

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS



BIOLOGIA, FLUCTUACION, DAÑOS Y PERDIDAS CAUSADAS POR EL
BARRENADOR DEL TALLO (*Diatraea* spp) DE LA CAÑA DE AZUCAR
(*Saccharum officinarum* L.) EN EL ESTRATO BAJO DEL INGENIO
SANTA ANA, ESCUINTLA.

TESIS

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

POR

CARLOS ARTURO URZÚA TIXTA

En el acto de investidura como:

INGENIERO AGRONOMO

EN

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

EN EL GRADO ACADEMICO DE

LICENCIADO

Guatemala, Noviembre de 2,001

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA**

RECTOR

Ing. Agr. Efraín Medina Guerra

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO	Ing. Agr. Edgar Oswaldo Franco Rivera
VOCAL I	Ing. Agr. Walter Estuardo García Tello
VOCAL II	Ing. Agr. Manuel de Jesús Martínez Ovalle
VOCAL III	Ing. Agr. Erberto Raúl Alfaro Ortíz
VOCAL IV	Profesor Abelardo Caal Ich
VOCAL V	Bachiller Axel Aureliano Herrera Pérez

Guatemala, Noviembre de 2,001

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

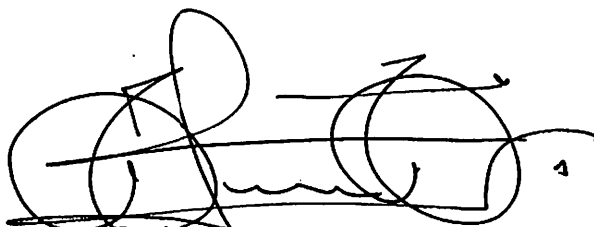
Respetables señores:

En cumplimiento a las normas establecidas en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado:

**BIOLOGIA, FLUCTUACION, DAÑOS Y PERDIDAS CAUSADAS POR EL
BARRENADOR DEL TALLO (Diatraea spp) DE LA CAÑA DE AZUCAR
(Saccharum officinarum L.) EN EL ESTRATO BAJO DEL INGENIO
SANTA ANA , ESCUINTLA.**

Como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

Atentamente :



Carlos Arturo Urzúa Tixta

ACTO QUE DEDICO

A:

DIOS TODO PODEROSO

Por iluminarme y bendecirme durante mis años de estudio, para que hoy pueda dar cumplimiento a un sueño.

MIS PADRES

Carlos Arturo Urzúa Sagastume
Aura Marina Tixta de Urzúa

Por su apoyo, ejemplo y oraciones, para que pudiera salir adelante.

MI HIJO

José Carlos Urzúa Ramos

Por ser mi mayor motivación para alcanzar esta meta.

MI ESPOSA

Jeannette Ramos de Urzúa

Por su apoyo.

**A LA FACULTAD DE AGRONOMIA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA**

TESIS QUE DEDICO

A: Guatemala

Gualán, Zacapa

Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Agronomía

AGRADECIMIENTOS

A: Ing. Agr. Alvaro Hernández D.

Por su apoyo, colaboración y asesoría, en forma constante.

Ing. Agr. Jorge Reyes

Por su colaboración e interés para que se realizara esta Investigación.

Ing. Agr. Carlos Ramírez

Por el apoyo brindado.

Personal Técnico de la Región I

Por la colaboración prestada.

Ingenio Santa Ana

Por permitir la realización de este trabajo.

CONTENIDO

Indice de figuras.....	iii
Indice de cuadros.....	v
Resumen.....	vii
1. Introducción.....	1
2. Definición del Problema.....	2
3. Marco Téorico.....	3
3.1 Marco Conceptual.....	3
3.1.1 Clasificación Taxonómica.....	3
3.1.2 Características Biológicas.....	3
3.1.2.1 Huevo.....	7
3.1.2.2 Larva.....	8
3.1.2.3 Pupa.....	10
3.1.2.4 Adulto.....	10
3.1.3 Fluctuacion Poblacional.....	13
3.1.4 Daños Causados.....	21
3.1.5 El Muestreo.....	24
3.1.5.1 Muestreo de Densidad Larval.....	24
3.1.5.2 Muestreo de Diatraea spp. Al Momento del Corte.....	26
3.1.5.3 Muestreo para Dinámica Poblacional.....	27
3.1.6 Control Biológico.....	28
3.1.6.1 Entresaque de Corazón Muesto.....	29
3.1.6.2 Fabricación y Coloc. Trampas Hembras Virgenes.....	30
3.1.6.3 Liberación de Parasitoides.....	32
3.1.6.3.1 Descripción de los Parasitoides.....	32
3.2 Marco Referencial.....	36
4. Objetivos.....	38
5. Metodología.....	39
5.1 Metodología para Determinación de Ciclo Biológico.....	39

5.2 Metodología para Determinación de Fluctuaciones.....	41
5.3 Metodología para Estimación de Daños.....	42
5.4 Metodología para Estimación de Pérdidas.....	43
5.4.1 Procedimiento para Determinación de Rendimiento de la caña.....	44
6. Resultados y Discusion	46
6.1 Ciclo Biológico.....	46
6.1.1 <u>Diatraea saccharalis</u> Fabricius	46
6.1.2 <u>Diatraea crambidoides</u> Grote.....	46
6.2 Fluctuaciones de Población.....	47
6.3 Porcentaje de Daño Causado por el Barrenador.....	48
6.4 Estimación de Pérdidas.....	50
7. Conclusiones	55
8. Recomendaciones	57
10. Bibliografía.....	58
11. Apéndice.....	60

INDICE DE FIGURAS

No.		
1.	Ciclo biológico de <u>Diatraea saccharalis</u> Fabricius, y de <u>Diatraea crambidoides</u> Grote, bajo condiciones de Laboratorio de Produccion de Parasitoides del Ingenio Santa Ana.....	6
2.	Dinámica poblacional de <u>Diatraea</u> spp. Finca California en el período de 1998 – 1999.....	13
3.	Dinámica poblacional de <u>Diatraea</u> spp. Relacionada a la edad del cultivo y a la precipitación, en la finca California, período 1998 – 1999.....	14
4.	Dinámica poblacional de <u>Diatraea</u> spp. Relacionada a la edad del cultivo y a la precipitación, en la finca El Apipal, período 1998 – 1999.....	15
5.	Dinámica poblacional de <u>Diatraea</u> spp. Relacionada a la edad del cultivo y a la precipitación, en la finca Iguazú, período 1998 – 1999.....	17
6.	Dinámica poblacional de <u>Diatraea</u> spp. Relacionada a la edad del cultivo y a la precipitación, en la finca El Naranja, período 1998 – 1999.....	18
7.	Dinámica poblacional de <u>Diatraea</u> spp. Relacionada a la edad del cultivo y a la precipitación, en la finca El Rosario, período 1998 – 1999.....	19
8.	Dinámica poblacional de <u>Diatraea</u> spp. Relacionada a la edad del cultivo y a la precipitación, en la finca La Pinta, período 1998 – 1999.....	20
9.	Trampa de Hembras Virgenes, utilizada para la captura de Adultos de <u>Diatraea</u> spp., Ingenio Santa Ana.....	31

10.	Dinámica poblacional de <u>Diatraea crambidoides</u> y <u>Diatraea saccharalis</u> , Fca. California, periodo 98-99.....	47
11.	Daño representado en % í y % ii, Fca. California.....	48
12.	Daño representado en % í y % ii, Fca. El Apipal	49
13.	Tendencia de Pérdidas Reales expresadas en Lb Az / Tc Causadas por el barrenador del tallo <i>Diatraea</i> spp.....	52
14.	Pérdidas Estimadas expresadas en Lb Az / Tc Causadas por el barrenador del tallo <i>Diatraea</i> spp.....	53

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Duración en días de los estados de vida del barrenador Caña de azúcar <u>Diatraea saccharalis</u> bajo condiciones del laboratorio.....	4
Cuadro 2.	Condiciones de cada sala y de los cuatro estados vida del barrenador de caña de azúcar <u>Diatraea Saccharalis</u>	5
Cuadro 3.	Duración en días de los estados de vida del barrenador Caña de azúcar <u>Diatraea crambidoides</u> bajo condiciones del laboratorio.....	5
Cuadro 4.	Porcentaje de Intensidad de Infestación por zafra, de las Fincas del estrato bajo del Ingenio Santa Ana en referen- cia.....	22
Cuadro 5.	Categorías de Intensidad de Infestación para calculo de Rendimiento en Lb Az / Tc.....	45
Cuadro 6.	Resultados Reales de Laboratorio expresado en Lb Az / Tc para cada categoría de intensidad de Infestación	50
Cuadro 7.	Análisis de Varianza, Regresión y Correlación.....	28
Cuadro 8.	Factor de pérdida estimado (1.57 Lb Az/Tc) aplicado a Cada 1% de intensidad de Infestación.....	54
Cuadro 9A	Muestreos Realizados en finca California, en el lote 202, para det. De Dinámica Poblacional.....	60
Cuadro 10A	Muestreos Realizados en finca El Apipal , en el lote 15, para det. De Dinámica Poblacional.....	60
Cuadro 11A	Muestreos Realizados en finca Iguazú , en el lote 08, para det. De Dinámica Poblacional.....	61

Cuadro 12A	Muestreos Realizados en finca Iguazú, en el lote 01, para det. De Dinámica Poblacional.....	61
Cuadro 13A	Muestreos Realizados en finca La Pinta, en el lote 29, para det. De Dinámica Poblacional.....	62
Cuadro 14A	Muestreos Realizados en finca La Pinta, en el lote 34, para det. De Dinámica Poblacional.....	62
Cuadro 15A	Muestreos Realizados en finca El Naranja, en el lote 316, para det. De Dinámica Poblacional.....	63
Cuadro 16A	Muestreos Realizados en finca El Naranja, en el lote 312, para det. De Dinámica Poblacional.....	63
Cuadro 17A	Muestreos Realizados en finca El Rosario, en el lote 207, para det. De Dinámica Poblacional.....	64

BIOLOGIA, FLUCTUACION, DAÑOS Y PERDIDAS CAUSADAS POR EL BARRENADOR DEL TALLO (*Diatraea* spp) DE LA CAÑA DE AZUCAR (*Saccharum officinarum* L.) EN EL ESTRATO BAJO DEL INGENIO SANTA ANA , ESCUINTLA.

BIOLOGY, FLUCTUATION, DAMAGES AND LOSSES CAUSED BY SUGAR CANE STALK BORER (*Diatraea* spp) IN SUGAR CANE (*Saccharum officinarum* L) IN THE LOWEST STRATUS OF SUGAR MILL, SANTA ANA, ESCUINTLA.

RESUMEN

El barrenador de la caña de azúcar, del género *Diatraea* (Lepidoptera: Pyralidae), está ampliamente distribuido en la zona cañera de Guatemala, pero encuentra mejores condiciones ecológicas para su desarrollo en la zona baja.

Se hizo una evaluación de la fluctuación poblacional, relacionandola con las condiciones meteorológicas y la edad del cultivo. Para lo cuál se realizaron muestreos con una periodicidad de un mês, y con procedimientos específicos, en lotes pilotos con historial de daño. Los daños fueron medidos en porcentaje de infestación (% i) y porcentaje de intensidad de infestación (% ii), con muestreos realizados según fuera el caso, al momento de corte, evaluando densidad larval para liberación de parasitoides o en la misma evaluación de las fluctuación poblacional.

Las pérdidas fueron evaluadas llevando al laboratorio de la fábrica, cañas con diferentes categorías de intensidad de infestación, que fueron desde 0% hasta un 100%, a las cuales se les determinó su rendimiento en libras de azúcar por tonelada de caña (Lb Az / Tc). Los resultados obtenidos se analizaron en

el paquete estadístico SAS, en el cuál se determinó un factor de pérdida de 1.57 libras de azúcar por tonelada de caña por cada 1% de intensidad de infestación.

Se llegó a la conclusión que la especie predominante en el área bajo investigación es Diatraea crambidoides en una proporción de 9 a 1 con respecto a Diatraea saccharalis. También se concluyó que la precipitación y la edad del cultivo, son los factores más importantes a los cuales responden los picos poblacionales.

Con la principal recomendación de mantener actualizado el estudio de fluctuaciones del barrenador, y en cortos períodos de tiempo para poder determinar las causas de bajas en la población, sin motivo aparente,

1. INTRODUCCION

La caña de azúcar es un cultivo de gran importancia económica y social en Guatemala, ya que es una fuente importante de divisas y una gran cantidad de personas dependen directa e indirectamente de esta actividad.

Entre los factores que limitan su producción se encuentran los insectos y en especial los barrenadores del tallo del género Diatraea causante de pérdidas cuantiosas tanto en el campo como en la fábrica, ya que provoca mayores efectos económicos por los daños directos, ocasionados al constituir galerías dentro del tallo que ofrecen una vía de acceso a hongos saprófitos tales como Colletotricum falcatum Went y Fusarium moniliforme Sheldon, que causan la "pudrición roja" siendo responsables de la inversión de la sacarosa, ya que disminuye la pureza del jugo provocando menor rendimiento en azúcar.

En Guatemala se han identificado dos especies de importancia económica : Diatraea saccharalis Fabricius y Diatraea crambidoides Grote, con distribución generalizada entre los 0 a 300 msnm.

2. DEFINICION DEL PROBLEMA

El barrenador de la caña de azúcar, del genero Diatraea (Lepidoptera; Pyralidae) esta ampliamente distribuido en la zona cañera de Guatemala, pero resultados de campo confirman que encuentra mejores condiciones ecológicas para su desarrollo en la zona baja (4). De tal forma que el estudio de las fluctuaciones poblacionales, daños y pérdidas causadas por esta, es una herramienta que nos ayudará a conocer el comportamiento de esta especie plaga a lo largo del ciclo del cultivo de la caña de azúcar, interrelacionandola con las condiciones meteorológicas, para poder dirigir las tácticas de control en momento oportuno.

Para la industria azucarera de Guatemala es una de las cuatro principales plagas de importancia economica segun CENGICAÑA, y en particular para el Ingenio Santa Ana, la coloca en primer lugar en cuanto a importancia, ya que es la que provoca mayores efectos económicos por los daños directos, ocasionados al construir galerias dentro del tallo que ofrecen una via de acceso a enfermedades como Colletotrichum falcatum y Physalospora tucumanencis, agentes causales de la pudrición roja o muermo rojo que perjudica por inversión la calidad de los jugos de la caña de azúcar. Esos daños presentan diferentes magnitud segun la variedad atacada, estado fenológico del cultivo y la especie del barrenador (14).

3. MARCO TEORICO

3.1 Marco Conceptual

3.1.1. Descripción del gusano barrenador de la caña de azúcar Diatraea spp

3.1.1.1 Clasificación Taxonómica:

Borror & De Long (1970), Box (1948), Santoro (1970) y Stehlé (1956) describen taxonómicamente la especie como sigue:

Reino:	Animal
Phyllum	Arthropoda
Clase:	Hexapoda
Orden:	Lepidoptera
Sub-orden:	Glossata
Familia:	Pyralidae
Subfamilia:	Crambinae
Género:	Diatraea
Especie:	<u>Diatraea</u> sp. (7)

3.1.2 Características Biológicas

El ciclo de vida del barrenador consta de 4 estados de desarrollo: huevo, larva, pupa y adulto. La duración de cada uno, difiere según la especie, el hospedante y las condiciones climáticas (T° máxima y mínima, precipitación, humedad relativa) , sin embargo, la literatura en América Latina muestra rangos para huevo de 4 a 15 días, larva de 20 a 84 días, pupas de 6 a 14 días y adulto de 3 a 8 días (6).

En Guatemala, bajo condiciones de laboratorio y con temperatura entre 22 – 26 grados Centígrados, se ha determinado que el estado de huevo puede durar de 5 a 6 días; las larvas de Diatraea saccharalis desarrollan de 21 a 23 días; en tanto que las de Diatraea Crambidoides desarrollan en un período más largo, de 33 a 43 días. Esta diferencia en el desarrollo larval, es la característica de mayor importancia en el ciclo de vida de las especies de mayor abundancia en el cultivo de la caña en nuestro país. El período pupal es de 8 a 10 días, después del cual, emergen los adultos que viven aproximadamente de 3 a 4 días en promedio (6).

