se ha identificado como plantas hospederas las especies siguientes:

Caña de azúcar	<i>Saccharum officinarum</i> L.
Zacate cortador	<i>Paspalum virgatum</i> L.
Zacate para	<i>Panicum barbinabe</i> Trin.
Zacate guinea	<i>P. mimum</i> Jacq.
Zacate elefante	<i>Pennisetum purpureum</i> Schum.
Zacate alemán	<i>Echinochlon polystachya</i> (H.B.K.) Hitch
Zacate carricillo	<i>Lasiacis procerrima</i> (Hatch); <i>L. globosa</i> Hitch. Y <i>Phragmites comunis</i> Trin.
Zacate pangola	<i>Digitaria decumbens</i> Stent.
Gramma	<i>Bouteloua eripoda</i> Torr. y <i>Paspalum orbiculatum</i> Poir.
Maíz	<i>Zea mays</i> L.
Arroz	<i>Oryza sativa</i> L.

#### 4.1.5. Importancia económica

##### 4.1.5.1. Daño

El daño que la chinche salivosa causa puede dividirse en dos (23):

- el daño provocado por la ninfa al alimentarse de las raíces y tallos de la planta
- el daño provocado por el adulto al alimentarse de retoños y hojas

Las ninfas viven más que todo en el suelo. Chupando nutrientes contenidos en el xilema de las raíces. El estado adulto vive en el follaje se alimenta no del xilema como las ninfas sino de las células que rodean los haces vasculares lo que causa una quemazón característica. Notándose al principio pequeñas manchas Amarillo-rojizos que finalizan con la aparición de tejidos secos al borde de las hojas.

Según el COMIP (10), el nivel de daño que presente la plaga se puede clasificar así:

<u>Categoría</u>	<u>porcentaje de daño</u>
Daño bajo (verde)	0-20
Daño moderado (Amarillo)	21-60
Daño severo (rojo)	61-100

#### 4.1.5.2. Umbral económico

Los umbrales económicos varían según el estado de desarrollo de la plaga, la densidad poblacional estimada y de las medidas de combate que se van a aplicar (10).

#### **Cuadro 114.** Umbrales económicos de chinche salivosa en caña de azúcar

Huevos por tallo	Ninfas por tallo	Adultos por tallo	Adultos por trampa por semana	Control
200,000	0.15			Preventivo
	3.0			Biológico
		0.1	47	Biológico químico
		2.0	1436	Biológico etológico
				Biológico químico

FUENTE: manual de chinche salivosa; COMIP-CENGICAÑA, 1998

#### 4.1.6. Combate

Las tácticas de combate de la chinche salivosa se implementan cuándo se tienen los niveles críticos de 0.14 ninfas por tallo, 0.1 adultos por tallo ó 47 adultos por trampa por semana y 3 ninfas ó 2 adultos por tallo ó 1436 adultos por trampa por semana. Dentro de este grupo de tácticas se incluyen el control microbiano, etológico y químico (10).

##### 4.1.6.1. Métodos de control

El manejo integrado es la mayor estrategia para combatir y contrarrestar los daños de la plaga, cuyas ventajas lo caracterizan como el mas apropiado en el agro ecosistema cañero, pues utiliza todas las tácticas de control disponibles, incluyendo los insecticidas (como última alternativa, cuando las demás medidas no son suficientes para el control de la plaga), con la consecuente reducción de los costos de control (9).

Las tácticas de control componentes del manejo integrado de la plaga (MIP), dependerán si es plantilla o soca. Para pantes en plantilla, el MIP empieza desde el momento en que se va a renovar, con la práctica de volteo del suelo.

**Cuadro 2.** Tácticas de control componentes del manejo integrado de la chinche salivosa (9)

Táctica de control	Plantilla	Soca
1. control cultural		
a. volteo: 15 días mínimo previo al primer paso de rastra	X	
b. Escarificado		X
c. Cultivo	X	X
d. Control de malezas (dentro del cañal, rondas, quineles, zanjones)	X	X
2. Control físico: quema y requema		X
3. Control etológico: trampas amarillas	X	X
4. Control microbiano: <i>Metarhizium anisopliae</i>	X	X
3. Control etológico: trampas amarillas	X	X

#### 4.1.6.2. Control Biológico

El control biológico según De Bach (11) consiste en la acción de parásitos, predadores y patógenos para mantener la densidad de otros organismos a un promedio mas bajo del que ocurriría en su ausencia.

##### 4.1.6.2.a. Enfermedades microbianas de los insectos

Steinhaus (28) indica que los insectos destructivos estaban también sujetos a enfermedad fue reconocido por biólogos y entomólogos antiguos como Walsh, Leconte, Hagen, Metchnikoff, Forbes, Snow, Howard y Fiske. Sin embargo, después de la segunda guerra mundial, la mayoría de nuestro conocimiento concerniente a la naturaleza de las diferentes enfermedades de los insectos, y a la naturaleza y propiedades de los agentes causales, fue dado a conocer por un pequeño grupo de hombres, entre los que destacan d'Herelle, Metalnikov, White, Paillot, Masera y Glaser. Ellos contribuyeron grandemente para establecer los fundamentos de la patología de los insectos y reunir información básica sobre el carácter esencial de las enfermedades microbianas de los insectos.

En años recientes, la patología de los insectos y el control microbiano han recibido mayor atención y apoyo en todo el mundo. Después del establecimiento del Laboratorio de Patología de los insectos en la Universidad de California en 1945, y un laboratorio similar establecido por el Departamento de Agricultura de Canadá en 1946, en muchos países del mundo fueron organizados numerosos proyectos y laboratorios para el estudio de las enfermedades de los insectos.

Alemán y Ovalle (2) en el Manual de producción del hongo *Metarhizium anisopliae* en CENGICAÑA, indican que para el caso del control de plagas insectiles en el cultivo de la caña de azúcar, en los últimos años se han realizado estudios sobre la utilización del hongo entomopatógeno *Metarhizium anisopliae* principalmente en el manejo de la chinche salivosa (*Aeneolamia* sp y *Prosapia* sp). Se importó la cepa PL-43 que es utilizada ampliamente en el Brasil. Las primeras aplicaciones de la cepa PL-43 no dieron los resultados esperados, ya que los porcentajes de parasitismo de las chinches resultaron

relativamente bajos, por lo que se inicio la recolección y evaluación de cepas nativas tonel fin de encontrar cepas más efectivas que la importada PL-43. De las cepas evaluadas, actualmente se ha incrementado la utilización de la cepa nativa CG93-3 en áreas comerciales de caña de azúcar de Guatemala. Lo anterior es importante ya que con la utilización de cepas nativas efectivas y con la aplicación correcta del control biológico se pueden obtener buenos resultados ene. Manejo de las plagas. Este tipo de control es altamente específico por lo que las poblaciones de enemigos naturales no son dañadas, guardando un equilibrio en el agro ecosistema.

#### 4.1.6.2.b. Enfermedades fungosas

Steinhaus (28) hace notar el hecho de que la mayoría de los hongos que infectan a sus insectos hospederos no loasen por ingestión, sino que penetran a la cavidad del cuerpo a través del integumento. Esto requiere condiciones de temperatura y humedad adecuadas. Una vez dentro, el hongo prolifera, invade los tejidos y llena el cuerpo del insecto con una gran cantidad de hifas o cuerpos hifales. En la mayoría de los casos, el hongo emite sus conidioforos al exterior, donde se desarrollan los cuerpos fructíferos, capacitando al organismo para hacer contacto con nuevos huéspedes. El insecto infectado, generalmente se seca adquiriendo un aspecto momificado, frecuentemente llega a cubrirse con conidios, y algunas veces contiene esporas en reposo, las que capacitan al hongo para sobrevivir en periodos de condiciones adversas del medio ambiente o en la ausencia del hospedero.

#### 4.1.6.2.c. Enfermedades muscardinas

Steinhaus (28) indica que la palabra “muscardina”, puede referirse a un tipo de enfermedades producido por ciertos hongos, o a los hongos en sí. En estas enfermedades el hongo emerge del cuerpo del insecto, cubriendo al animal on material fungoso característico recordando, en cierta forma, al bombón francés o menta dulce (*muscardin* French). La palabra se aplica primero a la conocida enfermedad (muscardina blanca) del gusano de seda, causada por el hongo *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. También ha sido usada para referirse a la enfermedad (muscardina verde) del escarabajo gallo del trigo y otros insectos, causada por *Metarhizium anisopliae* (Match.) Sorokin.

Las infecciones con *Metarhizium anisopliae*, la causa de la muscardina verde, son similares en muchos aspectos a las causadas por *Beauveria bassiana*. La muscardina verde fungosa fue descubierta por Metchnikoff, en 1879, infectando larvas del escarabajo gallo del trigo. Este científico ruso estudio la enfermedad y vislumbro su uso práctico en el control de los insectos. También aprecio una evidencia de la importancia de las epizootias naturales en la reducción de la s poblaciones de insectos. Desde su descubrimiento se ha encontrado un gran número de insectos infectados con *Metarhizium* –hasta 75 especies solo en Norteamérica.

*Metarhizium anisopliae* tiene una posición taxonómica cercana a *Penicillium* en la familia Moniliaceae. Su estado perfecto no se conoce; el reporte de que es Cordyceps generalmente no se toma en cuenta. Crece en forma rápida en medio artificial, su crecimiento y germinación son promovidos por la humedad alta y el calor.



#### 4.1.7. Diagnostico de insectos enfermos

Steinhaus (28) toma un criterio para distinguir un insecto enfermo de otro; puede ser determinado a diferentes niveles o en diferentes formas. Eso es, un diagnostico puede estar basado en los síntomas manifestados por la enfermedad durante la vida del insecto, o puede estar basado en los cambios que ocurren después de la muerte, o puede elaborarse también en base a la información obtenida examinando en el laboratorio los fluidos del cuerpo, tejidos o secreciones del insecto. Frecuentemente, por supuesto, un diagnóstico involucra tres de estos procedimientos: o uno puede hacer un diagnostico diferencial, por el cual una de dos o más enfermedades son identificadas por sus síntomas confrontados sistemáticamente o cambios en post mortem, o en resultados encontrados en laboratorio. En cualquier caso el diagnostico de un insecto enfermo y la identificación del agente causal involucrado, constituye una parte importante de la patología de los insectos.

Los insectos que han muerto por hongos entomopágenos varían un poco en su apariencia, dependiendo de la clase de hongo en cuestión y de la etapa de desarrollo de este. Cuando las condiciones óptimas para su crecimiento y desarrollo prevalecen, el hongo aparece usualmente en las formas de conidioforos, hifas, o micelio sobre la superficie del cuerpo del insecto. Algunas veces todo el cuerpo del animal está cubierto y otras, el hongo aparece solamente en áreas donde la pared del cuerpo es delgada, tales como las membranas intersegmentales. En ausencia de adecuada humedad atmosférica puede no haber evidencia externa del hongo, aunque puede encontrarse en la cavidad del cuerpo del insecto. Poco después de la muerte del insecto, la consistencia del contenido de su cuerpo puede coagularse; con el tiempo se endurece, se vuelve quebradizo y se momifica. A diferencia de la apariencia de la mayoría de las infecciones bacterianas y virosis, el insecto infectado con un hongo usualmente retiene la forma y color general del cuerpo, excepto cuando es cubierto total o parcialmente por el hongo. De hecho, el diagnostico definitivo de una enfermedad fungosa puede hacerse generalmente examinando al microscópico el insecto enfermo, especialmente cuando es acompañado por un cultivo adecuado del hongo.

#### 4.1.8. Características y comportamiento de *Metarhizium anisopliae*

Bernal y Zambrano (6) indican que, *Metarhizium anisopliae* (Metsch) Sor., hongo entomogéneo causante de la "muscardina verde", es de distribución mundial. Fue señalado por primera vez en 1879 por Metschnikof. En el mismo año Sorokin instituyó el género *Metarhizium* (7, 19, 20). Presenta un rango amplio de hospederos, algunos de gran importancia económica. Insectos de los órdenes Orthoptera, Coleoptera, Homoptera, Diptera, Hemiptera, Lepidoptera, Hymenoptera, también otros artrópodos dentro de la clase Arácnida son parasitados por este hongo.

Las únicas especies aceptadas para este género son *M. Anisopliae* y *M. Flavoviride*. *M. Anisopliae* es separado en dos variedades: *var. Anisopliae* y *var. Major* (14, 18).

Las conidias maduras son típicamente uninucleadas y de color verde; usualmente se forma un solo tubo germinativo en el area polar. El micelio es hialino y los conidioforos sencillos o ramificados. *M. anisopliae* crece bien en medios artificiales, orgánicos e inorgánicos, obteniéndose buena germinación en P.D.A. (papa-dextrosa-agar) y medios de arroz (19, 20, 22).

Según Brady (7) las conidias en P.D.A. a los 14 días presentan margen micelial blanco con masas de conidioforos que se colorean con el desarrollo de esporas, variando de verde oliva a amarillo verdoso, o amarillo oliváceo a verde oscuro. En colonias ligeramente esporuladas las capas de esporas se levantan como costras. El reverso de la colonia es incoloro o de color miel.

Ferrer (14) indica que el hongo crece y esporula en un rango de temperatura entre 25°C y 35°C. Numerosos autores señalan como optimo para la germinación y para la esporulación entre 25°C y 30°C.

La luz es importante en la esporulación del hongo. Se ha comprobado que en condiciones de luz ocurre mas rápida y uniforme (19, 20). Tanada (Guagliumi 19) comenta que la alta humedad relativa y el contacto entre el hongo y el insecto son factores indispensables para que se produzca la infección. A pesar de esto Ferron (15) demostró que la infección de insectos se puede obtener independientemente de la humeada ambiental, lo que hace suponer que la capa externa del integumento del insecto facilita la germinación de esporas aun cuando la atmósfera este prácticamente deshidratada.

La actividad infectiva de *M. Anisopliae* esta relacionada con la concentración del inculo, edad de las conidias, con el modo de conservación del inculo y con el tipo de hospedero de donde se haya aislado el hongo (19, 20, 15), de hecho no todas las especies de insectos son susceptibles al mismo hongo.

#### 4.1.8.1. Virulencia e infección

Según Steinhaus (28), La virulencia puede ser definida como la intensidad producida por la enfermedad o el poder de un microorganismo, e infección como la capacidad del microorganismo patógeno para diseminarse de un insecto huésped a otro.

Los patógenos pueden ser sumamente virulentos para los insectos individuales, pero debido a su pobre capacidad de diseminación o a su baja infecciosidad, pueden no reducir significativamente la población de insectos.

Wilson y Miles (30), indican que la infecciosidad o la capacidad para diseminarse, es uno de los factores más importantes en relación con las epizootias dentro de una población de insectos. En epidemiología el termino variedad epidémica ha sido empleado para definir una variedad con la capacidad para dispersarse naturalmente entre el rebaño (población del huésped), originando la presencia de epidemias severas y fatales. En la epizootia de las poblaciones de insectos este termino puede ser reemplazado por el de variedad epizoótica.

Radha, Nirula y Menon 1956, citados por Rockwood (25), indican que la muscardina verde, *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sor., Se conoce que poseen variedades con diferentes patogenicidades a los insectos. En el caso de los hongos de muscardina verde, Radha et al. Se han observado formas que producen esporas grandes y esporas chicas, las primeras aparentemente son específicas en su patogenicidad para *Oryctes rhinoceros* (L).

#### 4.1.8.2. Capacidad para sobrevivir

Hongos ubicuos, tales como el de la muscardina blanca, *Beauveria bassiana* y la muscardina verde, *Metarhizium anisopliae*, y ciertos hongos entomophthoraceos, aparentemente persisten con éxito en el hábitat del huésped. Esto ha sido indicado por los rotes periódicos de la enfermedad que se presentan cada año, bajo condiciones favorables entre los huéspedes susceptibles a este hongo. Probablemente el hongo permanece en la forma de espora en estado de reposo durante el periodo desfavorable seco que se presenta en el campo (28).

#### 4.1.8.3. Capacidad para dispersarse

La habilidad de dispersión de los patógenos o su capacidad para dispersarse a través de la población del huésped o del medio ambiente d este es muy importante en la ocurrencia de epizootias entre los insectos. Esta característica esta muy asociada con la persistencia de los patógenos en la naturaleza. La dispersión en la naturaleza ocurre por varios métodos, tales como movimientos de vectores sanos y huéspedes infectados (primarios, secundarios, etc), al ser transportados sobre los cuerpos de insectos o animales no susceptibles, por factores climáticos y físicos (viento, lluvia, nieve y corrientes de agua), y por su propia movilidad o aparatos especiales de descargas (hongos) (28).

La incidencia de la enfermedad fungosa, la muscardina verde, en el cultivo de otoño del gusano de seda esta muy asociada con la abundancia de los huéspedes insectos silvestres alternativos, especialmente *Naranga aenescens* Moor, en las áreas donde se cultiva en gusano de seda (29).

El viento es de importancia primordial en l movimiento de huéspedes infectados y en el de ciertos patógenos. Muchos hongos dependen en gado sumo del viento y las corrientes de aire para su dispersión (28).

#### 4.1.8.4. Método de transmisión

En general la transmisión de los patógenos en los insectos se realiza a través de las aberturas externas, a través del integumento y por transmisión congénica o parental. La trasmisión a través del integumento ocurre principalmente en las enfermedades causadas por hongos y nematodos. Aseveraciones anteriores de que los hongos se podrían transmitir por vía bucal han sido puestas en duda; sin embargo, Gabriel 1959 (16) tuvo éxito en la infección en forma experimental de varias especies de insectos con hongos,

microalimentándolos con los conidios de los hongos *Metarhizium anisopliae* y *Beauveria bassiana* (28).

#### 4.1.8.5. Efecto de los factores ambientales

La humedad es el factor físico más frecuentemente citado que afecta la iniciación y desarrollo de las epizootias entre las poblaciones de insectos. Esto es especialmente cierto en las enfermedades causadas por hongos, pero existe epizootias de las enfermedades fungosas dependen principalmente de la humedad, teniendo papeles secundarios otros factores físicos tales como la temperatura, la luz solar y el viento (28).

Los suelos de alto contenido orgánico son más favorables para las enfermedades fungosas que los de bajo contenido, tales como los suelos arenosos. La presencia de materia orgánica como el humus aumenta las propiedades de retención de los suelos y la alta humedad resultante podría favorecer las infecciones del hongo. Sin embargo, en el hongo de la muscardina verde, *Metarhizium anisopliae*, además de la humedad, otro factor, el contacto entre las esporas absorbidas por las partículas del huevo y la cutícula del insecto, es importante para el desarrollo de la infección de este insecto (13).

## 4.2. Marco referencial

### 4.2.1. Estudios recientes sobre *Metarhizium anisopliae* para el control de Chinche Salivosa (*Aeneolamia* sp y *Prosapia* sp).

En el año 1995, en el Ingenio Pantaleón, S.A. se realizó una evaluación sobre el efecto del hongo *Metarhizium anisopliae* aplicado en cañal comercial para el control de la chinche salivosa, aplicando aproximadamente a seiscientas hectáreas una dosis de  $1.43 \times 10^{12}$  conidias por hectárea, dicha cepa de hongo fue obtenida de una casa comercial. Según resultados de monitoreo el hongo tuvo efecto de 30 hasta 60 días después de su aplicación, reduciendo las poblaciones de adulto y ninfa en 0.08 y 0.36 individuos por tallo respectivamente (18).

Otro ensayo se realizó en fincas ubicadas en la Gomera, Escuintla, se evaluaron 5 dosis de *Metarhizium anisopliae*, para el control de la chinche salivosa. Siendo las siguientes: 0.6, 0.8, 1.0, 1.2, 1.4 Kg por hectárea del producto y un testigo absoluto, aplicados a la caña de azúcar de la variedad CP-722086. Logrando determinar que la mejor dosis era 1.4 Kg por hectárea seguido de la dosis de 1.2 Kg. por hectárea. Ello indica que a mayor dosis disminuye el número de ninfas y adultos vivos por tallo de chinche salivosa encontradas posterior a su aplicación (21).

En el año 1996, con el objetivo de evaluar alternativas de aplicación a la cepa PL-43, se evaluaron cepas nativas de *Metarhizium*, siendo estas CG-93-10, CG 93-8 y CG-93-3, las cepas de mayor resistencia al efecto causado por la luz ultravioleta fueron PL-43 (testigo comercial), CG 93-10 y CG 93-3, con 81.72%, 80.62% y 71.41% de germinación respectivamente, después de 360 segundos de exposición. Las cepas mostraron virulencia variable en las diferentes plagas estudiadas. Para chinche salivosa el rango de mortalidad vario entre 11.11 y 35% con una media de 22.35% (3).

Alemán (1), evaluó nueve cepas del hongo *Metarhizium* bajo condiciones controladas en comparación con la PL-43. Las variables evaluadas fueron la capacidad de producción de conidios, la capacidad de permanecer viables bajo condiciones de almacenamiento, la resistencia a luz ultravioleta y la compatibilidad con agentes agroquímicos (surfactantes e insecticidas). Los resultados indican que las cepas CG 94-4, CG 9-1St, CG 95-2St y CG 94-2 presentaron mayor producción de conidios, siendo las cepas CG 95-2St y CG 95-1St las que soportaron de mejor manera las condiciones de almacenamiento. En cuanto a la compatibilidad del hongo se encontró que los conidios son compatibles con los surfactantes evaluados (Extravon, Carrier, ACT-92 y Tween-20) no importando la concentración utilizada. Además, se determinó que los conidios son compatibles con los insecticidas Thiocyclam, propoxur y carbaryl.

#### **4.2.2. Laboratorio para la producción del hongo *Metarhizium anisopliae* (26).**

##### **4.2.2.1. Selección de cepa**

Para el control de la chinche salivosa (*Aenolamia* sp). Se reproduce el hongo *Metarhizium anisopliae*, la cepa utilizada es CG 93-3.

##### **4.2.2.2. Revigorización**

En este proceso es necesario coleccionar insectos de campo, manteniéndolos en cuarentena; cuando los insectos están totalmente cubiertos de conidios de hongo estos se guardan a cuatro grados centígrados para su posterior utilización. Se realiza para mantener la capacidad del hongo de parasitar el insecto.

##### **4.2.2.3. Aislamiento**

Es necesario aislar las conidias desarrolladas para inducir el crecimiento de colonias del hongo; colocándolo en cajas petri que son selladas de la parte superior con parafilm y colocadas en una sala a 24 grados centígrados para la incubación del hongo.

##### **4.2.2.4. Medio de cultivo**

Es arroz precocido el cual es un medio artificial donde se desarrolla la fase inicial del hongo para su producción masiva.

##### **4.2.2.5. Precocido, embolsado, esterilización, inoculación, agitación, incubación, contaminación y cosecha**

Cada uno de estos pasos tiene como objetivo la producción masiva del hongo, obteniendo conidias que puedan ser utilizadas en el campo.

### 4.2.3. Ubicación del estudio

El bioensayo se realizó en el invernadero del área de la estación meteorológica Mangalitos, de la corporación Pantaleón/Concepción, ubicada en el kilómetro 86.5 carretera al pacífico, jurisdicción de finca Pantaleón, municipio de Siquinalá, Escuintla. La finca Pantaleón cuenta con las siguientes coordenadas geográficas: 14 grados 19 minutos latitud norte y 90 grados 59 minutos longitud oeste con una altitud de 390 msnm.

#### 4.2.3.1. Condiciones climáticas del laboratorio de hongo *Metarhizium anisopliae*.

La finca Pantaleón posee un clima cálido predominante en la zona, con una temperatura promedio anual de 26°C. La precipitación pluvial anual en la zona va desde 2,500 a 5,000 mm distribuidos en 134 días, siendo el mayor período de precipitación entre Junio y Septiembre. La humedad relativa anual es de 70% y una evaporación a la intemperie de 4.16 mm/día. De acuerdo a la zonificación ecológica de Holdridge, el área está enmarcada dentro de la zona tropical húmeda.

### 4.2.4. Recursos

#### 4.2.4.1. Materiales

12 recipientes con plantas de caña.  
Papel filtro.  
Formularios para lecturas.  
Cajas petri.  
Porta objetos.  
36.5 m de tul.  
Pinzas  
Bolsas de plástico de una libra.

#### 4.2.4.2. Insumos

4 aislamientos de *Metarhizium anisopliae* (Material experimental)  
Agua desmineralizada.  
Hipoclorito de sodio.  
420 adultos de chinche salivosa.  
12 cepas de caña de azúcar.  
Adherente. Break thru

#### 4.2.4.3. Aparatos, equipos y herramientas agrícolas

1 balanza analítica.  
1 computadora.  
1 calculadora.  
Equipo completo de laboratorio (beakers, erlenmeyers, probetas, pipetas).  
Mangueras, machetes, azadones.

- 1 estereoscopio.
- 1 microscopio
- 1 Cámara Neubauer.

#### **4.2.5. Descripción del material experimental**

##### **4.2.5.1. Aislamiento CG 93-3**

Aislamiento nativo del Ingenio Santa Ana, finca Cádiz, Masagua, Escuintla, Guatemala, recolectado el 24 de septiembre de 1,993 de chinche salivosa, producido por CENGICAÑA, en una presentación de bolsas de 750 gr con una concentración de  $4 \times 10^{10}$  conidios/gr y 750 gr de arroz precocido como vehículo.

## 5 OBJETIVOS

### 5.1. General

Evaluar cuatro concentraciones de *Metarhizium anisopliae*, para el control de chinche salivosa (*Aeneolamia* sp y *Prosapia* sp). En condiciones semicontroladas.

### 5.2. Específicos

Determinar que concentración de *Metarhizium anisopliae* presenta un parasitismo mayor al 50 por ciento sobre adultos de chinche salivosa (*Aeneolamia* sp y *Prosapia* sp).

Definir que concentración presenta un porcentaje de tiempo letal medio (TL<sub>50</sub>) con mayores mortalidades para el control de la chinche salivosa.

Estimar la concentración que presente menor costo en producción y aplicación según relaciones de índice de infestacion de conidios por hectárea.



## 6 HIPÓTESIS

Al menos una concentración de *Metarhizium anisopliae* presentará un porcentaje de parasitismo mayor al 50 por ciento, en el control de la chinche salivosa

Al menos una concentración de *Metarhizium anisopliae* presentará un porcentaje de TL<sub>50</sub> con mortalidad arriba del 50 por ciento para el control de la chinche salivosa.

