

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

EVALUACION DE DOS INGREDIENTES DE LA DIETA PARA REPRODUCCION ARTIFICIAL
DEL GUSANO BARRENADOR DE LA CAÑA DE AZÚCAR Diatraea saccharalis (F.)
Y EL PARASITOIDE Cotesia flavipes (Cam.) EN ESCUINTLA.

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

TESIS
POR
OSMAN HERNANDEZ GRAMAJO
EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO
INGENIERO AGRONOMO
EN

SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA
EN EL GRADO ACADEMICO DE
LICENCIADO

Guatemala, octubre de 1994.

DL
01
T(1497)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

RECTOR

Dr. JAFETH ERNESTO CABRERA FRANCO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO

Ing. Agr. EFRAIN MEDINA GUERRA

VOCAL PRIMERO

Ing. Agr. MAYNOR ESTRADA ROSALES

VOCAL SEGUNDO

Ing. Agr. WALDEMAR NUFIO REYES

VOCAL TERCERO

Ing. Agr. CARLOS MOTTA DE PAZ

VOCAL CUARTO

Prof. GABRIEL AMADO ROSALES

VOCAL QUINTO

Br. AUGUSTO GUERRA GUTIERREZ

SECRETARIO

Ing. Agr. MARCO ROMILIO ESTRADA MUY

Guatemala, octubre de 1994.

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

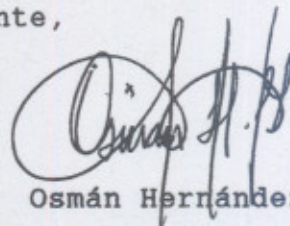
Señores Miembros:

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

EVALUACION DE DOS INGREDIENTES DE LA DIETA PARA REPRODUCCION ARTIFICIAL
DEL GUSANO BARRENADOR DE LA CAÑA DE AZÚCAR Diatraea saccharalis (F.)
Y EL PARASITOIDE Cotesia flavipes (Cam.) EN ESCUINTLA.

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

Atentamente,



Osmán Hernández Gramajo

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

ACTO QUE DEDICO

A DIOS TODO PODEROSO	Por permitirme alcanzar una de mis metas
A MI ESPOSA	Claudia María de Paz de Hernández
A MI HIJA	Luisa María Hernández de Paz
A MIS PADRES	Ricardo Hernández Morales Aurora Gramajo de Hernández
A MIS HERMANOS	Sor Lesvia O. Hernández José Ricardo Hernández María de los Angeles Hernández
A MIS ABUELOS	José Hernández (Q.E.P.D.) Rosario Morales Alvarado (Q.E.P.D.) Braulio Gramajo (Q.E.P.D.) Rebeca Arriola (Q.E.P.D.)
A MIS TIOS, PRIMOS, SOBRINOS	Con mucho cariño
A MI PUEBLO	Coatepeque, Quetzaltenango
A MIS AMIGOS	En general
A LA FACULTAD DE AGRONOMIA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	

AGRADECIMIENTO

Agradecimiento sincero a mi asesor Ing. Agr. Alvaro Hernández, por su orientación en el presente trabajo de tesis.

Al Ingenio LA UNION-TARROS, especialmente al Ing. Miguel Maldonado por su apoyo técnico y económico para la ejecución de la presente investigación.

Al Ing. Agr. Juan Carlos Toledo y al Ing. Agr. Carlos Barreno por su orientación y colaboración en el presente trabajo.

Al personal que labora en el Laboratorio de la División Agrícola del Ingenio la Unión-Tarros.

A todas aquellas personas que de una u otra forma colaboraron en la realización de ésta tesis.

AGRADECIMIENTO

Agradecimiento sincero a mi asesor Ing. Agr. Alvaro Hernández, por su orientación en el presente trabajo de tesis.

Al Ingeniero LA UNIÓN-TARROE, especialmente al Ing. Miguel Maldonado por su apoyo técnico y económico para la ejecución de la presente investigación.

Al Ing. Agr. Juan Carlos Toledo y al Ing. Agr. Carlos Barrero por su orientación y colaboración en el presente trabajo.

Al personal que labora en el Laboratorio de la División Agrícola del Ingeniero la Unión-Tarros.

A todas aquellas personas que de una u otra forma colaboraron en la realización de esta tesis.