En el cuadro 1 podemos observar la duración en días de cada estado de vida del barrenador Diatraea saccharalis, bajo las condiciones del laboratorio de Producción de Parasitoides del Ingenio Santa Ana que se pueden observar en el cuadro 2, con una duración de 37-45 días todo el ciclo. El estado larvario es de 22 a 24 días, el estado de crisálida de 6 a 8 días, y el estado adulto es menor, de 4 a 6 días (12).

Cuadro 1. Duración en días de los estados de vida del barrenador de caña de azúcar Diatraea saccharalis bajo condiciones del laboratorio (12).

ESTADO DEL CICLO DE VIDA	DURACION EN DIAS	PROMEDIO
HUEVO	5 - 7	6
LARVA	22 - 24	23
PUPA	6 - 8	7
ADULTO	4 - 6	5
TOTAL . . .	37 - 45	42

Cuadro 2. Condiciones de cada sala y de los cuatro estados de vida del Barrenador de caña de azúcar Diatraea saccharalis (12).

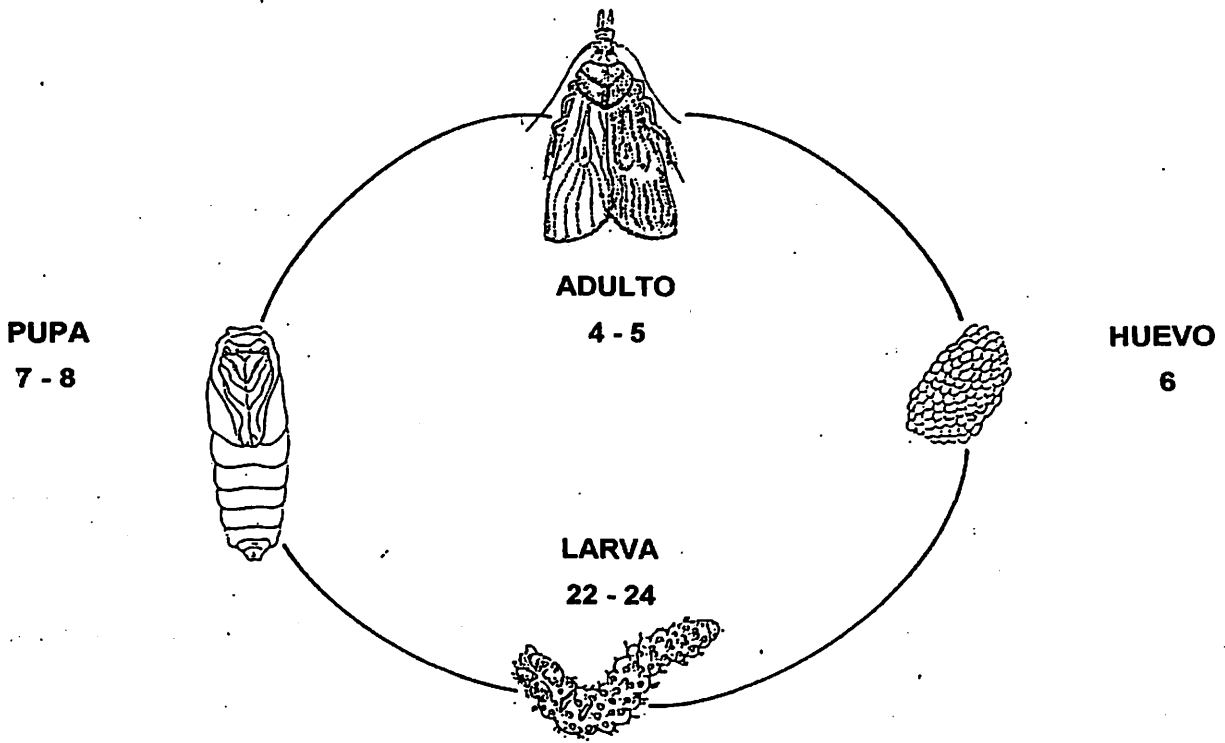
Estado del ciclo	Sala de	T min C	T max C	Tx	Fotofase (h)
Huevo	Posturas	22	24	23	12 h
Larva	Desarrollo	26	28	27	12 h
Pupa	Desarrollo	26	28	27	12 h
Adulto	Emergencia	24	26	25	12 h

De acuerdo con el cuadro 3 se puede establecer que el ciclo de vida del barrenador Diatraea crambidoides se encuentra entre 62 a 72 días; observándose al igual que en la otra especie, que el estado larval es el de mayor duración, con la diferencia que para esta especie es mucho mayor, de 46 a 50 días, estos resultados bajo las mismas condiciones de laboratorio (cuadro 2).

Cuadro 3. Duración en días de los estados de vida del barrenador de caña de azúcar Diatraea crambidoides bajo condiciones de laboratorio (12).

ESTADO DEL CICLO DE VIDA	DURACION EN DIAS	PROMEDIO
HUEVO	6 - 8	7
LARVA	46 - 50	48
PUPA	6 - 8	7
ADULTO	4 - 6	5
TOTAL . . .	62 - 72	67

En la figura 1 podemos observar detalladamente el ciclo de vida de los barrenadores Diatraea saccharalis y de Diatraea crambidoides .



Ciclo biológico de Diatraea saccharalis, bajo condiciones del laboratorio de Producción de Parasitoides del Ingenio Santa Ana (12).

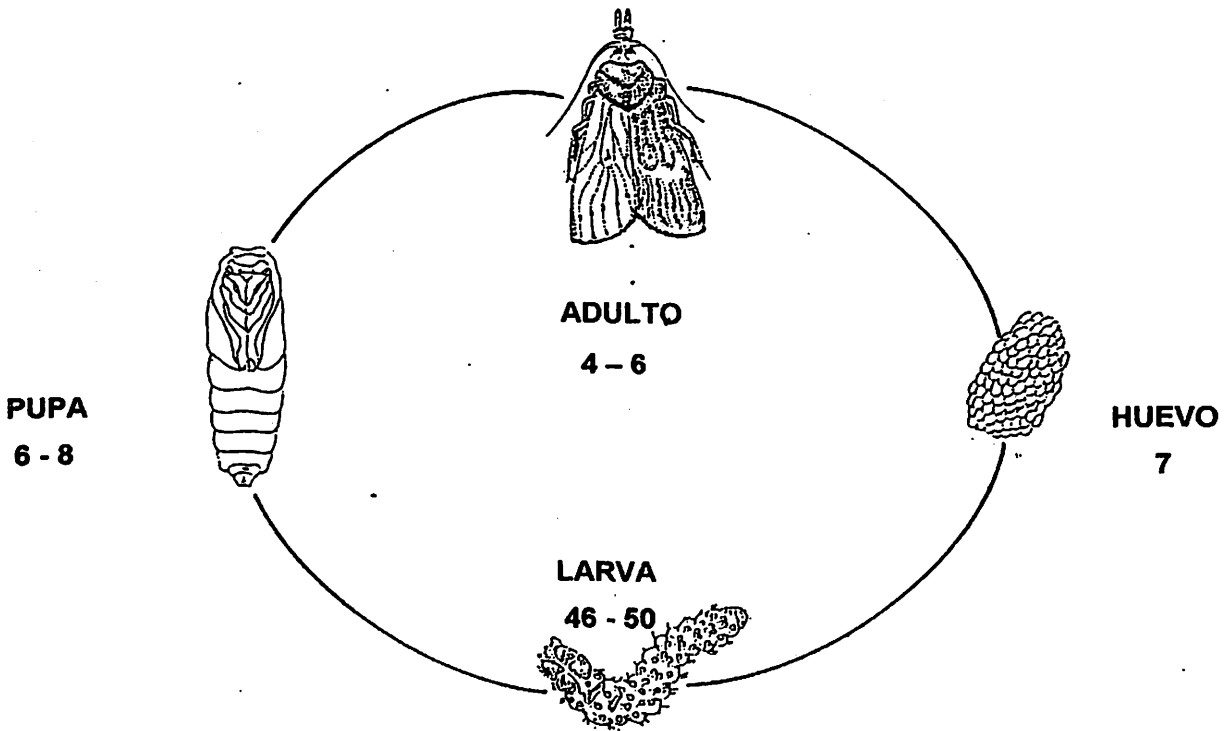


FIGURA 1 Ciclo biológico de Diatraea crambidoides, bajo condiciones del laboratorio de Producción de Parasitoides del Ingenio Santa Ana (12).

3.1.2.1 HUEVO

El huevo de Diatraea saccharalis, es ovalado, plano y, aproximadamente 1.16 mm de longitud por 0.75 de ancho. Presenta marcas en su corteza y son reunidos en masas o posturas que tienden a ser más largas que anchas, de tal manera que quedan sobrepuestos como si fueran escamas. Los huevos ovipositados son blancos, pero a medida que avanza el desarrollo embrionario de la larva en su interior se opacan ligeramente y adquieren una coloración anaranjada. Antes de la eclosión pueden distinguirse las cabezas negras de las pequeñas larvas royendo el corión del huevo hasta romperlo cuando han completado su desarrollo embrionario. Las características de las posturas en cuanto a su forma, tamaño y coloración determinan que sea fácilmente confundidas con las manchas que se presentan en las hojas de la caña de azúcar, producto de diversas enfermedades o deficiencia nutritivas, lo que unido a la alta densidad de follaje de este cultivo, dificulta en gran medida encontrar las puestas del insecto en los campos (7).

En la especie Diatraea crambidoides los huevos son elípticos, aplanados, de aproximadamente 1.3 mm de longitud por 0.8 mm de ancho, presentan un color blanco cremoso cuando son ovipositados, al igual que Diatraea saccharalis conforme el desarrollo embrionario de la larva se tornan de un color naranja, con la diferencia que estos presentan tres líneas naranjo-rojizas transversales (7).

3.1.2.2 LARVA

Es eruciforme, de color blancuzca y presenta un gran número anillos en los cuales se observan, por la parte dorsal, puenteaduras negras y una gran cantidad de setas. Su cabeza es de color ámbar, armada con fuertes mandíbulas masticadoras que le permiten perforar el tallo de la caña de azúcar y de otras plantas hospedantes que utiliza en su alimentación. El estado larval comienza con la eclosión de las larvas que emergen después de romper el corión de los huevos (7). Las larvas recién emergidas miden de 1 a 2 mm y pasan algunos días alimentándose de la epidermis de la nervadura central de las hojas. Cuando alcanzan el segundo estadio miden entre 6 a 8 mm, perforan el córtex del tallo y abren una galería en la médula, de la cuál se alimentan. Durante varias semanas de su crecimiento siguen excavando túneles en el tejido parenquimatoso, masticando los haces vasculares. Al alcanzar la madurez larval, construyen una galería con salida a la superficie del córtex (6).

El crecimiento está caracterizado por estadios de desarrollo sucesivos, en los cuales las larvas mudan su cutícula y originan un aumento en el diámetro de la cápsula craneana y, según se ha observado, algunos cambios morfológicos en las mandíbulas que aumentan la fortaleza de las mismas y que, a criterio del autor, pueden tener valor taxonómico para la diferenciación de estadios larvales. Las larvas durante el primero y segundo estadios se alimenta de las hojas de la planta atacada. En el tercero cavan un túnel en la vena central o en la parte suave del tallo y en el cuarto y quinto penetran al mismo. Collazo (1989) basándose en la tabla de Jasic (1967) que relaciona el

diámetro de la cápsula cefálica con los diferentes estadios de Diatraea saccharalis encontró que las larvas a partir del cuarto estadio aparecen normalmente en el interior de los tallos de la caña de azúcar, siendo fácilmente detectadas por las perforaciones que realizan y sus excrementos; no ocurre lo mismo con las larvas del tercer estadio que, aunque pueden penetrar el tallo, su localización es más difícil debido a que el daño que causan es muy poco apreciable. Las orugas completamente desarrolladas pueden medir de 15 a 25 mm y regularmente aparecen en un número de una por tallo de caña de azúcar atacado y en menor proporción, 2 ó 3. Excepcionalmente se encuentran tallos con 4 ó más orugas en su interior, y cuando esto sucede, generalmente éstas son más pequeñas. En la etapa final del desarrollo larval, la oruga 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 la epidermis del mismo y, posteriormente, se aletarga cerca de esta perforación comenzando el proceso de transformación al estado pupal. Estos "huecos de salida" son fácilmente detectables en los tallos de la caña de azúcar (7).

Las larvas de Diatraea crambidoides se caracterizan por un tubérculo mesotorácico dorsal en forma de "B" alargada con una incisión media anterior, en tanto que Diatraea saccharalis presenta un tubérculo mesotorácico dorsal alargado transversalmente y redondeado en la parte anterior. En nuestras condiciones, se ha determinado que el ciclo de vida promedio para Diatraea cambridoides y Diatraea saccharalis es de 57 y 41 días,

respectivamente, observando que el estado larval de Diatraea crambidoides es de 16 días mayor que Diatraea saccharalis (6).

3.1.2.3 PUPA

La pupa es del tipo adéctica, está caracterizada porque los órganos bucales no son movibles y pertenece a la forma obtecta, en donde los apéndices corporales se pueden observar pero están fuertemente pegados al cuerpo mediante una secreción especial o líquido exubial. En el extremo terminal presenta el gonoporo o poro genital, el cual se utiliza para diferenciar el sexo. Las pupas recién formadas son casi blancas, tomando a las pocas horas una coloración caoba. En este estado el insecto es poco movable y realiza solo movimientos circulares con la parte abdominal cuando es molestado. Al finalizar el proceso de pupación, ocurre la emergencia del adulto que se libera de la exubia protectora de la pupa y rompe la delgada capa de la epidermis de la perforación de salida contruida durante el estado larval e inicia de esta forma su vida en el medio exterior (7).

3.1.2.4 ADULTO

El adulto es una pequeña polilla de color pajizo de poco más de 1 cm de longitud y que en estado de reposo une las alas y forma un ángulo con el vértice hacia la parte dorsal. Los machos son generalmente, más pequeños que las hembras con mayor movilidad del insecto, el cual puede desplazarse mediante el vuelo hacia las áreas que presentan mejores condiciones para el desarrollo de

sus funciones vitales. Dentro de éstas, sin duda alguna, la de mayor importancia es la reproducción que permite la perpetuación de la especie. Para que esta función se efectúe ocurre inicialmente la maduración sexual de las polillas.

Las hembras atraen a los machos mediante secreciones de las glándulas sexuales, situadas en la mitad posterior del abdomen y ocurre de esta forma el acoplamiento y la fecundación. La hembra fecundada realiza la oviposición, generalmente de noche sobre el haz y el envés de las hojas de la caña de azúcar, cerca del nervio central y en la dirección de éste, aunque con mayor frecuencia las posturas se localizan en el envés cerca de la base del ápice. Esta acción demora, generalmente unos minutos, aunque otros plantea que puede demorar hasta seis horas. En realidad el tiempo que demora la hembra en realizar la oviposición está relacionado con el número de huevos por postura, a medida que este número es mayor, el tiempo en la oviposición será mayor y viceversa (7).

El adulto rara vez puede verse en el campo pues es de hábitos nocturnos y volador de poco alcance, atraído por las luces artificiales nocturnas. Durante el día se esconden entre las hojas y durante la noche la hembra deposita unos 300 huevos en pequeñas masas de 5 a 50, en el envés de las hojas (6).

El adulto de Diatraea crambidoides presentan una longitud alar de 26 a 42 mm, frente redondeada, color y patrón de las alas delanteras similar a Diatraea saccharalis. En el macho, las alas traseras muestran una tenue sombra subterminal. La genitalia del macho presenta: uncus ancho con ápice

ampliamente truncado y aletas laterales; el gnatos curvo y espinado; sin procesos costales en la valva; yuxta con brazos proporcionalmente cortos y puntudos; aedeago sin cornuti. La genitalia de la hembra presenta: áreas poco esclerotizadas alrededor de la bursa ostial; papilas anales con áreas ventrales fuertemente esclerotizadas. El conducto bursal no está bien demarcado de la bursa copulatoria (7).