## 7 METODOLOGÍA

### 7.1. Tratamientos

Se utilizaron cuatro concentraciones de *Metarhizium anisopliae* y un testigo absoluto, originando los tratamientos:

- T1 = Testigo absoluto
- T2 =  $1.25 \times 10^{12}$  conidios/hectárea
- T3 =  $2.50 \times 10^{12}$  conidios/hectárea
- T4 =  $3.50 \times 10^{12}$  conidios/hectárea
- T5 =  $5.00 \times 10^{12}$  conidios/hectárea

Siendo cinco tratamientos se evaluaron con dos repeticiones, haciendo un total de diez unidades experimentales. Cada unidad experimental contaba con 10 chinches adultas, las cuales se seleccionaron después de uno a dos días de su emergencia. Adicionalmente se aplicó la concentración a evaluar con un adherente utilizado en campo (Tween a razón de 1.5 cc por litro).

### 7.2. Variables respuesta

#### 7.2.1. Porcentaje de parasitismo de cada aislamiento

El porcentaje de parasitismo fue la principal variable respuesta a evaluar; determinada de la siguiente manera:

Se determinó primero el porcentaje de parasitismo por repetición con la siguiente ecuación

$$Pp = \frac{IM}{IT} \times 100$$

Pp = Porcentaje de parasitismo por repetición.

IM = Número de insectos adultos de chinche salivosa muertos por *Metarhizium anisopliae*.

IT = Número de insectos adultos de chinche salivosa totales por repetición.

#### 7.2.2. Determinación del tiempo letal medio

El tiempo letal medio se definió como el tiempo en días en que el hongo esporulara; se determinó a partir de los primeros indicios de esporulación; identificándose los insectos parasitados por *Metarhizium anisopliae* día por día.

Se calculó la mortalidad acumulada de insectos parasitados por tratamiento, con esto se determinó la curva de mortalidad de los tratamientos y el tiempo requerido para matar al 50 por ciento de adultos ( $TL_{50}$ ). El modelo utilizado fue seleccionado en función del coeficiente de determinación ( $R^2$ ) más alto.

### 7.2.3. Determinación del costo de producción

Se cálculo a partir del costo de producción de la concentración  $2.5 \times 10^{12}$ , para determinar las diferencias en producción de cada concentración evaluada en el presente ensayo. Y así mismo encontrar el punto de equilibrio entre perdidas, porcentaje controlado y el costo total del hongo *Metarhizium anisopliae*.

### 7.3. Diseño experimental

El diseño experimental que se utilizó fue completamente al azar, contando con cuatro tratamientos y un testigo absoluto como materiales experimentales y dos repeticiones por tratamiento.

### 7.4. Modelo estadístico

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \varepsilon_{ij}$$

$Y_{ij}$  = Variable respuesta asociada a la i-j ésima unidad experimental

$\mu$  = Efecto de la media general

$T_i$  = Efecto del i-esimo concentración.

$\varepsilon_{ij}$  = Error experimental asociado a la i-j ésima unidad experimental.

### 7.5. Descripción de la unidad experimental

Se utilizaron macetas plásticas hechas de envases de un litro. A cada maceta se le sembró un pilón de caña de 15 días de edad, de la variedad CP-722086, todas fueron cubiertas por una jaula de Tul colocados sobre dos estacas de bambú aseguradas a las macetas con tierra con el fin de evitar que se escaparan las chinches ya en su fase adulta.

### 7.6. Manejo del experimento

#### 7.6.1. Extracción y siembra de pilones de caña en macetas

Se cortó envases de un litro de capacidad a manera de transformarlos en macetas, luego se llenaron con tierra para brindarle a la cepa de caña un medio de anclaje y fuente de nutrientes para su crecimiento (Figura 15A).

#### 7.6.2. Captura de ninfas

Se buscaron cañales que presentaron alta infestación de ninfas y que no habían sido aplicados previamente con ningún producto químico o biológico. La captura se realizó por medio de plagueros pertenecientes al departamento de Investigación Agrícola del Ingenio Pantaleón.

La recolección se realizó en las primeras horas de la mañana, tratando en lo posible de no tocar las ninfas con las manos y no exponerlas directamente al sol; para ello se tomaron con partes de la misma planta y se colocaron en macetas plásticas de cinco galones que

contenían malezas húmedas y un poco de tierra para que las ninfas tuvieran un medio adecuado.

Luego se tuvo el cuidado de colocar las ninfas en una bodega pequeña, donde la temperatura no fuera muy variable en las primeras horas del día, cada maceta se le colocó una jaula de tul, asegurada con pita. Al cabo de tres días se inició la recolección de adultos “tenerarios” para luego realizar las inoculaciones correspondientes a cada tratamiento (Figura. 16A).

### 7.6.3. Preparación de los aislamientos

La preparación de los aislamientos se efectuó en el Laboratorio de producción de *Metarhizium anisopliae* del Ingenio Pantaleón S.A.

Se realizó un conteo de conidios puro por gr. por medio de una cámara Neubauer a la cepa utilizada (CG 93-3), para conocer su concentración y realizar una solución madre; obteniendo una concentración de  $2.8 \times 10^{10}$  conidios/gr. A una viabilidad del 88.18%.

A todos los tratamientos se les aplicó adherente al 0.5 % del volumen de la solución, para una mejor penetración del hongo. La solución se hizo tomando como base 15.12 litros de agua por hectárea que es el volumen que se utiliza comercialmente en aplicaciones aéreas con helicóptero o avioneta.

#### 7.6.3.1. Cálculo de los aislamientos

Tomando en cuenta que el departamento de Agronomía del Ingenio Pantaleón utiliza 15.12 litros de agua por hectárea de volumen en las aplicaciones comerciales aéreas, se calculó una concentración para una solución madre de 250cc de volumen, siendo para cada tratamiento el siguiente volumen:

#### Calculo de la solución madre (Tratamiento 5 = $5 \times 10^{12}$ conidios/ha)

$$\frac{5 \times 10^{12} \text{ conidios}}{\text{hectárea}} \times \frac{\text{hectárea}}{4 \text{ galones}} \times \frac{1 \text{ galón}}{3.78 \text{ litros}} \times \frac{1 \text{ litro}}{1000 \text{ ml}} = 3.31 \times 10^8 \text{ conidios por ml}$$

$$\frac{3.31 \times 10^8 \text{ conidios}}{1 \text{ ml}} \times 250 \text{ ml} \times \frac{1 \text{ gr}}{2.8 \times 10^{10}} = 2.96 \text{ gramos}$$

El volumen de la mezcla que se preparó fue 250 ml. Para la solución madre. Del cual se tomo un volumen para el tratamiento 5, correspondiente a  $5 \times 10^{12}$  conidios por hectárea. Las cantidades para cada solución requeridas fueron las siguientes. Obteniedose a partir de la ecuación  $V_1C_1=V_2C_2$

**Tratamiento 4 ( $3.5 \times 10^{12}$  conidios/ha)**

$$\frac{3.5 \times 10^{12} \text{ conidios}}{4 \text{ galones}} \times \frac{1 \text{ galón}}{3.78 \text{ litros}} \times \frac{1 \text{ litro}}{1000 \text{ ml}} = 2.3 \times 10^8 \text{ conidios/ml}$$

$$2.3 \times 10^8 \text{ conidios/ml} \times 50 \text{ ml} = 3.31 \times 10^8 \times V_2$$

$$V_2 = 34.7 \text{ ml}$$

**Tratamiento 3 ( $2.5 \times 10^{12}$  conidios/ha)**

$$\frac{2.5 \times 10^{12} \text{ conidios}}{4 \text{ galones}} \times \frac{1 \text{ galón}}{3.78 \text{ litros}} \times \frac{1 \text{ litro}}{1000 \text{ ml}} = 1.6 \times 10^8 \text{ conidios/ml}$$

$$1.6 \times 10^8 \text{ conidios/ml} \times 50 \text{ ml} = 3.31 \times 10^8 \times V_2$$

$$V_2 = 24.17 \text{ ml}$$

**Tratamiento 2 ( $1.25 \times 10^{12}$  conidios/ha)**

$$\frac{1.25 \times 10^{12} \text{ conidios}}{4 \text{ galones}} \times \frac{1 \text{ galón}}{3.78 \text{ litros}} \times \frac{1 \text{ litro}}{1000 \text{ ml}} = 8.3 \times 10^7 \text{ conidios/ml}$$

$$8.3 \times 10^7 \text{ conidios/ml} \times 50 \text{ ml} = 3.31 \times 10^8 \times V_2$$

$$V_2 = 12.54 \text{ ml}$$

Nota: cada volumen determinado sé aforo a 50 ml agregándole agua estéril.

**7.7. Aplicación de los aislamientos.**

Esta actividad se realizó con atomizador con capacidad de 500 cc. Se vació en el atomizador 10 cc de cada aislamiento (Figura 17A).

La aplicación de los aislamientos en las macetas se hizo tratamiento por tratamiento. Para cada tratamiento se capturaron 80 chinches, colocando 20 chinches por frasco de vidrio cubiertos por una manta de tul, sujeta con hule, cada frasco se aisló para evitar la deriva del producto por el viento y la contaminación que pueda haber por la cercanía entre los tratamientos. Una vez aplicadas, se colocaron 10 chinches adultas en cada maceta de acuerdo al lugar que el sorteo le adjudicó (Figura 18A).

**7.8. Recolección de adultos muertos y colocación en cámaras húmedas**

Se inició un día después de la aplicación de los tratamientos. Las macetas se revisaron diariamente hasta la terminación del ensayo. Conforme se fueron muriendo los adultos por efecto de determinado tratamiento u otra causa, se recolectaron cuidadosamente con pinzas, evitando el contacto con las manos; se colocaron en cajas petri debidamente

identificadas por tratamiento y número de repetición y se llevaron al laboratorio de hongos, para su debida desinfección y colocación en cámaras húmedas. La recolección de todos los adultos de chinche se realizó de 10 a 15 días después de la aplicación de los aislamientos.

Todos los insectos muertos recolectados, se colocaron en cámaras húmedas; las cuales consisten en cajas petri con papel filtro en su base y sobre éste papel aluminio, todo el material utilizado fue previamente esterilizado para evitar contaminaciones.

Se colocó un insecto por cada caja petri, con una jeringa se le aplicó agua estéril a diario al papel filtro ubicado en la base de la caja, con fines de brindarle condiciones adecuadas al hongo para su esporulación. (ver figura 19A)

Para la desinfección de los insectos en las cámaras húmedas, se utilizó agua más cloro 2.5% más agua y por ultimo secado de cada chinche recolectada, con el fin de eliminar contaminantes sobre el insecto, que no permiten la esporulación adecuada del hongo en estudio.

## **7.9. Toma de datos**

### **Toma de datos en las macetas**

Para cada tratamiento y su respectiva repetición, se tomo en cuenta la siguiente información:

- Población total de adultos de chinche salivosa
- Adultos de chinche salivosa muertos por día.

### **Toma de datos en cámaras húmedas**

Diariamente se tomaron datos de esporulación, o parasitismo de chinches, los datos fueron los siguientes:

- Número de adultos, con los siguientes signos:

Como criterio de parasitismo:

- Inicio del micelio.
- Cubrimiento del micelio.
- Esporulación.

Como criterio de chinches muertas por otras causas

- No parasitados.

### **7.10. Análisis de la información**

Los datos de la variable Porcentaje de Parasitismo se sometieron a un ANDEVA (análisis de varianza), para el diseño completamente al azar. Al encontrar diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos. Fue necesario aplicar una prueba de medias de Tukey.

Para el análisis del tiempo letal medio en que se inicia el desarrollo del hongo en los insectos, se usó una gráfica lineal; relacionando el tiempo en que se presentó el hongo con el porcentaje de parasitismo, y así determinar la concentración que presente el menor tiempo en esporular el 50% de chinches parasitadas.

El análisis de costo se evaluó en base a su costo de producción, así como una comparación en población de chinche salivosa presente en el año 2004 y tipo de daño que ocasiona.

## 8 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 8.1. Porcentaje de Parasitismo:

El ensayo tuvo un tiempo de 12 días hasta el último día de lectura. Se realizaron un total de 7 lecturas diarias. Las lecturas se iniciaron el 30 de octubre y se terminaron el 07 de noviembre de 2004. En cada lectura se clasificaron las chinches parasitadas, tomando como criterio el desarrollo del hongo sobre el insecto.

Los resultados de parasitismo en porcentaje de los tratamientos se presentan en el cuadro 3.

**Cuadro3.** Medias de la mortalidad en las diferentes concentraciones de *Metarhizium anisopliae* sobre los adultos de chinche salivosa, Ingenio Pantaleón. Escuintla, 2004.

Tratamiento	Porcentaje de mortalidad
Testigo	0
Testigo	0
$1.25 \times 10^{12}$	40
$1.25 \times 10^{12}$	30
$2.5 \times 10^{12}$	60
$2.5 \times 10^{12}$	50
$3.5 \times 10^{12}$	50
$3.5 \times 10^{12}$	70
$5.0 \times 10^{12}$	70
$5.0 \times 10^{12}$	60

En el cuadro 4, se resume el análisis de varianza para evaluar si presentan diferencias significativas entre los tratamientos en cuanto al porcentaje de parasitismo. Se presenta el ANDEVA, observándose que los tratamientos fueron altamente significativos con. Indicando que por lo menos uno de los 5 tratamientos presento un control más eficiente de Chinche salivosa (*Aeneolamia* sp y *Prosapia* sp).



**Cuadro 4.** Resumen del análisis de varianza a los resultados de mortalidad de las concentraciones de *Metarhizium Anisopliae* sobre los adultos de chinche salivosa (*Aeneolamia* spp y *Prosapia* spp). Ingenio Pantaleón. Escuintla, 2005.

Fuente de variación	gl	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F calculado	Pr > F
Tratamiento	4	5660	1415	20.21	0.0027
Error	5	350	70		
Total	9	6010			

C.V. = 19.45721%

Se realizó para ello una prueba múltiple de medias Tukey (Cuadro 5), con la finalidad de encontrar el o los mejores tratamientos, con el mayor porcentaje de parasitismo.

**Cuadro 5.** Resumen de la prueba de medias de Tukey de la mortalidad de las diferentes concentraciones de *Metarhizium anisopliae* sobre los adultos de chinche salivosa (*Aeneolamia* spp y *Prosapia* spp). Ingenio Pantaleón. Escuintla, 2005.

DOSIS de <i>Metarhizium anisopliae</i>	Porcentaje de mortalidad	Grupo TUKEY**
5.00x10 <sup>12</sup>	65	A
3.5x10 <sup>12</sup>	60	A
2.5x10 <sup>12</sup>	55	A
1.25x10 <sup>12</sup>	35	A
Testigo	0.00	B

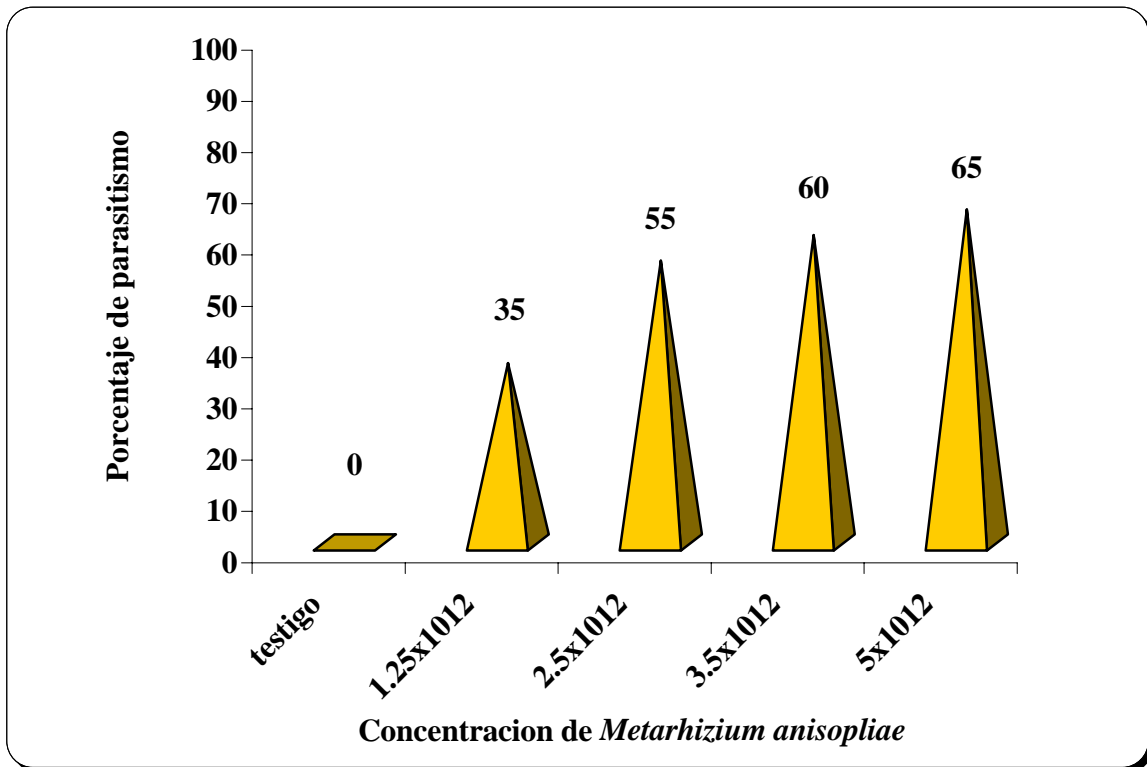
\*\*Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Esta prueba determinó que los tratamientos del 1.25x10<sup>12</sup> al 5.00x10<sup>12</sup> fueron estadísticamente iguales entre si y superiores al testigo (0 aplicación) que presentó el cero porcentaje de parasitismo.

A excepción del testigo ninguno de los otros tratamientos fueron objeto de rechazo por presencias de micelio sobre los insectos de Chinche salivosa; si no al contrario la mayoría presento un porcentaje de parasitismo arriba del 50%.

Utilizar la dosis de 2.5x10<sup>12</sup> o los tratamientos superiores para el control de la Chinche salivosa (*Aeneolamia* sp y *Prosapia* sp) estadísticamente no se obtienen diferencias que hagan resaltar la utilización de uno o de otro tratamiento, porque los porcentajes de parasitismo fueron muy similares.

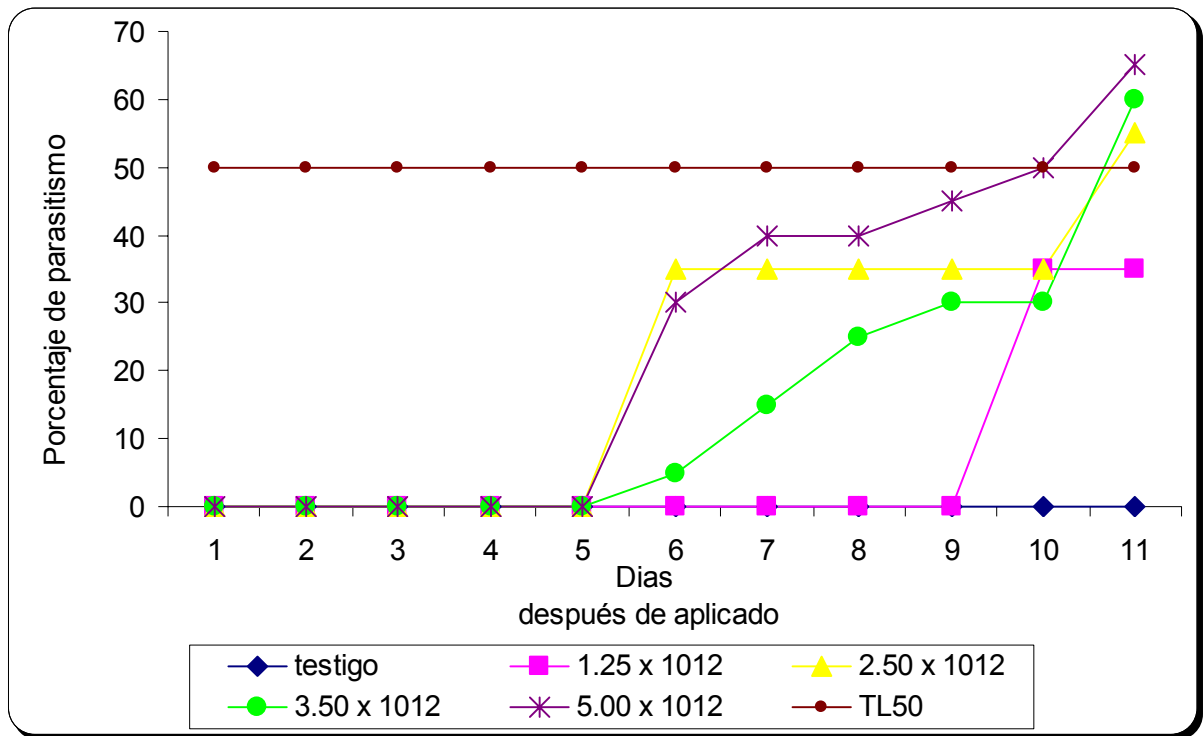
Para interpretar mejor el parasitismo de cada concentración, en la figura 1. Se puede ver que la concentración con mayor porcentaje de parasitismo lo presenta 5.00x10<sup>12</sup> conidios/ha, también permite ver que las concentraciones de 2.5x10<sup>12</sup> y 3.5x10<sup>12</sup> conidios/ha presentan un porcentaje de 55 y 60% de parasitismo, respectivamente.



**Figura 19.** Comparación de medias de mortalidad de las diferentes aislamientos *Metarhizium anisopliae*

## 8.2. Análisis de Tiempo letal medio (TL<sub>50</sub>)

En relación con la virulencia, en la figura 2, se presenta la distribución de la mortalidad acumulada durante 7 días. Se puede observar como a los 5 días después de iniciar la esporulación (5to día después de la colecta de insectos muertos) la concentración  $5.00 \times 10^{12}$  presenta la mortalidad arriba del 50%, mientras que la concentración  $2.5 \times 10^{12}$  tuvo un comportamiento constante durante los primeros días y la concentración de  $3.5 \times 10^{12}$  conidios/ha tuvo un comportamiento constante conforme fueron pasando los días después de la colecta de insectos muertos, ambas presentando su mortalidad media en el 6to y 7mo. día. Comparando los resultados de mortalidad y parasitismo la concentración de  $5 \times 10^{12}$  conidios/ha se muestra como la más promisoría para el control de adultos.

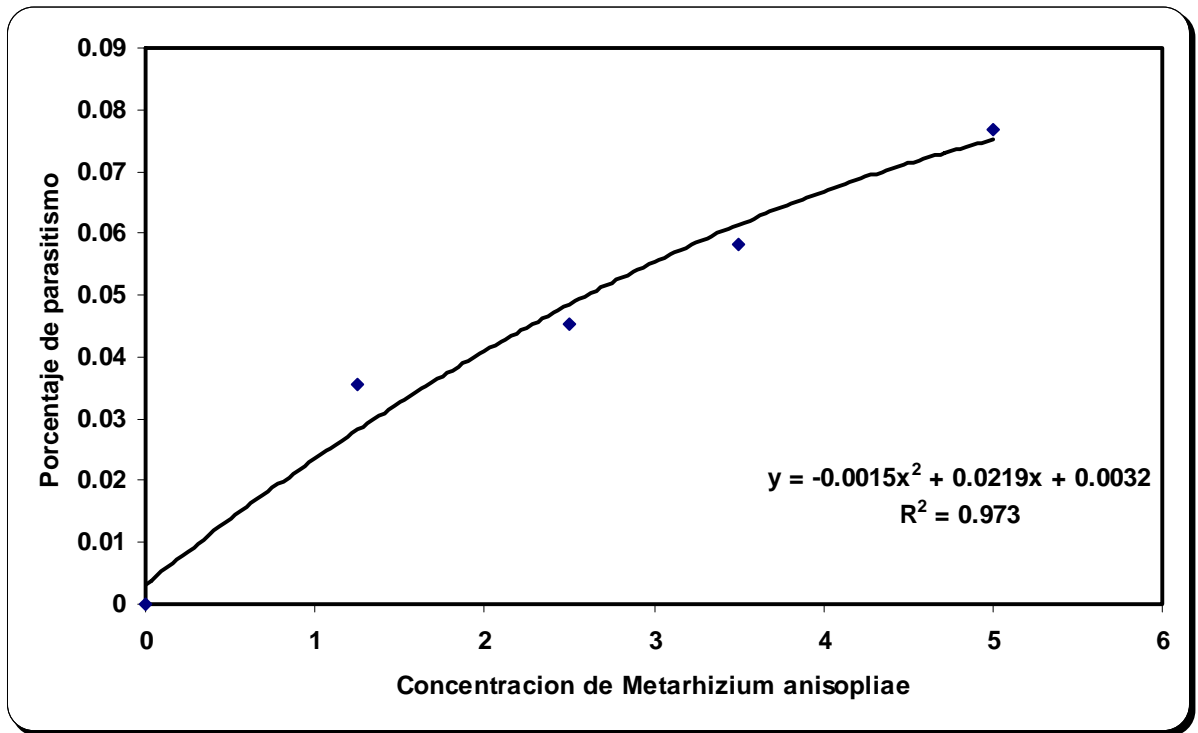


**Figura 20.** Curvas de Mortalidad acumulada de los aislamientos con respecto a tiempo letal medio.

### 8.3. Análisis Económico

Los resultados indican una correlación positiva ( $r= 0.98$ ) entre la concentración del hongo y el porcentaje de parasitismo, lo que evidencia el efecto positivo de *Metarhizium anisopliae* sobre adultos de chinche salivosa.

De acuerdo a los datos el modelo que más se ajusta para referencia en el estudio es el modelo cuadrático  $y = -0.0015x^2 + 0.0219x + 0.0032$ , indicándose en el cuadro 6 el pronóstico del máximo parasitismo (Figura 3).