CONTENIDO

1.	INTRODUCCION.....	1
2.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
3.	MARCO TEORICO.....	5
3.1.	Marco Conceptual.....	5
3.1.1.	Descripción del gusano barrenador caña de azúcar	5
3.1.1.A.	Clasificación.....	5
3.1.2.	Hospederos alternos.....	5
3.1.3.	Características biológicas.....	5
3.1.3.A.	Huevos.....	6
3.1.3.B.	Larvas.....	6
3.1.3.C.	Pupas.....	7
3.1.3.D.	Adultos.....	8
3.1.4.	Duración del desarrollo.....	9
3.1.5.	Tipos de daño.....	10
3.1.6.	Distribución geográfica.....	13
3.1.7.	Métodos de cría.....	13
3.1.7.A.	Cría en alimento natural.....	13
3.1.7.B.	Cría en alimento artificial.....	14
3.1.8.	Nutrición del insecto.....	16
3.1.8.A.	Carbohidratos.....	17
3.1.8.B.	Aminoácidos.....	17
3.1.8.C.	Grasas.....	17
3.1.8.D.	Lípidos.....	18
3.1.8.E.	Esteroles.....	18
3.1.8.F.	Vitaminas.....	19
3.1.8.G.	Sales inorgánicas.....	19
3.1.9.	Control Biológico.....	19
3.1.10.	Características del <u>C. flavipes</u>	21
3.1.11.	Producción artificial del <u>C. flavipes</u>	22
3.2.	Marco Referencial.....	25
3.2.1.	Localización.....	25
3.2.2.	Planta Física de Laboratorio.....	25
4.	OBJETIVOS.....	26
5.	HIPOTESIS.....	27
6.	METODOLOGIA.....	28
6.1	Fase I.....	28
6.1.1.	Material Experimental.....	28
6.1.1.A.	Hospedero.....	28
6.1.1.B.	Diseño Experimental.....	28
6.1.1.C.	Modelo Estadístico.....	29
6.1.1.D.	Tratamientos resultantes.....	30
6.1.2.	Manejo del experimento.....	31
6.1.2.A.	Obtención de adultos de <u>D. saccharalis</u>	31
6.1.2.B.	Obtención de huevos	31
6.1.2.B.a.	Desinfección	31
6.1.2.B.b.	Acondicionamiento.....	32
6.1.2.C.	Desinfección de recipientes.....	32
6.1.2.D.	Preparación de la dieta de iniciación.....	32
6.1.2.E.	Colocación de los huevos.....	33
6.1.2.F.	Desarrollo de las larvas.....	34
6.1.2.G.	Preparación de la dieta de desarrollo.....	34