Diatraea saccharalis es una palomilla variable en tamaño y color. La longitud alar del adulto es de 18 a 39 mm, menor que Diatraea crambidoides. La frente es redondeada; alas delanteras de color amarillo – beige a café suave, con mancha discal y dos líneas en forma de “V” invertida más notable en macho que en la hembra; alas traseras de blanco sedoso a crema grisáceo. La genitalia del macho presenta: uncus más ancho que el gnatos; extensión del tégumen larga y ampliamente redondeada; valva relativamente estrecha en la base; proceso basal subcuadrado, provisto de diminutas espinas o picos en su último tercio; yuxta con 2 brazos largos y angostos; aedeago recto, terminado en punta, con una pequeña extensión subapical en forma de dedo. La genitalia femenina con áreas o labios esclerotizados adyacentes a la abertura de la bolsa copulatoria, levantados y esclerotizados. La bolsa copulatoria es más larga que el conducto bursal (6).

3.1.3 Fluctuación Poblacional

La cantidad de larvas por unidad de área y el porcentaje de intensidad de infestación, están íntimamente relacionados a la precipitación observada durante el período en el cuál se hacen los muestreos para determinación de la dinámica poblacional, los cambios en la temperatura máxima y mínima son imperceptibles, y solo en casos aislados los descensos en la temperatura mínima coinciden con incrementos en las poblaciones de *Diatraea* spp. El ciclo del cultivo juega un papel fundamental ya que es el que marca el desarrollo de la especie plaga a lo largo del tiempo (figura 2).

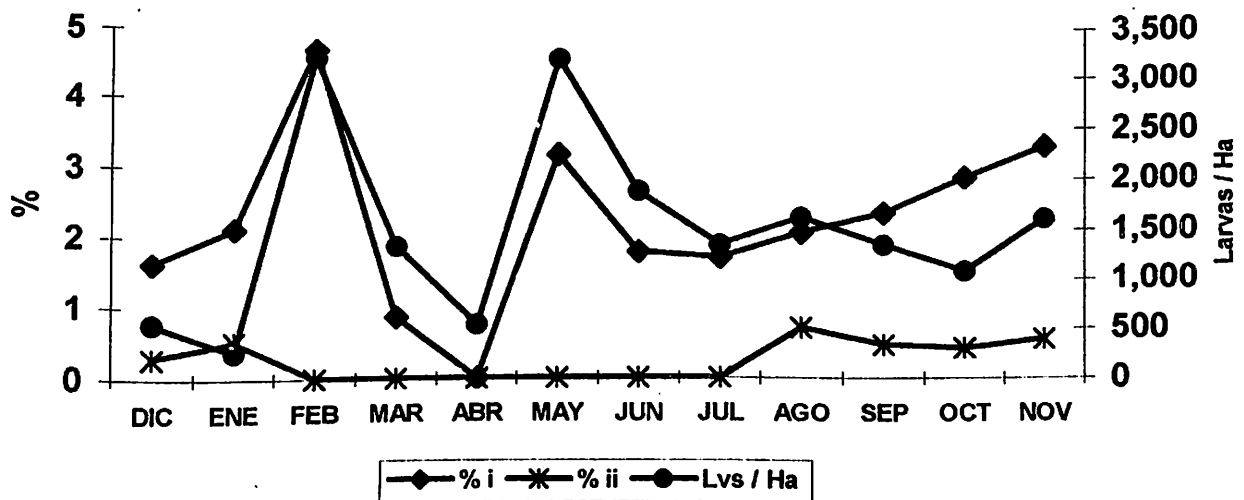


FIGURA 2 Dinámica poblacional de *Diatraea* spp., finca California en En el período de 1998-1999.

Como podemos observar en la figura 2, las tres variables graficadas presentan un mismo comportamiento a lo largo del tiempo y considerando que el factor larvas por hectárea se encuentra a diferente escala. En el caso de el porcentaje de infestación (%i) que representa la cantidad de cañas perforadas del total de cañas muestreadas, expresado en porcentaje, con el mismo comportamiento; el porcentaje de intensidad de infestación (% ii) que representa la cantidad de entrenudos barrenados del total de entrenudos, con valores porcentuales aún más bajos, sin embargo con el mismo comportamiento o muy parecido. Al observar la figura 3 donde eliminamos la variable de porcentaje de infestación y el porcentaje de intensidad de infestación, y agregamos la variable de precipitación pluvial expresada en

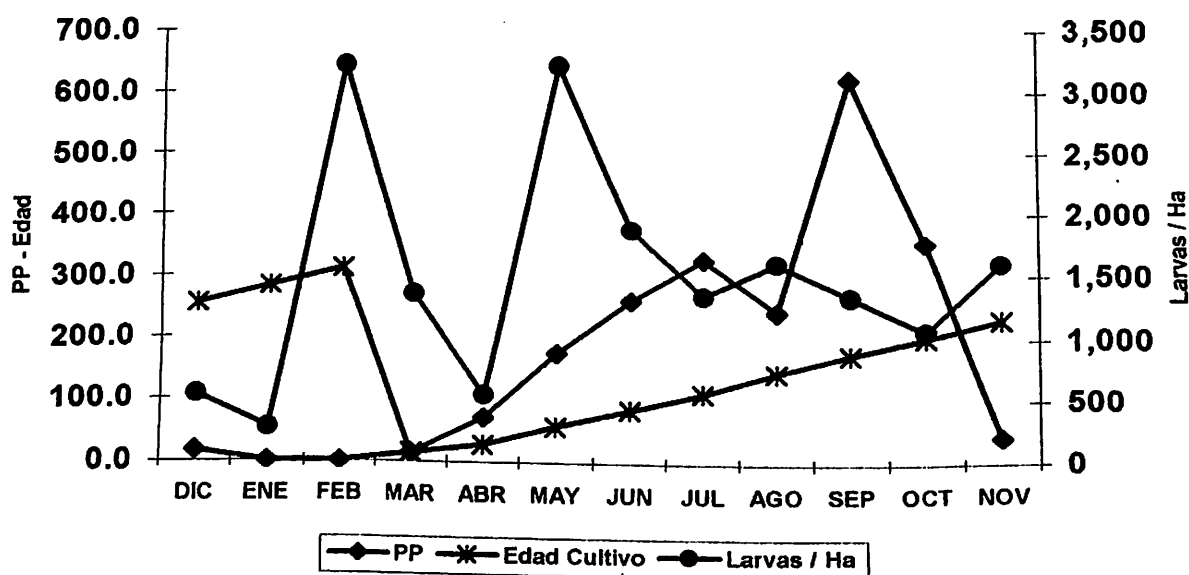


FIGURA 3 Dinámica poblacional de *Diatraea* spp., relacionada a la edad del Cultivo y a la precipitación, en la finca California, periodo 98-99.

milímetros así como la edad del cultivo expresada en días, nos damos cuenta que la población de Diatraea spp., responde a las variaciones de precipitación y de la edad del cultivo. La finca **California** se encuentra a 75 msnm, en el municipio de Guanagazapa del Departamento de Escuintla, con una precipitación media anual de 1,800 mm. Del total de muestreos realizados el 93.85 % correspondió a Diatraea crambidoides y solamente el 6.15 % a Diatraea saccharalis.

Para el caso en particular de la finca **El Apipal** (figura 4) los niveles

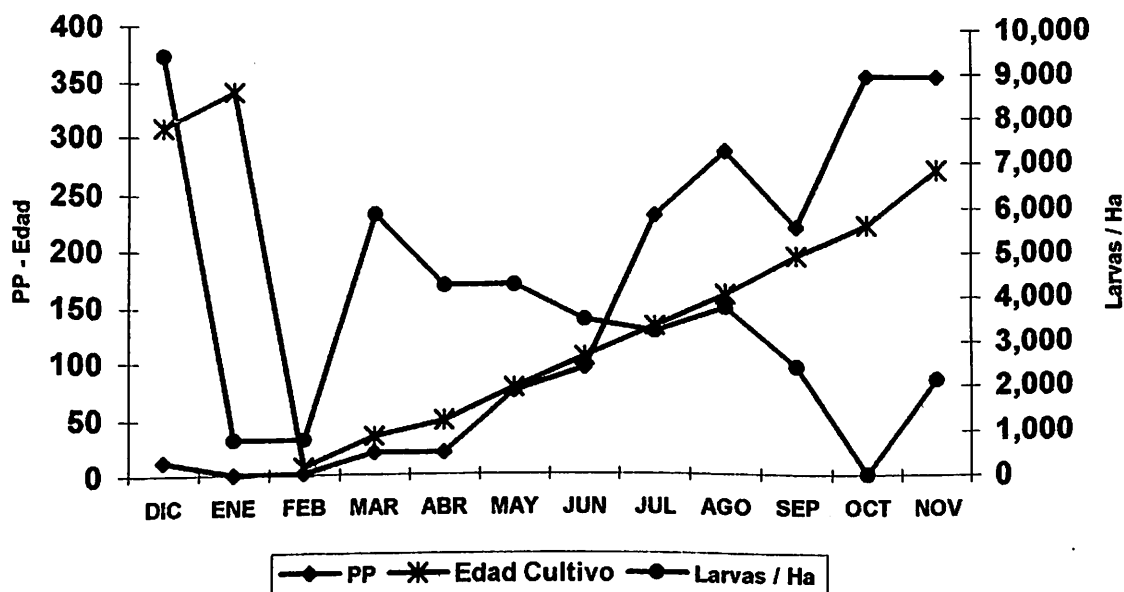


FIGURA 4 Dinámica poblacional de Diatraea spp., relacionada a la edad del Cultivo y a la precipitación, en la finca Apipal, periodo 98-99.

poblacionales han sido por muchos años los más altos de la empresa, con un pico máximo de 9,333 larvas por hectárea en el mes de diciembre, del total de muestreos realizados el 100% de las larvas encontradas corresponden a Diatraea crambidoides.

Y como se observa en esta gráfica no es la excepción al manifestar el mismo comportamiento que la gráfica anterior, aunque para el mes de octubre el descenso poblacional es de cero larvas por hectárea, obedece a condiciones de inundación del lote bajo muestreo. Esta finca se encuentra a 60 msnm en el municipio de Guanagazapa del Departamento de Escuintla, con una precipitación media anual de 1,730 mm.

En la finca Iguazú (figura 5) se encuentra a 35 msnm, en el municipio del Puerto de San José del Departamento de Escuintla, con una precipitación media anual de 1,600 mm; este lote bajo muestreo poblacional fue cosechado en el mes de Diciembre, con una población máxima de 5,333 larvas por hectárea en el mes de Abril y manteniéndose controlada esta población al incrementarse las lluvias, subiendo nuevamente en el mes de Noviembre. De los muestreos realizados el 96.7% de las larvas encontradas corresponden a Diatraea crambidoides , y únicamente el 3.3% corresponde a Diatraea saccharalis .

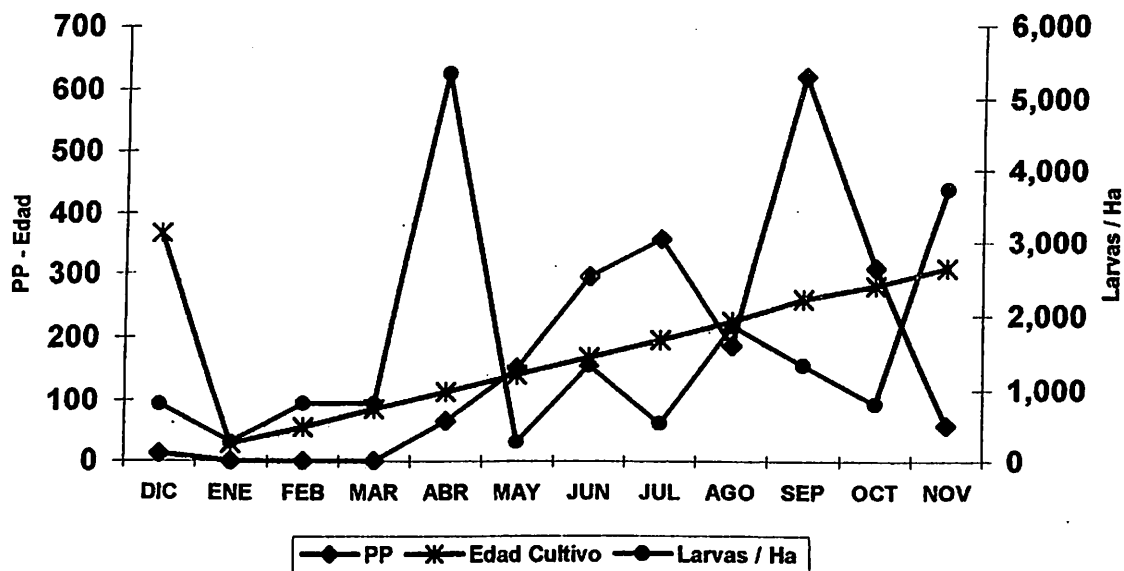


FIGURA 5 Dinámica poblacional de *Diatraea* spp., relacionada a la edad del Cultivo y a la precipitación, en la finca Iguazú, periodo 98-99.

Es importante observar que cuando la precipitación acumulada en un mes aumenta drásticamente, la población presenta descensos importantes, incrementándose nuevamente al mejorar las condiciones.

Lo antes mencionado también es evidente en la figura 6, en la finca El Naranjo a 40 msnm, en el municipio del Puerto de San José del Departamento de Escuintla, con una precipitación media anual de 1,600 mm; con una precipitación acumulada mensual cercana a los 100 mm en el mes de abril, se inicia una explosión de la población alcanzando en el mes de Mayo sus valores más altos con un máximo de 2,133 larvas por hectárea, esto ocurre cuando el cultivo tiene aproximadamente 16 semanas ó 112 días después del corte, sin embargo al incrementarse las lluvias en el mes de Junio y Julio la

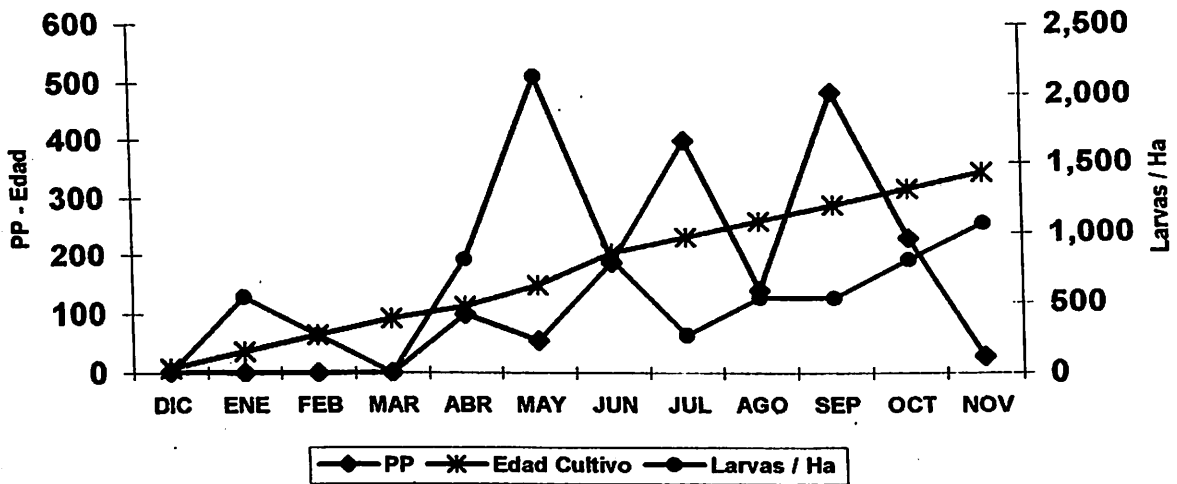


FIGURA 6 Dinámica poblacional de Diatraea spp. ,relacionada a la edad del Cultivo y a la precipitación, en la finca El Naranjo, periodo 98-99.

población disminuye considerablemente, aumentando nuevamente cuando mejoran las condiciones en el mes de Agosto, se ve un leve ascenso en la población, el cuál es afectado por lo copioso del mes de Septiembre, sin embargo al bajar la precipitación la población comienza a subir nuevamente, y de esta forma se repite el ciclo. Del total de muestreos realizados en esta finca el 90.48% de las larvas correspondieron a Diatraea crambidoides y solamente el 9.52 % a Diatraea saccharalis.