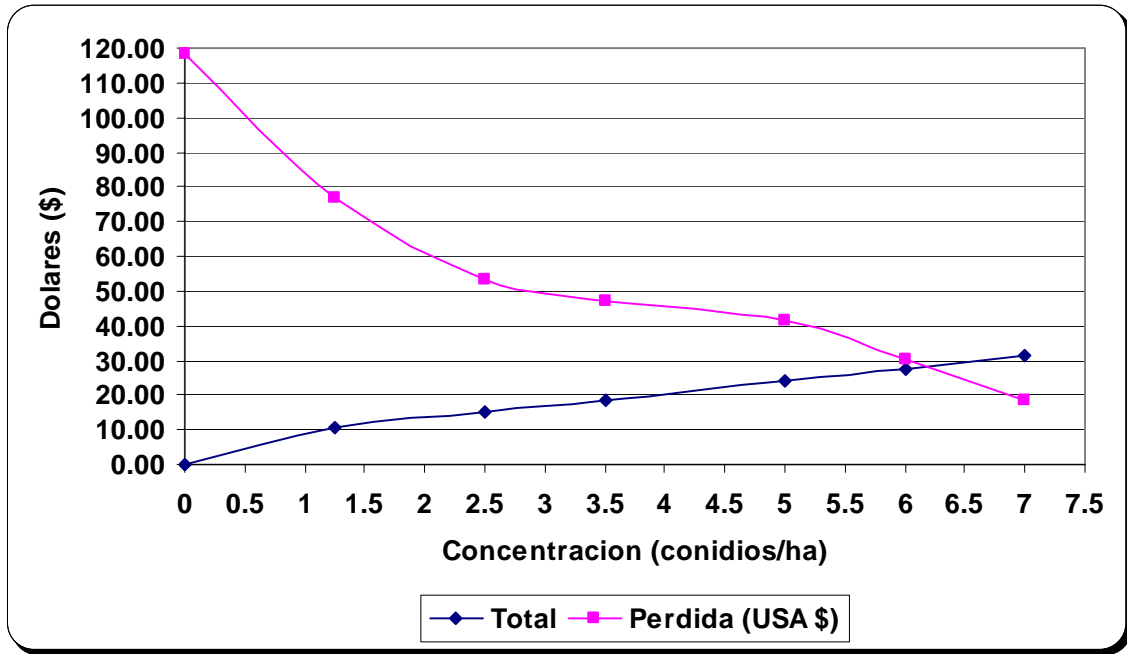
**Figura 321.** Porcentaje de parasitismo según concentraciones de *Metarhizium anisopliae*.

**Cuadro 6.** Calculo de concentraciones para el máximo porcentaje de parasitismo

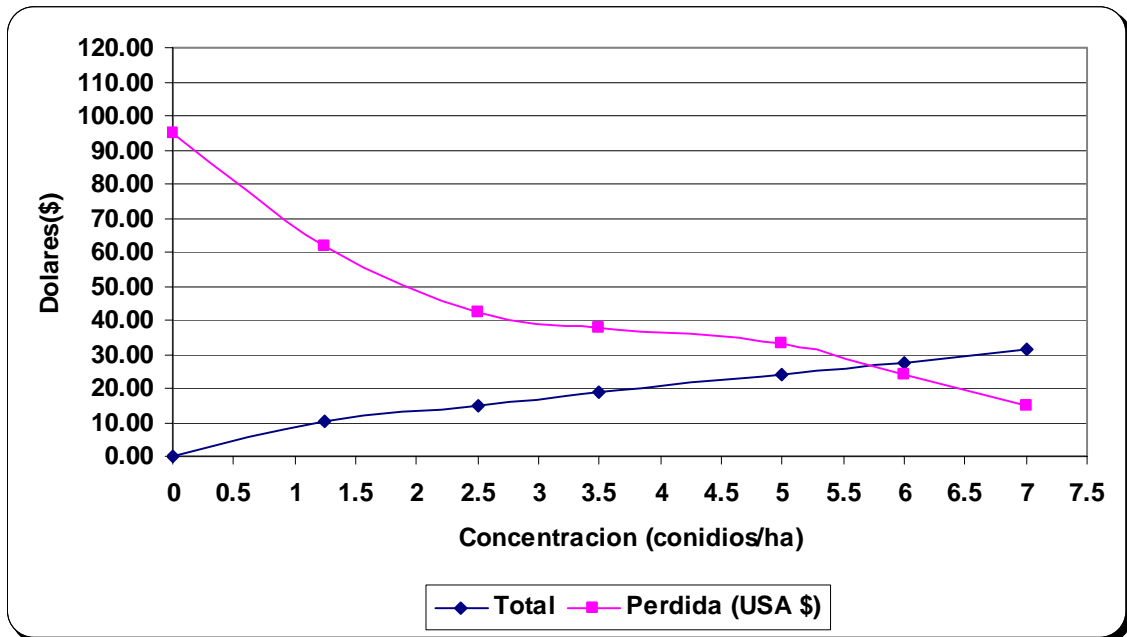
Concentración	Pronostico del porcentaje de parasitismo
0	0
1	42
1.25	44
2	49
2.5	51
3	54
2.3	57
4	60
4.5	63
5	66
5.5	70
6	74
6.5	79
7	84

A continuación se presenta en los Cuadros 7A, 8A, 9A, 10A, 11A, 12A, 13A, 14A, 15A, 16A, 17A. niveles de perdidas por número de individuos presentes por hectárea, como referencia con un costo para la dosis  $2.5 \times 10^{12}$  conidios/ha de USA \$ 9.00/dosis y perdida de Kilogramos de Azúcar/Insecto presente en campo de USA \$ 0.011822/insecto. Se puede observar más claramente en las figuras 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 y 14 que la

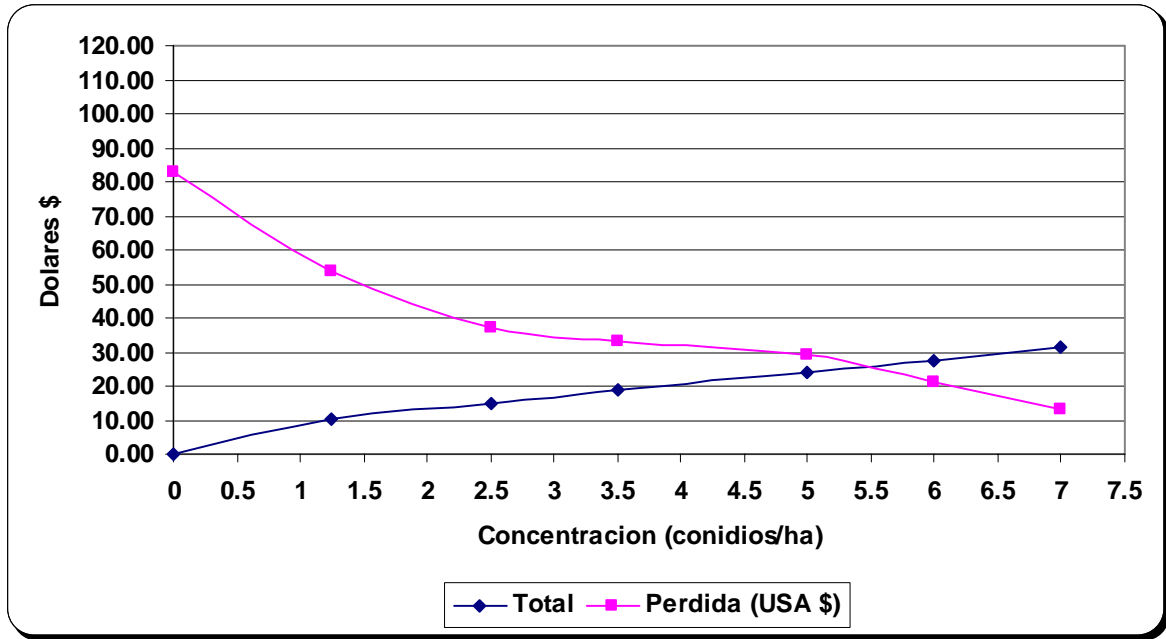
perdida expresada en USA \$ varia, según el número de insectos presentes por hectárea, la dosis utilizada y el costo de control. Respecto al porcentaje de parasitismo este puede variar de una concentración a otra, por lo que la pérdida por número de insectos presentes por hectárea variará.



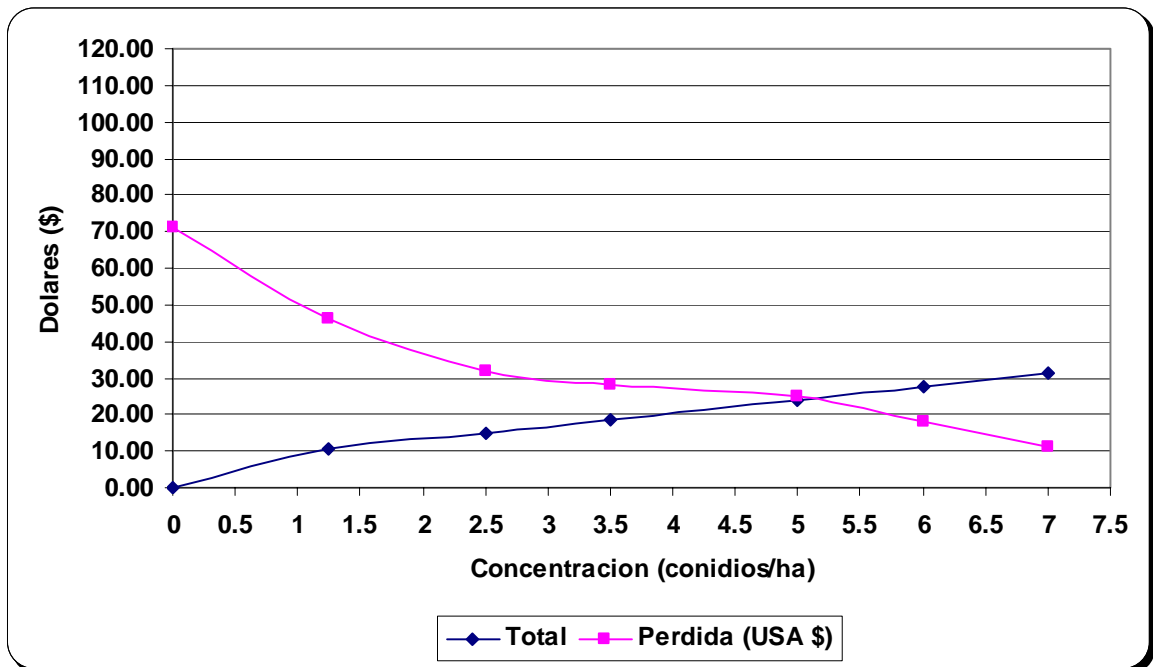
**Figura4.** Niveles de pérdida por número de insectos no controlados por hectárea, con un nivel de 1 individuo por tallo. Ingenio Pantaleón, Escuintla. 2004



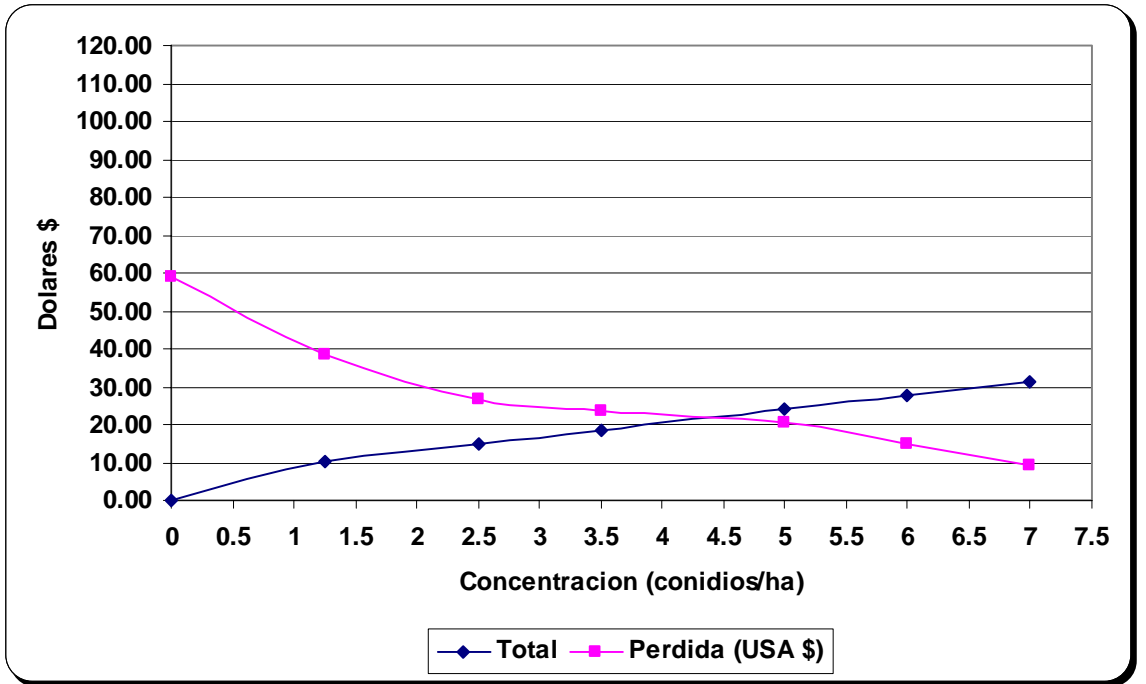
**Figura 5.** Niveles de pérdida por número de insectos no controlados por hectárea, con un nivel de 0.8 individuos por tallo. Ingenio Pantaleón, Escuintla. 2004



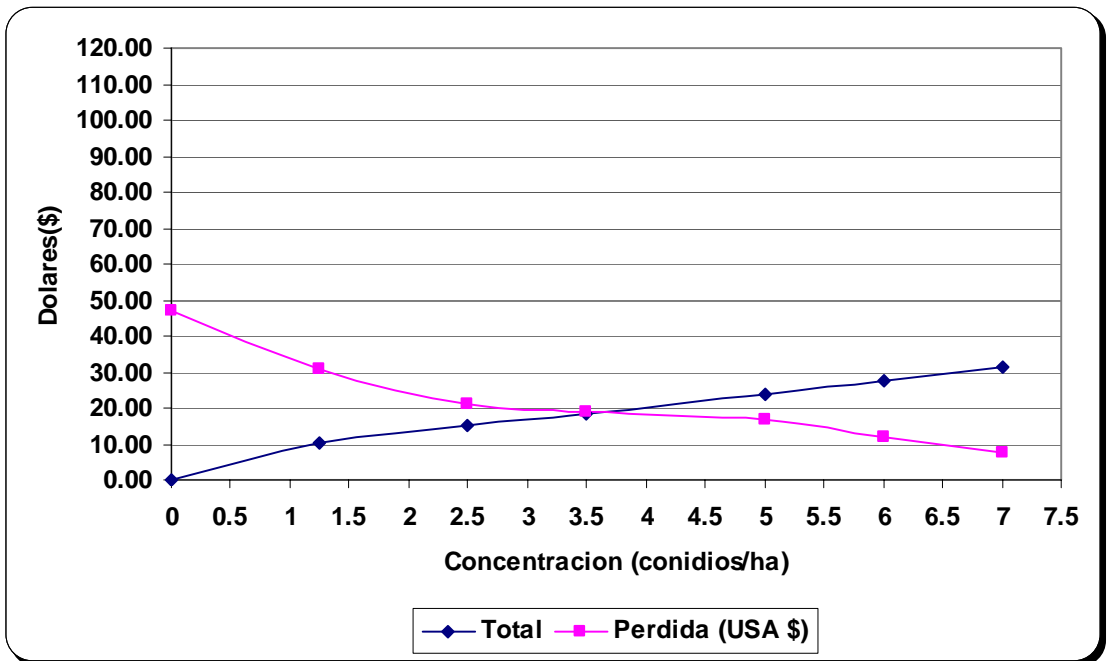
**Figura 6.** Niveles de pérdida por número de insectos no controlados por hectárea, con un nivel de 0.7 individuos por tallo. Ingenio Pantaleón, Escuintla. 2004



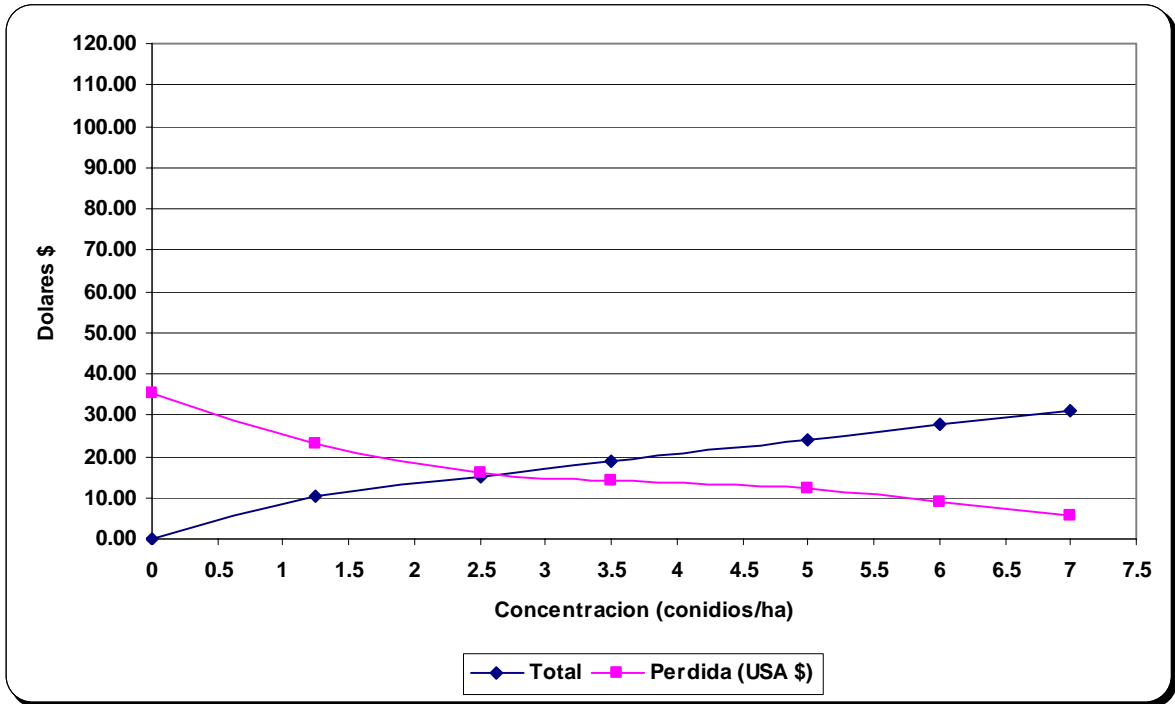
**Figura 7.** Niveles de pérdida por número de insectos no controlados por hectárea, con un nivel de 0.6 individuos por tallo. Ingenio Pantaleón, Escuintla. 2004



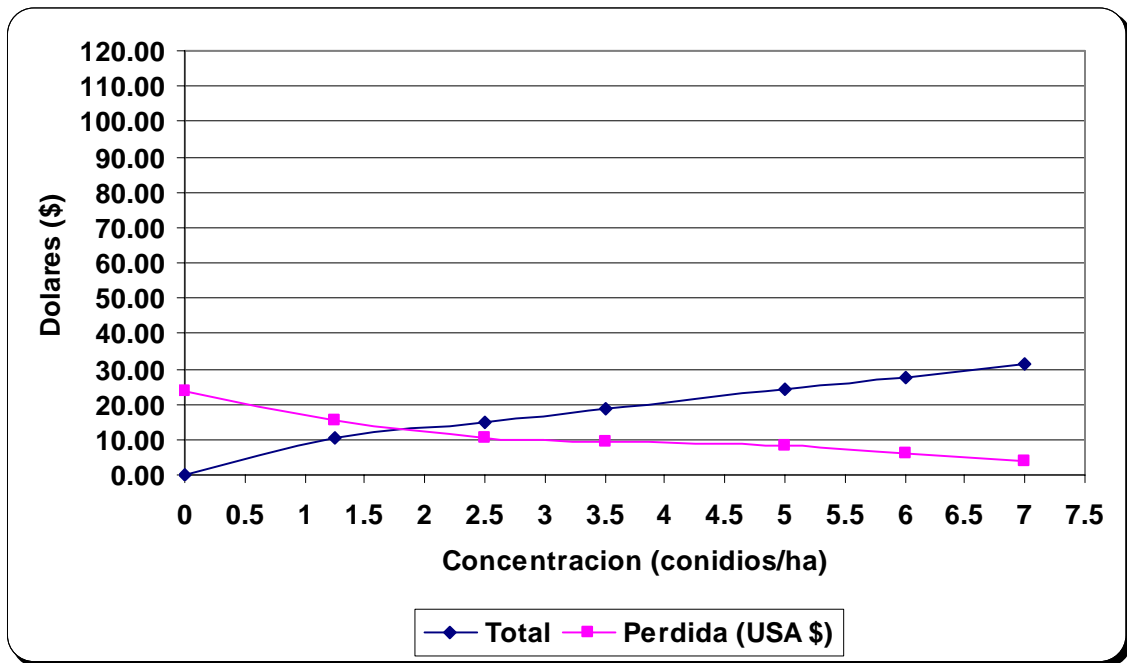
**Figura 8.** Niveles de pérdida por número de insectos no controlados por hectárea, con un nivel de 0.5 individuos por tallo. Ingenio Pantaleón, Escuintla. 2004



**Figura 9.** Niveles de pérdida por número de insectos no controlados por hectárea, con un nivel de 0.4 individuos por tallo. Ingenio Pantaleón, Escuintla. 2004



**Figura 10.** Niveles de pérdida por número de insectos no controlados por hectárea, con un nivel de 0.3 individuos por tallo. Ingenio Pantaleón, Escuintla. 2004



**Figura 11.** Niveles de pérdida por número de insectos no controlados por hectárea, con un nivel de 0.2 individuos por tallo. Ingenio Pantaleón, Escuintla. 2004



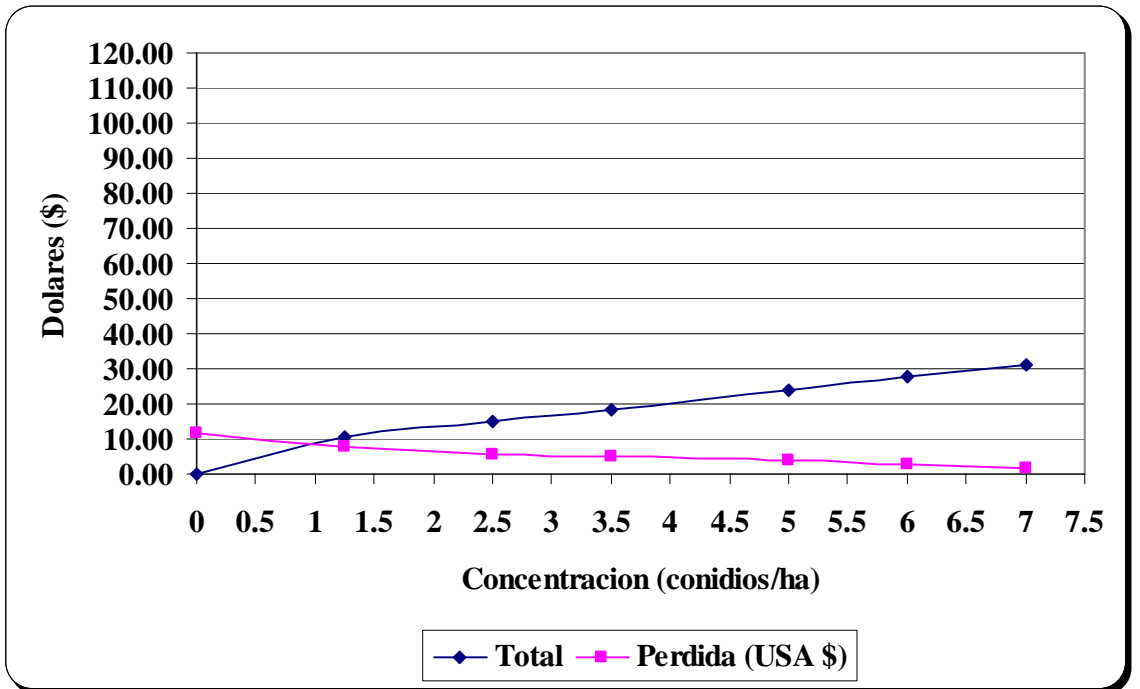
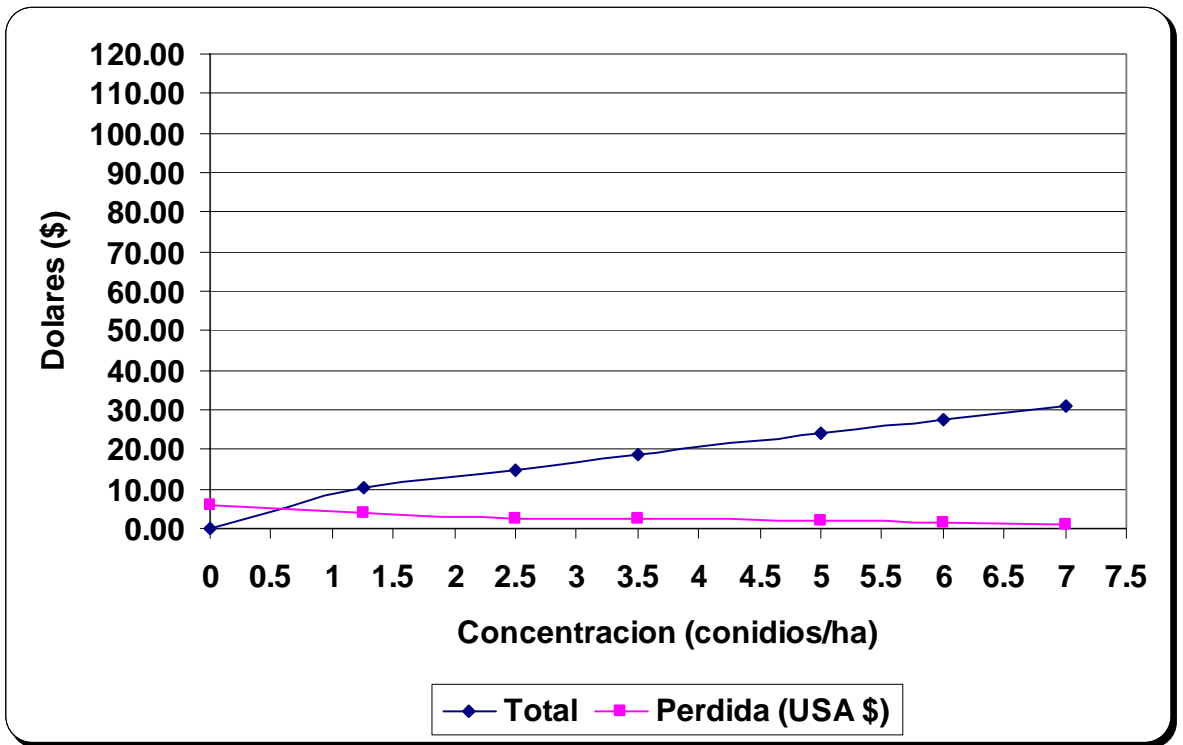
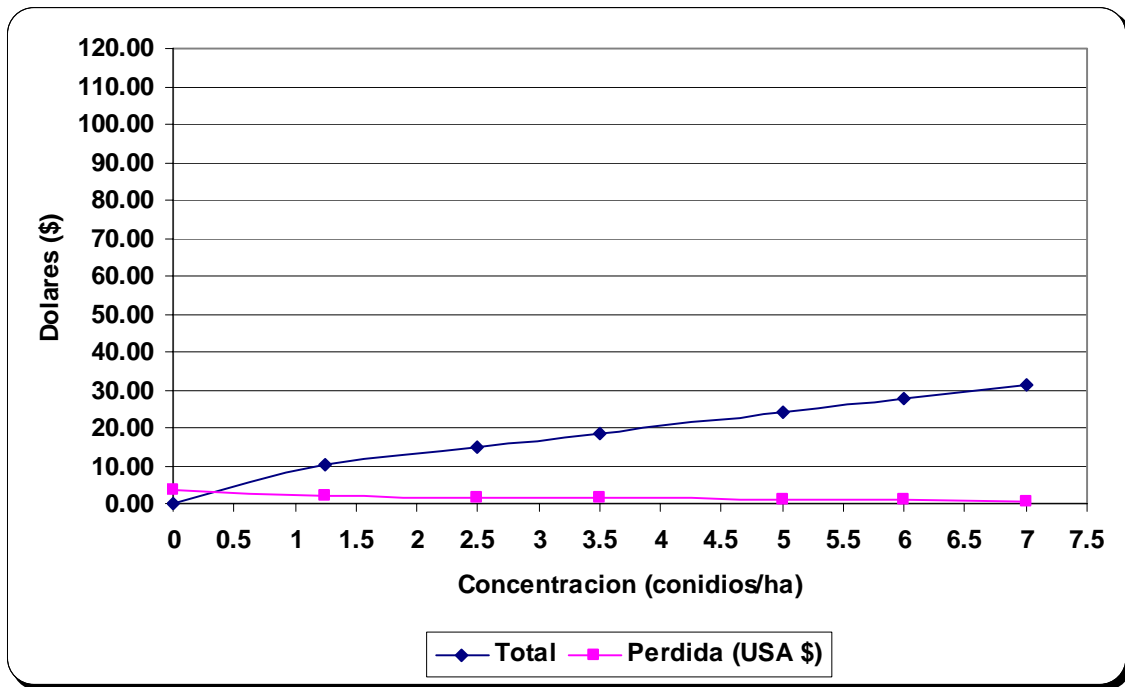


Figura 12. Niveles de pérdida por número de insectos no controlados por hectárea, con un nivel de 0.1 individuo por tallo. Ingenio Pantaleón, Escuintla. 2004.