6.1.2.H. Revisión de la larva de Gusano Barrenador..... 34

6.1.2.I. Colocación de las pupas en la Cámara especial..... 35

6.1.3. Variables respuesta..... 35

6.1.4. Análisis Estadístico..... 35

6.2. Fase II..... 36

6.2.1. Material Experimental..... 36

6.2.1.A. Hospedero..... 36

6.2.1.B. Diseño Experimental, modelo estadístico, tratamiento 36

6.2.2. Manejo del experimento..... 37

6.2.2.F. Desarrollo de las larvas..... 38

6.2.2.G. Parasitación de las larvas de D. saccharalis..... 38

6.2.2.H. Preparación de la dieta de desarrollo..... 38

6.2.2.I. Revisión del material parasitado..... 38

6.2.3. Variable respuesta..... 39

6.2.4. Análisis Estadístico..... 39

6.2.5. Análisis Económico..... 39

7. RESULTADOS..... 41

 Fase I..... 41

 Fase II..... 53

8. CONCLUSIONES..... 58

9. RECOMENDACIONES..... 59

10. BIBLIOGRAFIA..... 60

11. APENDICE..... 62

3.1.5.F. Aminoácidos..... 34

3.1.5.C. Grasas..... 35

3.1.5.D. Lípidos..... 35

3.1.5.E. Esteroides..... 35

3.1.5.F. Vitaminas..... 35

3.1.5.G. Sales inorgánicas..... 35

3.1.5.H. Control Biológico..... 35

3.1.5.I. Características del G. larvoso..... 35

3.1.5.J. Producción artificial del G. larvoso..... 35

3.1.5.K. Marca Registrada..... 35

3.1.5.L. Localización..... 35

3.1.5.M. Planta Fielde de Laboratorio..... 35

4. OBJETIVO..... 35

5. HIPOTESIS..... 35

6. METODOLOGIA..... 35

6.1. Fase I..... 35

6.1.1. Material Experimental..... 35

6.1.1.A. Hospedero..... 35

6.1.1.B. Diseño Experimental..... 35

6.1.1.C. Modelo Estadístico..... 35

6.1.1.D. Tratamiento Experimental..... 35

6.1.1.E. Manejo del experimento..... 35

6.1.1.F. Obtención de pupas de D. saccharalis..... 35

6.1.1.G. Obtención de huevos..... 35

6.1.1.H. Desinfección..... 35

6.1.1.I. Anodización..... 35

6.1.1.J. Desinfección de recipientes..... 35

6.1.1.K. Preparación de la dieta de laboratorio..... 35

6.1.1.L. Colocación de los huevos..... 35

6.1.1.M. Desarrollo de las larvas..... 35

6.1.1.N. Preparación de la dieta de desarrollo..... 35

Cuadro 1: Resumen de factores, niveles y tratamientos, evaluación de dieta, <u>Diatraea saccharalis</u>	29
Cuadro 2: Componentes de la dieta utilizada para alimentar a la larva de gusano barrenador de la caña de azúcar <u>Diatraea saccharalis</u>	63
Cuadro 3: Contenido de los tratamientos utilizados en el experimento.....	30
Cuadro 4: Muestreo de daño causado por <u>Diatraea spp.</u> en la empresa Unión-Tarros.....	64
Cuadro 5: Datos de longitud de larva de <u>D. saccharalis</u>	65
Cuadro 6: Resumen de resultados par longitud (cm) de la larva de <u>D. saccharalis</u>	42
Cuadro 7: ANDEVA para la variable longitud de larva de <u>D. saccharalis</u>	43
Cuadro 8: Prueba múltiple de medias Duncan para la variable longitud de larva de <u>D. saccharalis</u>	45
Cuadro 9: Datos de peso de larva de <u>D. saccharalis</u>	66
Cuadro 10: Resumen de resultados para el peso (mg) de la larva de <u>D. saccharalis</u>	47
Cuadro 11: ANDEVA de la variable peso de larva de <u>D. saccharalis</u>	48
Cuadro 12: Prueba múltiple de medias Duncan para la variable peso de larva de <u>D. saccharalis</u>	50
Cuadro 13: Datos de número de pupas de <u>Cotesia flavipes</u> por larva de <u>D. saccharalis</u> parasitada.....	67
Cuadro 14: Resumen de resultados de la variable número de pupas de <u>C. flavipes</u> por cada larva de <u>D. saccharalis</u>	53
Cuadro 15: ANDEVA para la variable número de pupas de <u>C. flavipes</u> por larva de <u>D. saccharalis</u>	54
Cuadro 16: Costo por kilogramo de dieta con levadura red star y levadura engevita.....	56

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ciclo biológico del gusano barrenador de la caña de azúcar <u>D. saccharalis</u>	11
Figura 2: Ciclo biológico del <u>Cotesia flavipes</u>	23
Figura 3: Longitud promedio de larvas de <u>D. saccharalis</u> según levadura utilizada.....	44
Figura 4: Longitud promedio de larvas de <u>D. saccharalis</u> según porcentaje de sacarosa utilizado.....	45
Figura 5: Longitud promedio de larvas de <u>D. saccharalis</u> de los tratamientos.....	46
Figura 6: Peso promedio de larvas de <u>D. saccharalis</u> según levadura utilizada.....	49
Figura 7: Peso promedio de larvas de <u>D. saccharalis</u> según porcentaje de sacarosa utilizado.....	50
Figura 8: Peso promedio de larvas de <u>D. saccharalis</u> de los tratamientos.....	51
Figura 9: Medias de los tratamientos evaluados según porcentaje de sacarosa.....	55

"EVALUACION DE DOS INGREDIENTES DE LA DIETA PARA REPRODUCCION ARTIFICIAL DEL GUSANO BARRENADOR DE LA CAÑA DE AZÚCAR Diatraea saccharalis (F.) Y EL PARASITOIDE Cotesia flavipes (Cam.) EN ESCUINTLA."

"EVALUATION OF TWO DIET INGREDIENTS FOR ARTIFICIAL REPRODUCTION OF SUGARCANE BORER Diatraea saccharalis (F.) AND PARASITED Cotesia flavipes (Cam.) IN ESCUINTLA."

RESUMEN

Con el propósito de mejorar la calidad de larva de Diatraea saccharalis para la producción del parasitoide Cotesia flavipes, se desarrolló la presente investigación bajo condiciones de laboratorio, en la cual a través de dos fases sucesivas, se evaluaron inicialmente dos levaduras (Engevita y Red Star) combinado con diferentes porcentajes de sacarosa (0, 3, 5, y 7%) en un Diseño Completamente al Azar con arreglo factorial 4*2. Las variables evaluadas en esta Fase I fueron longitud y peso de la larva de D. saccharalis.

Los resultados de esta fase de acuerdo al Análisis de Varianza, no reportaron significancia en la interacción de los factores evaluados (tipo de levadura y % de sacarosa). Contrariamente se encontró diferencia altamente significativa (α , 0.01) entre cada uno de los factores evaluados. En relación al tipo de levadura, se determinó que la levadura Red Star mejoró significativamente la calidad de la larva de D. saccharalis, superando a la levadura Engevita en un 19% cuando se consideró la longitud de larva y en un 29% superior, al considerar el peso. Con respecto al

factor sacarosa estadísticamente se encontró que los mejores tratamientos fueron 0 y 3%, considerando a la longitud y el peso de la larva.

La Fase II de la investigación consistió en la evaluación de los porcentajes 0 y 3% de sacarosa combinados con la levadura Red Star, con el objetivo de aumentar el número de pupas de C. flavipes por larva de D. saccharalis. El diseño utilizado fue un Completamente al Azar simple. La variable evaluada en esta fase fue número de pupas de C. flavipes por larva de D. saccharalis.

Los resultados de esta fase de acuerdo al Análisis de Varianza, reportaron una diferencia altamente significativa (α , 0.01) entre los tratamientos evaluados, en el cual la adición de sacarosa (3%) no mejoró la obtención de mayor cantidad de pupas de C. flavipes por larva de D. saccharalis, superada en un 21% por el tratamiento 0%. Con respecto a la levadura la sustitución de la Engevita por la Red Star mejoró la obtención de mayor cantidad de pupas de C. flavipes producidos por larva de D. saccharalis, superándola en un 50%.

El costo de la dieta preparada con levadura Red Star es un 10% más económica, que la dieta producida a base de levadura Engevita.

1. INTRODUCCION

La caña de azúcar es uno de los cultivos de mayor importancia económica y social en Guatemala, debido a la fuente de divisas que genera al país y a la gran cantidad de mano de obra que utiliza en todo el ciclo del cultivo.