La finca El Rosario (figura 7) se encuentra a 10 msnm, con una precipitación media anual de 900, es una de las fincas más cercanas al litoral, con una población no muy alta de Diatraea spp., con un máximo de 1,333 larvas por hectárea. De la población muestreada el 88.33 % pertenece a Diatraea

crambidoideas y solo el 11.67% es de Diatraea saccharalis, y en ninguno de los muestreos fué reportado algun tipo de parasitismo natural o provocado.

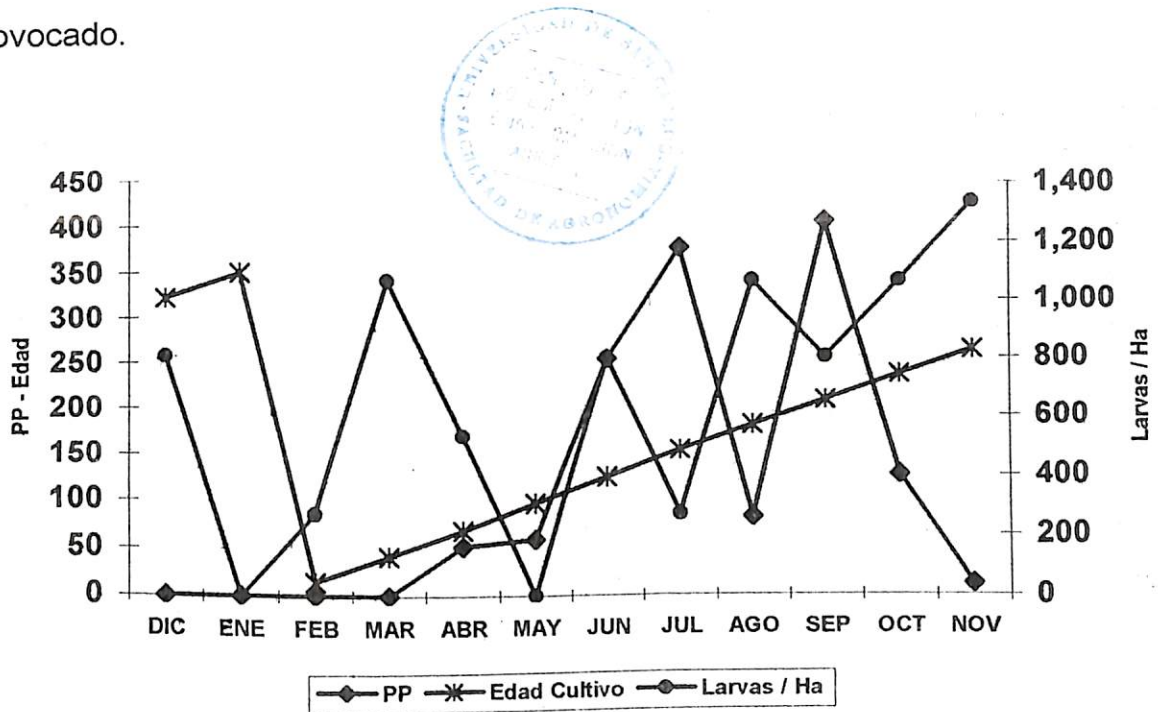


FIGURA 7 Dinámica poblacional de Diatraea spp. ,relacionda a la edad del Cultivo y a la precipitación, en la finca El Rosario, periodo 98-99.

Finca **La Pinta**, está ubicada en el municipio de Masagua del Departamento de Escuintla, se encuentra a una altura de 95 msnm, tiene una precipitación media anual de 2,000 mm, la máxima población registrada en el muestreo poblacional es de 6,600 larvas por hectárea, alcanzando este pico poblacional en le mes de Abril y declina en el mes de Mayo cuando se intensifican las lluvias, manteniéndose la población en niveles aceptables el

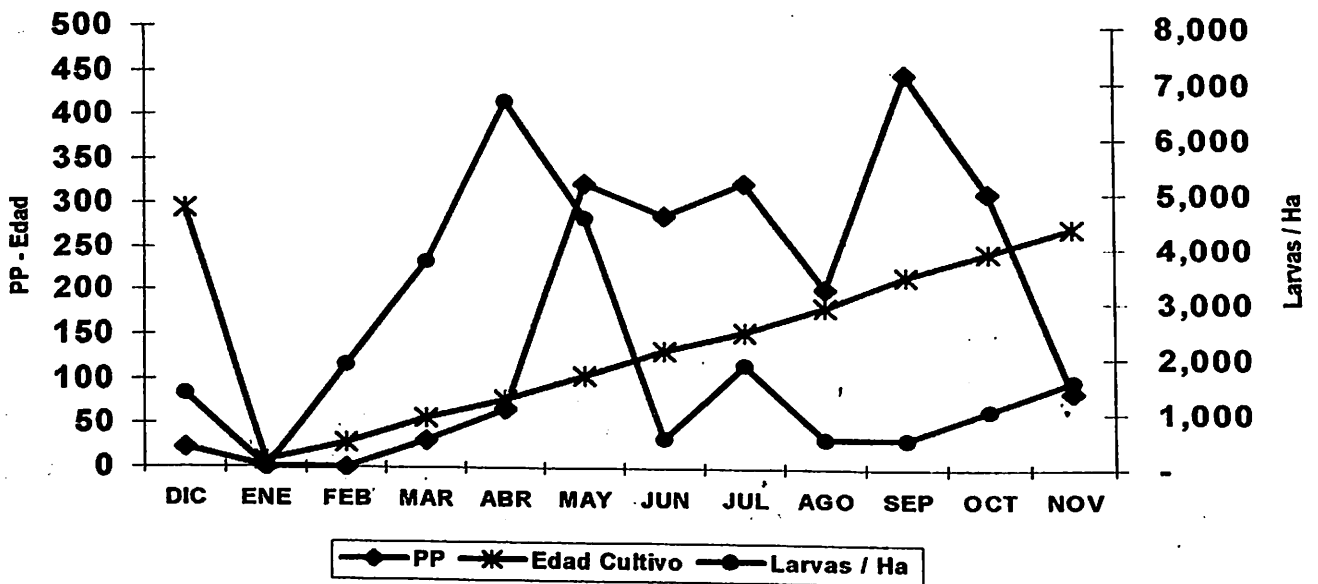


FIGURA 8 Dinámica poblacional de Diatraea spp. ,relacionada a la edad del Cultivo y a la precipitación, en la finca La Pinta, periodo 98-99.

resto de meses con un ligero pico en el mes de Julio. Del muestreo realizado a lo largo del año, el 100% de las larvas encontradas pertenecen a Diatraea crambidoides .

3.1.4 Daños Causados

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, o meristemo apical, conocido comúnmente como "corazón muerto".

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 responsable de la inversión de sacarosa. También afecta adversamente la pureza del jugo y disminuye el rendimiento de sacarosa y alcohol, según sea la finalidad con que se utilice la caña (15).

El daño causado por los barrenadores en caña, es mayor de lo que parece y muchas veces puede pasar desapercibido y detectarse hasta el momento de la extracción del jugo. Sin embargo, las larvas pueden atacar el cultivo desde la siembra hasta la cosecha. Los barrenadores penetran en el tallo y pasan allí la mayor parte de su ciclo de vida, protegidos de efectos extremos adversos. Afortunadamente existen múltiples especies de parasitoides que en forma natural reducen sus poblaciones (6).

El daño de los barrenadores en la caña de azúcar puede pasar fácilmente desapercibido durante el desarrollo del cultivo, debido al hábito de las larvas de permanecer durante su desarrollo dentro del tallo y en el cañaveral no muestra síntomas externos alarmantes. Muchas veces el daño se detecta hasta en el proceso de fábrica al observar bajos rendimientos. El daño puede ocurrir durante la germinación, en plantas en macollamiento ó en tallos en elongación y maduración, afectando los procesos de producción y fábrica. En el caso de caña pequeña, el mayor daño se atribuye al atraso en el crecimiento de las plantas cuando las larvas producen galerías verticales que pueden alcanzar el meristemo apical y causarle la muerte (corazón muerto). En caña de 2 meses en adelante, se pueden observar dos tipos de daño: si afecta el ápice vegetativo, el tallo producirá una proliferación de brotes laterales (lalas), y la planta invertirá energía en ellos; si el daño resulta de la perforación en los tallos, las galerías favorecen la entrada del hongo Colletotrichum falcatum (fase perfecta Physalospora tucumanensis), responsable del muermo rojo, que afecta la calidad del jugo, reduce el Pol, Brix y aumenta el porcentaje de fibra (6).

La forma de cuantificar el daño es haciendo un muestreo periódicamente lotes infectados o al momento de la cosecha, y determinar el "Porcentaje de Intensidad de Infestación" (% ii), que servirá para determinar con que dato final de daño ingresan las cañas a la fábrica.

Cuadro 4. Porcentaje de Intensidad de Infestación por zafra, de las fincas del estrato bajo del Ingenio Santa Ana en referencia .

FINCA	AREA Ha's	% ii POR Z A F R A			
		97 - 98	98 - 99	99 - 2000	2000 - 2001
CALIFORNIA	1,201.30	4.53	1.74	1.33	0.72
EL APIPAL	277.08	13.05	9.98	5.95	5.99
IGUAZU	259.84	4.90	1.56	0.58	0.83
EL NARANJO	604.67	1.11	0.68	0.57	0.73
EL ROSARIO	519.91	2.16	1.33	1.15	1.06
LA PINTA	363.16	0.67	0.68	0.57	1.40

3.1.5 EL MUESTREO

Hay tres modalidades diferentes de muestreo, realizados para la obtención de datos, utilizados en la presente investigación, los cuales básicamente son muestreos aleatorios realizados según sea su finalidad, a lotes piloto representativos del área en estudio.

3.1.5.1 Muestreo de Densidad Larval

El objetivo primordial de este muestreo es la obtención de datos poblacionales para la liberación de parasitoides; el número de muestras a tomar se determina según el área del lote bajo evaluación, ya que se toman cinco puntos de muestreo por cada cinco hectáreas, de tal forma que si el lote tiene seis hectáreas, se toma un total de diez muestras. El tamaño de la muestra es de cinco metros lineales y se sigue el siguiente procedimiento:

1. Se definen los cinco metros y se retiran las hojas de los primeros dos tercios (desbajerar) de la caña, limpiando todos los tallos de hojas secas que pueden impedir la visibilidad de los mismos.
2. Se cuenta el número de cañas (tallos) en los cinco metros de la muestra.
3. Se cuenta el número de entrenudos de cada caña, sumando el total en los cinco metros de muestra.
4. Se revisa minuciosamente cada caña buscando perforaciones, al encontrarse, se corta a ras y se parte longitudinalmente esa caña.

5. Se cuenta el número de entrenudos dañados (daño directo: perforación y consumo por la larva; daño indirecto: coloración rojiza causada por hongos como Colletotricum falcatum o Fusarium moniliforme a lo largo de la galería).
6. Se cuenta el número de larvas de Diatraea spp, y otros estadios como pupas y adultos aún en el tallo, así como otras formas biológicas, como parasitoides.
7. Las larvas colectadas se llevan al Laboratorio de Producción de Parasitoides, en donde se clasifican taxonómicamente, teniéndolas en cuarentena durante 13 días con el fin de observar el porcentaje de parasitismo presente en campo.
8. Se calcula el porcentaje de infestación (% i) de la siguiente forma:

$$\% i = \text{cañas perforadas} / \text{total de cañas} \times 100.$$
9. Se calcula el porcentaje de intensidad de infestación (% ii) de la siguiente forma: $\% ii = \text{entrenudos barrenados} / \text{total entrenudo} \times 100.$

Se calcula la Densidad Larval por regla de tres de la siguiente forma: El número de muestras que se tomó del lote se multiplica por cinco (5) , que es el tamaño de la muestra, y a esta cantidad de metros lineales se hace referencia la cantidad de larvas encontradas en el total de muestras, relacionándola con la cantidad de metros lineales que tiene una hectárea, que si está surqueada a 1.50 metros de distancia entre surcos, son 6,666.67 metros lineales (10,000 m² / 1.5).

3.1.5.2 Muestreo de Diatraea spp al Momento del Corte de Caña

Este muestreo se realiza con la finalidad de obtener el dato de porcentaje de infestación (% i) y el porcentaje de intensidad de infestación (% ii) con el que ingresará dicha caña a la fábrica, y de esta forma poder determinar cuales fueron las pérdidas en dicho lote de "x" finca, por causa de esta especie plaga. Este muestreo se hace a todos los lotes de todas las fincas sin excepción. La metodología que se sigue es la siguiente:

1. De la caña cortada y lista para ser alzada, se toman 20 cañas por hectárea. Para hacer una mejor distribución del muestreo en todo el lote, se multiplican las 20 cañas / Ha por el área del lote y se divide entre el número de chorras de caña (acumulación lineal de 5 ó 6 surcos cortados) y obtenemos la cantidad de cañas a muestrear por chorra de caña.
2. Se toman las cañas al azar, a lo largo de la chorra de caña, y se cortan longitudinalmente, se cuenta el número de entrenudos dañados (daño directo: perforación y consumo por la larva; daño indirecto: coloración rojiza causada por hongos como Colletotricum falcatum o Fusarium moniliforme a lo largo de la galería).
3. Se calcula el porcentaje de infestación (% i) de la siguiente forma:
$$\% i = \text{cañas perforadas} / \text{total de cañas} \times 100.$$
4. Se calcula el porcentaje de intensidad de infestación (% ii) de la siguiente forma: $\% ii = \text{entrenudos barrenados} / \text{total entrenudo} \times 100.$

3.1.5.3 Muestreo de Dinámica Poblacional

Este muestreo se realiza únicamente en lotes piloto de las fincas bajo estudio, con la finalidad de obtener información poblacional, que nos ayude a entender el comportamiento de esta especie plaga a lo largo del ciclo del cultivo, relacionándolo con la información meteorológica (precipitación, T° máxima y mínima, Humedad relativa, etc.) de cada lugar en específico. Es similar al muestreo de Densidad Larval, con la diferencia que el número de muestras por lote es de 25 sin importar el área del mismo, y el tamaño de la muestra disminuye de 5 metros a 1 metro, se obtienen los mismos datos de porcentaje de infestación (% i), porcentaje de intensidad de infestación (% ii), y de igual forma se calcula la densidad larval.

3.1.6 Control Biológico

La caña de azúcar por lo general es un monocultivo que se siembra en áreas extensas, alterando en consecuencia el equilibrio natural. Esto permite que algunas plagas se desarrollen y reproduzcan, al disponer de una gran cantidad de substrato para alimentarse. Existen más de 1,500 especies de insectos que son considerados como plaga en este cultivo. La distribución y la densidad de las especies de los insectos en una área dada, está relacionadas íntimamente con los factores del ambiente, lo que produce aumentos o disminuciones en las poblaciones (5).

En el pasado, muchas de las medidas para controlar las plagas eran realizadas en forma aislada, siendo poco efectivos los resultados. Desde hace varios años se considera que la eliminación de las plagas debe efectuarse mediante métodos de control integrado como filosofía moderna de combate. El manejo integrado tiene como propósito combinar en forma razonable y armónica una serie de tácticas para reducir el daño de las plagas a escalas tolerables. Dentro de estas, se incluyen: el empleo de hospederos genéticamente resistentes, la liberación de depredadores y parásitos edógenos o exóticos, los atrayentes sexuales, los repelentes, la modificación del ambiente natural y, en caso necesario, el apropiado uso de plaguicidas químicos, etc. La meta de este sistema es mantener las plagas en niveles tolerables mediante el empleo de procedimientos que conduzcan a beneficios sociales y económicos, con el mínimo impacto adverso en el ambiente y en la salud pública (15).