**Figura 13.** Niveles de pérdida por número de insectos no controlados por hectárea, con un nivel de 0.05 individuo por tallo. Ingenio Pantaleón, Escuintla. 2004



**Figura14.** Niveles de pérdida por número de insectos no controlados por hectárea, con un nivel de 0.03 individuo por tallo. Ingenio Pantaleón, Escuintla. 2004

## 9 CONCLUSIONES

1. Según el análisis estadístico los tratamientos fueron apropiados y eficientes para el control de Chinche salivosa (*Aeneolamia* sp y *Prosapia* sp) ya que tuvieron el mismo efecto sobre el porcentaje de parasitismo, a diferencia del testigo absoluto que fue ineficiente y presentó el porcentaje más bajo. Siendo la concentración  $1.25 \times 10^{12}$  conidios/ha la que Presento un parasitismo menor al 50%.
2. La concentración que presentó un mayor número de chinches muertas por día fue  $5.00 \times 10^{12}$  presentando un tiempo letal medio en el quinto día de esporulación. En comparación con la concentración de  $2.5 \times 10^{12}$  conidios por hectárea que indica un mayor tiempo en esporulación del hongo, sobre adultos de Chinche salivosa (*Aeneolamia* sp y *Prosapia* sp)
3. La concentración de  $5.00 \times 10^{12}$  conidios/ha. mostró un buen nivel de parasitismo y/o infección sobre adultos de Chinche salivosa (*Aeneolamia* sp y *Prosapia* sp) durante el periodo de estudio mantuvo un alto control sobre las poblaciones de adultos.
4. Económicamente el uso de una concentración para el control de Chinche salivosa (*Aeneolamia* sp y *Prosapia* sp) presentara un equilibrio de acuerdo al número de individuos por tallo presentes en campo.
5. Desde el punto de vista económico:
6. el uso de la concentración  $5.00 \times 10^{12}$  conidios por hectárea, en infestaciones mayores a 0.7 individuos /tallo de Chinche salivosa (*Aeneolamia* sp y *Prosapia* sp).
7. el uso de la concentración  $3.5 \times 10^{12}$  conidios por hectárea, cuando los niveles de población de la chinche salivosa sean menores a 0.5 individuos/ha de Chinche salivosa (*Aeneolamia* sp y *Prosapia* sp) para un control biológico.
8. Se recomienda el uso de la concentración  $2.5 \times 10^{12}$  conidios por hectárea, en poblaciones mayores a 0.3 individuos/tallo de Chinche salivosa (*Aeneolamia* sp y *Prosapia* sp).
9. En poblaciones con igual o menor nivel al 0.2 individuos/tallo de Chinche salivosa (*Aeneolamia* sp y *Prosapia* sp) se recomienda aplicar  $1.25 \times 10^{12}$  conidios por hectárea.

## 10 RECOMENDACIONES

1. Por tratarse de medios biológicos, en aplicaciones comercialmente, se pudiera asumir un incremento en la concentración para los umbrales trabajados actualmente, a diferencia con los sugeridos económicamente, ya que el desarrollo de la chinche salivosa es de manera exponencial y sé esta buscando un control mayor al 50%, por lo que en poblaciones iguales o menores a 0.3 individuos/tallo se debiera aplicar  $2.5 \times 10^{12}$  conidios por hectárea, en mayor presencias hasta 0.7 individuos/tallo aplicar  $3.5 \times 10^{12}$  conidios por hectárea y en poblaciones mayores a estas aplicar  $5 \times 10^{12}$  conidios por hectárea.
2. Continuar otras investigaciones, con el hongo ***Metarhizium anisopliae*** donde pueda probarse distintas concentraciones para el control de Chinche Salivosa (***Aenoelamia*** sp y ***Prosapia*** sp).

## 11 BIBLIOGRAFÍA

1. Alemán G, MA. 1997. Evaluación de nueve cepas del hongo entomopatógeno *Metarhizium anisopliae* (Metsh). Sor., para el control de la chinche salivosa (*Aeneolamia* sp., *Prosapia* sp.) bajo condiciones controladas. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 64 p.
2. Alemán, M; Ovalle, W. 1998. Producción y manejo del hongo *Metarhizium anisopliae* (Match) Sor. Guatemala, CENGICAÑA. 18 p.
3. Azañon E, VM. 1996. Evaluación de nueve cepas de *Metarhizium* sp en el control de cuatro plagas insectiles de la caña de azúcar *Saccharum officinarum* a nivel de laboratorio. Tesis Ing. Agr. Guatemala, URL. 51p.
4. AZASGUA (Agroindustria Azucarera de Guatemala, GT). 2003. Informe anual 2002-2003. Guatemala. p. 8-12.
5. Badilla, F; Sáenz, C. 1994. Utilización de trampas amarillas como criterio de muestreo en población de "salivazo" *Prosapia* sp. y *Aeneolamia postica*: resumen, 1er simposio sobre MIP de la caña de azúcar en Costa Rica. San José, Costa Rica, DIECA. 10 p.
6. Bernal H, N; Zambrano P, C. 1984. Problemas de la candelilla y el taladrador en caña de azúcar y pastos: el uso de *Metarhizium* en el control de la candelilla en Venezuela. In Seminario Barquisimetro (2., 1984, VE). Venezuela. p. 91-103.
7. Brady, BLK. CMI description of pathogenic fungi and bacteria no. 609. Citado por: Bernal H, N; Zambrano P, C. 1984. Problemas de la candelilla y el taladrador en caña de azúcar y pastos: el uso de *Metarhizium* en el control de la candelilla en Venezuela. In Seminario Barquisimetro (2., 1984, VE). Venezuela. p. 91-103.
8. Carrillo, E. 1993. Informe de actividades del área de entomología, agosto, septiembre y octubre de 1993. Guatemala, CENGICAÑA. 6 p. Citado por: Carrillo, E. 1994. Plagas insectiles de la caña de azúcar en Guatemala. In Curso cultivo de caña de azúcar (1994, GT). Guatemala, CENGICAÑA. p. 21-22.
9. Carrillo, E. 1994. Plagas insectiles de la caña de azúcar en Guatemala. In Curso cultivo de caña de azúcar (1994, GT). Guatemala, CENGICAÑA. p. 21-22.
10. COMIP (Comité de Manejo Integrado de Plagas, GT). 1998. Manejo integrado de la chinche salivosa en caña de azúcar. Guatemala, CENGICAÑA. 33 p.

11. De Bach, P. 1994. Control biológico de las plagas de insectos y malas hierbas. Ed. por Carlos Manuel Castaño. México, CECSA. 949 p.
12. Dutky, SR. 1959. Insect microbiology. *Advances Appl. Microbiol.* 1:175-200. Citado por: De Bach, P. 1994. Control biológico de las plagas de insectos y malas hierbas. Ed. por Carlos Manuel Castaño. México, CECSA. 949 p.
13. Fennah, RG. 1951. Further notes on neotropical Cercopoidae. *Ann. Mag. Nat. Hist.* (12)4:136-149. Citado por: Flores C, S; Ramírez M, A; Cortes I, A. 1965. El salivazo de la caña de azúcar en México. México, Instituto para el Mejoramiento de la Producción de Azúcar. 70 p.
14. Ferrer, F; Friestadt, K; Gómez, C; Valdés, T. 1974. Control biológico de las plagas de la caña de azúcar y otros cultivos de la región centro occidental: informe proyecto-Conicyt 31-26.0385. Venezuela. 27 p. Citado por: Bernal H, N; Zambrano P, C. 1984. Problemas de la candelilla y el taladrador en caña de azúcar y pastos: el uso de ***Metarhizium*** en el control de la candelilla en Venezuela. *In Seminario Barquisimetro* (2., 1984, VE). Venezuela. p. 91-103.
15. Ferron, P. 1978. Biological control of insects pests by entomogenous fungi. *In Rev. Entomol.* 23:404-409. Citado por: Bernal H, N; Zambrano P, C. 1984. Problemas de la candelilla y el taladrador en caña de azúcar y pastos: el uso de ***Metarhizium*** en el control de la candelilla en Venezuela. *In Seminario Barquisimetro* (2., 1984, VE). Venezuela. p. 91-103.
16. Flores C, S; Ramírez M, A; Cortes I, A. 1965. El salivazo de la caña de azúcar en México. México, Instituto para el Mejoramiento de la Producción de Azúcar. 70 p.
17. Gabriel, BP. 1959. Fungus infection of insects via the alimentary tract. *Four. Insect Pathol.* 1:319-30. Citado por: De Bach, P. 1994. Control biológico de las plagas de insectos y malas hierbas. Ed. por Carlos Manuel Castaño. México, CECSA. 949 p.
18. Gómez, R; Montepeque, R; Martínez, O. 1995. Evaluación del efecto del hongo ***Metarhizium*** aplicado en caña comercial para el control de la chinche salivosa. *In Semana científica.* Guatemala, Ingenio Pantaleón, División Agrícola. v. 1, 97 p.
19. Guacliumi, P. 1962. Las plagas de la caña de azúcar en Venezuela: MAC (Maracayda cultura e aplicacao) de ***Metarhizium anisopliae*** (Metsch.) Sorokin no controlada "CIGARRINHA-DA-FOLHA" *Mahanarva postica* (Stal) no-nordeste de Brasil (1) CODECAP. Boletim Técnico no. 3. 53 p. Citado por: Bernal H, N; Zambrano P, C. 1984. Problemas de la candelilla y el taladrador en caña de azúcar y pastos: el uso de ***Metarhizium*** en el control de la candelilla en Venezuela. *In Seminario Barquisimetro* (2., 1984, VE). Venezuela. p. 91-103.

20. Marrufo, R. 1973. Cultivo del hongo entomófago *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sor., y ensayos preliminares de su efecto contra el complejo mosca pinta de los pastos y otros insectos. Tesis Ing. Agr. Monterrey, México, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. 78 p. Citado por: Bernal H, N; Zambrano P, C. 1984. Problemas de la candelilla y el taladrador en caña de azúcar y pastos: el uso de *Metarhizium* en el control de la candelilla en Venezuela. In Seminario Barquisimetro (2., 1984, VE). Venezuela. p. 91-103.
21. Melgar O, JA. 1996. Evaluación de cinco dosis de *Metarhizium anisopliae*, para el control de la chinche salivosa *Aeneolamia* sp, en caña de azúcar, en la finca agua blanca, municipio de La Gomera, departamento de Escuintla. Informe de Práctica. Escuintla, Guatemala, USAC, Centro Universitario del Sur. 67 p.
22. Messias, CL. 1975. Métodos de cultivo de fungo entomogeno *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin: curso de Post Graduacao Genetica e Melhoramento de Plantas. Brasil, USB, ESLAQ, Instituto de Genética e Melhoramento de Plantas. 40 p. Citado por: Bernal H, N; Zambrano P, C. 1984. Problemas de la candelilla y el taladrador en caña de azúcar y pastos: el uso de *Metarhizium* en el control de la candelilla en Venezuela. In Seminario Barquisimetro (2., 1984, VE). Venezuela. p. 91-103.
23. Miles, HW; Miles, M. 1948. Insect pests of glasshouse crops. London, Crosby Lockwood. 200 p. Citado por: De Bach, P. 1994. Control biológico de las plagas de insectos y malas hierbas. Ed. por Carlos Manuel Castaño. México, CECSA. 949 p.
24. Nuñez A, CO. 1994. Chinche salivosa, mosca pinta o candelilla. Guatemala, Ingenio Pantaleón, Depto. de Agronomía, Sección de Investigación. p. 4-60.
25. Rockwood, LP. 1950. Entomogenous fungi of the genus *Metarhizium* on wireworms in the Pacific northwest. *Ann. Ent. Soc. America* 43:495-8. Citado por: De Bach, P. 1994. Control biológico de las plagas de insectos y malas hierbas. Ed. por Carlos Manuel Castaño. México, CECSA. 949 p.
26. Rodríguez, P. 2003. Manual del ciclo de producción de *Metarhizium anisopliae* bajo condiciones de laboratorio. Guatemala, Ingenio Pantaleón. 20 p.
27. Salguero N, VE. 1998. El MIP, estrategia factible en caña de azúcar. *AgriCultura* 1(8):19-24.
28. Steinhaus, EA. 1946. Insect microbiology. New Yprk, US, McGraw-Hill. 757 p. Citado por: De Bach, P. 1994. Control biológico de las plagas de insectos y malas hierbas. Ed. por Carlos Manuel Castaño. México, CECSA. 949 p.

29. Tateishi, I; Murata, T; Hirano, S. 1954. On the relation between the silkworm and the green muscardine disease of ***Naranga aenescens*** Moor and the hardening diseases of outdoor insects collected in Fukuoka Prefecture. *Fukuoka Prefectural Agric. Expt. Sta. Res. Rept. no. 8*:49-56. Citado por: De Bach, P. 1994. Control biológico de las plagas de insectos y malas hierbas. Ed. por Carlos Manuel Castaño. México, CECSA. 949 p.
30. Wilson, GS; Miles, AA. 1946. Topley and Wilson's principles of bacteriology and immunity. 3 ed. Baltimore, US, Williams and Wilkins. v. 2, 2054 p. Citado por: De Bach, P. 1994. Control biológico de las plagas de insectos y malas hierbas. Ed. por Carlos Manuel Castaño. México, CECSA. 949 p.



## 12 ANEXOS



**Figura 15A.** Extracción y siembra de pilones En macetas



**Figura 1622A.** Captura y colocación de ninfas en caña



**Figura 17A.** Aplicación de los aislamientos de *Metarhizium anisopliae*



**Figura 18A.** Macetas distribuidas completamente al azar



**Figura 1923A.** Recolección de adultos muertos y colocación en cámaras húmedas.

**Cuadro 7A.** Niveles de pérdida por número de insectos no controlados por hectárea, con un nivel de 1 individuo por tallo. Ingenio Pantaleón, Escuintla. 2004

Dosis (conidios/ha)	Parasitismo (porcentaje)	Costo (USA \$) Producción	Aplicación	Total	No. Parasitismo	Ind/ha	Pérdida (USA \$)
0	0	0.00	0.00	0.00	100%	66667	118.22
1.25	35	4.50	6.00	10.50	65%	43333	76.85
2.5	55	9.00	6.00	15.00	45%	30000	53.20
3.5	60	12.60	6.00	18.60	40%	26667	47.29
5	65	18.00	6.00	24.00	35%	23333	41.38
6	74	21.60	6.00	<b>27.60</b>	<b>26%</b>	<b>17039</b>	<b>30.22</b>
7	84	25.20	6.00	<b>31.20</b>	<b>16%</b>	<b>10442</b>	<b>18.52</b>

**Cuadro 8A.** Niveles de pérdida por número de insectos no controlados por hectárea, con un nivel de 0.8 individuos por tallo. Ingenio Pantaleón, Escuintla. 2004

Dosis (conidios/ha)	Parasitismo (porcentaje)	Costo (USA \$) Producción	Aplicación	Total	No. Parasitismo	Ind/ha	Pérdida (USA \$)
0	0	0.00	0.00	0.00	100%	53333	94.58
1.25	35	4.50	6.00	10.50	65%	34667	61.48
2.5	55	9.00	6.00	15.00	45%	24000	42.56
3.5	60	12.60	6.00	18.60	40%	21333	37.83
5	65	18.00	6.00	<b>24.00</b>	<b>35%</b>	<b>18667</b>	<b>33.10</b>
6	74	21.60	6.00	<b>27.60</b>	<b>26%</b>	<b>13631</b>	<b>24.17</b>
7	84	25.20	6.00	31.20	16%	8353	14.81

**Cuadro 9A.** Niveles de pérdida por número de insectos no controlados por hectárea, con un nivel de 0.7 individuos por tallo. Ingenio Pantaleón, Escuintla. 2004

Dosis (conidios/ha)	Parasitismo (porcentaje)	Costo (USA \$) Producción	Aplicación	Total	No Parasitismo	Ind/ha	Perdida (USA \$)
0	0	0.00	0.00	0.00	100%	46667	82.76
1.25	35	4.50	6.00	10.50	65%	30333	53.79
2.5	55	9.00	6.00	15.00	45%	21000	37.24
3.5	60	12.60	6.00	18.60	40%	18667	33.10
5	65	18.00	6.00	<b>24.00</b>	<b>35%</b>	<b>16333</b>	<b>28.96</b>
6	74	21.60	6.00	<b>27.60</b>	<b>26%</b>	<b>11927</b>	<b>21.15</b>
7	84	25.20	6.00	31.20	16%	7309	12.96

**Cuadro 10A.** Niveles de pérdida por número de insectos no controlados por hectárea, con un nivel de 0.6 individuos por tallo. Ingenio Pantaleón, Escuintla. 2004

Dosis (conidios/ha)	Parasitismo (porcentaje)	Costo (USA \$) Producción	Aplicación	Total	No Parasitismo	Ind/ha	Perdida (USA \$)
0	0	0.00	0.00	0.00	100%	40000	70.93
1.25	35	4.50	6.00	10.50	65%	26000	46.11
2.5	55	9.00	6.00	15.00	45%	18000	31.92
3.5	60	12.60	6.00	18.60	40%	16000	28.37
5	65	18.00	6.00	<b>24.00</b>	<b>35%</b>	<b>14000</b>	<b>24.83</b>
6	74	21.60	6.00	<b>27.60</b>	<b>26%</b>	<b>10223</b>	<b>18.13</b>
7	84	25.20	6.00	31.20	16%	6265	11.11

**Cuadro 11A.** Niveles de pérdida por número de insectos no controlados por hectárea, con un nivel de 0.5 individuos por tallo. Ingenio Pantaleón, Escuintla. 2004

Dosis (conidios/ha)	Parasitismo (porcentaje)	Costo (USA\$) Producción	Aplicación	Total	No Parasitismo	Ind/ha	Perdida (USA \$)
0	0	0.00	0.00	0.00	100%	33333	59.11
1.25	35	4.50	6.00	10.50	65%	21667	38.42
2.5	55	9.00	6.00	15.00	45%	15000	26.60
3.5	60	12.60	6.00	18.60	40%	13333	23.64
5	65	18.00	6.00	<b>24.00</b>	<b>35%</b>	<b>11667</b>	<b>20.69</b>

6	74	21.60	6.00	<b>27.60</b>	<b>26%</b>	<b>8519</b>	<b>15.11</b>
7	84	25.20	6.00	31.20	16%	5221	9.26

**Cuadro 12A.** Niveles de pérdida por número de insectos no controlados por hectárea, con un nivel de 0.4 individuos por tallo. Ingenio Pantaleón, Escuintla. 2004

Dosis (conidios/ha)	Parasitismo (porcentaje)	Costo (USA \$)		Total	No Parasitismo	Ind/ha	Perdida (USA \$)
		Producción	Aplicación				
0	0	0.00	0.00	0.00	100%	26667	47.29
1.25	35	4.50	6.00	10.50	65%	17333	30.74
2.5	55	9.00	6.00	15.00	45%	12000	21.28
3.5	60	12.60	6.00	<b>18.60</b>	<b>40%</b>	<b>10667</b>	<b>18.92</b>
5	65	18.00	6.00	<b>24.00</b>	<b>35%</b>	<b>9333</b>	<b>16.55</b>
6	74	21.60	6.00	27.60	26%	6816	12.09
7	84	25.20	6.00	31.20	16%	4177	7.41

**Cuadro 13A.** Niveles de pérdida por número de insectos no controlados por hectárea, con un nivel de 0.3 individuos por tallo. Ingenio Pantaleón, Escuintla. 2004

Dosis (conidios/ha)	Parasitismo (porcentaje)	Costo (USA \$)		Total	No Parasitismo	Ind/ha	Perdida (USA \$)
		Producción	Aplicación				
0	0	0.00	0.00	0.00	100%	20000	35.47
1.25	35	4.50	6.00	10.50	65%	13000	23.05
2.5	55	9.00	6.00	<b>15.00</b>	<b>45%</b>	<b>9000</b>	<b>15.96</b>
3.5	60	12.60	6.00	<b>18.60</b>	<b>40%</b>	<b>8000</b>	<b>14.19</b>
5	65	18.00	6.00	24.00	35%	7000	12.41
6	74	21.60	6.00	27.60	26%	5112	9.06
7	84	25.20	6.00	31.20	16%	3133	5.56

**Cuadro 14A.** Niveles de pérdida por número de insectos no controlados por hectárea, con un nivel de 0.2 individuos por tallo. Ingenio Pantaleón, Escuintla. 2004

Dosis (conidios/ha)	Parasitismo (porcentaje)	Costo (USA \$)		Total	No Parasitismo	Ind/ha	Perdida (USA \$)
		Producción	Aplicación				
0	0	0.00	0.00	0.00	100%	13333	23.64
1.25	35	4.50	6.00	10.50	65%	8667	15.37
2.5	55	9.00	6.00	<b>15.00</b>	<b>45%</b>	<b>6000</b>	<b>10.64</b>
3.5	60	12.60	6.00	<b>18.60</b>	<b>40%</b>	<b>5333</b>	<b>9.46</b>
5	65	18.00	6.00	24.00	35%	4667	8.28
6	74	21.60	6.00	27.60	26%	3408	6.04
7	84	25.20	6.00	31.20	16%	2088	3.70

**Cuadro 15A.** Niveles de pérdida por número de insectos no controlados por hectárea, con un nivel de 0.1 individuos por tallo. Ingenio Pantaleón, Escuintla. 2004

Dosis (conidios/ha)	Parasitismo (porcentaje)	Costo Producción	Aplicación	Total	No Parasitismo	Ind/ha	Perdida (USA \$)
0	0	0.00	0.00	<b>0.00</b>	<b>100%</b>	<b>6667</b>	<b>11.82</b>
1.25	35	4.50	6.00	<b>10.50</b>	<b>65%</b>	<b>4333</b>	<b>7.68</b>
2.5	55	9.00	6.00	15.00	45%	3000	5.32
3.5	60	12.60	6.00	18.60	40%	2667	4.73
5	65	18.00	6.00	24.00	35%	2333	4.14
6	74	21.60	6.00	27.60	26%	1704	3.02
7	84	25.20	6.00	31.20	16%	1044	1.85

**Cuadro 16A.** Niveles de pérdida por número de insectos no controlados por hectárea, con un nivel de 0.05 individuos por tallo. Ingenio Pantaleón, Escuintla. 2004

Dosis (conidios/ha)	Parasitismo (porcentaje)	Costo Producción	Aplicación	Total	No Parasitismo	Ind/ha	Perdida (USA \$)
0	0	0.00	0.00	<b>0.00</b>	<b>100%</b>	<b>3333</b>	<b>5.91</b>
1.25	35	4.50	6.00	<b>10.50</b>	<b>65%</b>	<b>2167</b>	<b>3.84</b>
2.5	55	9.00	6.00	15.00	45%	1500	2.66
3.5	60	12.60	6.00	18.60	40%	1333	2.36
5	65	18.00	6.00	24.00	35%	1167	2.07
6	74	21.60	6.00	27.60	26%	852	1.51
7	84	25.20	6.00	31.20	16%	522	0.93

**Cuadro 17A.** Niveles de pérdida por número de insectos no controlados por hectárea, con un nivel de 0.03 individuos por tallo. Ingenio Pantaleón, Escuintla. 2004

Dosis (conidios/ha)	Parasitismo (porcentaje)	Costo Producción	Aplicación	Total	No Parasitismo	Ind/ha	Perdida (USA \$)
0	0	0.00	0.00	<b>0.00</b>	<b>100%</b>	<b>2000</b>	<b>3.55</b>
1.25	35	4.50	6.00	<b>10.50</b>	<b>65%</b>	<b>1300</b>	<b>2.31</b>
2.5	55	9.00	6.00	15.00	45%	900	1.60
3.5	60	12.60	6.00	18.60	40%	800	1.42
5	65	18.00	6.00	24.00	35%	700	1.24
6	74	21.60	6.00	27.60	26%	511	0.91
7	84	25.20	6.00	31.20	16%	313	0.56