La zona cañera se encuentra ampliamente distribuida en los departamentos de Escuintla, Suchitepequez, Retalhuleu y Santa Rosa, lugares donde se encuentran la mayor cantidad de fincas dedicadas a este cultivo. Esta zona presenta las condiciones adecuadas para el desarrollo de la caña de azúcar, unido a las características propias de la planta como lo son la capacidad de retoñar por varios años, resistencia y/o tolerancia a daños considerables producidos por plagas y enfermedades destructivas.

La caña de azúcar es hospedera de un considerable número de insectos, algunos de gran importancia, otros casi insignificantes. Varias de estas plagas se encuentran distribuidas en la mayoría de los países cañeros de América y otros están restringidos a una o más áreas, pero la severidad del daño causado por las diferentes especies varían mucho entre países y regiones cañeras (8).

Actualmente uno de los problemas con plagas en la Empresa Unión-Tarros es el gusano barrenador de la caña de azúcar Diatraea saccharalis (F.). Se encuentra ampliamente distribuida en el área sembrada con este cultivo. Este insecto provoca daño en todas las edades del cultivo; principalmente al inicio y al final del mismo.

Para el control de esta plaga, se utiliza el método de Control Biológico clásico basado en la introducción de insectos parasitoides. En la empresa el parasitoide Cotesia flavipes (Cam.) es el agente de control biológico del gusano barrenador de la caña de azúcar que mas se ha adaptado a la zona.

A través de la siguiente investigación se estudiaron dietas para la obtención de larvas de gusano barrenador de mayor desarrollo, logrando con esto que también se obtuviera la mayor cantidad de parasitoides. Dentro de los componentes que se evaluaron de la dieta del gusano barrenador esta la levadura de cerveza y la sacarosa.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La caña de azúcar es uno de los principales cultivos agroindustriales y generador de divisas para Guatemala. El año 1990 reportó 127 millones de dólares en divisas para Guatemala según reporte de la FAO (10).

Uno de los problemas de este cultivo es la infestación por insectos y su daño, al bajar el porcentaje de sacarosa por unidad de área. La especie Diatraea saccharalis (F.) (Lepidóptera: Pyralidae) es considerada la especie plaga más dañina de la caña de azúcar. Actualmente en la Empresa Unión-Tarros la plaga afecta gran parte de los campos de cultivo de caña de azúcar. El 1% de Índice de infestación (porcentaje de entrenudos perforados por la larva) ocasiona pérdidas de sacarosa de 0.04 al 0.23% más las pérdidas indirectas debido al ataque de microorganismos (8).

En el ingenio La Unión-Tarros se utiliza el control biológico como la alternativa principal para el control de dicha plaga. Se produce gusano barrenador a nivel de laboratorio con dieta preparada especialmente, así como también su agente de control biológico Cotesia flavipes (Cam.) (Hymenoptera: Braconidae).

En Guatemala existe poca información sobre evaluación de dietas para la alimentación del gusano barrenador de la caña de azúcar (Diatraea saccharalis) en forma artificial y a nivel de laboratorio. Por ello es necesario evaluar algunos componentes alimenticios esenciales en la dieta para el desarrollo de la larva, así como la proporción de estas. Se espera

lograr una adecuada nutrición del insecto y obtener larvas de gusano barrenador con un mejor desarrollo considerando su longitud y peso.

Así mismo se espera proporcionar mayor alimento para su parasitoide himenoptero, Cotesia flavipes que, tiene la característica de aumentar su producción de acuerdo a la cantidad de alimento.

Al obtener larvas de gusano barrenador de mejor desarrollo se logra obtener suficiente alimento para el C. flavipes, con menor número de dichas larvas. Con esto se evita criar gran cantidad de larvas de gusano barrenador en el recipiente con dieta (el tamaño recomendado), que provoca el problema que al haber muchas larvas de gusano barrenador en cada dieta hay canibalismo y contaminación.

3. MARCO TEORICO

3.1 Marco Conceptual

3.1.1 Descripción del gusano barrenador de la caña de azúcar D. saccharalis.

3.1.1.A Clasificación:

Clase:	Insecta
Orden:	Lepidóptera
Familia:	Pyralidae
Género:	Diatraea
Especie:	<u>Diatraea saccharalis</u> (F.) (13)

3.1.2 Hospederos Alternos:

Pastos:	Arrocillo (<u>Echinochloa colonum</u> L.);
Sudán	(<u>Sorghum halapense</u> L.);
Zacatón	(<u>Panicum maximum</u> Jack);
Cultivos:	Sorgo (<u>Sorghum vulgare</u>);
Maíz	(<u>Zea mays</u>). (13)

3.1.3 Características biológicas:

El hecho de que el barrenador de la caña de azúcar (D. saccharalis) esté considerado la principal plaga de este cultivo en el continente americano, ha determinado la realización de numerosos estudios biológicos sobre este insecto.

epidermis de la perforación de salida construida durante el estado larval e inicia de esta forma su vida en el medio exterior (3).

3.1.3.D Adultos:

El adulto e imago del barrenador 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 obtuso con el vértice hacia la parte dorsal. Los machos, son generalmente, más pequeños que las hembras y tienen el abdomen más fino y las alas más oscuras que éstas. Los adultos constituyen el estado de mayor movilidad del insecto, el cual puede desplazarse mediante el desarrollo de sus funciones vitales (3).