3.1.6.1 Entresaque de Corazón Muerto

Con la restricción en la utilización de insecticidas para el control de especies plaga, se abrió un espacio para nuevas técnicas o labores que ayudarán a crear un efecto de choque para el control de Diatraea spp. De esta forma se comenzó a desarrollar el Entresaque de Corazón Muerto.

En los lotes de caña afectados por estos barrenadores, es muy visible, los rebrotes muertos por esta causa, de tal forma que es necesario el monitoreo continuo a partir de 15 días después del corte, para determinar el momento oportuno de hacer el entresaque.

Esta labor consiste en la extracción de los tallos afectados por los barrenadores, de lotes con edades de 30 hasta 90 días después del corte, los cuales son colectados y transportados al Laboratorio de Producción de Parasitoides, en recipientes plásticos con perforaciones pequeñas para mantener vivas las larvas. Es impresionante la cantidad de tallos con las larvas aún dentro, recolectados, y ya en el laboratorio se procede a su extracción y clasificación, apartándose las hembras y machos y eliminándose los tallos con otros barrenadores, como el barrenador menor Elasmopalpus lignosellus Zeller, que es común encontrarlo en la época seca.

Con la clasificación de las larvas por su género, esto nos lleva a desarrollar la siguiente labor, para el control de Diatraea spp., la cuál consiste en la fabricación y colocación de trampas de hembras vírgenes.

3.1.6.2 Fabricación y Colocación de Trampas de Hembras Vírgenes

Con las larvas colectadas en la labor de entresaque de corazón muerto, se procede a la fabricación de dichas trampas, utilizando para el efecto lo siguiente:

- a. 01 recipiente con capacidad de 1 galón
- b. 01 recipiente de rollo fotográfico
- c. algodón
- d. un clip grande
- e. agua con jabón

Se procede a cortar con una tijera o navaja un rectángulo de aproximadamente 8 cm de altura por 12 cm de ancho, de ambos lados del recipiente de un galón, posteriormente se fija a una estaca que debe ser lo suficientemente larga para que pueda ser fijada al suelo y que quede la trampa a la altura de la plantación. Al recipiente de rollo fotográfico se perfora por todas partes con agujeros de 3 milímetros de diámetro aproximadamente, en su interior se coloca un algodón con jarabe de azúcar, el que le servirá de alimento a la futura hembra virgen, y encima del algodón se deposita la pupa próxima a transformarse en adulto. La tapa del recipiente de rollo fotográfico es perforada, y con el clip estirado se suspende, quedando sobre el agua con jabón que sirve como trampa cuando los adultos machos chocan contra el recipiente de rollo fotográfico y caen a esta, sin poder salir queda atrapados y mueren, como se puede observar en la figura 10.

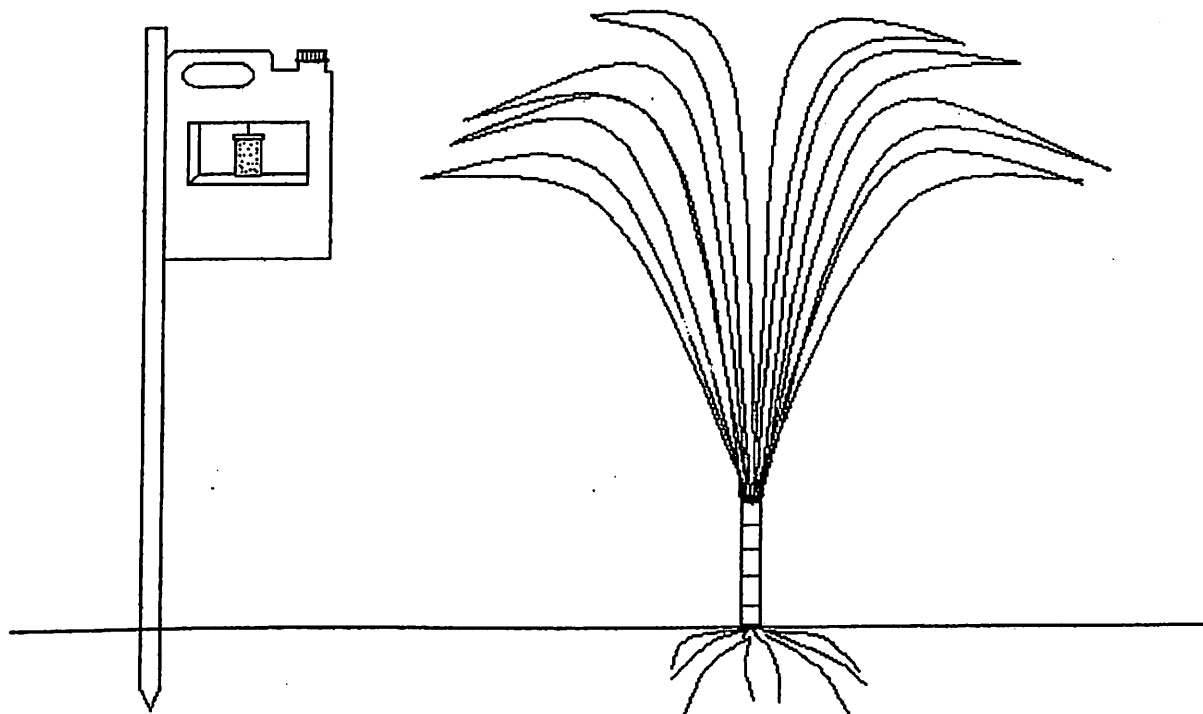


Figura 9 Trampa de Hembras Vírgenes, utilizada para la captura de Adultos de Diatraea spp., Ingenio Santa Ana (13).

El laboratorio de producción de parasitoides, debe ser muy preciso en el día de desarrollo pupal, para evitar muertes, y para no disminuir el número de días efectivos de esta trampa, ya que este se restringe a la duración del estado adulto, que para los dos casos, Diatraea saccharalis y Diatraea cramboides es de 4 a 6 días. Cada trampa puede capturar hasta 8 adultos diarios, habiéndose encontrado en algunas un máximo de 18 (13).

3.1.6.3 Liberación de Parasitoides

Con dos años de soporte técnico y debido a la cuestionable calidad de los parasitoides importados, en el Ingenio Santa Ana tomó la decisión de construir un Laboratorio de Producción de Parasitoides, el cual empezó a operar en Septiembre de 1,998 en su fase de incremento de cría de Diatraea saccharalis, el cual se utiliza como hospedante para la reproducción de los parasitoides que posteriormente son liberados en campos infestados. A principios de 1,999 se hicieron las primeras liberaciones de Cotesia flavipes y Paratheresia claripalpis, pero no fue sino a partir del 11 de Septiembre del mismo año que se implementó formalmente el programa de liberación de parasitoides.

3.1.6.3.1 DESCRIPCION DE LOS PARASITOIDES

Cotesia flavipes Cameron (Hymenoptera: Braconidae: Microgastrinae), tiene los sinónimos Apanteles flavipes Cameron , Apanteles simplicis Viereck, Apanteles nonagriae Olliff, Apanteles flavatus Ishida (5).

Su clasificación taxonómica es:

Clase : . Insecta
 Orden: Hymenoptera
 Sub-Orden: Apocrita
 Familia: Braconidae
 Género: Cotesia (Apanteles)
 ESPECIE: Cotesia flavipes

Su longitud 2 mm; cuerpo negro, patas amarillas a castañas pálidas; antenas situadas encima de una repisa entre los ojos compuestos; tergito I poco más ancho posteriormente que anteriormente (A); cubierta del ovipositor mucho más corta que la tibia (5).

Este parasitoide gregario tiene su origen en el sur-este de Asia donde ataca a barrenadores de los géneros Chilo y Sesamia. La hembra entra en el túnel del hospedero para parasitar la larva del tercero al sexto instar. Al terminar su desarrollo, cada larva hila un capullo blanco dentro del cual empupa (5).

Su ciclo de vida es para la larva de 12 días, pupa 6 días y adulto 4 días, para un total de 22 (4).

Lixophaga diatraea Tns. (Díptera: Tachinidae), es conocida como la mosca cubana, es vivípara, esto significa que sus huevecillos eclosionan dentro del útero de la hembra, así que en lugar de ovipositar huevecillos depositan larvitas llamadas "queresas". Estas miden 0.7 mm de longitud por 0.15 mm de ancho, son muy activas y tan pronto como olfatean al hospedante, se introducen por las galerías dentro del tallo de la caña hasta que localizan a la larva y la parasitan. Entran por los pliegues del abdomen y después de 40 horas comienzan a alimentarse del cuerpo de la larva de Diatraea spp. (5) .

Su clasificación taxonómica es:

Clase: Insecta
Orden: Díptera
Familia: Tachinidae
Genero: Lixophaga

Especie: Lixophaga diatraea Tns.

Su ciclo de vida es de 30 días, siendo para el estado de larva de 8 días, para el estado de pupa de 8, y 14 días para el adulto (13).

Paratheresia claripalpis Wulp (Díptera : Tachinidae : Dexiinae), tiene los siguientes sinónimos: Sarcophaga claripalpis Wulp, Billaea claripalpis Wulp, Theresia claripalpis Wulp (5).

Su clasificación taxonómica es:

Clase: Insecta
 Orden: Díptera
 Familia: Tachinidae
 Género: Paratheresia
 Especie: Paratheresia claripalpis Wulp.

Su longitud es de 8 – 10 mm; parafaciala de color crema, escudo gris con tres bandas negras longitudinales; parafaciala desnuda; pedicelo con una seta más larga que 0.5 el largo de la arista, arista peluda; proepisterno setoso; metacoxa desnuda en su margen posterior; tergito III con un par de cuerdas marginales del medio. La hembra deposita larvas de primer instar cerca del túnel del hospedero. Las hembras producen en promedio 375 larvas. Las larvas pequeñas entran en el túnel donde se encuentran la larva hospedante y la penetra. El estado larval en el hospedante dura 10 – 11 días. De una a tres larvas parasitoides pueden cumplir su desarrollo en un solo hospedante. Hiperparasitismo por Signiphora dipterophaga Signiphoridae, es infrecuente. Es reportado como parasitoide de Eoreuma loftini en México (5).

Su ciclo de vida es para la larva de 20 días, pupa 10 días y adulto 14 días, para un total de 44 (13).

La principal producción del laboratorio de Parasitoides del Ingenio Santa Ana se basa en Cotesia flavipes y Paratheresia claripalpis, ya que son las especies más fáciles de reproducir y que presentan los mejores resultados de parasitismo confirmado. Siendo para el caso del hospedante Diatraea saccharalis un 94.44 % de parasitismo comprobado de Cotesia flavipes y 93.33 % de parasitismo comprobado de Pharatheresia claripalpis. Siendo el hospedante Diatraea crambidoides, Cotesia flavipes posee un 71.11% de parasitismo y Paratheresia claripalpis un 23 %; todo esto es en el ámbito de laboratorio. Aunque se tengan pies de cría de otras especies de parasitoides, la principal producción se centra en estas dos especies de parasitoides; y posteriormente se centrará únicamente en Cotesia flavipes ya que económicamente es más rentable su producción (13).

3.2 Marco Referencial

3.2.1 Estrato III o Zona Baja

En las áreas del estrato III o zona baja (< 100 msnm) predominan los suelos Mollisoles, aunque también se encuentran suelos del orden Andisol, Entisol e Inceptisol.

Los **Mollisoles** ocupan el 40% del área cañera de Guatemala. Se encuentran en el cuerpo y pie de los abanicos, cerca de la planicie costera en relieve ligeramente plano a plano. Presentan un horizonte superficial grueso de color oscuro, rico en materia orgánica; saturación de bases mayor del 50% en todos sus horizontes y un grupo de estructuración de moderado a fuerte. Predominan las texturas franco arenosas, franca y franco arcilloso, y de subsuelo frecuentemente arenoso. El pH varía de ligeramente ácido a neutro (11).

Los **Andisoles** ocupan el 26% del área y se encuentran en el cuerpo y el ápice de los abanicos al pie de la cadena montañosa, su origen son cenizas volcánicas. El relieve es ligero a fuertemente ondulado en las partes altas y ligeramente inclinado en el cuerpo de los abanicos. Son suelos poco evolucionados de color muy oscuro, con altos contenidos de materia orgánica, de baja densidad aparente, consistencia friable a suelta, desarrollados principalmente sobre materiales amorfos. Reacción ácida a ligeramente ácida y de alta capacidad de retención de fósforo. Textura franca y franco-arenosa (11).

Los **Entisoles** son los suelos menos evolucionados presentes en el área de estudio y ocupan un 16%. Se encuentran en los valles y explayamientos aluviales en forma de fajas angostas y largas con ampliaciones en el cuerpo y pie de los abanicos cercanos a la costa. Tienen poca o ninguna evolución y muy poca o ninguna evidencia de desarrollo de horizontes genéticos. Son suelos permeables de texturas gruesas y arenosas. El subsuelo es generalmente arenoso y gravilloso incluidas las vetas arenosas. Presenta déficit de agua en el verano (11).

Los **Inceptisoles** se encuentran en un 11% del área en el ápice y cuerpo de los abanicos. Presentan relieve plano a ligeramente inclinado, desarrollados principalmente sobre materiales arcillosos, mezclados con cenizas volcánicas y fragmentos de roca. Son suelos medianamente evolucionados y presentan horizontes de alteración con estructuras bien desarrolladas que han perdido bases o hierro y aluminio, pero aún retienen ciertos minerales fácilmente alterables lo que los hace tener capacidad media a altas de intercambio catiónico. Textura franca y arcillosa sobre un subsuelo arcilloso (11).

La precipitación promedio anual en áreas arriba de los 50 msnm varía de 1,500 a 2,000 mm, mientras que abajo de los 50 msnm es menor a los 1,500 mm. La temperatura promedio anual es mayor a los 25 grados Centígrados (11).

4. OBJETIVOS

- 4.1 Conocer los aspectos biológicos y las fluctuaciones poblacionales de Diatraea spp., para las fincas del estrato bajo del Ingenio Santa Ana, y de esta forma poder dirigir las tácticas de control en el momento oportuno.
- 4.2 Conocer el daño causado por Diatraea spp., para las finca del estrato bajo del Ingenio Santa Ana, expresado en porcentaje de infestación (% i), y en porcentaje de intensidad de infestación (% ii).
- 4.3 Determinar un modelo matemático que explique el comportamiento de la intensidad de infestación y la pérdidas causadas por Diatraea spp.
- 4.4 Conocer el Factor de Pérdida causado por Diatraea spp., en el estrato bajo del Ingenio Santa Ana (0 – 100 msnm).
- 4.5 Conocer que especies de barrenador se encuentran en cada pico poblacional, para poder saber con que dirigir el control.

5. METODOLOGIA

5.1 Metodología para Determinación de Ciclo Biológico

Inicialmente se hizo una colecta de larvas en el campo de ambas especies en estudio; Diatraea saccharalis y Diatraea crambidoides en un número aproximado de 100 por cada especie.

- a. Las larvas se mantuvieron bajo condiciones de laboratorio a una temperatura promedio de 26 grados centígrados. Cada larva fué colocada en cajas de petrí individuales, a cada una de éstas se les colocó una rodaja de jilote (elote tierno) para que se alimentáran mientras llegaban a su estado de pupa.
- b. Las pupas fueron colocadas en una cámara de duroport, en el interior de esta en la parte de abajo se le colocó papel mayordomo levemente humedecido, y sobre este se colocaron las pupas hasta su emergencia.
- c. Al emerger los adultos se colocaron en cámaras de copulación, para que machos y hembras pudieran copular y así poder colocar sus posturas. La cámara de posturas consistió en un bote de PVC cilíndrico de tamaño adecuado (bote de pintura), en cuyo interior, al fondo se colocó una esponja levemente humedecida; las paredes y el fondo fueron recubiertas con papel parafinado para que en él, las hembras pudieran colocar sus posturas. En el interior del bote de PVC se colocó (colgando) una tira de algodón humedecida con miel para que los adultos se alimentáran. La parte superior fué tapada con vidrio teniendose el cuidado de que entrara una suficiente cantidad de aire.