**SERVICIO 2:**

**EVALUACION DE DOS INHIBIDORES DE FLORACION DE CAÑA DE AZÚCAR  
(*Saccharum* sp) EN TRES LOCALIDADES DE LA ZONA CAÑERA DEL INGENIO  
PANTALEON, S.A.**





## CONTENIDO GENERAL

1	ÍNDICE DE CUADROS.....	iii
2	INDICE DE FIGURAS.....	iv
3	PRESENTACIÓN .....	1
4	MARCO TEÓRICO.....	2
4.1.	Marco conceptual.....	2
4.1.1.	Morfología de la caña de azúcar.....	2
4.1.2.	La flor.....	2
4.1.3.	La floración.....	2
4.1.4.	La inducción de la floración.....	2
4.1.5.	Factores que afectan la floración.....	4
4.1.6.	Factores intrínsecos.....	4
4.1.6.1.	Edad del cultivo.....	4
4.1.6.2.	Estímulos producidos por las hojas.....	4
4.1.7.	Factores extrínsecos.....	4
4.1.7.1.	Fotoperíodo.....	4
4.1.7.2.	Duración e intensidad de la luz.....	5
4.1.7.3.	Latitud y altitud.....	5
4.1.7.4.	Temperatura.....	6
4.1.8.	La floración y sus efectos agronómicos en la maduración de la caña de azúcar.....	6
4.1.8.1.	La floración y el consumo de sacarosa.....	6
4.1.8.2.	La reducción o detención del deterioro.....	6
4.1.9.	Controles organismicos.....	7
4.1.9.1.	Efectos fisiológicos del etileno.....	7
4.2.	Marco referencial.....	8
4.2.1.	Descripción del área.....	8
4.2.1.1.	Ubicación del área de estudio.....	8
4.2.1.2.	Ecología.....	8
4.2.1.3.	Condiciones climáticas.....	8
4.2.1.4.	Suelos.....	9
4.2.2.	Requerimientos agro climáticos de la caña de azúcar.....	9
4.2.2.1.	Requerimientos hídricos.....	9
4.2.2.1.a.	La lluvia.....	9
4.2.2.1.b.	La evaporación/evapotranspiración.....	10
4.2.2.2.	Requerimientos energéticos.....	10
4.2.2.2.a.	La temperatura del suelo.....	10
4.2.2.2.b.	Temperatura ambiental.....	10
4.2.2.2.c.	Radiación solar.....	10
4.2.2.2.d.	El viento.....	11
4.2.3.	Características de la variedad CP-722086.....	11
4.2.3.1.	Características morfológicas (9).....	11
4.2.3.1.a.	Aspecto de planta.....	11
4.2.3.1.b.	Entrenudo.....	11
4.2.3.1.c.	Nudo.....	11
4.2.3.1.d.	Vaina.....	11
4.2.3.1.e.	Lamina foliar.....	12
4.2.3.1.f.	Aurícula y lígula.....	12
4.2.3.1.g.	Cuello.....	12

4.2.3.2. Características agronómicas.....	12
4.2.4. Propiedades de los productos comerciales (21) .....	12
4.2.4.1. ETHREL 48 SL.....	12
4.2.4.1.a. Uso agronómico.....	12
4.2.4.1.b. Modo de acción.....	13
4.2.4.1.c. Recomendaciones de uso .....	13
4.2.4.2. OPTILUX 48 SL.....	13
4.2.4.2.a. Uso agronómico.....	13
4.2.4.2.b. Composición química.....	13
4.2.4.2.c. Modo de acción.....	13
4.2.4.2.d. Recomendaciones de uso .....	13
4.2.5. Antecedentes recientes sobre investigaciones de inhibidores de floración.....	13
5 OBJETIVOS.....	15
5.1. General .....	15
5.1. Específicos.....	15
6 HIPÓTESIS.....	16
7 METODOLOGÍA.....	17
7.1. Selección del area .....	17
7.2. Tratamientos .....	17
7.3. Variables a evaluar .....	17
7.4. Intervalo de muestreo .....	18
7.4.1 Floración .....	18
7.4.1.1. Datos a tabular (Cuadro 4A y 5A).....	18
7.4.2. Muestreo de calidad del tallo (Corchonamiento).....	18
7.4.2.1. Datos a tabular (Cuadro 4A y 5A).....	18
7.4.3. Análisis de laboratorio .....	18
7.4.3.1. Datos a tabular.....	18
7.5. Análisis de la información .....	18
8 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	19
8.1. Porcentaje de Floración .....	19
8.2. Porcentaje de entrenudos con corcho.....	21
8.3. Producción en Toneladas de caña por hectárea .....	23
8.4. Rendimiento, kilogramos de azúcar por toneladas de caña.....	25
8.5. Productividad, toneladas de azúcar por hectárea .....	27
9 CONCLUSIONES .....	29
10 RECOMENDACIONES.....	30
11 BIBLIOGRAFÍA.....	31
12 ANEXOS.....	34

## 1. ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Ubicación del ensayo por localidad, abarcando dos estratos altitudinales (Figura.12A, 13A, 14A, 15A y 16A). .....	17
Cuadro 2. Prueba de medias de tukey para la variable porcentaje de floración en las diferentes localidades en el Ingenio Pantaleón, Escuintla. 2005 .....	19
Cuadro 3. Prueba de medias de tukey para la variable porcentaje de entrenudos con corcho.....	22
Cuadro 4A. Boleta de muestreo para corcho e inducción.....	1
Cuadro 5A. Boleta de muestreo para floración y lalas.....	2
Cuadro 6A. Datos tabulados de producción t/ha y rendimiento Kg/t por repetición para cada localidad y tratamiento en Ingenio Pantaleón. Escuintla, 2005. ....	3
Cuadro 7A. Datos tabulados de porcentaje de flor y porcentaje de entrenudos con corcho por repetición para cada localidad y tratamiento en Ingenio Pantaleón. Escuintla, 2005.....	4
Cuadro 8A. Promedios porcentaje de flor, porcentaje de entrenudos con corcho, producción t/ha y rendimiento Kg/t por repetición para cada localidad y tratamiento en Ingenio Pantaleón. Escuintla, 2005. ....	5
Cuadro 9A. Promedios porcentaje de flor, porcentaje de entrenudos con corcho, producción t/ha y rendimiento Kg/t por tratamiento en Ingenio Pantaleón. Escuintla, 2005.....	5
Cuadro 10A. Datos tabulados de productividad t Az/ha por repetición para cada localidad y Tratamiento en Ingenio Pantaleón. Escuintla, 2005.....	5
Cuadro 11A. Promedios productividad t Az/ha por Tratamiento en Ingenio Pantaleón. Escuintla, 2005. ....	6
Cuadro 12A. Análisis de varianza (ANDEVA), para la variable en respuesta porcentaje de flor, ensayo aplicación de dos productos (ethrel y optilux), Ingenio Pantaleón. Escuintla, 2005.....	6
Cuadro 13A. Análisis de varianza (ANDEVA), para la variable en respuesta porcentaje de corcho, ensayo aplicación de dos productos (ethrel y optilux), Ingenio Pantaleón. Escuintla, 2005. ....	6
Cuadro 14A. Análisis de varianza (ANDEVA), para la variable en rendimiento en kg/ton, ensayo aplicación de dos productos (ethrel y optilux), Ingenio Pantaleón. Escuintla, 2005. ....	6

## 2. INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Comportamiento del porcentaje de flor por localidad. del Ingenio Pantaleón . Escuintla, 2005.....	20
Figura 2. Promedios de porcentaje de flor para cada producto evaluado en el Ingenio Pantaleón. Escuintla, 2005. ....	21
Figura 3. Comportamiento del porcentaje de entrenudos con corcho en las diferentes localidades en Ingenio Pantaleón. Escuintla, 2005. ....	22
Figura 4. Promedios de porcentaje de entrenudos con corcho para cada producto evaluado en Ingenio Pantaleón. Escuintla, 2005. ....	23
Figura 5. Producción en Toneladas métricas de caña por hectárea para las tres localidades evaluadas en el Ingenio Pantaleón. Escuintla. 2005. ....	24
Figura 6. Promedios de Producción (ton/ha) para cada producto evaluado en el Ingenio Pantaleón. Escuintla, 2005. ....	25
Figura 7. Rendimiento en Kg/ton para cada localidad en Ingenio Pantaleón. Escuintla, 2005. ....	26
Figura 8. Promedios de Rendimiento (kg/t) para cada producto evaluado en el Ingenio Pantaleón. Escuintla, 2005. ....	26
Figura 9. Productividad en Toneladas de azúcar por hectárea para cada localidad en Ingenio Pantaleón. Escuintla.2005. ....	27
Figura 10. Promedios de productividad (t azúcar/ha) para cada producto evaluado. Ingenio Pantaleón. Escuintla, 2005. ....	28

### 3. PRESENTACIÓN

En Guatemala para la zafra 2002-2003 existe un área sembrada de caña de azúcar de aproximadamente 14,869.72 hectáreas; de la cual un 73.3 por ciento es cultivada con la variedad CP-722086 (7).

El cultivo en su desarrollo vegetativo presenta cuatro periodos, los cuales son: periodo de germinación, de amacollamiento, de crecimiento y de maduración; antes de iniciar el último periodo se encuentra la fase reproductiva o de floración. Este florecimiento tiene efecto perjudicial ya que da lugar a la formación de medula corchoza que influye en el proceso productivo.

La floración de la caña de azúcar, es un factor importante en la producción. Los cambios en el metabolismo que tiene lugar a la iniciación del botón floral ocasionan cambios marcados en el crecimiento de los tallos. La suspensión del desarrollo terminal después de la floración reduce la capacidad del tallo para producir azúcar (8).

Este problema hace que la industria cañera a nivel centroamericano tenga pérdidas de entre 10 a 15 toneladas por hectárea (20). Debido a lo anterior en el área cañera el ingrediente activo Ethepon es utilizado como inhibidor de floración, siendo un regulador de crecimiento que una vez absorbido por la planta, se descompone y libera etileno dentro de los tejidos. El etileno es una sustancia natural de las plantas que actúa acelerando la maduración. Siendo aplicado para obtener un mayor rendimiento en libras de azúcar por tonelada cortada en la etapa inicial del corte de la caña de azúcar.

Entre las variables evaluadas, no existió diferencias estadísticas entre localidades aplicadas pero si entre productos evaluados, por lo que para la variable de porcentaje de flor tanto el producto Ethrel como el producto Optilux muestran diferencias de un 20% de reducción en el porcentaje de flor.

Para la variable porcentaje de entrenudos con corcho los productos muestran reducción de entrenudos con presencia de corcho. En la variable producción el producto Ethrel muestra un incremento de 5.40 t/ha, mientras que el producto Optilux decrece en 8.73 t/ha.

Para la variable rendimiento (kilogramos de azúcar por tonelada métrica de caña), existe una respuesta positiva de los productos aplicados, obteniendo en el producto Ethrel un diferencial de 4.08 (kg Az/ton) y de 7.12 (kg Az/ton) para el producto Optilux. En la variable productividad (toneladas de azúcar por hectárea), los productos Ethrel y Optilux obtuvieron un incremento mínimo de 1.17 (ton Az/ha) y 0.27 (ton Az/ha) respectivamente.

## 4. MARCO TEÓRICO

### 4.1. Marco conceptual

#### 4.1.1. Morfología de la caña de azúcar

Las partes básicas de una planta que determina su forma son: la raíz, el tallo, la hoja y la flor. Todas cumplen una función específica y están estrechamente relacionadas entre sí. Las estructuras externas e internas varían entre las partes, inciden en el normal funcionamiento y desarrollo de la planta y son la base para su clasificación botánica (6).

#### 4.1.2. La flor

La inflorescencia de la caña de azúcar es una panícula sedosa en forma de espiga. Esta constituida por un eje principal con articulaciones en las cuales se insertan las espiguillas, una frente a la otra; estas contienen una flor hermafrodita con tres anteras y un ovario con dos estigmas. Cada flor está rodeada de pubescencias largas que le dan a la inflorescencia un aspecto sedoso. En cada ovario hay un óvulo el cual, una vez fertilizado, da origen al fruto o cariósipide. El fruto es de forma ovalada de 0.5 mm de ancho y 1.5 mm de largo, aproximadamente (6).

#### 4.1.3. La floración

La floración es el producto final de un conjunto de efectos acumulativos que están relacionados con aspectos metabólicos en la planta, que dan origen finalmente a la yema floral. Se estima que el proceso ocurre en cinco fases:

- a) inducción del estímulo floral,
- b) diferenciación del ápice e inicio del desarrollo de la inflorescencia,
- c) crecimiento y desarrollo del caquis y partes de la flor,
- d) emergencia de la inflorescencia, y
- e) apertura de las partes florales

Según Alexander, 1973. En caña de azúcar se han reconocido cuatro distintos estados de la floración (7):

- a) iniciación del primordio (recepción del estímulo),
- b) organización floral,
- c) maduración floral y
- d) emergencia de la panícula

#### 4.1.4. La inducción de la floración

Salisbury demostró que la transformación del ápice vegetativo en flor depende de la intensidad del estímulo. Es decir, un fotoperíodo inductivo determinó que los ápices vegetativos de unas pocas plantas se desarrollen lentamente; varios fotoperíodos inductivos determinan que más plantas se desarrollen más rápidamente (2).

Chailajyàn ha puntualizado que la respuesta de floración requiere cuatro pasos (2):

- a) la percepción del estímulo
- b) la transformación del órgano receptor
- c) el transporte del estímulo resultante, y
- d) una respuesta del ápice en desarrollo que resulta en la floración.

La percepción se hace a través del fotocromo. La transformación es algún cambio en el metabolismo, mediado por el fotocromo o por un derivado. Al parecer las sustancias inductoras de la floración son transportadas por el floema porque los experimentos de injerto demuestran que debe haber una unión patrón-injerto (2).

En áreas tropicales y subtropicales, con condiciones de clima favorables para la floración natural de la caña, la sucesión de los diferentes estados es ininterrumpida. Una vez que el tallo forma el primordio floral, el desarrollo y la diferenciación prosiguen hasta alcanzar el completo desarrollo y la emergencia. El tiempo de la iniciación a la emergencia varía de 4 a 6 semanas. En áreas subtropicales como Luisiana, la iniciación floral tiene lugar casi cada año con las temperaturas medias del otoño y del invierno sin heladas. La intensidad de la luz y la calidad de la misma son factores importantes en la emergencia de la inflorescencia. Las plantaciones con exposiciones al sur y al oeste reciben más luz, con la cual hay un porcentaje más alto de emergencia. La falla de algunas espigas para emerger es debida a que no se satisfacen los factores fisiológicos que controlan la emergencia (8).

La floración tiene lugar cuando las circunstancias son favorables para un cambio del estado vegetativo al reproductivo, cuando se ha sobrepasado la edad mínima y/o el estado fisiológico de desarrollo. Las variedades difieren en sus características de floración. Algunas son de floración temprana, otras tardías; algunas son de variedades en la extensión de la floración en un ambiente particular se deben a causas genéticas y por lo tanto hereditarias (8).

La floración normalmente tiene lugar durante el otoño cuando hay una reducción del crecimiento debido a días más cortos y noches más frías, después del rápido crecimiento en los meses calientes del verano. La iniciación floral tiene lugar muchas semanas antes que los primeros signos de floración sean visibles y tanto como 10 semanas de la emergencia de las espigas. Panje y Srinivasan concluyeron que las diferencias en la época de iniciación floral ocasionan diferencias en la época de floración, un punto de vista sostenido por Stevenson. La caña cultivada en suelos infértiles y delgados se desarrolla con lentitud y normalmente florea más que la caña bien nutrida de la misma variedad cultivada en buenos suelos (8).

Stevenson informa que la temperatura afecta no solo la iniciación de la floración, sino también la proporción y extensión de la emergencia de las espigas. Algunas veces las temperaturas son muy bajas para el desarrollo normal de las espigas y para que emerjan de las vainas que las envuelven (8).

#### **4.1.5. Factores que afectan la floración**

Existen factores relacionados con la floración de la caña de azúcar, los factores críticos que controlan el mecanismo de floración en caña de azúcar son el fotoperíodo, la temperatura, la madurez y la humedad del suelo. Otros factores que afectan la floración son sensibilidad de la variedad para florecer, la intensidad de la luz, la fertilidad del suelo y estado nutricional de la planta y la altitud sobre el nivel del mar (22). Algunos de ellos se señalan a continuación:

##### 4.1.6. Factores intrínsecos

###### 4.1.6.1. Edad del cultivo

La caña presenta una fase juvenil, en la cual los tallos inmaduros no florecen; aspecto muy relacionado con la variedad y la edad de los tallos. En los retoños esta fase ocurre alrededor de 1 a 1.5 meses antes que en la caña planta; en las variedades floreadotas la fase juvenil es corta. Esta fase por lo general concluye cuando se forman entre 2 y 4 entrenudos (contados desde la base) (19).

Humbert indica que la caña joven a menudo los tallos primarios más viejos son los únicos que florecen. Los tallos que crecen después no están suficientemente desarrollados para producir flores (8).

###### 4.1.6.2. Estímulos producidos por las hojas

El fisiólogo ruso M Kh. Chailajyàn en varios experimentos observó el papel de la hoja en la fotoperiodicidad. La observación más importante es que si una hoja de una planta se mantiene en la longitud de día correcta, esta florecerá sin que importen las condiciones ambientales en el resto de la planta. Estos experimentos indican además que el resultado de la percepción es crear un estímulo que sale de la hoja y va a los meristemos para iniciar la floración (2).

Se ha estimado que las hojas a punto de abrir (0 y -1) son las más sensibles al fotoperíodo y aparentemente producen estímulos florales que se translocan y ayudan a que la inducción floral ocurra. Cuando estas hojas son removidas o cubiertas durante el periodo crítico inductivo se reduce significativamente la intensidad de la floración. Además, causa un retraso significativo en la emergencia de la inflorescencia. Por el contrario, las hojas +3 y +4 aparentemente elaboran alguna sustancia transmisible que inhibe la floración. También se ha observado que los tallos de una cepa muestran bastante independencia (19).

##### 4.1.7. Factores extrínsecos

###### 4.1.7.1. Fotoperíodo

Las plantas se clasifican en tres grupos principalmente con base en la forma en que la fotoperiodicidad (fotoperíodo) influye en su floración. Las plantas de día corto se definieron inicialmente como plantas que florecen cuando son expuestas a alguna duración crítica



mínima del día o a una menor. Sin embargo, el factor importante para el inicio de su floración es el periodo largo ininterrumpido de oscuridad, más que el periodo corto de luz diurna. En otras palabras, las plantas de día corto florecen cuando la duración de la noche es igual o mayor de algún valor crítico (18).

Las plantas de día largo se definieron inicialmente como vegetales capaces de florecer cuando la duración del día es igual o mayor de algún valor crítico. Sin embargo, una definición más exacta sería que las plantas de día largo florecen cuando la duración de la noche es igual o menor que determinado valor crítico (18).

La duración crítica del día (o de la noche) que inicia la floración varía con la especie, y una planta de día largo no necesariamente tiene mayor duración del día crítica que una planta de día corto. Algunas plantas no inician la floración en respuesta a cantidades cambiantes de luz y oscuridad. Estas plantas de día neutro florecen en reacción a algún otro tipo de estímulo, externo o interno (18).

Al parecer la caña de azúcar se considera como plantas de día neutro; a la cual se ha fijado un rango inductivo de 12 horas 30 minutos más o menos 15 minutos. Uno de los trabajos pioneros en fotoperíodo de la caña de azúcar fue hecho por Allard, citado por Alexander; al inducir artificialmente la floración de *S spontaneum* de Nueva Guinea, usando fotoperíodo constante entre 12 y 14 horas semejante a tipo intermedio (5).

#### **4.1.7.2. Duración e intensidad de la luz**

En muchas especies, las respuestas a la luz en especial la luz que absorbe el fitocromo, están determinadas por la hora del día en que recibe la luz (13).

La intensidad de la luz es un factor importante para determinar las características y proporción del desarrollo de las plantas. Se ha observado por siglos que la floración ocurre aproximadamente en la misma época cada año, pero no fue sino hasta 1920 cuando Garner y Allard, trabajando con tabaco, descubrieron que las plantas florecen solo cuando el periodo de iluminación es relativamente corto (8).

#### **4.1.7.3. Latitud y altitud**

En latitudes medias y altas de los dos hemisferios, los periodos de luz y oscuridad se hacen más largos o más cortos según las estaciones (17).

La floración es influida por la latitud en la que se siembra la caña; aquella disminuye conforme aumenta la distancia del ecuador (19).

La altitud tiene su importancia porque está relacionada con la temperatura. En zonas elevadas las temperaturas disminuyen e inhiben la floración; por el contrario, en zonas bajas donde la temperatura es cada vez mayor, se favorece el proceso (19).

#### **4.1.7.4. Temperatura**

La temperatura tiene un efecto directo sobre la inducción floral, desarrollo de la panícula y viabilidad del polen, tanto las temperaturas mínimas durante la noche, como la máxima durante el día, son inhibitorias de la floración. Cuando la temperatura diurna excede a los 32 grados centígrados y la temperatura nocturna disminuye a 18 grados centígrados, la floración se reduce. La inducción máxima ocurre entre los 21 y 27 grados centígrados (19).

#### **4.1.8. La floración y sus efectos agronómicos en la maduración de la caña de azúcar**

La floración, y el proceso de reproducción en si, es un fenómeno altamente dependiente de energía por lo cual es un gran consumidor de substratos portadores de esta, como lo es la sacarosa, carbohidrato universal para transporte en el floema de los vegetales, que al quedar de excedente se almacena en estructuras especializadas como lo son los tallos de la caña de azúcar. De esta manera, inhibir o suprimir la floración (cuando no se utiliza para la producción de órganos sexuales de los vegetales) es una practica agronómica muy deseable para el caso de la caña de azúcar, entendiéndose que es principalmente en los últimos estadios del cultivo (llamada fase de maduración) cuando se requiere de los menores gastos de energía, para que la que proviene del proceso fotosintético de las hojas aun activas, tenga más chance de acumularse prioritariamente en los entrenudos mas superiores (10).

##### **4.1.8.1. La floración y el consumo de sacarosa**

El proceso de floración en la caña de azúcar conlleva eventos biológicos que tienen repercusión agronómica negativa en la producción de azúcar, ya que una vez iniciado, si no se frena o se revierte, conduce al deterioro de los tallos de caña que lo manifiestan con una reducción e su tasa de acumulación de sacarosa que, si continua, puede llegar a provocar hasta el consumo de la sacarosa que ya había almacenado, especialmente en los entrenudos superiores del tallo (10).

##### **4.1.8.2. La reducción o detención del deterioro**

La influencia detrimental del proceso de floración sobre el rendimiento agronómico en la caña de azúcar puede anularse o reducirse manejando los dos siguiente lineamientos (10):

- a) inhibición de la floración: entre los factores prioritarios en inducción-inhibición floral están las variables climáticas como duración e intensidad lumínica, régimen de precipitación anual, régimen de temperaturas durante el año. Estas variables, en nuestras latitudes, son muy impredecibles de un año para otro, principalmente por la gran influencia que hay en el área mesoamericana de las corrientes del niño (y de la niña). Por otro lado, también hace muy difícil las predicciones sobre aspectos climáticos, la deficiencia de redes meteorológicas y registros a largo plazo, que permitan elaborar y correlacionar tablas y curvas para entender cuando y como toma lugar un fenómeno muy complejo como lo es la floración.

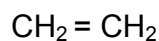
- b) Supresión de la floración: siempre que se ha utilizado el glifosato como madurante en el arranque de las épocas de aplicación (septiembre y octubre) ha sido sobre variedades floreadoras, momentos en los cuales la floración ha sido suprimida en su totalidad.

#### 4.1.9. Controles organismicos

Gran parte del desarrollo de las plantas está medido por estímulos generados en el interior de sus órganos o como resultado de la organización que han alcanzado. El desarrollo puede ser afectado o controlado por hormonas, compuestos que se sintetizan en un lugar del organismo y se transportan a otro, donde actúan regulando el crecimiento, desarrollo y metabolismo de modos específicos y a muy bajas concentraciones (2).

##### 4.1.9.1. Efectos fisiológicos del etileno

El etileno, única hormona vegetal que es un gas es incoloro y de un olor parecido al éter. Es producido en varias partes de las plantas: en los nudos de los tallos, en frutos en maduración y en tejidos senescentes como las hojas de otoño (18).



El etileno es importante en muchos aspectos de la senescencia, incluyendo el proceso de maduración de los frutos. Ocurren varios cambios fisiológicos durante esta maduración. Los frutos a menudo cambian de color, a medida que la clorofila es degradada y se sintetiza otros pigmento (18).

Otro efecto del etileno se relaciona con la senescencia. Se ha sugerido que actúa como la hormona que induce la abscisión foliar. Sin embargo, en realidad la abscisión se encuentra bajo control de dos hormonas vegetales, como Etileno y Auxinas (18).

El etileno detiene temporalmente el crecimiento de la planta en tamaño, principalmente a través de la influencia sobre la acción de las auxinas en la elongación celular. También ejerce una acción sobre la disposición de las microfibras en la pared celular, la cual es mediada por las auxinas. El resultado es que el crecimiento celular se oriente en el sentido radial. Esto da como resultado que las células en lugar de tener una forma rectangular, sean isodiamétricas, lo que conlleva a un desarrollo más grueso del tallo (4).

El efecto temporal de la acción del Etileno, se traduce en un amarillamiento de las hojas 3 ó 4 días posteriores a la aplicación y dura 7 ó 8 días y luego desaparece (4).

El entrenudo que en ese momento, esta en formación sufre una reducción de su tamaño, pero es más grueso, dando lugar a un entrenudo "tipo barrilito", que se observa acabo de tras a cuatro semanas después del aplicación, muy parecido al resultado de un fuerte sequilla donde también se reduce le tamaño de los entrenudos (4).

Además se observa como una hinchazón de las yemas y en la etapa final menor cantidad de hojas por su tendencia a caerse (4).

Luego que la planta se recupera del estrés que le produce la aplicación (partir de los 15 días), continuara su crecimiento normal y los entrenudos que se formen alcanzarán un tamaño norma. El entrenudo, tipo barrilito marca la fecha de aplicación y nos indicará la acción del producto en la planta. Logrando realizar mediciones de crecimiento, tomando como referencia dicho entrenudo, corroborando que el producto no afecta el crecimiento (4).