Para que exista reproducción inicialmente es necesario que se efectúe la maduración sexual de las polillas. Después las hembras sexualmente maduras atraen a los machos mediante secreciones de las glándulas sexuales, situadas en la mitad posterior del abdomen y ocurren de esta forma el acoplamiento y fecundación (3).

Las hembras fecundadas realizan la oviposición, generalmente durante la noche, sobre el haz y el envés de las hojas de la caña de azúcar. La oviposición es cercana al nervio central y en la dirección de éste, aunque con mayor frecuencia las oviposiciones se localizan en el envés cerca de la base o del ápice. En Puerto Rico, Walker y Figueroa citado por Collazo (3) señalaron que las hembras ponen como promedio alrededor de 300 huevos, más del 80% fértiles. La producción de huevos fértiles puede comenzar dentro de las siete primeras horas después de la cópula y continua hasta el sexto o séptimo días de vida de la hembra, siendo mayor en los primeros días.

Según Jassic de Cuba citado por Collazo (3) la duración de los imagos alimentados con una solución de azúcar al 30% o con miel al 15% fue de 2 a 9 días con un promedio de vida de 4.5 días para las hembras y de 4.1 días para los machos. Este autor indico que el número de huevos puesto por hembra depende de la humedad del aire. En el insectario a una temperatura de 25 grados centígrados y una humedad relativa de 80% las hembras pusieron el 75.9% de la fecundidad total, mientras que igual temperatura pero a una humedad relativa de 60%, solo pusieron el 36.3% (3).

La mayor o menor fecundidad de las hembras de D. saccharalis está condicionada a dos tipos de factores:

- 1.- Factores inherentes a la especie
- 2.- Factores externos que actúan sobre la especie

Entre los inherentes tenemos a la edad, proporción de sexos, capacidad de copulación de hembras y machos y otros. Entre los externos tenemos a las condiciones ecológicas, tales como: temperatura, humedad relativa, iluminación, alimentación, etc (3).

3.1.4 Duración del desarrollo:

La duración del desarrollo de los insectos esta determinada por las características biológicas inherentes a las especies que conforman esta clase; no obstante, para cualquier especie, las condiciones en que ocurre el desarrollo influyen notablemente en su duración, debido fundamentalmente, a que estas pueden aumentar o disminuir el tiempo de ocurrencia de los fenómenos vitales, de esta forma, la temperatura, humedad relativa, cantidad y cualidad de los alimentos y otros factores ecológicos pueden hacer

variar, en mayor o menor grado, la duración del desarrollo (3).

La duración del desarrollo reportado por el laboratorio del Ingenio La Unión es el siguiente: el ciclo completo con una duración promedio siguiente; Huevo 6 días, larva 27 días, pupa 8 días y adultos 3 días (figura 1).

Otro factor que influye notablemente en la duración del desarrollo es la alimentación.

3.1.5 Tipo de daño:

Las larvas barrenan en el interior del tallo de la caña de azúcar, y en las plantas jóvenes, esto produce una condición amarilla casi muerta de los verticilos internos de las hojas conocidos como "corazón muerto". En las cañas más antiguas los túneles de los barrenadores ocasionan que las puntas se mueran y debiliten los tejidos sostén, de tal manera que los tallos se rompen con los vientos fuertes (4).

Inicia el daño en la planta, entre los 60 y 70 cm de altura (a 3 1/2 meses de edad aproximadamente). Posteriormente, se presentan ataques cuando el tallo inicia el acumulo de carbohidratos, esto es, después de los seis meses hasta los 20 ó 22 meses de edad (2).

En tallos con internudos hacen galerías transversales, causando volcamiento de las cañas; esto provoca la formación de brotes laterales y por ende, la pérdida de azúcares en el tallo. Los daños indirectos son los más considerables, a través de los orificios y galerías horizontales