- d. El papel mantequilla que recubría las paredes, se cortó y se lavó en 4 bandejas conteniendo: la primera Sulfato de cobre al 1% durante 3 minutos; la segunda bandeja Agua durante 3 minutos; la tercera Folmalina al 0.2% durante 3 minutos , y la cuarta agua durante 3 minutos. Esto se hizo para proteger a las posturas de cualquier contaminante, como por ejemplo el hongo Aspergillus sp.
- e. El papel mantequilla fue recortado y se puso a secar , las posturas se recortaron y fueron colocadas en cajas de petrí que contenían tela pelum desinfectado con sulfato de cobre al 1%. Se tomó tiempo hasta que eclosionaron.
- f. Al emerger las larvas fueron llevadas a frascos gerber de 5 onzas conteniendo alimento artificial (40 cc), preparado con harina de maíz, levadura de cerveza, germen de trigo, metil parabin, ácido ascórbico, ácido benzóico, formalina y agar agar, en cantidades establecidas por el laboratorio de Producción de Parasitoides (12).
- g. Las larvas de ambas especies se colocaron en cajas de petrí conteniendo dieta de realimentación en cubos de 3 cm cuadrados, alimentandose de esta hasta el momento de su pupación. El tiempo para este estado fue considerado desde que se colocó en el frasco gerber hasta su pupación en las cajas de petrí.
- h. Al presentarse el estado de pupa éstas fueron colocadas de forma individual en cajas de petrí con papel mayordomo humedecido, hasta que emergieran los adultos.

- i. Al emerger los adultos fueron colocados (los emergidos en el mismo lapso de tiempo) en cámaras de copulación hasta que éstos perecieran; el tiempo para el último estado de Diatraea spp. fué tomado desde la emergencia hasta la muerte de los adultos (12).

5.2 Metodología para Determinación de Fluctuaciones

Se eligieron lotes representativos de la variedad CP-722086, con historial de haber tenido altos porcentajes de intensidad de infestación, al hacerles su respectivo muestreo al momento del corte.

Para determinar las fluctuaciones, fue necesario recurrir a utilizar la metodología de "muestreo de Dinámica Poblacional" . Esta metodología consiste en realizar muestreos periódicos (cada mes) en lotes piloto, de fincas del estrato bajo del Ingenio Santa Ana. Se sacaron 25 muestras al azar de cada lote seleccionado; el tamaño de la muestra fue de 1 metro, y se siguió este procedimiento:

- a. Se definió 1 metro y se limpió de hojas secas (desbajerar).
- b. Se contó el número de tallos, y los entrenudos.
- c. Se revisó minuciosamente cada tallo, localizando perforaciones y partiendo longitudinalmente los tallos, contando los entrenudos dañados.
- d. Se contó el número de larvas y otros estadíos; estos fueron llevados al Laboratorio de Producción de Parasitoides, donde fueron clasificados taxonómicamente.

- e. También se calculó la Densidad larval, que nos sirvió para hacer las graficas de la dinámica poblacional, de la siguiente forma: Se contó el número de larvas encontradas en las 25 muestras de 1 metro lineal, y luego se refirió el dato de densidad a una hectárea. El número de metros lineales por hectárea a una densidad de siembra de 1.50 metros entre surcos es de 6,666.67.

- f. El laboratorio nos retroalimentó con el número y especie de cada una de las muestras, con lo que se determinó el % de larvas de Diatraea saccharalis ó Diatraea crambidoides en cada muestreo.

5.3 Metodología para la estimación de Daños

Con el muestreo anterior se obtubo los principales datos para poder hacer las estimaciones de daños. Estos son:

- a. Las cañas perforadas por Diatraea spp., dentro de la muestra.
- b. El total de cañas existentes dentro de la muestra.
- c. Los entrenudos dañados por Diatraea spp.
- d. El total de entrenudos, de el total de cañas , dentro de la muestra.

Con la información obtenida se calculó el porcentaje de infestación (% i) con la siguiente formula:

$$\% i = \text{cañas perforados} / \text{total de cañas} \times 100.$$

También se calculó el porcentaje de intensidad de infestación (% ii), de la siguiente manera:

$$\% ii = \text{entrenudos barrenado} / \text{total entrenudos} \times 100.$$

El principal dato que se obtuvo a nivel general de los lotes de las fincas del estrato bajo del Ingenio Santa Ana, es el dato de muestreo de *Diatraea* spp. al momento del corte.

5.4 Metodología para la estimación de Pérdidas

En cañas cortadas para ser alzadas se seleccionaron de las chorras (acumulación lineal de 5 ó 6 surcos cortados) entrenudos perforados por barrenadores y entrenudos sanos. Se formaron categorías de intensidad de infestación con los entrenudos seleccionados que van desde 50 entrenudos sanos, hasta 50 entrenudos dañados, con un número constante de entrenudos perforados en forma descendente a partir de los 50 sanos hasta tener los 50 perforados.

5.4.1 Procedimiento para Determinación de Rendimiento de la Caña

Con este procedimiento se determinó a nivel de laboratorio el rendimiento en libras de azúcar por tonelada de caña de cada una de las muestras según las categorías formadas (cuadro 5). Siguiendose el siguiente procedimiento:

- a. Se introdujo las muestras a la desfibradora, en donde por un proceso mecánico le son aplicados una especie de peines a la caña, que la redujo en su totalidad a una masa de fibras.
- b. Se colectó la muestra desfibrada en un recipiente, donde se mezcló bien para homogenizar la muestra.
- c. Se pesó en una balanza semi-analítica 500 gramos exactos de la muestra desfibrada.
- d. Se transfieren los 500 gramos de la muestra a la prensa hidráulica para extraer el jugo, prensando la muestra durante 60 segundos, a una presión de 250 Kilogramos de fuerza por centímetro cuadrado (250 Kgf / cm²).
- e. Se pesó la torta de bagazo para sacar el dato de peso de torta húmeda , para calcular el % de jugo en caña según la fórmula:

$$\% \text{ jugo en caña} = (500 - \text{peso de torta}) \times 100 / 500.$$

- f. Al jugo extraído se transfirió aproximadamente 75 ml, a la sección de análisis donde se encuentra el Espectrofotómetro Infrarojo (NIR's), el cuál lee y reporta directamente, Brix, Pol, % Azucares Reductores.

Cuadro 5. Categorías de Intensidad de Infestación para calculo de rendimiento en Libras de Azúcar por Tonelada de caña.

No. MUESTRA	% ii	ENTRENUDOS SANOS	ENTRENUDOS DANADOS	No. MUESTRA	% ii	ENTRENUDOS SANOS	ENTRENUDOS DANADOS
1	0%	50	0	27	52%	24	26
2	2%	49	1	28	54%	23	27
3	4%	48	2	29	56%	22	28
4	6%	47	3	30	58%	21	29
5	8%	46	4	31	60%	20	30
6	10%	45	5	32	62%	19	31
7	12%	44	6	33	64%	18	32
8	14%	43	7	34	66%	17	33
9	16%	42	8	35	68%	16	34
10	18%	41	9	36	70%	15	35
11	20%	40	10	37	72%	14	36
12	22%	39	11	38	74%	13	37
13	24%	38	12	39	76%	12	38
14	26%	37	13	40	78%	11	39
15	28%	36	14	41	80%	10	40
16	30%	35	15	42	82%	9	41
17	32%	34	16	43	84%	8	42
18	34%	33	17	44	86%	7	43
19	36%	32	18	45	88%	6	44
20	38%	31	19	46	90%	5	45
21	40%	30	20	47	92%	4	46
22	42%	29	21	48	94%	3	47
23	44%	28	22	49	96%	2	48
24	46%	27	23	50	98%	1	49
25	48%	26	24	51	100%	0	50
26	50%	25	25				

6. RESULTADOS Y DISCUSION

6.1 Ciclo Biológico

6.1.1 Diatraea saccharalis Fabricius

Bajo condiciones del Laboratorio de Producción de Parasitoides del Ingenio Santa ana, el ciclo biológico de Diatraea saccharalis tiene una duración promedio de 42 días, que básicamente es el tiempo que reporta el Centro Guatemateco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar bajo condicione naturales. El estado de huevo tiene una duración de 6, y el estado larvario es el de mayor duración con 23 días promedio. El estado de pupa con 7 días promedio y el estado adulto con la menor duración del ciclo con 5 días, como se puede observar en el cuadro 2. En la figura 1 también se puede observar el rango de días entre cada estadio.

6.1.2 Diatraea crambidoides Grote

Bajo condiciones de Laboratorio de Producción de Parasitoides de Calidad del Ingenio Santa Ana, el ciclo biológico de Diatraea crambidoides tiene una duración promedio de 67 días, reportando CENGICAÑA 57 días promedio bajo condiciones naturales. El estado larvario (siempre a nivel de laboratorio), es de mayor duración con 48 días promedio, el estado de huevo y pupa tienen 7 días cada uno de duración y el adulto con la menor duración en 5 días.

6.2 Fluctuaciones de Población

Las poblaciones de Diatraea spp. en la mayoría de los casos, inician un ascenso al iniciarse las lluvias, o al presentarse lluvias esporádicas en la época seca, sin embargo la edad del cultivo refleja el comportamiento de esta especie plaga a lo largo del tiempo, y sus ascensos y descensos influenciados por la precipitación .

La especie predominante para todos los casos es Diatraea crambidoides, superando a Diatraea saccharalis por un amplio margen (figura 10), estando presente para la mayoría de los casos en un 94.62 %.

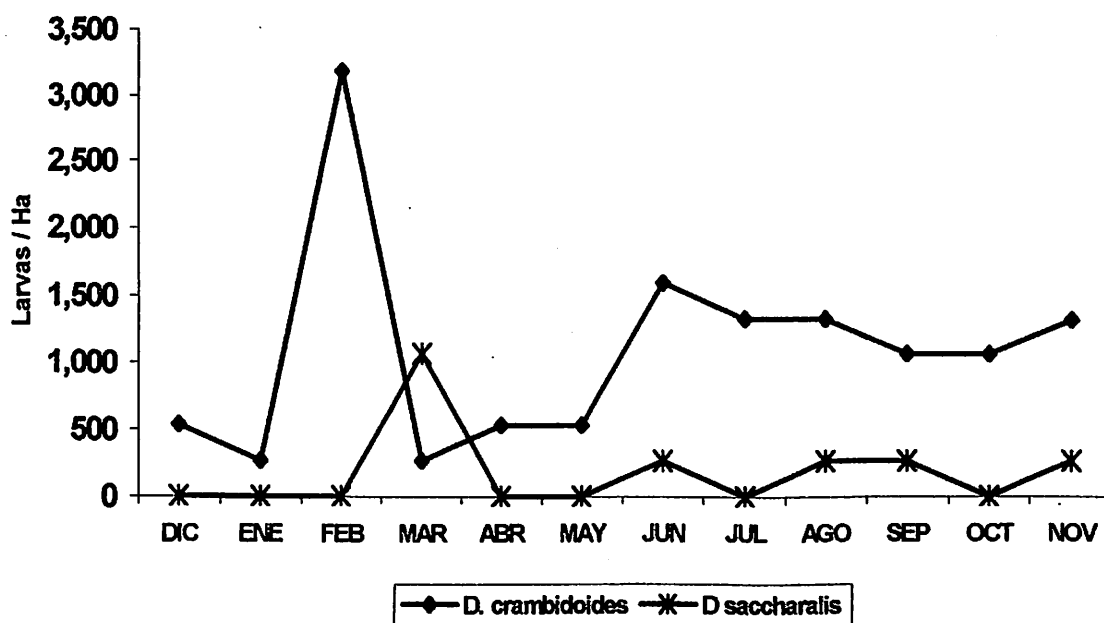


Figura 10 Dinámica poblacional de Diatraea crambidoides y Diatraea saccharalis, Finca California, período 98 - 99.

Diatraea saccharalis en el total de los muestreos únicamente representa el 5.38% de la población, y su porcentaje más alto a nivel de finca es del 11.67% encontrado en la finca El Rosario . Hay fincas como El Apipal y La Pinta ,que a lo largo del muestreo y evaluación de dinámica poblacional, no reportaron haber encontrado larvas de Diatraea saccharalis, en su totalidad pertenecen a la especie Diatraea crambidoides.

6.3 Porcentaje de Daño Causado por el Barrenador

Representado el daño en porcentaje de infestación (% i) y en porcentaje de intensidad de infestación (% ii), encontramos valores que se mantienen en límites permisibles o tolerables como el caso de la figura 12 , en donde en la Finca California el porcentaje de infestación no supera el 5% con un porcentaje de intensidad de infestación que se queda abajo de 1%.

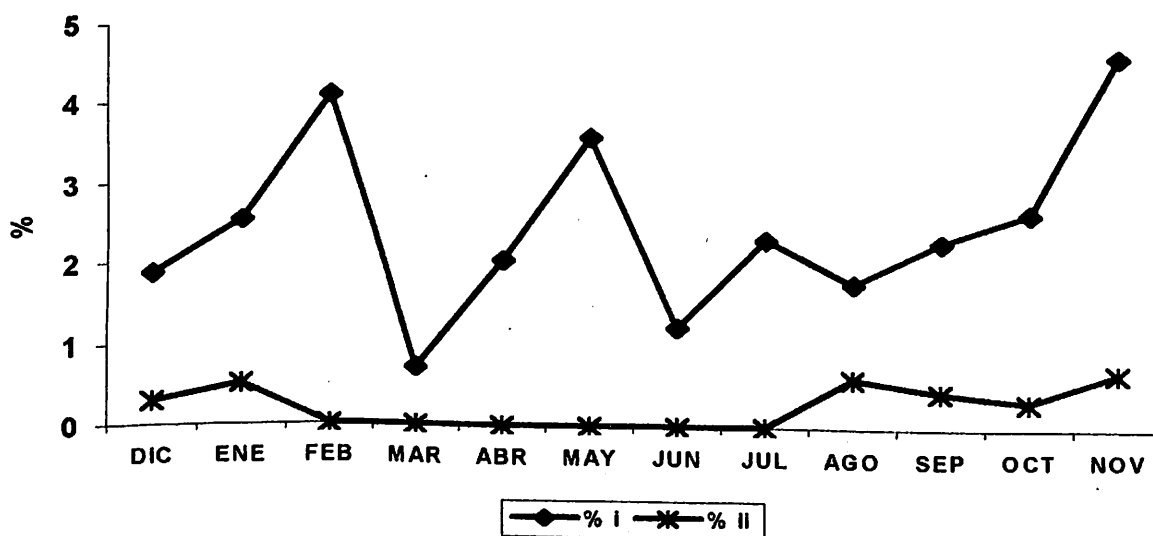


Figura 11 El Daño representado en Porcentaje de Infestación y Porcentaje de Intensidad de Infestación, Fca. California.

Sin embargo existen casos específicos como la finca El Apipal (Figura 13) en donde el porcentaje de infestación alcanza valores cercanos al 40%, con un porcentaje de intensidad de infestación cerca de 5%, en esta finca solo se reportó la especie Diatraea crambidoides . Estos casos son extremos, pero están dentro del rango de lo observado en el estudio de las fluctuaciones poblacionales .