## **4.2. Marco referencial**

### **4.2.1. Descripción del área**

#### **4.2.1.1. Ubicación del área de estudio**

El área de estudio pertenece a la corporación Pantaleón-Concepción que se encuentra localizada en el kilómetro 86 carretera al pacifico, en el municipio de Siquinala, departamento de Escuintla, Guatemala, a 14°19' latitud norte y 90°59' longitud oeste a una altitud que va desde los 55 msnm hasta 420msnm. (9).

Ocupa un área de 41,355.62 hectáreas distribuidas en ocho administraciones (Agrícola, Playa Grande, Pantaleón, Concepción, Bálsamo, Paso Antonio, Verapaz, Agrícola). Las áreas cultivadas con caña de azúcar están divididas en tres zonas, basadas en la altura sobre el nivel del mar (msnm) (9):

Zona baja de 0 a 90msnm

Zona media de 91 a 250 msnm

Zona alta de 251 a 450 msnm

#### **4.2.1.2. Ecología**

De acuerdo a la zonificación ecológica de Holdridge, se encuentra dentro de dos zonas bien definidas (23).

Zona tropical húmeda

Zona tropical perhumeda.

La primera caracterizada por una precipitación que va de 2000 a 4000 mm anuales, con una temperatura mayor a los 24°C y la segunda con una precipitación arriba de los 4000 mm anuales y temperatura de 24°C.

#### **4.2.1.3. Condiciones climáticas**

Según los registros de los años 2000 a 2003 de la estación meteorológica tipo "B" (Mangalito, finca Pantaleón) ubicada en dicha empresa las condiciones climáticas promedio son:

Precipitación pluvial promedio anual	3710.03 mm
Evaporación media anual a la intemperie	2172.53 mm
Horas luz promedio anual	2858.76

Temperatura máxima media anual	31.32 °C
Temperatura mínima media anual	19.92 °C
Temperatura media anual	25.62 °C

#### **4.2.1.4. Suelos**

De acuerdo con Simmons el área de estudio comprende los suelos de la serie siquinala y guacalate, los suelos de la serie Guacalate se caracterizan por ser poco profundos con inclinación y drenaje interno moderado desarrollado sobre toba volcánica o ceniza pomacea (16).

El suelo superficial es franco a una profundidad de 35cm con un 11% de materia orgánica, estructura granular y pH de 6.0-6.5 y el horizonte inferior es café claro sin estructura (16).

Los suelos de siquinala desarrollados sobre toba volcánica, con relieve levemente inclinado y drenaje rápido, son de color gris oscuro, textura franca y profundidad de 25 a 40 cm (16).

Las distintas áreas de estudio constan de tres localidades. Y cada servicio será distribuido en distintas zonas altitudinales. Las áreas de estudio abarcan las fincas Pantaleón y el Baúl (zona alta), San Bonifacio y Bálsamo (zona media) Limones (zona baja).

### **4.2.2. Requerimientos agro climáticos de la caña de azúcar**

#### **4.2.2.1. Requerimientos hídricos**

##### **4.2.2.1.a. La lluvia**

En un cultivo que evoluciona a diario y no a cada 30 días, el dato a usar es a una escala quincenal, decadal, semanal, pentadal o diario. Otro dato importante es el número de días con lluvia. Normalmente, junio y septiembre tienen cantidades muy parecidas de lluvia. Sin embargo, las lluvias de junio son más intensas y se concentran en un menor número de días (=20), mientras que las de septiembre son menos intensas pero más prolongadas (15).

Benacchio y Cassalet (1, 6). Indican que el requerimiento anual de agua de la caña va de 1000 a 2000 mm, bien distribuidos. En la mayor parte del área cañera de Guatemala. Biswas y Cassalet (3, 6). Señalan que en la mayor parte del área cañera de Guatemala se recibe y sobre pasa esta cantidad en promedio en unos 125-175 días, concentrándose, en promedio, un 7 por ciento de las lluvias de enero a abril, un 90 por ciento de las lluvias en los meses de mayo a noviembre y el 3 por ciento restantes en diciembre. En el área Este y en el estrato bajo, las lluvias anuales pueden estar entre 1500 y 3500 mm (en 100 a 125 días), aumentando generalmente hacia el Oeste, y en el estrato alto, las lluvias pueden estar entre 3500 a 4000 mm (en 75 a 200 días), o más en algunos casos.

#### **4.2.2.1.b. La evaporación/evapotranspiración**

Con fines de cuantificación del aprovechamiento de las lluvias para definir el inicio o fin de la estación lluviosa, efectos de la canícula, programación de riegos y otros, se usan datos diarios de evapotranspiración del orden de 5mm. El estrato medio tiene valores anuales de ETP de 1600 a 1800 mm, mostrando ciertas deficiencias hídricas en los meses de la estación seca. El estrato alto tiene valores anuales de ETP de 1500 a 1700 mm, con leves deficiencias hídricas al final de la estación seca y en el estrato bajo, los valores anuales de ETP potencial pueden ir de 1800 a 2000 mm (14).

Biswas (3). Indica que la relación entre los valores de evapotranspiración/evaporación se conoce como Coeficiente de cultivo o uso consuntivo,  $K_c$  de la caña de azúcar y van de 0.4 a 1.0 desde la siembra hasta los 7 meses de edad, cuando ya hay un follaje totalmente desarrollado, luego sube hasta 1.2 hacia los 10 meses y baja a 0.95 al entrar a cosecha, teniendo un valor de  $K_c$  promedio de 0.9.

#### **4.2.2.2. Requerimientos energéticos**

##### **4.2.2.2.a. La temperatura del suelo**

Temperaturas bajas reducen la eficiencia de la planta para absorber elementos como el N y el K, el crecimiento de la caña puede limitarse con temperaturas del suelo menores de 21 grados centígrados y obtenerse con temperaturas menores de 12 grados centígrados, el óptimo de la temperatura del suelo está entre 26-27 grados centígrados. Temperaturas altas del suelo reducen el crecimiento del sistema radicular (3).

##### **4.2.2.2.b. Temperatura ambiental**

Se aceptan que temperaturas ambientales entre 26-30 grados centígrados con las más adecuadas para la caña y que su temperatura base es de 18 grados centígrados. El patrón de crecimiento de la caña es en función de la variedad y está regido por las temperaturas extremas. Temperaturas nocturnas menores a 18 grados centígrados pueden reducir la intensidad de la floración. Temperaturas relativamente altas y bastante brillo solar pueden favorecer la floración, mientras que temperaturas relativamente altas y menos brillo solar pueden restringir la intensidad de la floración (3).

Según Sánchez (15); en nuestro medio, el estrato bajo puede tenerse temperaturas medias anuales entre 26-28 grados centígrados, el estrato medio puede tenerlas entre 24-26 grados centígrados y el estrato alto entre 23-25 grados centígrados. Las temperaturas máximas absolutas en el estrato bajo pueden llegar hasta 39-41 grados centígrados, en el estrato medio entre 36-38 grados centígrados y en el alto entre 33-36 grados centígrados.

##### **4.2.2.2.c. Radiación solar**

Según Cassalet (6), la etapa de la floración está regida tanto por factores genéticos como ambientales, entre estos la duración del foto período. Un foto período amplio induce la

formación del primordio floral en aquellas variedades que son sensibles a florecer en condiciones naturales.

La mayor parte de la zona cañera guatemalteca esta a una latitud cercana a los 14 grados norte. Aquí, el foto período va de 11.2 horas en diciembre, hasta un máximo teórico diario de 13 horas en junio, lo cual se modifica por la presencia de nubosidad característica de cada mes y la topografía del lugar (15).

En el estrato bajo, el número anual de horas de brillo solar es entre 2700-2800, en el estrato medio y alto el número anual es entre 2400 a 2500 horas (15).

#### **4.2.2.2.d. El viento**

Variedades de porte abierto o que tienen muchos brotes laterales pueden tener problemas por acame cuando hay vientos de mediana a fuerte intensidad. Velocidades altas de viento pueden afectar mecánicamente al cultivo rehuir su capacidad de translocación, máxime si esta se da al final de la fase de elongación, cuando la planta tiene mas follaje y ofrece una mayor resistencia al viento (15).

### **4.2.3. Características de la variedad CP-722086**

#### **4.2.3.1. Características morfológicas (9).**

##### **4.2.3.1.a. Aspecto de planta**

Habito de crecimiento de tallos semirrecto.  
Poco deshoje natural  
Cantidad de follaje intermedio

##### **4.2.3.1.b. Entrenudo**

Color verde amarillento con manchas negras  
Forma de crecimiento cilíndrico y ligeramente curvado al costado de la yema

##### **4.2.3.1.c. Nudo**

Forma de crecimiento obconoidal  
Yema redonda con alas, de base angosta  
Anillo de crecimiento protuberante

##### **4.2.3.1.d. Vaina**

Desprendimiento intermedio  
Color rosado y quebradiza por el centro  
Presencia de afate intermedio

#### 4.2.3.1.e. Lamina foliar

Borde aserrado

#### 4.2.3.1.f. Aurícula y lígula

Aurícula forma transicional ascendente  
Lígula generalmente deltoide con rombo

#### 4.2.3.1.g. Cuello

Color café  
Superficie semilisa

#### 4.2.3.2. Características agronómicas

Es una variedad muy floreadora (hasta 95 por ciento) de fácil corte y desbajado regular, se adapta a todo tipo de suelo, resistente al carbón, altamente resistente a la roya, incidencia alta a Mosaico, raya roja y amarillamiento foliar. Es de maduración temprana, por lo que se recomienda su siembra y cosecha para los meses de noviembre a febrero , debido al alto porcentaje de floración que tiene a la formación de tejido corchoso, empezando por el tercio superior hacia abajo (12).

Esta variedad en cuanto a rendimiento, según pruebas realizadas en plantía, primer soca y segunda soca, para las zafra del 2001/02, 2002/03, a la zafra2003/04, respectivamente; en variedades promisorias de caña de azúcar, utilizando como testigo dicha variedad, indica que tiene un buen tonelaje de caña por hectárea y un alto rendimiento de libras de azúcar por tonelada de caña. Se ha obtenido resultados promedio de 137 toneladas de caña por hectárea, con rendimiento industrial de 22.7 toneladas de azúcar por hectárea para el estrato medio, y 142 toneladas de caña por hectárea y 23.7 toneladas de azúcar por hectárea para el estrato bajo (11).

#### 4.2.4. Propiedades de los productos comerciales (21)

##### 4.2.4.1. ETHREL 48 SL

##### 4.2.4.1.a. Uso agronómico

Regulador de crecimiento-fosfonico ethephon

Composición química

(2-chloroethyl) phosphonic acid .....	p/v 48.00%
Ingredientes inertes .....	52.00%
Total .....	100.00%



#### 4.2.4.1.b. Modo de acción

Ethrel 48 SL. Es un regulador de crecimiento que una vez absorbió por la planta, se descompone y libera etileno dentro de los tejidos. El etileno es una sustancia natural de las plantas que actúa acelerando la maduración.

#### 4.2.4.1.c. Recomendaciones de uso

Para el cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) se recomienda una dosis de 1.25 a 1.5 litros por hectárea, equivalentes a 0.84 a 1.05 litros por manzana.

#### 4.2.4.2. OPTILUX 48 SL

##### 4.2.4.2.a. Uso agronómico

Regulador de crecimiento-fosfonico etephon

##### 4.2.4.2.b. Composición química

(2-chloroethyl) phosphonic acid .....	p/v 48.00%
Ingredientes inertes .....	52.00%
Total .....	100.00%

##### 4.2.4.2.c. Modo de acción

Ethephon es una hormona vegetal reguladora del crecimiento, que induce la liberación de etileno dentro del tejido vegetal. OPTILUX 48SL aplicado en determinadas fases de desarrollo de las plantas y de sus órganos, provoca alteraciones en su proceso fisiológico y bioquímico conforme el objetivo pretendido.

##### 4.2.4.2.d. Recomendaciones de uso

Para el cultivo de la caña de azúcar su tipo de acción es: incrementar la germinación, incrementar macollamiento, inhibir floración. Las dosis recomendadas en litros por hectárea específico para inhibidor es de 1.0 a 1.5, en un volumen de agua de 20 a 30 litros. Recomendando aplicar el producto vía aérea, 4.5 a 5.5 meses después de la siembra.

#### 4.2.5. Antecedentes recientes sobre investigaciones de inhibidores de floración

Xia (23) en el año 2000, realizó una evaluación sobre tres dosis (1.5, 1.75, 2.0 litros por hectárea) y seis épocas de aplicación del ethrel (21, 28 de julio/98 y 4, 11, 18, 25 de agosto/98), en el estrato alto del Ingenio El Baúl, S.A. en la variedad CP-722086; dando resultados que el ethrel bajo las condiciones climáticas registradas en ese año influyó en la intensidad de flor producida, teniendo además que el efecto del ethrel se manifiesta en reducir en parte el porcentaje del número de entrenudos con corcho principalmente e la

dosis 2.0 litros por hectárea.; empero afecta en la acción que ejerce la emergencia de brotes laterales en el tallo, manifestándose claramente en la dosis mas alta de 2.0 litros por hectárea, que constituye un efecto negativo en la reducción del rendimiento.

Toledo (20), indica que el producto Ethrel ha demostrado eficiencia cuando se aplica correctamente durante el periodo de inducción floral el cual para el caso de Guatemala va de 1 al 20 de agosto. La dosis efectiva debe ser de 1.5 litros por hectárea, permitiendo inhibir la floración en un 80 por ciento y/o lograr un atraso significativo en la emisión floral que ha redundado en u aumento del tonelaje de 8 a 12 toneladas por hectárea. Adicionalmente se ha comprobado que cañas tratadas con Ethrel evidencian un rebrote más uniforme y vigoroso.

## **5. OBJETIVOS**

### **5.1. General**

Evaluar dos inhibidores de floración en la variedad CP-722086 de caña de azúcar (*Saccharum* sp.) en tres localidades de la zona cañera del Ingenio Pantaleón, S.A.

### **5.1. Específicos**

Determinar la incidencia de floración y desarrollo de corcho. Estimados en porcentaje.

Evaluar la respuesta a la aplicación de cada inhibidor de floración en el rendimiento en kilogramos de azúcar por tonelada de caña, y en producción de caña (toneladas de caña por hectárea).

## 6. HIPÓTESIS

Al menos un producto, producirá efectos de inhibición de la flor sobre la variedad CP-722086.

Al menos un producto, producirá menos formación de corcho sobre la variedad CP-722086.

## 7. METODOLOGÍA

### 7.1. Selección del area

Para cada localidad se utilizarón pantes con distinta área. Dentro de cada unidad experimental se tomaran tres partes procurando abarcar más área en el testigo con el propósito que no exista un traslape entre un producto y otro a la vez para tener datos con mas precisión se tomaran en la parte media de cada unidad experimental.

Las aplicaciones de cada producto fueron áreas, con avioneta utilizando GPS para la ubicación de los pantes.

**Cuadro1.** Ubicación del ensayo por localidad, abarcando dos estratos altitudinales (Figura.12A, 13A, 14A, 15A y 16A).

FINCA	LOTE	VARIEDAD	AREA APLICADA	ESTRATO	# CORTES	FECHA DE CORTE	PRODUCTO/ TRAT
san bonifacion	2002	CP-722086	19.14	medio	3	26-Mar-04	Ethrel
san bonifacion	2001	Cp-722086	7.86	medio	3	26-Mar-04	testigo
san bonifacion	2001	CP-722086	7.86	medio	3	26-Mar-04	Optilux
san bonifacion	2701	CP-722086	10.8	medio	1	04-Mar-04	Ethrel
san bonifacion	2701	CP-722086	10.8	medio	1	04-Mar-04	testigo
san bonifacion	2701	CP-722086	10.8	medio	1	04-Mar-04	Optilux
limones pantaleon	3701	CP-722086	7.96	bajo	1	09-Feb-04	Ethrel
limones pantaleon	3701	CP-722086	7.94	bajo	1	09-Feb-04	Optilux

### 7.2. Tratamientos

Para este estudio serán:

Ethrel 48SL

Optilux 48SL

Testigo (0 aplicación)

### 7.3. Variables a evaluar

- Porcentaje de formación de flor
- Porcentaje de entrenudos con corcho
- Producción en cosecha (toneladas de caña por hectárea)
- Rendimiento en pre-cosecha (kilogramos de azúcar por hectárea)

## **7.4. Intervalo de muestreo**

La selección del área de estudio se realizó en base a datos de edad del cultivo, fecha de corte y variedad. Realizando el muestreo de la siguiente manera.

### **7.4.1 Floración**

Establecer cinco submuestras fijas de 10 metros de largo cada una. A partir de los 60 días después de la aplicación y cada 30 días subsiguientes.

#### **7.4.1.1. Datos a tabular (Cuadro 4A y 5A)**

Número total de tallos por estación  
Tallos florecidos

### **7.4.2. Muestreo de calidad del tallo (Corchonamiento)**

A partir de los 60 días después de la aplicación y cada 30 días después de la aplicación tomar 10 tallos en cinco submuestras fijas al azar de 10 metros de largo cada una y determinar.

#### **7.4.2.1. Datos a tabular (Cuadro 4A y 5A)**

Numero total de tallos por estación  
Si el tallo es normal o inducido  
Numero de entrenudos

### **7.4.3. Análisis de laboratorio**

Tomar una estación de 10 por 10 metros. En cada tratamiento. Tomar una muestra por estación.

#### **7.4.3.1. Datos a tabular**

Rendimiento (kilogramos de azúcar/toneladas de caña)

## **7.5. Análisis de la información**

Se realizó un análisis estadístico para las variables de Porcentaje de Floración y Porcentaje de Corcho y Rendimiento (kg de azúcar por toneladas de caña) en un diseño de parcelas divididas con cuatro repeticiones por localidad.

Se practicó un análisis descriptivo para la variable en estudio: Producción (toneladas de caña por hectárea).

## 8. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 8.1. Porcentaje de Floración

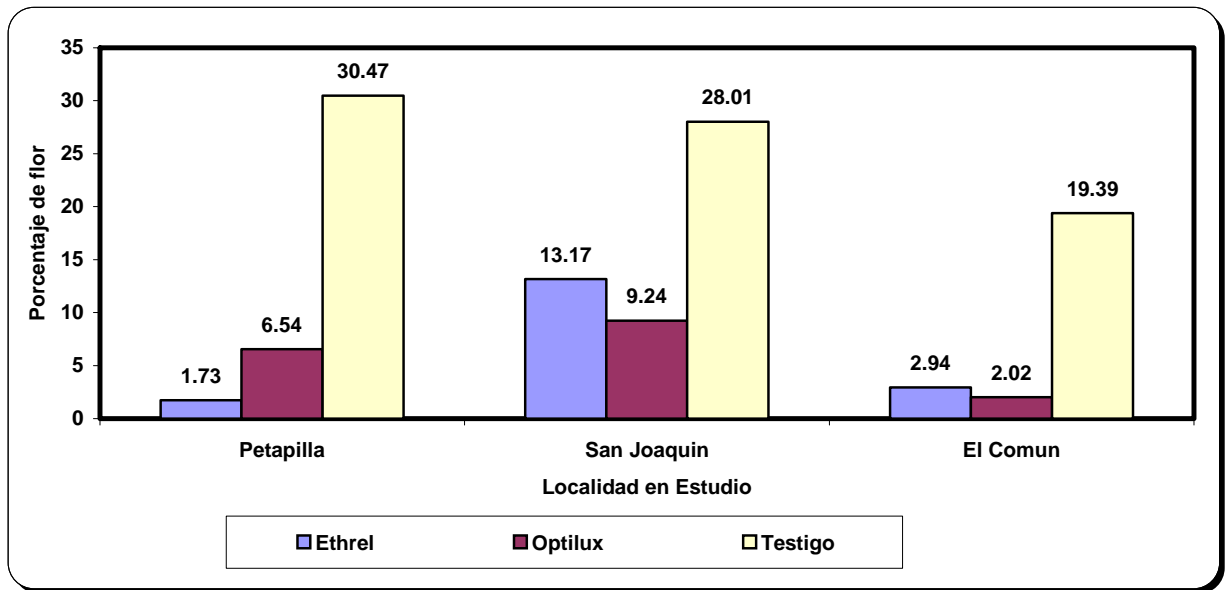
Para la variable porcentaje de floración se encontró diferencia significativa, al 5% para los productos utilizados (ver cuadro 12A). Por lo tanto podemos decir que hubo efecto de los productos (Ethrel y Optilux) en inhibir la floración en la caña en las tres localidades tres localidades. En el cuadro 2 se muestra la agrupación del análisis TUKEY para la variable porcentaje de floración.

**Cuadro 15.** Prueba de medias de tukey para la variable porcentaje de floración en las diferentes localidades en el Ingenio Pantaleón, Escuintla. 2005

FINCA	LOTE	TRATAMIENTO	grupo TUKEY
Limonos-Pantaleon	Petapilla	Testigo	a
San Bonifacio	San joaquin	Testigo	a
San Bonifacio	El común	Testigo	a
San Bonifacio	San joaquin	Ethrel	b
San Bonifacio	San joaquin	Optilux	b
San Bonifacio	El comun	Ethrel	c
San Bonifacio	El comun	Optilux	c
Limonos-Pantaleon	Petapilla	Ethrel	c
Limonos-Pantaleon	Petapilla	Optilux	c

De acuerdo con la prueba de Tukey (cuadro 2), se confirma que en los primeros tres tratamientos que corresponden a las tres localidades con el testigo fue el que presentó el mayor porcentaje de floración, mientras que los aplicados están clasificados con otro nivel en dependencia de la finca en que se realizaron. Es decir que ambos productos presentaron el mismo efecto en cada una de las localidades evaluadas.

Es así como en la figura 1 se presenta el comportamiento del porcentaje de flor en las diferentes localidades evaluadas y poder visualizar el accionar de cada uno de los productos utilizados.

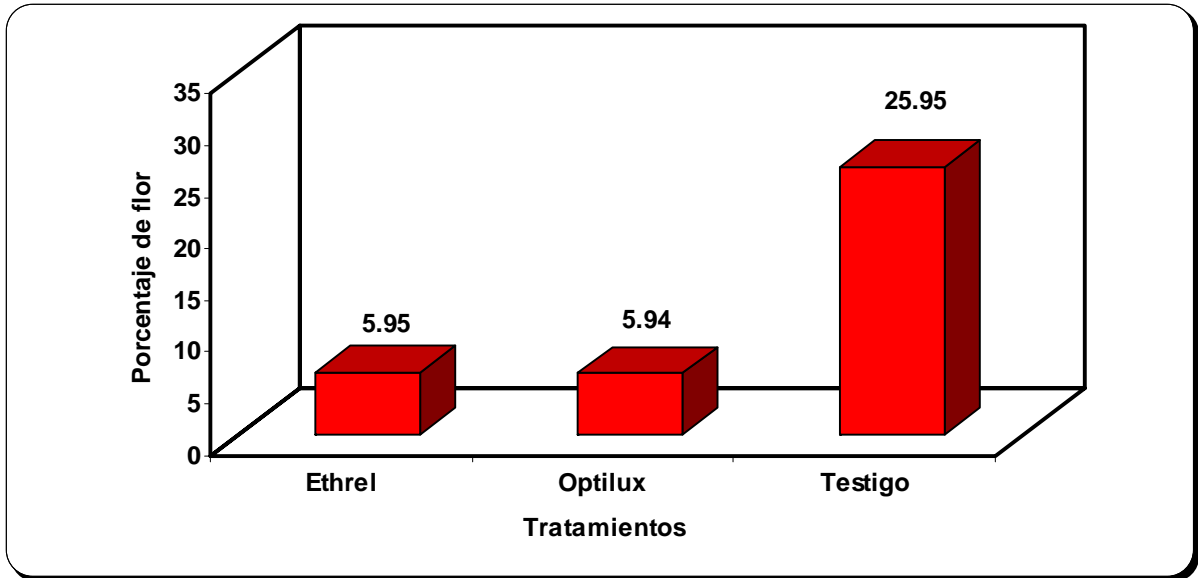


**Figura1.** Comportamiento del porcentaje de flor por localidad. del Ingenio Pantaleón . Escuintla, 2005.

En la figura 1 se puede apreciar que para la localidad de la zona en el lote Limones (Petapilla) se obtuvo un porcentaje de flor de 6.54% en el producto de Optilux, seguido del producto Ethrel con 1.73%; para la zona media en el lote San Joaquín se obtuvo un porcentaje de flor de 9.24% en el producto de Optilux, seguido del producto Ethrel con 13.17% y para la localidad El Común siempre localizado en la zona media el producto Optilux obtuvo un 2.02% y Ethrel un 2.94% con respecto al testigo que presentó en promedio un valor de floración del 25.29%.

Para poder observar de manera general el comportamiento de la reducción de flor presente en los cañales, en la figura 2 se presenta el comportamiento promedio del porcentaje de flor obtenido para cada uno de los tratamientos evaluados.





**Figura 2.** Promedios de porcentaje de flor para cada producto evaluado en el Ingenio Pantaleón. Escuintla, 2005.

En la figura 2 se muestra que en promedio los productos utilizados como inhibidores de floración están cumpliendo su función, ya que dentro del experimento en promedio ambos productos inhibieron entre un 93 a 94 por ciento de floración, refiriéndonos a la no influencia de la localidad.

Los anteriores valores de floración presentes para cada producto evaluado, reflejan una alta eficiencia del producto Ethrel y Optilux en las tres localidades para inhibir el porcentaje de floración. Así como aclarar que los muestreos realizados incluyen tallos primarios, secundarios y terciarios en una misma macoya.