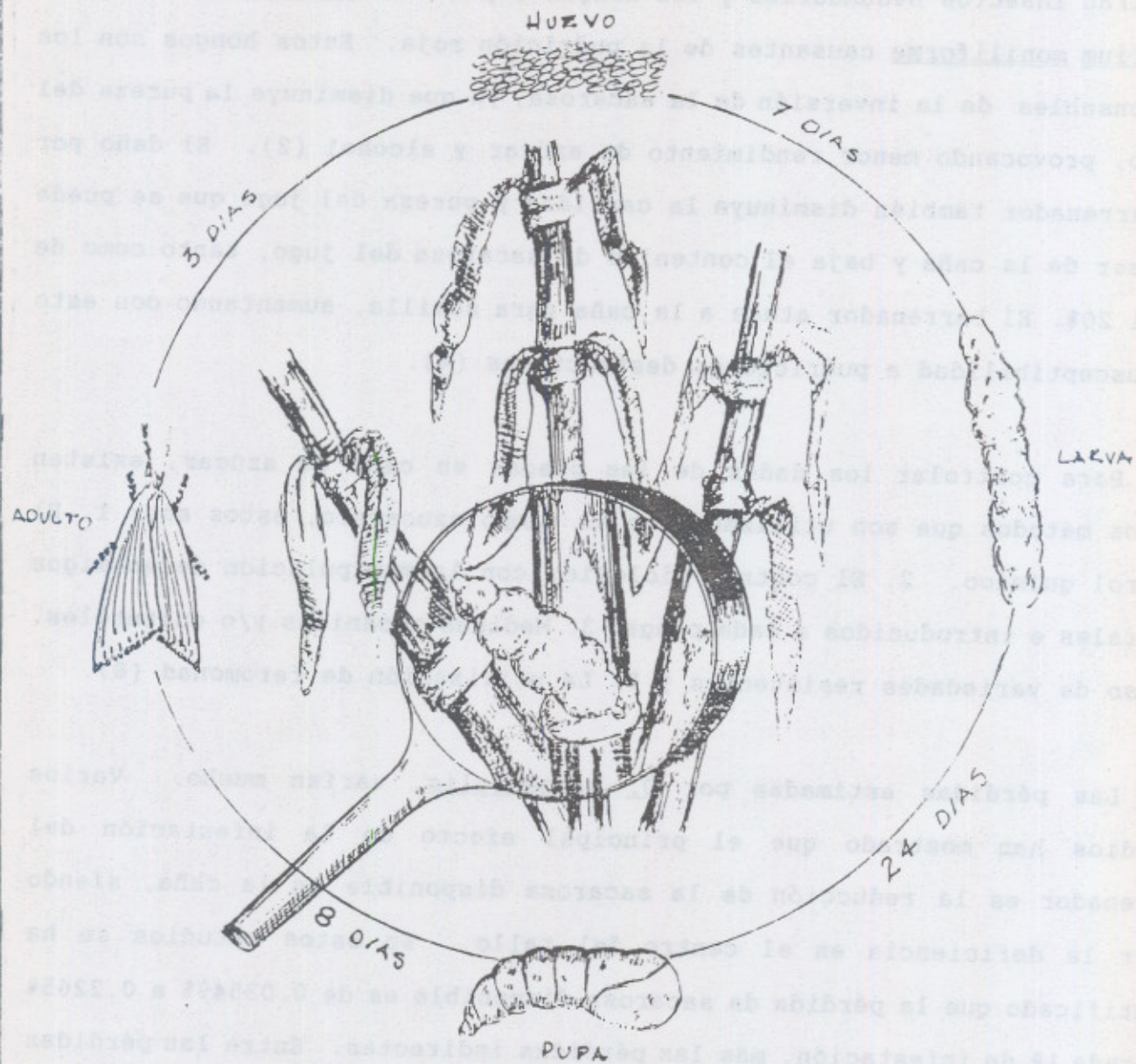


FIGURA 1 Ciclo Biológico gusano barrenador de la caña de azúcar Diatraea saccharalis

FUENTE: Autor

penetran insectos secundarios y los hongos saprófitos Colletotricum spp. y Fusarium moniliforme causantes de la pudrición roja. Estos hongos son los responsables de la inversión de la sacarosa, ya que disminuye la pureza del caldo, provocando menor rendimiento de azúcar y alcohol (2). El daño por el barrenador también disminuye la cantidad y pureza del jugo que se puede extraer de la caña y baja el contenido de sacarosa del jugo, tanto como de 10 al 20%. El barrenador ataca a la caña para semilla, aumentando con esto la susceptibilidad a pudriciones destructivas (4).

Para controlar los daños de las plagas en caña de azúcar, existen varios métodos que son utilizados en el campo azucarero, estos son: 1. El control químico. 2. El control biológico con la manipulación de enemigos naturales e introducidos a cada plaga. 3. Medidas mecánicas y/o culturales. 4. Uso de variedades resistentes y 5. La utilización de feromonas (8).

Las pérdidas estimadas por D. saccharalis, varían mucho. Varios estudios han mostrado que el principal efecto de la infestación del barrenador es la reducción de la sacarosa disponible en la caña, siendo mayor la deficiencia en el centro del tallo. En estos estudios se ha cuantificado que la pérdida de sacarosa disponible es de 0.03549% a 0.2265% por cada 1% de infestación, más las pérdidas indirectas. Entre las pérdidas estimadas por ataque del barrenador se incluye la reducción de peso de los tallos, debido a la destrucción de los tejidos interiores. Esto impide la viabilidad de las yemas dañadas y retarda el crecimiento de los brotes. Además reduce el jugo selectivo de la fibra de los tallos, con dificultad para la trituración (8). En la Empresa Unión-Tarros según el muestreo realizado durante este año presentó un rango de Índice de daño (I) de 3.37-

35.47% y un rango de Índice de Infestación (II) de 0.67-3.97 (cuadro 4 "A" del apéndice).

3.1.6 Distribución geográfica:

El barrenador de la caña de azúcar Diatraea saccharalis presenta la mayor distribución geográfica entre las especies incluidas en el género Diatraea y se encuentra en los Estados Unidos, México, Guatemala, Honduras, El Salvador, Nicaragua, Panamá, Cuba, Jamaica, Haití, República Dominicana, Puerto Rico, Antillas Menores, Indias Occidentales, Venezuela, Guyana, Colombia, Ecuador, Perú, Brasil, Bolivia, Paraguay y el Norte de Argentina (3).

3.1.7 Método de Cría:

Los métodos de cría de D. saccharalis se caracterizan, fundamentalmente, por el tipo de alimento suministrado a las larvas durante su desarrollo, el cual puede ser natural cuando son hospedantes del insecto en la naturaleza, o artificial cuando el alimento suministrado ha sido previamente elaborado por el hombre (3).