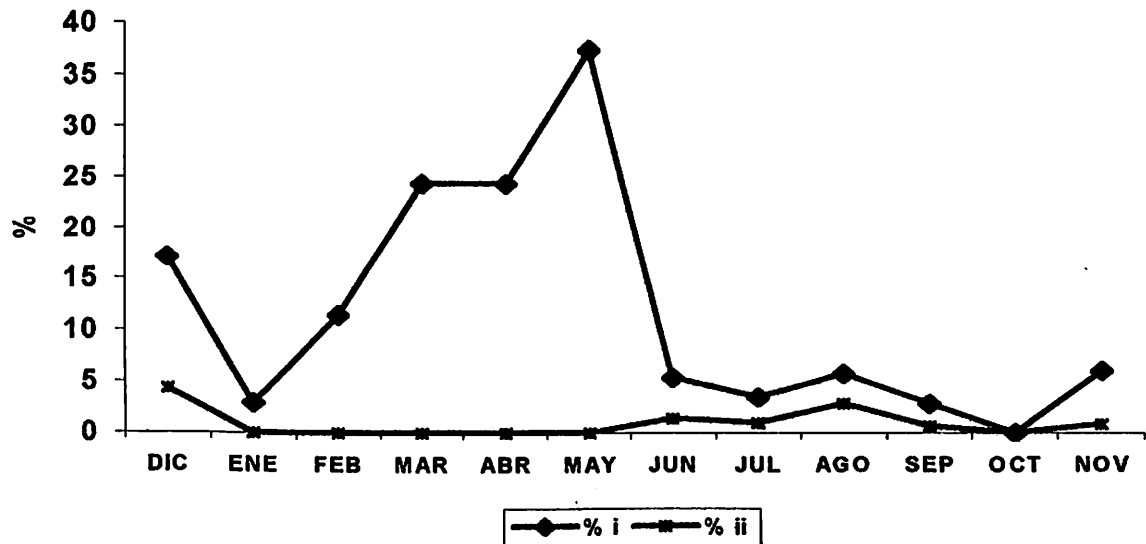


Figura 12 El Daño representado en Porcentaje de Infestación y Porcentaje de Intensidad de Infestación, Fca. El Apipal.

6.4 Estimación de Pérdidas

Con los resultados de rendimiento en libras de azúcar por tonelada de caña molida, obtenidos en el laboratorio (cuadro 6) se procedió a realizar el análisis de varianza y análisis de regresión y correlación, utilizando el sistema SAS para análisis de experimentos, obteniéndose los resultados observados en el cuadro 7.

Cuadro 6. Resultados Reales de Laboratorio, expresado en Libras de Azúcar por Tonelada de Caña para cada categoría de Intensidad de Infestación.

MUESTRA		RENDIMIENTO	MUESTRA		RENDIMIENTO	MUESTRA		RENDIMIENTO
Nb	%ii	LbAz/ Tc	Nb	%ii	LbAz/ Tc	Nb	%ii	LbAz/ Tc
1	0	282.55	18	34	232.89	35	68	210.80
2	2	288.87	19	36	223.53	36	70	222.70
3	4	295.43	20	38	233.87	37	72	214.30
4	6	291.43	21	40	237.94	38	74	197.19
5	8	282.30	22	42	234.73	39	76	190.10
6	10	261.15	23	44	252.09	40	78	194.50
7	12	269.27	24	46	245.28	41	80	172.45
8	14	277.90	25	48	230.62	42	82	175.66
9	16	282.95	26	50	216.89	43	84	186.50
10	18	288.92	27	52	234.67	44	86	177.06
11	20	283.58	28	54	229.98	45	88	169.66
12	22	264.71	29	56	214.51	46	90	188.68
13	24	266.66	30	58	216.07	47	92	198.07
14	26	254.90	31	60	220.55	48	94	186.72
15	28	250.47	32	62	196.61	49	96	177.52
16	30	263.02	33	64	216.94	50	98	181.45
17	32	250.21	34	66	212.30	51	100	161.66

Cuadro 7. Análisis de Varianza, Regresión y Correlación, siendo la variable dependiente Libras de Azúcar por Tonelada de Caña.

Analisis de Varianza

Fuente	DF	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F	Prob > F
Modelo	1	1.23964	1.23964	558.923	0.0001
Error	48	0.10646	0.00222		
Total Correg.	49	1.34610			
R - Cuadrado 0.9209	C.V. 0.86764	Dep Mean 5.42793	Adj R - Cuadrado 0.9193	Raiz MSE 0.04709	Coef. Correl. 0.95964

Estimacion de Parametros

Variable	DF	Parametro Estimado	Error Estandar	T de H0: Param. = 0	Prob > T
INTERCEPTO	1	5.692306	0.01301575	437.340	0.0001
PENDIENTE	1	-0.005352	0.00022637	-23.642	0.0001

El modelo matemático que describe mejor la relación entre las variables Libras de Azúcar por Tonelada de Caña y el Porcentaje de intensidad de Infestación, es el modelo exponencial, considerando su alta significancia en el análisis de varianza y el valor de 0.9209 para el r^2 , con un Coeficiente de Variación de 0.86764 %.

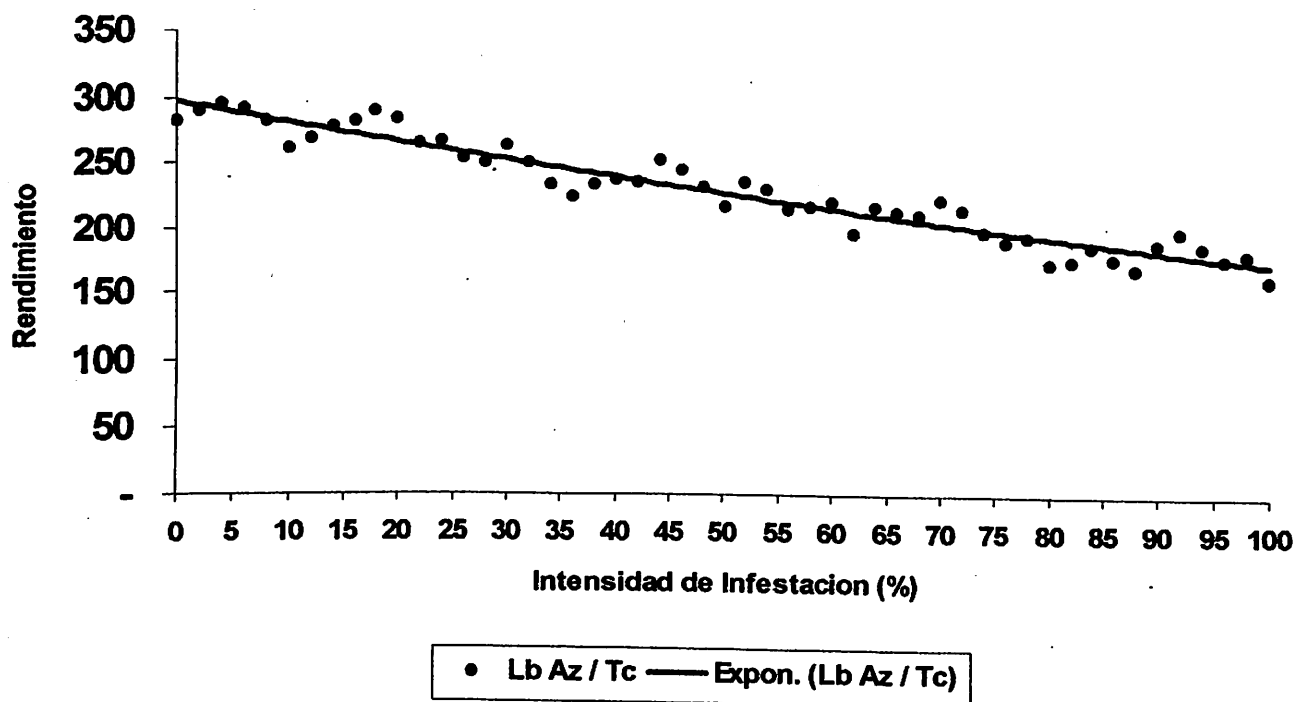


Figura 13 Tendencia de Pérdidas Reales Expresadas en Libras de Azúcar por Tonelada de Caña, causadas por el barrenador del tallo de la caña de azúcar Diatraea spp., en el Estrato Bajo, Ingenio Santa Ana.

Como se observa en la figura 14, con los datos de pérdidas reales el modelo exponencial, es el que mejor describe la tendencia del comportamiento entre el porcentaje de intensidad de infestación y el rendimiento en libras de azúcar por tonelada de caña molida, con una alta significancia en el análisis de varianza (cuadro 7).

Su expresión matemática es la siguiente :

$$Y = e^{(5.692306 - 0.005352 x)}$$

Donde Y = es el Rendimiento en Libras de Azúcar por Tonelada de Caña (LbAz / Tc)

e = es el Logaritmo natural

y X = Porcentaje de Intensidad de Infestación.

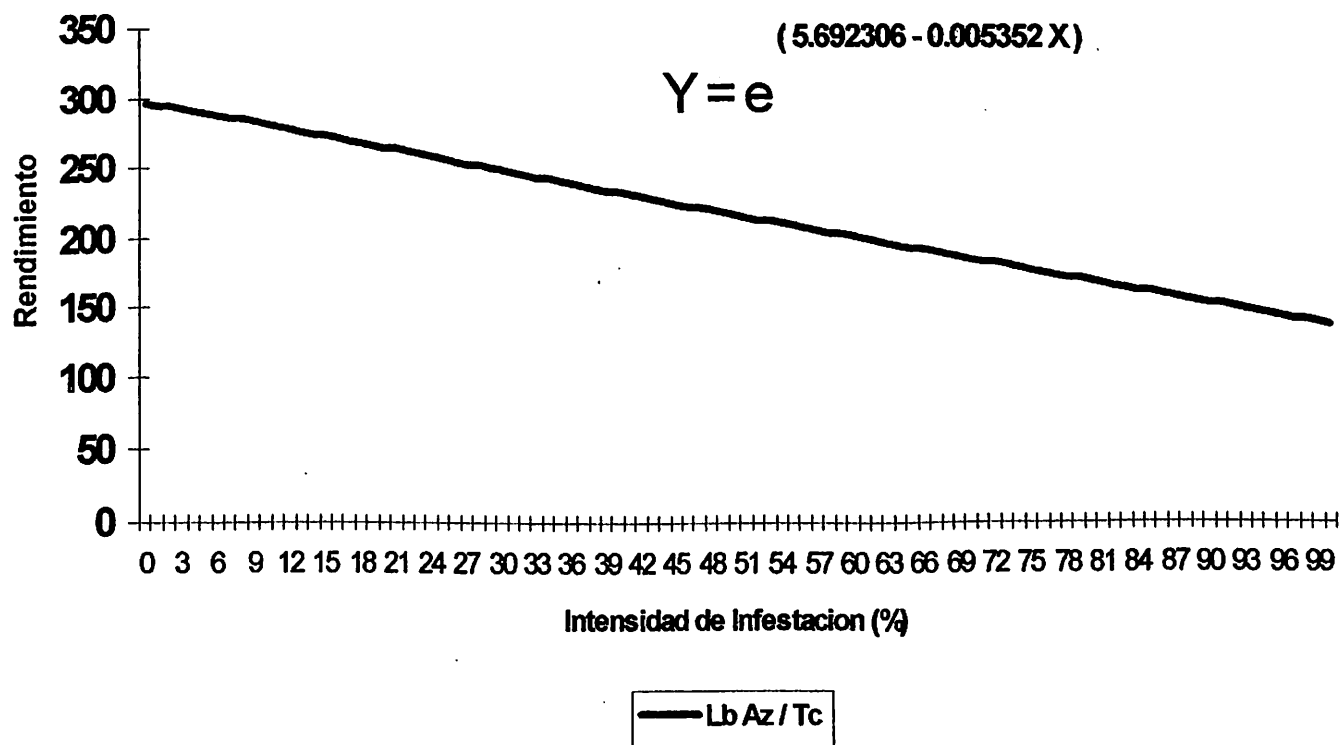


Figura 14. Pérdidas Estimadas, Expresadas en Libras de Azúcar por Tonelada de Caña, Causadas por el Barrenador de la Caña de Azúcar Diatraea spp., en el Estrato Bajo, Ingenio Santa Ana.

El factor de pérdida estimado es de 0.71 kg de azúcar por tonelada de caña (1.57 libras de azúcar por tonelada de caña) por cada 1% de intensidad de infestación .

Cuadro 8. Factor de pérdida estimado (1.57 Lb Az/Tc) aplicado a cada 1% De intensidad de infestación.

% ii	Lb Az /Tc	% ii	Lb Az /Tc	% ii	Lb Az /Tc
0	296.52	17	269.82	34	243.13
1	294.94	18	268.25	35	241.56
2	293.37	19	266.68	36	239.99
3	291.80	20	265.11	37	238.42
4	290.23	21	263.54	38	236.85
5	288.66	22	261.97	39	235.28
6	287.09	23	260.40	40	233.71
7	285.52	24	258.83	41	232.14
8	283.95	25	257.26	42	230.57
9	282.38	26	255.69	43	229.00
10	280.81	27	254.12	44	227.43
11	279.24	28	252.55	45	225.86
12	277.67	29	250.98	46	224.29
13	276.10	30	249.41	47	222.72
14	274.53	31	247.84	48	221.15
15	272.96	32	246.27	49	219.58
16	271.39	33	244.70	50	218.01

6. Conclusiones

1. El ciclo biológico de Diatraea saccharalis a nivel de laboratorio de Ingenio Santa Ana es de 37 a 45 días de duración, y el de Diatraea crambidoides es mucho mayor, de 62 a 72 días.
2. Las fluctuaciones para las especies de Diatraea se inician al final de la época seca, en los meses de Marzo y Abril, cuando hay lluvias esporádicas es de esperar que se incremente la población de los barrenadores, alojándose los insectos en los brotes nuevos y en las cañas nuevas, agudizándose el problema al establecerse la época lluviosa, y finalmente se regulan las poblaciones a mayor intensidad de la lluvia.
3. Los daños causados por Diatraea spp., en porcentaje de infestación (% í) fueron de 0.1 hasta 5%, y en porcentaje de intensidad de infestación (% ii), de 1% hasta un 40% .
4. El modelo matemático que describe mejor la relación entre rendimiento y porcentaje de intensidad de infestación (variables medidas) cuyo valor para r^2 de 0.92, es:

$$Y = e^{(5.692306 - 0.005352 x)}$$

5. El factor de pérdida estimado es de 0.71 kg de azúcar por tonelada de caña molida (1.57 Lb Az / Tc) por cada 1% de intensidad de infestación del gusano barrenador, de las fincas en el estrato bajo del Ingenio Santa Ana, Escuintla.

6. En el cultivo de Caña de Azúcar del estrato bajo del Ingenio Santa Ana, en la variedad CP-722086 existen dos especies actualmente que corresponden a Diatraea saccharalis y Diatraea crambidoides, y la especie predominante es Diatraea crambidoides.

7. Recomendaciones

1. Mantener actualizado el estudio de fluctuaciones del barrenador y es necesario hacer muestreos más periódicos (cada semana), para poder determinar las causas específicas de bajas en los picos poblacionales, relacionarlo a las condiciones meteorológicas en espacios más cortos de tiempo.
2. Hacer estudios de parasitismo en campo para poder determinar el parasitoide más eficiente para el control de Diatraea crambidoides, ya que es la que se encuentra en mayor proporción en el área estudiada.
3. Hacer estudios específicos de pérdidas con otras variedades y en otras finca.
4. Evaluar otros factores de control para el barrenador.