## 8.2. Porcentaje de entrenudos con corcho.

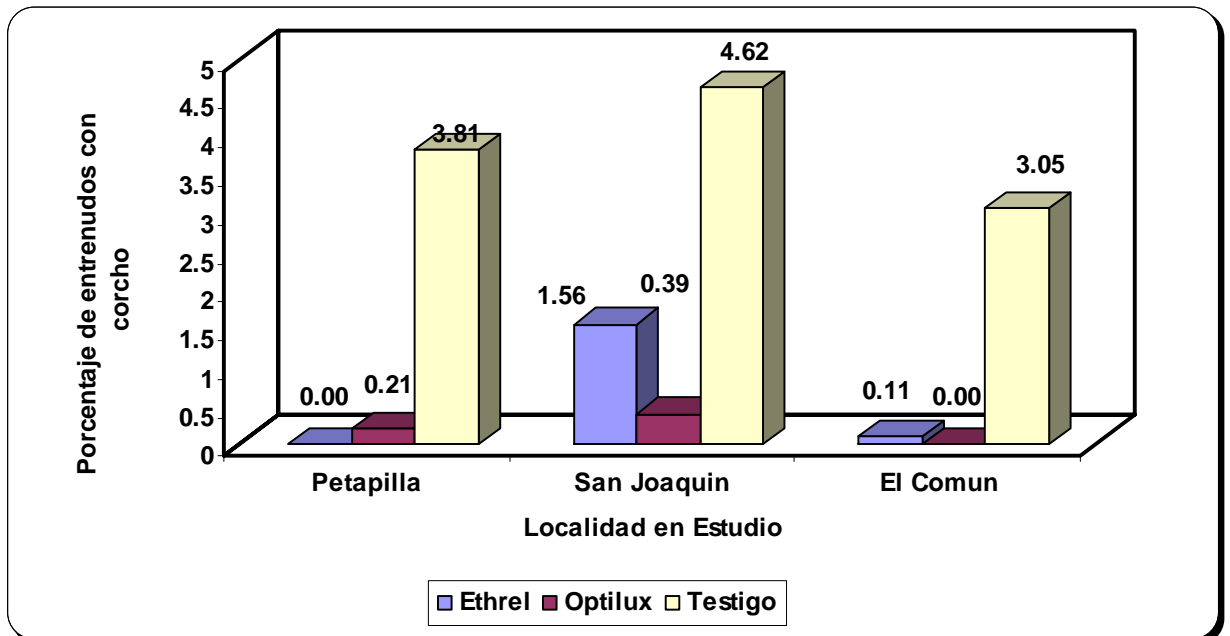
De acuerdo a la significancia del análisis de varianza (ver cuadro 13A) para los valores del porcentaje de entrenudos con corcho para cada uno de los productos se procedió a agruparlos de acuerdo al análisis de TUKEY (cuadro 3) y así poder determinar posteriormente los tratamientos que mejores resultados dieron (ver cuadro 7A).

**Cuadro 3.** Prueba de medias de tukey para la variable porcentaje de entrenudos con corcho.

FINCA	LOTE	TRATAMIENTO	GRUPO TUKEY
San Bonifacio	San joaquin	Testigo	a
Limonos-Pantaleon	Petapilla	Testigo	a
San Bonifacio	El comun	Testigo	a
San Bonifacio	San joaquin	Ethrel	b
Limonos-Pantaleon	Petapilla	Optilux	b
San Bonifacio	San joaquin	Optilux	b
San Bonifacio	El comun	Ethrel	b
Limonos-Pantaleon	Petapilla	Ethrel	b
San Bonifacio	El comun	Optilux	b

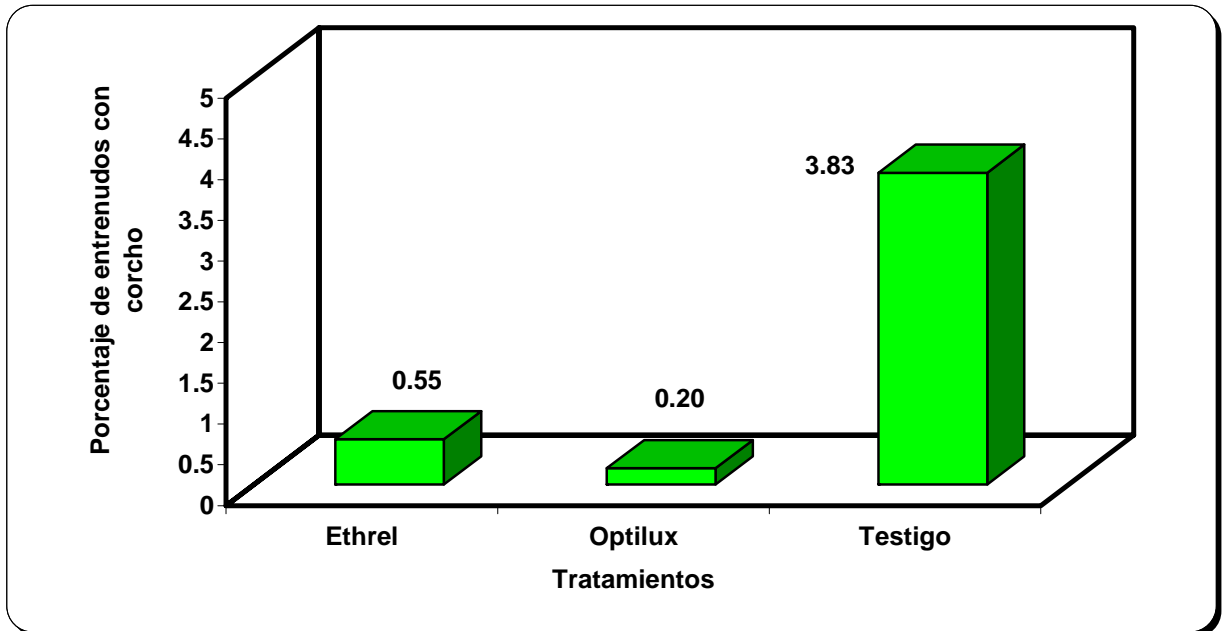
En el cuadro 3 se observa como hubo diferencia significativa entre los productos con respecto al testigo, ya que los tres testigos de cada una de las tres localidades están agrupados con la misma letra mientras que los tratamientos aplicados están agrupados con letras distintas.

Como se pudo observar en el cuadro 3 los productos presentaron un efecto significativo en cuanto a formación de corcho en cada uno de los tratamientos. Y en la figura 3 se muestran los valores del porcentaje de corcho presente en cada tratamiento, para cada una de las localidades evaluadas.



**Figura 3.** Comportamiento del porcentaje de entrenudos con corcho en las diferentes localidades en Ingenio Pantaleón. Escuintla, 2005.

En la figura 3 Se observa que en las distintas localidades, los productos evaluados disminuyen el porcentaje de entrenudos con corcho. Por lo que, en la figura 4 se hace un resumen general del comportamiento del porcentaje de entrenudos con corcho para cada uno de los tratamientos evaluados, sin importar la localidad.

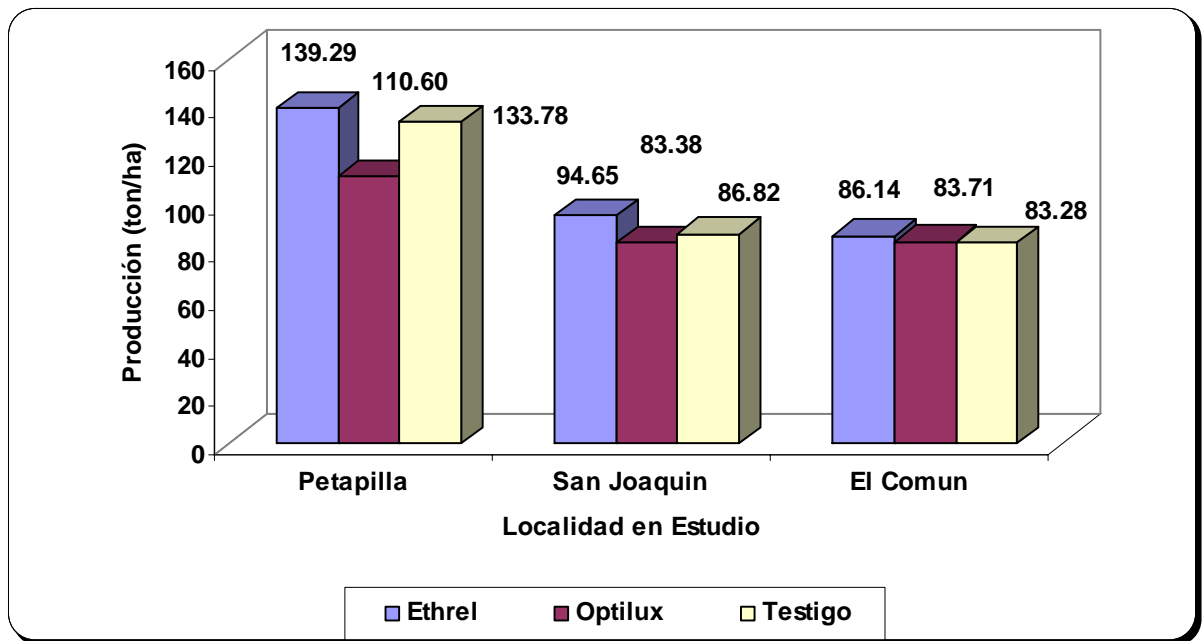


**Figura 24.** Promedios de porcentaje de entrenudos con corcho para cada producto evaluado en Ingenio Pantaleón. Escuintla, 2005.

De acuerdo a la figura 4 para el producto Ethrel en promedio presentó un 3.28% menos de entrenudos con corcho, y para el producto Optilux un promedio de 3.63% menos de entrenudos con corcho, proveniente de las tres localidades en estudio. Es decir a mayor porcentaje de entrenudos con corcho presentes en cada tratamiento menor rendimiento en kilogramos de azúcar por tonelada de caña.

### 8.3. Producción en Toneladas de caña por hectárea

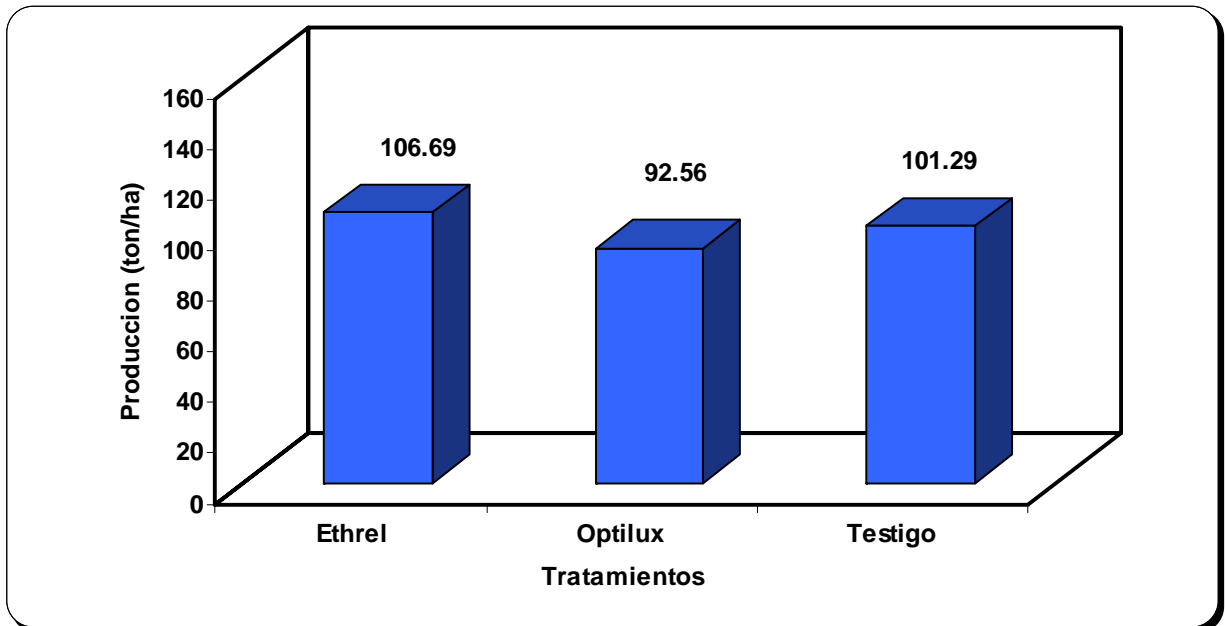
Entre las variables de mayor peso para los ensayos de inhibidores es su producción en toneladas métricas de caña por hectárea que se pueden tener de incremento en comparación con los testigos, debido a que en su mayoría se aplican a variedades floreadoras tempranas que para una cosecha en el último tercio se han degradado progresivamente por su incidencia de la flor y por ende el corcho desarrollado, por ello en la figura 5 se presenta el comportamiento del tonelaje obtenido para cada una de las localidades en evaluación.



**Figura 5.** Producción en Toneladas métricas de caña por hectárea para las tres localidades evaluadas en el Ingenio Pantaleón. Escuintla. 2005.

En las tres localidades el producto Ethrel muestra valores mayores a los testigos, presentando diferenciales positivos de 5.51 (t/ha) en Petapilla, 7.83 (t/ha) en San Joaquín y de 2.86 (t/ha) en El Común, mientras que el Producto Optilux tiene un comportamiento muy similar e la localidad de la zona media (San Joaquín y El Común), pero de menor producción en la localidad de la zona baja (Petapilla).

Al no haber diferencias notorias entre localidades, en la figura 6 se resume el promedio de producción en toneladas métricas de caña por hectárea para cada uno de los productos evaluados.

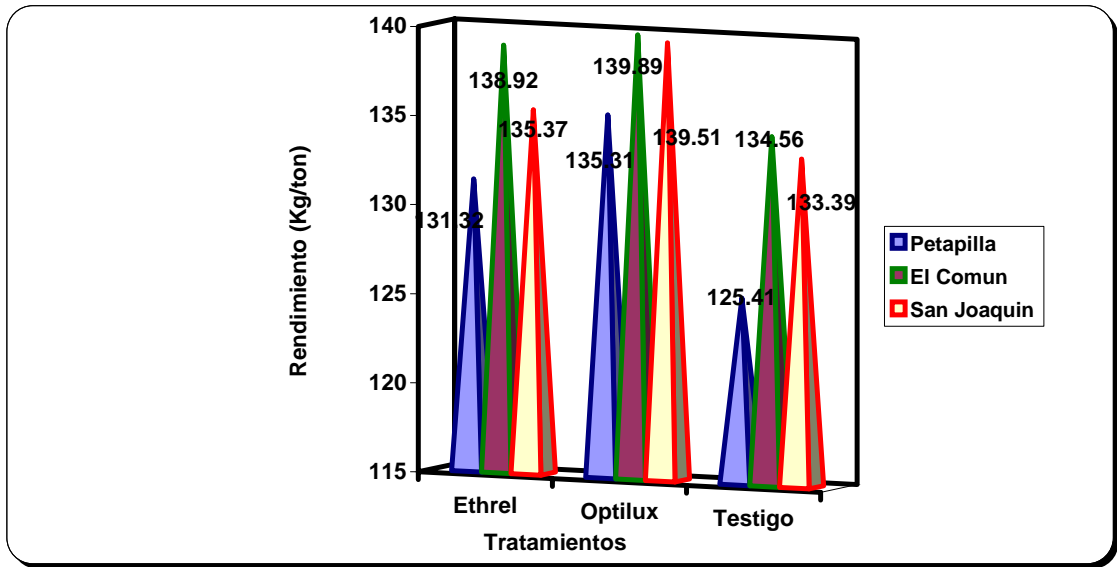


**Figura 6.** Promedios de Producción (ton/ha) para cada producto evaluado en el Ingenio Pantaleón. Escuintla, 2005.

Observándose que en promedio el producto Ethrel presentó 5.40 ton/ha más que el testigo, mientras que el producto Optilux presentó 8.73 t/ha menos en comparación con el testigo teniendo este valor un mayor peso en las diferencias de producción del sitio Petapilla.

#### 8.4. Rendimiento, kilogramos de azúcar por toneladas de caña

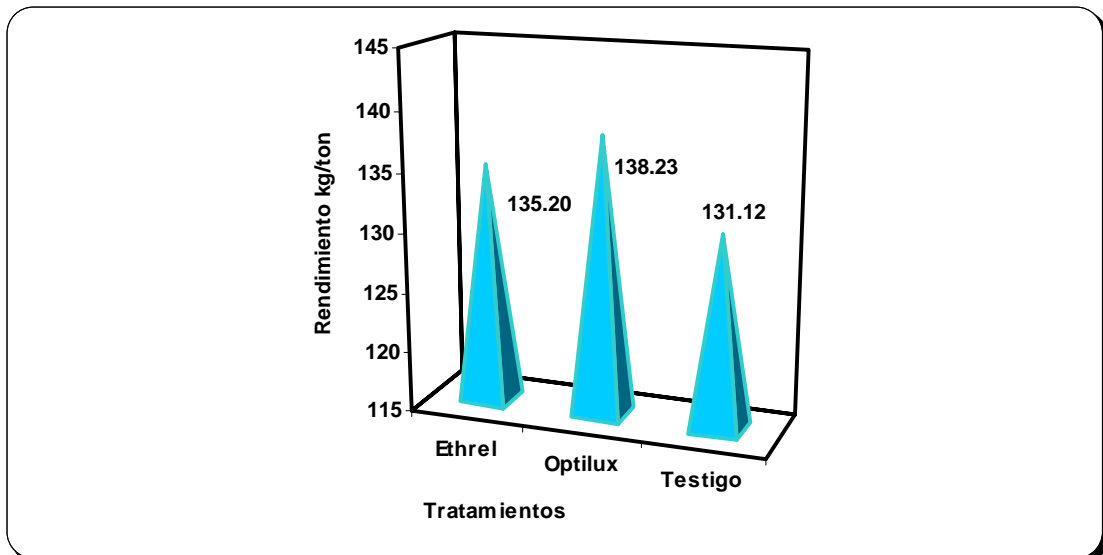
El resultado del análisis de varianza (ver cuadro 14A) realizado a las muestras colectadas para su evaluación en laboratorio no dio diferencias significativas entre cada producto por localidad, por ello que en la figura 7 se presentan los valores de los rendimientos obtenidos por sitio de las localidades evaluadas (ver cuadro 6A).



**Figura 7.** Rendimiento en Kg/ton para cada localidad en Ingenio Pantaleón. Escuintla, 2005.

Por lo anterior puede decirse que el producto Ethrel y Optilux a pesar de no haber diferencias estadísticas se puede observar que los valores del rendimiento (kg/ton) están por arriba que los testigos en todas las localidades, pudiendo haber una tendencia de un mejor aprovechamiento del producto por estar menos estresada la planta principalmente por la menor cantidad de corcho existente en cada uno de los tratamientos aplicados respecto al testigo.

De manera general en la figura 8, se presentan los valores promedios de los rendimientos en kg/t para cada uno de los productos evaluados.

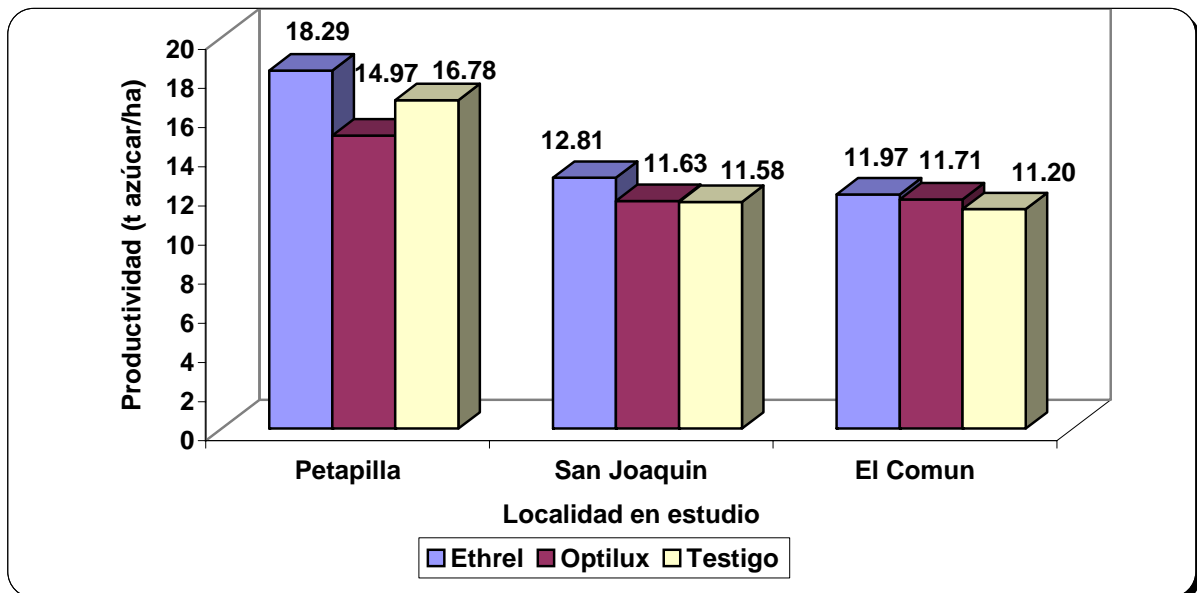


**Figura 8.** Promedios de Rendimiento (kg/t) para cada producto evaluado en el Ingenio Pantaleón. Escuintla, 2005.

En esta figura se puede corroborar lo dicho anteriormente, ya que para las áreas aplicadas con inhibidores de floración están 5.6 kg/t en promedio más que los no aplicados, siendo el producto Optilux el que tiene un diferencial de 7.12 kg/t, mientras que el producto Ethrel tiene un diferencial de 4.08 kg/t más que los testigos.

### 8.5. Productividad, toneladas de azúcar por hectárea

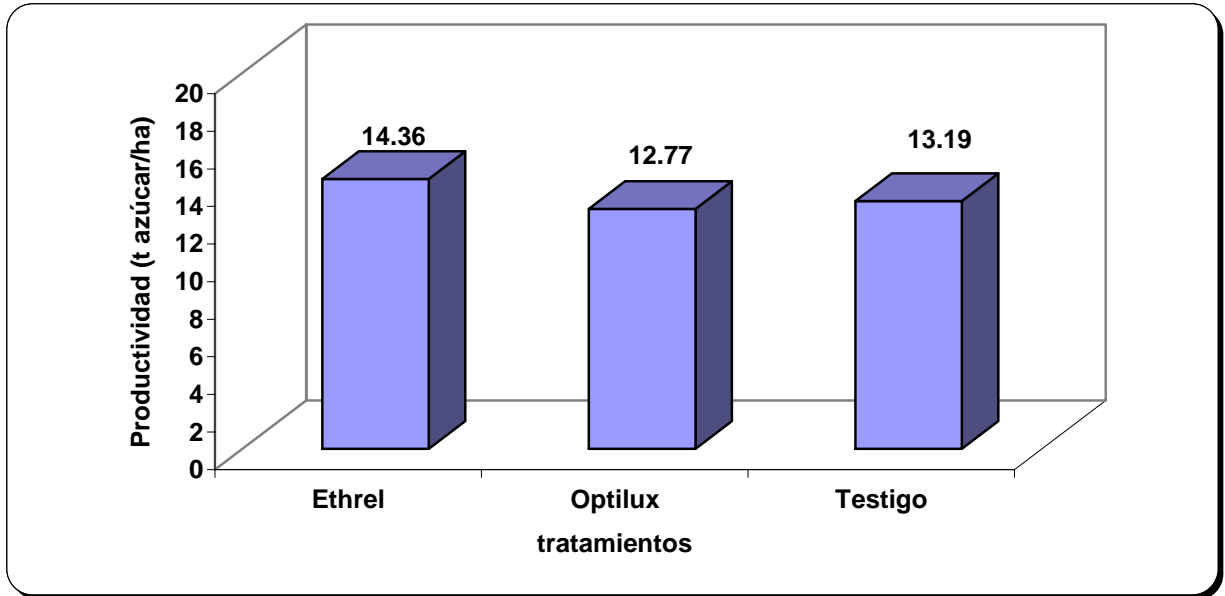
Esta variable permite saber el comportamiento total de cada uno de los productos evaluados, ya que se obtienen a partir de la interacción entre la producción y el rendimiento y así poder evaluar íntegramente cada uno de ellos. Es por ello que en la figura 9 se presentan los valores en toneladas de azúcar por hectárea para cada uno de los tratamientos.



**Figura 9.** Productividad en Toneladas de azúcar por hectárea para cada localidad en Ingenio Pantaleón. Escuintla.2005.

De acuerdo a los gráficos observados en la figura 9 el producto Ethrel tiene en todos los sitios de evaluación un comportamiento mayor respecto al Testigo, mientras que el producto Optilux en la localidad de la zona baja (Petapilla) tiene una menor productividad respecto al testigo, pero en los dos sitios de la localidad de la zona media (San Joaquín y El Común) sus valores son muy similares.

Es así como en la figura 10 se resume el promedio general de la productividad de los tratamientos evaluados sin importar su localidad con el fin de poder evaluar de manera general estos productos.



**Figura 10.** Promedios de productividad (t azúcar/ha) para cada producto evaluado. Ingenio Pantaleón. Escuintla, 2005.

Los resultados de la figura 10 muestran el promedio de las tres localidades de los tres tratamientos, donde se visualiza un incremento de 1.17 toneladas azúcar por hectárea para el producto Ethrel y 0.42 toneladas de azúcar por hectárea menos para el producto Optilux, influyendo mucho en este dato el valor negativo obtenido en la localidad de la zona baja.



## 9. CONCLUSIONES

- 9.1. De acuerdo al análisis estadístico de las variables evaluadas, no existe diferencia entre localidades, pero si entre los productos utilizados respecto a sus testigos, por lo que se concluye lo siguiente:
- 9.2. Para la variable de porcentaje de flor, se presentaron diferencias estadísticas significativas en comparación con el testigo sin importar la localidad donde se aplique, tanto el producto Ethrel como el producto Optilux muestran diferencias de un 20% de reducción en el porcentaje de flor.
- 9.3. Para la variable de porcentaje de entrenudos con corcho aplicados presentaron diferencias estadísticas significativas en comparación con el testigo sin importar la localidad donde se aplique. El producto Ethrel muestra una reducción de entrenudos con corcho de 3.28% y un 3.63% para el producto Optilux.
- 9.4. Para la variable producción (toneladas métricas de caña por hectárea), el producto Ethrel muestra un incremento de 5.40 t/ha en las tres localidades, mientras que el producto Optilux decrece en -8.73 t/ha como promedio de las tres localidades respecto al testigo, pero en la localidad de la zona media es muy similar el testigo y su diferencial se debe a la localidad de la zona baja.
- 9.5. Para la variable rendimiento (kilogramos de azúcar por tonelada métrica de caña), existe una diferencia positiva de los productos aplicados respecto al testigo, obteniendo en el producto Ethrel un diferencial de 4.08 (kg Az/ton) y de 7.12 (kg Az/ton) para el producto Optilux.
- 9.6. Para la variable productividad (toneladas de azúcar por hectárea), el producto Ethrel muestra incrementos de 1.17 (ton Az/ha) en promedio en las dos localidades, mientras que para el producto Optilux solamente se observa un diferencial positivo de 0.27 (ton Az/ha) para la evaluación de la localidad de la zona media y un diferencial negativo de 1.81 (ton Az/ha) en la localidad de la zona baja.