3.1.7.A Cría en alimento natural:

Este método de cría consiste en colocar la oviposición de la plaga a punto de emerger, las larvas recién eclosionadas sobre partes de plantas frescas que permitan su alimentación y desarrollo. Desde el punto de vista práctico resulta más conveniente criar las larvas en dos fases; una colectiva donde se colocan en recipientes de dimensiones mayores todas las puestas colectivas de los adultos en una misma fecha en los cuales las larvas estén a punto de emerger (3).

En estos recipientes las larvas se alimentan hasta que alcanzan el segundo o tercer estadios y, posteriormente, se pasa a una segunda fase donde las larvas se individualizan en recipientes menores hasta la conclusión del período larval en que son colectadas y sevadas las crisálidas para iniciar un nuevo ciclo de apareamiento y colecta de las puestas de los adultos. De esta forma se evita la competencia por el alimento y el canibalismo entre las larvas que disminuyen el número de individuos en la cría (3).

Este método puede ser aplicado en condiciones ambientales aunque generalmente se requieren temperaturas promedio entre 26 y 28 grados C y humedades relativas entre 75 y 85%, por lo que es conveniente, a veces adecuar los locales de cría a estas condiciones (3).

La planta que ofrece mejores condiciones para la alimentación natural es el maíz, fundamentalmente los jojotos que propician un adecuado y rápido desarrollo de las larvas, aunque también pueden ser utilizados los tallos frescos de esta planta (3).

3.1.7.B Cría en alimentación artificial:

Uno de los problemas de actualidad en las investigaciones entomológicas de laboratorio es la crianza de insectos destinados a pruebas biológicas de insecticidas, otros como el ciclo de vida, la propagación con fines de lucha biológicas, etc., en éste último los alimentos naturales que ingieren las especies criadas, no permiten mantener lotes grandes de insectos bajo cría artificial en condiciones de laboratorio (18). Según Guennelon citado por Collazo (3) se denomina alimento artificial a toda preparación fabricada por

el hombre y diferente a la vez por la presentación, características físicas y composición química del alimento disponible en la naturaleza. Entre los alimentos artificiales presentados a los lepidópteros fitófagos distinguimos los medios sintéticos, enteramente constituidos por sustancias químicas definidas (aminoácidos, glúcidos, sales minerales, vitaminas y otros) y los medios semisintéticos que contienen una proporción variable de cuerpos químicos conocidos y sustancias complejas cuyas estructuras químicas están más o menos definidas (materias vegetales, proteínas, levadura de cerveza, etc.). Son estos últimos, precisamente, los que han permitido criar el mayor número de insectos (3).

Según Singh, citado por Collazo (3) indicó que la primera referencia de un alimento artificial para insectos data de 1908, y en los últimos 20 años se han producido dietas para más de 750 especies, la mayor parte de ellas de los ordenes Lepidóptera, Coleóptera y Díptera, aunque existe información sobre la cría de por lo menos 10 órdenes adicionales.

La dieta artificial es buena y económica forma para la crianza, bajo condiciones de laboratorio y obtener poblaciones larvales altas de D. saccharalis para ser utilizadas como hospederos en la propagación también artificial de varias especies de parásitos. Además es útil para la captura de mariposas machos de Diatraea por la atracción sexual de la hembras, para realizar los ensayos de la lucha biológica contra el barrenador de la caña de azúcar (8).

Según Ferrer y Salazar citados por Collazo (3) señalaron que las ventajas principales de la crianza de insectos sobre dietas artificiales se

podían resumir en las siguientes: la crianza en general es más fácil, el comportamiento y la biología puede ser estudiados en forma precisa con menos esfuerzos, se puede criar en gran número simultáneamente y económicamente en un espacio limitado y los insectos pueden ser criados de modo ininterrumpido a través de todo el año, aún cuando no se encuentren o no se consigan los elementos naturales donde viven.

Una buena dieta debe presentar las siguientes características: proporcionar alto grado de supervivencia, producir vigorosos adultos con alta capacidad reproductiva, proveer desarrollo uniforme, buena conservación, por lo que debe evitarse desarrollo de hongos, bacterias virus y por último debe mantenerse un pH estable (3).

3.1.8 Nutrición del insecto:

Desde hace cinco décadas se ha venido investigando a cerca de la nutrición de los insectos, y se ha llegado al punto de determinar los requerimientos nutritivos de muchos insectos en dietas artificiales las cuales les proporcionan un buen crecimiento y desarrollo (6).

Según Calderón citado por Cruz (6) las dietas artificiales tratan de proveer al insecto de sus requerimientos nutricionales, para que pueda crecer y desarrollarse igual o mejor que como lo haría en su ambiente natural bajo las mejores condiciones. Dentro de estos requerimientos tenemos:

3.1.8.A Carbohidratos:

Según Dadd citado por Cruz (6) son fuente de energía para el insecto y éste además puede almacenarlos en forma de grasa como reservas energéticas. Siendo generalmente aportados por la sacarosa. Los carbohidratos pueden ser sustituidos por proteínas y grasa, o que depende de la habilidad del insecto para convertirlos en productos energéticos y a la velocidad con que lo logre realizar.