10. BIBLIOGRAFIA

1. BADILLA, F. 1994. Manual de producción del parasitoide Cotesia flavipes para el control de los taladradores de caña de azúcar Diatraea spp. en Costa Rica. San José, Costa Rica, Dirección de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar. 20 p.
2. _____.; ALFARO, D. 1994. Metodología de liberación y cuantificación del parasitismo producido por Cotesia flavipes. En: Simposio sobre Manejo Integrado de Plagas de la Caña de Azúcar en Costa Rica (1., 1994, San José, C.R.). Resumen. San José, Costa Rica, Dirección de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar. 22 p.
3. BADILLA, F.; SOLIS, A.I.; ALFARO, D. 1991. Control biológico del taladrador de la caña de azúcar, Diatraea spp. (Lepidóptera: Pyralidae), en Costa Rica. Manejo Integrado de Plagas (C.R.) no. 20:39-44.
4. CARRILLO, E. 1995. Entomología: barrenadores del tallo Diatraea spp. Boletín Técnico Informativo CENGICAÑA (Gua.) 3(2):8-10.
5. CAVE, R.D. 1995. Manual para el reconocimiento de parasitoides de plagas agrícolas de América Central. Honduras, Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano. 187 p.
6. CENTRO GUATEMALTECO DE INVESTIGACION Y CAPACITACION DE LA CAÑA DE AZUCAR. 2000. Manejo integrado de barrenadores en caña de azúcar. Guatemala. 26 p.
7. COLLAZO, D. 1984. Revisión de la literatura mundial sobre el borer de la caña de azúcar Diatraea saccharalis. Cuba, CIDA. pte. 1, p. 7-37.
8. FLORES CACERES, S. 1994. Las plagas de la caña de azúcar en México. Cordova, Veracruz, México, Servicios Gráficos OREL. 350 p.
9. INSTITUTO TECNICO DE CAPACITACION Y PRODUCTIVIDAD. 1976. Manual de caña de azúcar. Guatemala. 172 p.
10. MENDOÇA, A.F. 1996. Pragas da cana de açúcar. Alagoas, Brazil, Insetos & CIA. p. 49-74.
11. OROZCO, H. et al. 1995. Estratificación preliminar de la zona de producción de caña de azúcar (Saccharum sp.) en Guatemala con fines de investigación en variedades. Escuintla, Guatemala, CENGICAÑA. Documento Técnico no. 6. 33 p.

12. PALACIOS VILLATORO, S.R. 1997. Determinación del ciclo de vida del barrenador de caña de azúcar (Diatraea saccharalis y Diatraea crambidoides) bajo condiciones del laboratorio de diagnóstico y control de calidad del ingenio Santa Ana. Investigación Inferencial EPSA. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 62 p.
13. REYES, J.M. 2001. Aspectos generales de la producción de parasitoides en el ingenio Santa Ana. Escuintla, Guatemala. (Correspondencia Personal).
14. SALAZAR J., D. et al. 1999. Niveles de daño de Diatraea spp. en las variedades de caña de azúcar cosechadas durante la zafra 1996-97 en Costa Rica. En: Congreso de Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica (13., 1999, Guanacaste, C.R.). San José, Costa Rica, ATACORI. p. 67-68.
15. SUBIROS R., F. 1995. El cultivo de la caña de azúcar. San José, Costa Rica, Universidad Estatal a Distancia. 460 p.

Vº. Bº.

Juan De La Roca

11. A P E N D I C E

CUADRO 9A Muestras realizadas en finca California, en el lote 202 , para Determinación de Dinámica Poblacional.

FECHA	% I	% ii	L / Ha	PP	Edad /sem	Edad /dias
4-Dec-98	1.88	0.30	0.00	17.30	36.00	252.00
6-Jan-99	2.54	0.52	533.33	0.00	40.00	280.00
27-Jan-99	4.10	0.00	2,133.33	0.00	44.00	308.00
17-Mar-99	0.72	0.00	1,600.00	13.40	2.00	14.00
16-Apr-99	2.04	0.00	6,400.00	70.20	4.00	28.00
20-May-99	3.58	0.00	1,333.33	173.00	8.00	56.00
15-Jun-99	1.23	0.00	1,600.00	258.80	12.00	84.00
20-Jul-99	2.32	0.00	1,333.33	325.20	16.00	112.00
27-Aug-99	1.78	0.61	1,333.33	242.40	21.00	147.00
20-Sep-99	2.29	0.45	1,600.00	621.80	25.00	175.00
22-Oct-99	2.66	0.33	1,066.67	353.90	29.00	203.00
23-Nov-99	4.65	0.70	1,866.67	40.80	33.00	231.00

CUADRO 10A Muestras realizadas en finca El Apipala, en el lote 15 , para Determinación de Dinámica Poblacional.

FECHA	% I	% ii	L / Ha	PP	Edad /sem	Edad /dias
2-Dec-98	17.12	4.38	9,333.34	12.00	44.00	308.00
8-Jan-99	2.95	0.00	800.00	0.00	49.00	343.00
1-Feb-99	11.56	0.00	800.00	0.50	1.00	7.00
3-Mar-99	24.60	0.00	5,866.67	20.00	5.00	35.00
19-Mar-99	24.62	0.00	4,266.67	20.00	7.00	49.00
19-Apr-99	37.43	0.00	4,266.67	74.00	11.00	77.00
24-May-99	5.38	1.42	3,466.67	95.00	15.00	105.00
17-Jun-99	3.49	0.94	3,200.00	231.50	19.00	133.00
22-Jul-99	5.85	2.86	3,733.34	288.00	23.00	161.00
30-Aug-99	2.86	0.65	2,400.00	222.00	28.00	196.00
1-Oct-99	0.00	0.00	0.00	357.00	32.00	224.00
24-Nov-99	6.19	0.88	2,133.33	357.00	39.00	273.00

CUADRO 11A

Muestras realizadas en finca Iguazú, en el lote 08 , para
Determinación de Dinámica Poblacional.

FECHA	% I	% ii	L / Ha	PP	Edad /sem	Edad /dias
7-Dec-98	3.50	0.65	800.00	11.70	52.00	364.00
11-Jan-99	1.81	0.00	266.67	0.00	4.00	28.00
12-Feb-99	1.58	0.00	800.00	0.00	8.00	56.00
8-Mar-99	3.54	0.00	800.00	0.00	12.00	84.00
7-Apr-99	1.65	0.00	5,333.34	66.00	16.00	112.00
7-May-99	2.14	1.95	266.67	150.70	20.00	140.00
8-Jun-99	5.36	1.46	1,333.33	294.51	24.00	168.00
7-Jul-99	3.06	0.71	533.33	353.50	28.00	196.00
6-Aug-99	1.93	0.33	1,866.67	187.40	32.00	224.00
17-Sep-99	1.77	0.26	1,333.33	618.50	37.00	259.00
12-Oct-99	2.24	0.29	800.00	307.50	40.00	280.00
11-Nov-99	1.99	0.32	3,733.34	58.90	44.00	308.00

CUADRO 12A

Muestras realizadas en finca Iguazú, en el lote 01 , para
Determinación de Dinámica Poblacional.

FECHA	% I	% ii	L / Ha	PP	Edad /sem	Edad /dias
11-Jan-99	1.28	0.00	533.33	11.70	52.00	364.00
12-Feb-99	0.61	0.00	1,066.67	0.00	4.00	28.00
8-Mar-99	0.00	0.00	0.00	0.00	8.00	56.00
7-Apr-99	0.47	0.00	0.00	0.00	12.00	84.00
7-May-99	2.22	1.97	266.67	66.00	16.00	112.00
8-Jun-99	1.35	0.33	0.00	150.70	20.00	140.00
7-Jul-99	1.64	0.63	1,866.67	294.51	24.00	168.00
6-Aug-99	1.94	0.31	266.67	353.50	28.00	196.00
17-Sep-99	2.53	0.32	533.33	187.40	32.00	224.00
12-Oct-99	2.22	0.33	800.00	618.50	37.00	259.00
11-Nov-99	3.00	0.35	1,066.67	307.50	40.00	280.00
7-Dec-99	0.00	0.00	0.00	58.90	44.00	308.00

CUADRO 13A

Muestras realizadas en finca La Pinta, en el lote 29 , para
Determinación de Dinámica Poblacional.

FECHA	% I	% ii	L / Ha	PP	Edad /sem	Edad /dias
11-Dec-98	1.66	0.25	533.33	21.80	42.00	294.00
15-Jan-99	3.13	0.00	266.67	0.00	1.00	7.00
10-Feb-99	2.94	0.00	2,133.33	0.00	4.00	28.00
5-Mar-99	3.16	0.00	3,200.00	30.10	8.00	56.00
25-Mar-99	1.31	0.00	2,400.00	65.90	11.00	77.00
28-Apr-99	0.31	0.00	266.67	322.70	15.00	105.00
31-May-99	1.82	0.98	800.00	286.40	19.00	133.00
24-Jun-99	2.93	0.90	1,866.67	323.30	22.00	154.00
29-Jul-99	1.26	0.27	533.33	203.30	26.00	182.00
6-Sep-99	2.74	0.54	1,066.67	447.70	31.00	217.00
6-Oct-99	3.07	0.37	1,333.33	313.60	35.00	245.00
4-Nov-99	3.46	0.39	1,866.67	87.10	39.00	273.00

CUADRO 14A

Muestras realizadas en finca La Pinta, en el lote 34 , para
Determinación de Dinámica Poblacional.

FECHA	% I	% ii	L / Ha	PP	Edad /sem	Edad /dias
11-Dec-98	6.33	1.31	1,333.33	21.80	42.00	294.00
15-Jan-99	1.89	0.00	0.00	0.00	1.00	7.00
12-Feb-99	1.88	0.00	1,866.67	0.00	4.00	28.00
5-Mar-99	38.14	0.00	3,733.34	30.10	8.00	56.00
25-Mar-99	4.39	0.00	6,666.67	65.90	11.00	77.00
28-Apr-99	1.16	0.00	4,533.34	322.70	15.00	105.00
31-May-99	1.72	0.64	533.33	286.40	19.00	133.00
24-Jun-99	2.66	0.61	1,866.67	323.30	22.00	154.00
29-Jul-99	2.86	0.55	533.33	203.30	26.00	182.00
6-Sep-99	1.45	0.36	533.33	447.70	31.00	217.00
6-Oct-99	2.36	0.26	1,066.67	313.60	35.00	245.00
4-Nov-99	2.87	0.27	1,600.00	87.10	39.00	273.00

CUADRO 15A

Muestras realizadas en finca El Naranjo, en el lote 316 , para Determinación de Dinámica Poblacional.

FECHA	%I	%ii	L / Ha	PP	Edad /sem	Edad /dias
9-Dec-98	0.60	0.19	266.67	1.50	1.00	7.00
13-Jan-99	2.75	0.00	266.67	0.00	5.00	35.00
11-Feb-99	0.23	0.00	0.00	0.00	9.00	63.00
8-Mar-99	0.90	0.00	0.00	0.00	13.00	91.00
30-Mar-99	5.12	0.00	533.33	99.50	16.00	112.00
3-May-99	4.83	2.27	0.00	54.60	21.00	147.00
5-Jul-99	1.53	0.68	533.33	187.00	29.00	203.00
4-Aug-99	1.81	0.28	266.67	400.30	33.00	231.00
13-Sep-99	1.26	0.18	533.33	140.00	37.00	259.00
13-Oct-99	2.46	0.34	800.00	483.70	41.00	287.00
9-Nov-99	2.74	0.33	1,066.67	230.50	45.00	315.00
9-Dec-99	3.29	0.26	1,333.33	28.00	49.00	343.00

CUADRO 16A

Muestras realizadas en finca El Naranjo, en el lote 312 , para Determinación de Dinámica Poblacional.

FECHA	% I	% ii	L / Ha	PP	Edad /sem	Edad /dias
9-Dec-98	1.45	0.28	0.00	1.50	1.00	7.00
13-Jan-99	1.39	0.00	533.33	0.00	5.00	35.00
11-Feb-99	1.61	0.00	266.67	0.00	9.00	63.00
8-Mar-99	1.68	0.00	0.00	0.00	13.00	91.00
30-Mar-99	4.90	0.00	800.00	99.50	16.00	112.00
3-May-99	0.71	0.30	2,133.33	54.60	21.00	147.00
5-Jul-99	1.05	0.28	800.00	187.00	29.00	203.00
4-Aug-99	1.69	0.24	266.67	400.30	33.00	231.00
13-Sep-99	1.09	0.13	533.33	140.00	37.00	259.00
13-Oct-99	1.63	0.27	533.33	483.70	41.00	287.00
9-Nov-99	2.38	0.25	800.00	230.50	45.00	315.00
8-Dec-99	3.01	0.22	1,066.67	28.00	49.00	343.00

CUADRO 17A

Muestras realizadas en finca El Rosario, en el lote 207, para Determinación de Dinámica Poblacional.

FECHA	% I	% ii	L / Ha	PP	Edad /sem	Edad /dias
5-Jan-99	3.86	0.58	800.00	0.00	46.00	322.00
25-Jan-99	1.54	0.00	266.67	0.00	50.00	350.00
18-Feb-99	0.96	0.00	0.00	0.00	2.00	14.00
12-Mar-99	2.10	0.00	266.67	0.00	6.00	42.00
13-Apr-99	7.62	0.00	3,466.67	53.00	10.00	70.00
17-May-99	0.52	0.39	1,066.67	60.00	14.00	98.00
16-Jun-99	1.88	0.72	1,333.33	256.50	18.00	126.00
19-Jul-99	2.08	0.31	266.67	377.60	22.00	154.00
23-Aug-99	2.48	0.35	533.33	82.30	26.00	182.00
25-Sep-99	2.19	0.31	800.00	406.70	30.00	210.00
26-Oct-99	2.60	0.25	1,066.67	128.40	34.00	238.00
30-Nov-99	2.54	0.44	1,066.67	12.50	38.00	266.00
7-Dec-99	1.83	0.61	800.00	35.70	42.00	294.00

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12
GUATEMALA, CENTROAMÉRICA

Guatemala, Octubre 24 del 2001

Doctor
Ariel Abderramán Ortiz
Director del Instituto de Investigaciones Agronómicas
-IIA-
Facultad de Agronomía

En cumplimiento al nombramiento que el instituto de investigaciones agronómicas me hiciera, por este medio hago de su conocimiento que de conformidad con el "Programa Extraordinario para la realización de Tesis de Grado, para la carrera de Ingeniero Agrónomo", he procedido a asesorar el trabajo del estudiante CARLOS ARTURO URZUA TIXTA, Carné 85-10110 titulado BIOLOGIA, FLUCTUACION, DAÑOS Y PERDIDAS CAUSADAS POR EL BARRENADOR DEL TALLO (Diatraea spp) DE LA CAÑA DE AZUCAR (Saccharum officinarum L.) EN EL ESTRATO BAJO DEL INGENIO SANTA ANA, ESCUINTLA.

Luego de atendidas las observaciones realizadas, considero que dicho trabajo, satisface los requerimientos para su aprobación como documento de graduación.

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Ing. Agr. Alvaro Hernandez D.
Col. 602

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
AGRONOMICAS

DOCUMENTO DE GRADUACION: "BIOLOGIA, FLUCTUACION, DAÑOS Y PERDIDAS CAUSADAS POR EL BARRENADOR DEL TALLO (*Diatraea* spp.) DE LA CAÑA DE AZUCAR (*Saccharum officinarum* L.) EN EL ESTRATO BAJO DEL INGENIO SANTA ANA, ESCUINTLA"

DESARROLLADO POR EL ESTUDIANTE: CARLOS ARTURO URZUA TIXTA.
CARNE 85-10110.

HA SIDO EVALUADO POR LOS PROFESIONALES:

Ing. Agr. Alvaro Gustavo Hernández Dávila

Los Asesores y las Autoridades de la Facultad de Agronomía, hacen constar que ha cumplido con las Normas Universitarias y Reglamentos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, enmarcados en el "PROGRAMA EXTRAORDINARIO PARA LA REALIZACION DE TESIS DE GRADO PARA LA CARRERA DE INGENIERO AGRONOMO"; Aprobado por Junta Directiva de la Facultad de Agronomía, según el Punto Cuarto del Acta No. 43-98 de Sesión celebrada el 17 de septiembre de 1998.

Ing. Agr. Alvaro Gustavo Hernández Dávila
ASESOR

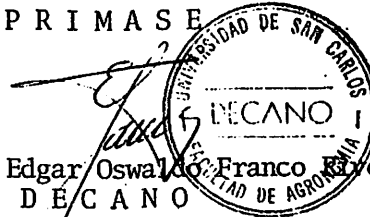
Dr. Ariel Abderramán Ortíz López
DIRECTOR I.I.A.



AAOL/Oscar E.
cc. Archivo
Control Académico.

IMPRIMASE

Ing. Agr. M.Sc. Edgar Oswaldo Franco Rivera
DECANO



APARTADO POSTAL 1545 § 01091 GUATEMALA, C.A.

TEL/FAX (502) 476-9794

e-mail: liusac.edu.gt § <http://www.usac.edu.gt/facultades/agronomia.htm>