## 10. RECOMENDACIONES

- 10.1 La aplicación de inhibidores de floración resulta ser una practica efectiva dentro del cultivo de la caña de azúcar que se puede implementar dentro del proyecto de incremento de la productividad con el fin de cumplir las metas propuestas por la Corporación Pantaleón, debiendo tener en mente los criterios técnicos a realizar de forma exitosa para esta practica.
- 10.2. Utilizar el producto Ethrel como inhibidor de floración, en la variedad CP-722086 en las distintas localidades de la zona cañera, tomando en consideración la fecha de su aplicación.
- 10.3. Seguir evaluando el producto Optilux con el fin de tener mayor conocimiento de las fechas y sitios donde se obtenga una mayor respuesta como inhibidor de floración.
- 10.4. Evaluar otros productos que estén dentro de la misma línea de inhibidores de floración del cultivo de la caña de azúcar.
- 10.5. Evaluar los inhibidores de floración en diferentes variedades y edades del cultivo de acuerdo a la fecha de aplicación a lo largo de la zafra.

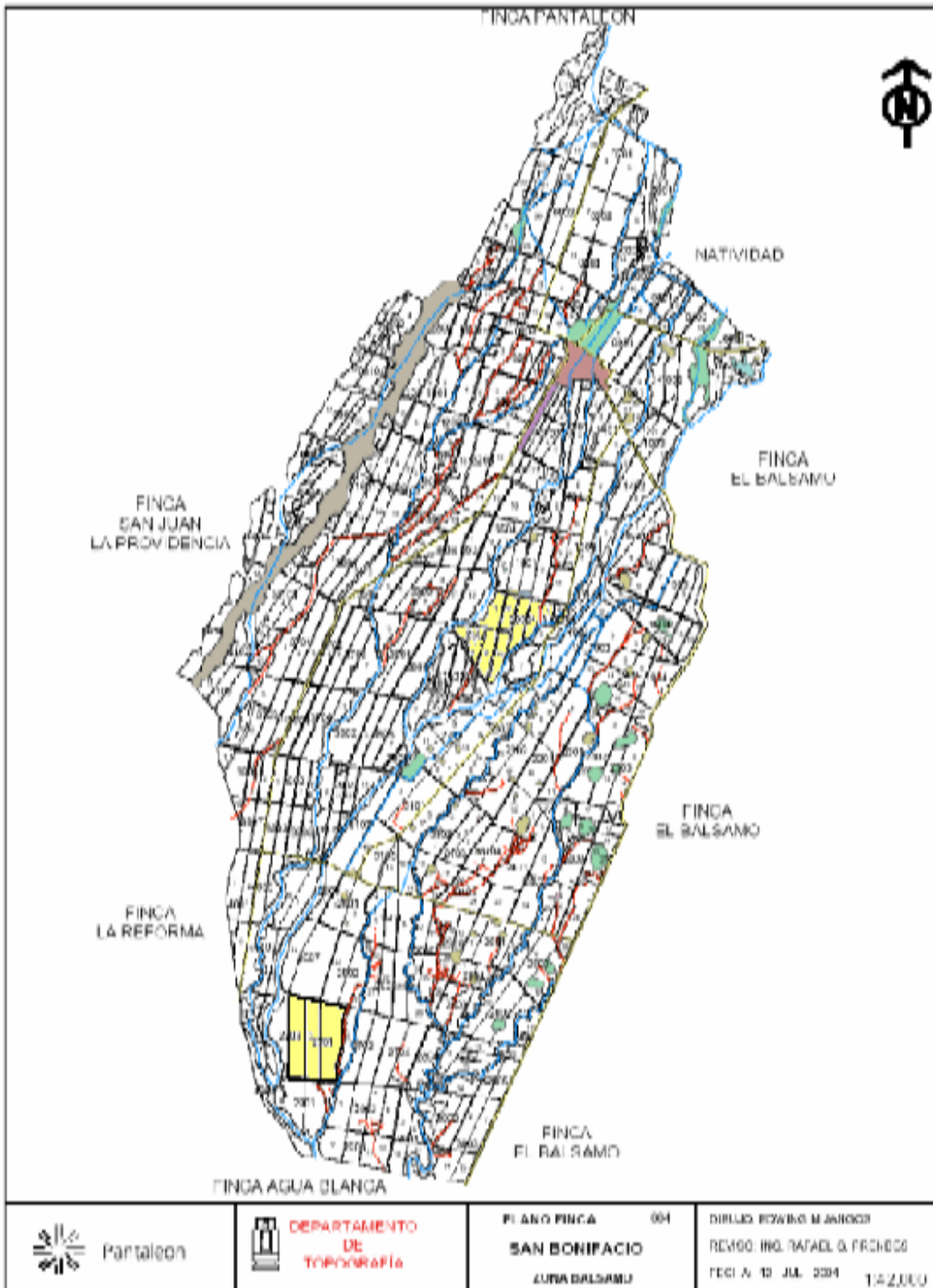
## 11. BIBLIOGRAFÍA

1. Benacchio Scotton, S. 1985. Algunas exigencias agroecológicas en 58 especies de cultivo con potencial de producción en el trópico americano. Venezuela, FONAIAP. p. 175-177. Citado por: Sánchez G, JL. 2003. Requerimientos agroclimáticos de la caña de azúcar. *AgriCultura* 4(47):17-20.
2. Bidwell R, GS. 1979. Fisiología vegetal. Trad. por CG Gerónimo y M. Garciadueñas. México, AGT. 784 p.
3. Biswas, BC. 1990. Informe acerca de la agroclimatología del cultivo de la caña de azúcar. Comisión de Agrometeorología, OMM. 190 p. Citado por: Sánchez G, JL. 2003. Requerimientos agroclimáticos de la caña de azúcar. *AgriCultura* 4(47):17-20.
4. Bocanegra C, J. 1993. Ethrel y prep. en el control de la floración en caña de azúcar. Brasil, Rhone-Poulenc Agro / CANAPLAN. 27 p.
5. Cassalet D, C; Rancel J, H; Restrepo F, S. 1987. Estudios de floración para la obtención de variedades de caña de azúcar en el valle del Cauca. *In* Congreso de la sociedad colombiana de técnicos de la caña de azúcar (2., 1987, Colombia). Trabajos presentados. Ed. por Carlos E. Buenaventura O. Colombia, TECNICAÑA. p. 99-145.
6. Cassalet, C; Torres, J; Isaac, SC. 1995. El cultivo de la caña de azúcar en la zona azucarera de Colombia: biología. Colombia, CENICAÑA. Citado por: Sánchez G, JL. 2003. Requerimientos agroclimáticos de la caña de azúcar. *AgriCultura* 4(47):17-20.
7. CENGICAÑA (Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación en Caña de Azúcar, GT). 2003. Presentación de resultados de investigación, zafra 2002-2003. *In* Memoria anual de CENGICAÑA (2003, Guatemala). Trabajos presentados. Ed. por Adlai Meneses. Guatemala, CENGICAÑA. 177 p.
8. Humbert P, R. 1974. El cultivo de la caña de azúcar control de la floración. México, CECOSA. 719 p.
9. Ingenio Pantaleón, Departamento de Planificación y Desarrollo, GT. 1991. Manual técnico de campo. Guatemala. 107 p.
10. Martínez O, M. 2000. La floración y sus efectos agronómicos en la maduración de la caña de azúcar. *In* Congreso ATAGUA (10., 2000, Guatemala). Trabajos presentados. Guatemala, ATAGUA. p. 23-29.
11. Orozco, H; Catalán, M; Castro, O; Quemé, J. 2004. Catalogo de variedades promisorias de caña de azúcar de la agroindustria azucarera guatemalteca. Guatemala, CENGICAÑA. 40 p.

12. Orozco, H; Soto, G. 1996. Morfología de las variedades de caña de azúcar (***Saccharum*** sp) importantes en Guatemala y de variedades en evaluación regional grupo (CGVO). Escuintla, Guatemala, CENGICAÑA. Documento Técnico no. 7, 43 p. Citado por: Xía Umul, M. 2000. Evaluación de tres dosis y seis épocas de aplicación de ethrel, utilizado como inhibidor en la floración de caña de azúcar (***Saccharum*** sp). en el estrato alto del ingenio El Baúl, S.A., Escuintla, Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 71 p.
13. Salisbury B, F. 1963. The dlowering process. US, MacMillan. p. 395-451.
14. Sánchez G, JL. 1985. Análisis de la estación lluviosa de Guatemala con fines agrícolas. Guatemala. 97 p. Citado por: Sánchez G, JL. 2003. Requerimientos agroclimáticos de la caña de azúcar. *AgriCultura* 4(47):17-20.
15. Sánchez G, JL. 2003. Requerimientos agroclimáticos de la caña de azúcar. *AgriCultura* 4(47):17-20.
16. Simmons, C; Tarano, JM; Pinto JH. 1959. Clasificación y reconocimiento de los suelos de la republica de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José Pineda Ibarra. 1000 p.
17. Smith, RL; Smith, TM. 2000. Ecología. Trad. Mezquita, F; Aparici, E. 4 ed. España, Addison Wesley. 642 p.
18. Solomón P, E; Berg R, L; Martin W, D; Villee, C. 1996. Biología de Ville. Trad. Palacios MR; Blanco, J.L; Magallanes, C. 3 ed. México, McGraw-Hill. 1193 p.
19. Subirós Ruiz, F. 1995. El cultivo de la caña de azúcar: la floración de la caña de azúcar. Costa Rica, EUNED. 441 p.
20. Toledo, JC. 2000. Ethrel una alternativa viable para el manejo de la floración en caña de azúcar. *In* Congreso ATALAC (5., 2000, CR); Congreso ATACA (13., 2000, CR); Congreso ATACORI (14., 2000, CR). 2000. Trabajos presentados. Ed. por Carlos E. Sáenz A. Costa Rica, ATACORI. 131 p.
21. Vadeagro. 2001. Guatemala, Editarm Internacional Centroamericana. p. 505-535.
22. Viveros V, CA; Cassalet D, C. 1990. Inducción y sincronización de floración en variedades de caña de azúcar. *In* Congreso de la sociedad colombiana de técnicos azucareros de la caña de azúcar (3., 1990, CO) y Congreso de la asociación de azucareros de América Latina y el Caribe (1., 1990, CO). Trabajos presentados. Ed. por Carlos E. Buenaventura. Colombia, Tecnicaña. p. 10-14.

23. Xía Umul, M. 2000. Evaluación de tres dosis y seis épocas de aplicación de ethrel, utilizado como inhibidor en la floración de caña de azúcar (***Saccharum*** sp). En el estrato alto del ingenio El Baúl, S.A., Escuintla, Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 71 p.

12. ANEXOS



**Figura 25A.** Plano finca San Bonifacio  
 Fuente. Departamento de topografía, 2004

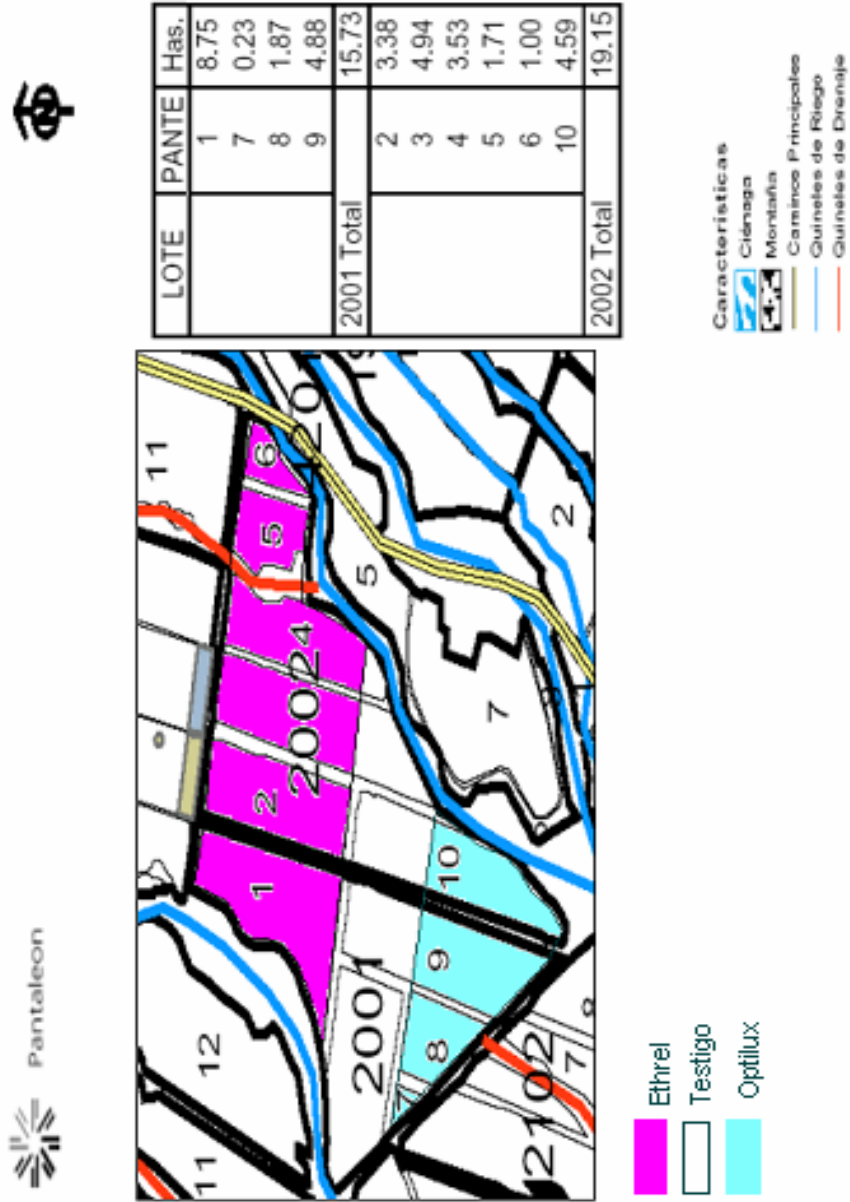


Figura 12A. Plano lotes cañal el común, Finca San Bonifacio Fuente. Departamento de topografía, 2004



LOTE	PANTE	Has.
	2	10.54
	3	9.24
	4	12.86
2701 Total		32.65



Figura 26A. Plano lotes cañal San Joaquín, Finca San Bonifacio  
Fuente: departamento de topografía, 2004



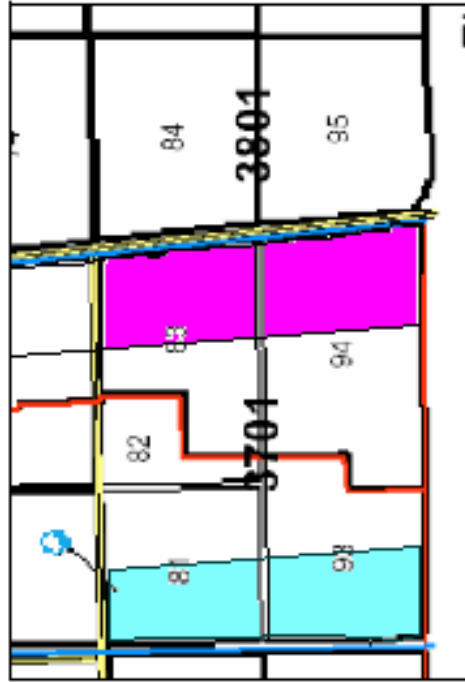





Figura 27A. Plano finca limones-Pantaleón Fuente: departamento de topografía, 2004



LOTE	PANTE	HEK.
	81	6.51
	82	2.53
	83	7.41
	93	7.19
	94	10.26
2701 Total		32.90

- Características
-  Glorieta
  -  Murallas
  -  Caminos Principales
  -  Quilómetros de Paseo
  -  Control de Drenaje



-  Ethrel
-  Testigo
-  Optilix

**Figura 28A.** Plano lote finca limones-Pantaleón  
 Fuente: departamento de topografía, 2004



**Cuadro 17A.** Boleta de muestreo para floración y lalas.

MUESTREO DE FLORACION Y BORDES LATERALES (Lalas)

CAÑAL: \_\_\_\_\_

FINCA: \_\_\_\_\_

LOTE: \_\_\_\_\_

ENSAYO DE: \_\_\_\_\_

LECTURA NO. \_\_\_\_\_

FECHA: \_\_\_\_\_

TRATAMIENTO: \_\_\_\_\_

muestra	total tallos	tallos				lalas	
		sin flor	inducidos	candeleados	floreados	tallos lalas	# lalas totales
1							
2							
3							
4							
5							

CAÑAL: \_\_\_\_\_

FINCA: \_\_\_\_\_

LOTE: \_\_\_\_\_

ENSAYO DE: \_\_\_\_\_

LECTURA NO. \_\_\_\_\_

FECHA: \_\_\_\_\_

TRATAMIENTO: \_\_\_\_\_

muestra	total tallos	tallos				lalas	
		sin flor	inducidos	candeleados	floreados	tallos lalas	# lalas totales
1							
2							
3							
4							
5							

CAÑAL: \_\_\_\_\_

FINCA: \_\_\_\_\_

LOTE: \_\_\_\_\_

ENSAYO DE: \_\_\_\_\_

LECTURA NO. \_\_\_\_\_

FECHA: \_\_\_\_\_

TRATAMIENTO: \_\_\_\_\_

muestra	total tallos	tallos				lalas	
		sin flor	inducidos	candeleados	floreados	tallos lalas	# lalas totales
1							
2							
3							
4							
5							

**Cuadro 18A.** Datos tabulados de producción t/ha y rendimiento Kg/t por repetición para cada localidad y tratamiento en Ingenio Pantaleón. Escuintla, 2005.

Finca	Lote	Tratamiento	Repetición	Producción t/ha	Rendimiento Kg/t
Limonos-Pantaleon	Petapilla	Ethrel	1	139.29	130.59
			2		128.04
			3		135.34
Limonos-Pantaleon	Petapilla	Optilux	1	110.6	136.62
			2		137.09
			3		132.21
Limonos-Pantaleon	Petapilla	Testigo	1	133.78	103.74
			2		141.8
			3		130.69
San Bonifacio	San Joaquin	Ethrel	1	94.35	138.46
			2	108.56	132.1
			3	81.05	135.56
San Bonifacio	San Joaquin	Optilux	1	73.28	144.52
			2	75.93	139.86
			3	100.93	134.16
San Bonifacio	San Joaquin	Testigo	1	84.61	133.68
			2	89.49	133.04
			3	86.36	133.44
San Bonifacio	El Común	Ethrel	1	82.59251	139.31
			2	86.7132	138.73
			3	89.10044	138.73
San Bonifacio	El Común	Optilux	1	81.62385	141.28
			2	90.8499295	130.59
			3	78.65604783	103.74
San Bonifacio	El Común	Testigo	1	82.6826	136.95
			2	80.12592216	131.11
			3	87.01914375	135.63

**Cuadro 19A.** Datos tabulados de porcentaje de flor y porcentaje de entrenudos con corcho por repetición para cada localidad y tratamiento en Ingenio Pantaleón. Escuintla, 2005.

Finca	Lote	Tratamiento	Rep.	Floración (%)				% de Entrenudos con Corcho			
				Oct	Nov	Dic	Ene	Oct	Nov	Dic	Ene
Limonés-Pantaleón	Petapilla	Ethrel	1	0	0	2.94	0.89	0	0	0	0
			2	0	0	3.7	0.9	0	0	0	0
			3	0	0	9.73	3.88	0	0	0	0
			4	0	0	3.8	1.83	0	0	0	0
Limonés-Pantaleón	Petapilla	Optilux	1	0	1.81	29.63	2.17	0	0	1.65	0
			2	0	3.33	13.68	3.37	0	0	0.85	0
			3	0	18.09	21.29	0	0	0	0	0
			4	0	4.17	6.12	1.05	0	0	0.813	0
Limonés-Pantaleón	Petapilla	Testigo	1	0	52.2	54.8	23.21	0	0	6.8	6.83
			2	0	44.4	74.4	30.18	0	0	5.42	10.51
			3	0	38.03	40.3	27.42	0	0.96	6.28	6.13
			4	0	41.52	24.7	36.36	0	1.98	9.65	6.38
San Bonifacio	San Joaquin	Ethrel	1	0	1.11	22.61	14.58	0	0	1.4	1.59
			2	0	0	27.59	44.3	0	0	1.87	2.37
			3	0	0	25.95	31.03	0	0	1.83	6.61
			4	0	6.8	13.75	23.07	0	0	3.14	6.09
San Bonifacio	San Joaquin	Optilux	1	0	3.53	6.6	8.24	0	0	0.88	2.63
			2	0	0	11.93	0.87	0	0	0.99	1.37
			3	0	66.6	4.54	2.59	0	0	0	0
			4	0	5.98	18.18	18.85	0	0	0.44	0
San Bonifacio	San Joaquin	Testigo	1	0	47.8	14.4	54.9	0	0	3.33	9.93
			2	0	61	6.6	66.67	0	1.13	1.84	15.11
			3	0	48.9	9.52	35.95	0	0.58	0	16.01
			4	0	47.5	6.84	48	0	0.57	6.3	19.05
San Bonifacio	El Común	Ethrel	1	0	0	13.59	0.8	0	0	0	0
			2	0	0	11.58	2.34	0	0	0	0
			3	0	0	4.25	4.8	0	0	0	1.69
			4	0	0	6.81	2.85	0	0	0	0
San Bonifacio	El Común	Optilux	1	0	10.7	0	0.98	0	0	0	0
			2	0	5.6	0.15	10	0	0	0	0
			3	0	0	1.92	1	0	0	0	0
			4	0	0	0.93	1.06	0	0	0	0
San Bonifacio	El Común	Testigo	1	0	19.69	25	33.98	0	0	5.66	6.36
			2	0	37.77	13.27	17.79	0	0	4.07	8.26
			3	0	50	21.15	24.8	0	0	4.8	9.18
			4	0	14.41	19.83	32.54	0	0	2.4	8.08

**Cuadro 20A.** Promedios porcentaje de flor, porcentaje de entrenudos con corcho, producción t/ha y rendimiento Kg/t por repetición para cada localidad y tratamiento en Ingenio Pantaleón. Escuintla, 2005.

Finca	Lote	Trat.	Porcentaje de flor	Porcentaje de entrenudos con corcho	Prod. t/ha	Rend. kg/t
Limones-Pantaleon	Petapilla	Ethrel	1.73	0.00	139.29	131.32
Limones-Pantaleon	Petapilla	Optilux	6.54	0.21	110.6	135.3
Limones-Pantaleon	Petapilla	Testigo	30.47	3.81	133.78	125.41
San Bonifacio	San Joaquin	Ethrel	13.17	1.56	94.65	135.37
San Bonifacio	San Joaquin	Optilux	9.24	0.39	83.38	139.51
San Bonifacio	San Joaquin	Testigo	28.01	4.62	86.82	133.38
San Bonifacio	El Común	Ethrel	2.94	0.11	86.13	138.9
San Bonifacio	El Común	Optilux	2.02	0.00	83.71	139.89
San Bonifacio	El Común	Testigo	19.39	3.05	83.27	134.56

**Cuadro 21A.** Promedios porcentaje de flor, porcentaje de entrenudos con corcho, producción t/ha y rendimiento Kg/t por tratamiento en Ingenio Pantaleón. Escuintla, 2005.

Tratamiento	Porcentaje de flor	Porcentaje de entrenudos con corcho	Producción t/ha	Rendimiento kg/t
Ethrel	5.95	0.55	106.69	135.20
Optilux	5.94	0.20	92.56	138.23
Testigo	25.95	3.83	101.29	131.12

**Cuadro 22A.** Datos tabulados de productividad t Az/ha por repetición para cada localidad y Tratamiento en Ingenio Pantaleón. Escuintla, 2005.

Finca	Lote	Tratamiento	Productividad (t azúcar/ha)
Limones-Pantaleon	Petapilla	Ethrel	18.29
		Optilux	14.97
		Testigo	16.78
San Bonifacio	San Joaquin	Ethrel	12.81
		Optilux	11.63
		Testigo	11.58
San Bonifacio	El Comun	Ethrel	11.97
		Optilux	11.71
		Testigo	11.20

**Cuadro 23A.** Promedios productividad t Az/ha por Tratamiento en Ingenio Pantaleón. Escuintla, 2005.

Tratamiento	Productividad (t azúcar/ha)
Ethrel	14.36
Optilux	12.77
Testigo	13.19

**Cuadro 24A.** Análisis de varianza (ANDEVA), para la variable en respuesta porcentaje de flor, ensayo aplicación de dos productos (ethrel y optilux), Ingenio Pantaleón. Escuintla, 2005.

FV		GL	SC	CM	F	F(0.05)
	bloques	3	2532.51			
Localidad	A	2	473.52	236.76	3.09	5.14
	ee (a)	6	459.32	76.55		
Producto	B	2	3565.04	1782.52	12.98	3.55
	A*B	4	290.59	72.65	0.53	2.93
	ee (b)	18	2471.20	137.29		
	total	35	9792.18			

C.V.= 10.91%

**Cuadro 25A.** Análisis de varianza (ANDEVA), para la variable en respuesta porcentaje de corcho, ensayo aplicación de dos productos (ethrel y optilux), Ingenio Pantaleón. Escuintla, 2005.

FV		GL	SC	CM	F	F(0.05)
	bloques	3	92.58			
localidad	A	2	8.12	4.06	0.88	5.14
	ee (a)	6	27.81	4.63		
producto	B	2	93.71	46.86	6.32	3.55
	A*B	4	3.27	0.82	0.11	2.93
	ee (b)	18	133.39	7.41		
	total	35	358.87			

C.V.= 19.51%

**Cuadro 26A.** Análisis de varianza (ANDEVA), para la variable en rendimiento en kg/ton, ensayo aplicación de dos productos (ethrel y optilux), Ingenio Pantaleón. Escuintla, 2005.

FV		GL	SC	CM	F	F(0.05)
	bloques	1	277.61			
localidad	A	2	8.96	4.48	0.09	19
	ee (a)	2	100.27	50.14		
producto	B	2	26.68	13.34	1.16	5.14
	A*B	4	0.06	0.02	0.00	4.53
	ee (b)	6	68.93	11.49		
	total	17	482.52			

C.V.= 27.92%