3.1.8.B Aminoácidos:

Según Dadd citado por Cruz (6) son requeridos para la producción de enzimas y proteínas estructurales. Son comúnmente adicionados a las dietas en forma de proteína, y el valor de la proteína ingerida por el insecto depende del contenido de aminoácidos y de la habilidad del insecto para digerirla. Las proteínas o aminoácidos son siempre necesarios en la dieta del insecto y para lograr un crecimiento óptimo se requiere de concentraciones relativamente altas. Para la producción de proteínas se requiere de 20 aminoácidos pero solo 10 son esenciales en la dieta para la producción de proteína, (los insectos son capaces de sintetizar a los otros) y ellos son, la arginina, lisina, leucina, isoleucina, triptófano, histidina, fenilalanina, metionina, valina y treonina (6).

3.1.8.C Grasas:

Según Dadd citado por Cruz (6) la grasa es la forma en que la energía es almacenada, y la habilidad para almacenar esta grasa es generalizada en los insectos, pero excepto en pequeñas cantidades las grasas no son necesarias en la dieta. Las reservas de grasa en el organismo del insecto son afectadas cualitativa y cuantitativamente por la grasa de la dieta, ya

que ésta debe ser transformada por el insecto antes de ser almacenada, lo que implica un gasto energético del insecto, que algunas veces reduce su calidad.

3.1.8.D Lípidos:

Según Parra citado por Cruz (6) son ésteres de uno o más ácidos grasos y glicerol, los cuales son formados a partir de una hidrólisis enzimática en el tracto digestivo de los insectos.

Los insectos tienen la capacidad de sintetizar los lípidos a partir de proteínas y carbohidratos, mientras tanto otros son sintetizados como los ácidos linoléico y linolénico, siendo utilizados para la formación de lípidos fosfatídicos los cuales son utilizados para la formación de alas y para la emergencia del insecto. Son importantes también para la formación de las membranas celulares. También se forman lípidos acetilicos los que son esenciales para la transmisión neural (6).

3.1.8.E Esteroles:

Según Burk citado por Cruz (6) los insectos necesitan de esteroles para el crecimiento y desarrollo normal, así como para su reproducción. No existe ninguna evidencia que indique que los insectos sean capaces de sintetizar los esteroles.

Según Parra citado por Cruz (6) son muchas las funciones que los esteroles realizan en los insectos siendo las más importantes las siguientes: a) Promueven la ovogénesis. b) Participan directamente en el desarrollo y crecimiento larval. c) Son responsables de la esclerotización

de la cutícula. d) Tienen un papel metabólico y anti-infeccioso. e) Son precursores de las hormonas esteroides. f) Cumplen una función estructural de la membrana celular. g) Son importantes para el transporte de lipoproteínas.

3.1.8.F Vitaminas:

Son sustancias orgánicas, que son necesarias en la dieta en pequeñas cantidades, ya que el insecto no es capaz de sintetizarlas. Las vitaminas entre otras funciones que cumplen, son componentes de las coenzimas. Para algunos insectos las vitaminas del complejo "B" les son proveídas por la asociación con algunos microorganismos, que ayudan a estos a sintetizarlas durante simbiosis intracelulares. El ácido ascórbico (vitamina C), puede ser sintetizada por algunos insectos, y aunque no se le considera esencial se sabe que ayuda al insecto en el crecimiento larvario (6).

3.1.8.G Acidos Nucleicos:

Según Dadd citado por Cruz (6) no son necesarios para ningún insecto, ya que no son capaces de sintetizarlos, pero al agregársele un suplemento en la dieta se observa un mayor crecimiento de las larvas.

3.1.9 Control Biológico:

En relación al control biológico del gusano barrenador de la caña de azúcar se han estudiado varios elementos de juicio que determinaron el uso de este control.

El control de Diatraea a base de insecticidas comerciales resulta ineficaz, por ser una plaga de generaciones continuas, encontrando siempre

todos los estados de su ciclo biológico, añadiéndose a esto su localización en el estado de larvas, escondidas en los túneles que hacen en los tallos de caña (7).

Dentro de los métodos que se han estudiado y que han resultado eficaces para el control de dicha plaga según Navarrete (9) están las prácticas culturales; selección de caña para semilla, corte de la caña bien bajo, limpieza del surco después del corte (recolección y destrucción de los trozos de cañas y cañas secas o podridas que quedan en el campo después del corte), drenaje y riego de los tablones, el control biológico.

En la empresa Unión-Los Tarros comprobando que es imposible un control químico efectivo, dadas las condiciones de nuestro cultivo y la biología del insecto en nuestro medio, se resolvió emplear el método de control biológico, que es el que actualmente resultó eficaz en el combate contra el Diatraea a través de su enemigo natural más efectivo el Cotesia flavipes que es una braconidae introducida de Costa Rica especialmente para la empresa y que más se ha adaptado a la zona.

Anterior a la Cotesia se hicieron estudios con la mosca Metagonistylum minensi mosca amazónica que quedo suspendida debido a que no mostró éxito de adaptación.

A través de este tipo de control se logran las siguientes ventajas: permanencia, seguridad y economía.

Una vez establecido el control biológico es permanente hasta cierto

grado. Los enemigos naturales de los que depende se perpetúan por si mismos, excepto en casos de catástrofes naturales o de la imprudente interferencia del hombre, y se ajustan constantemente a los cambios de volumen de población de las plagas que atacan. Los medios de control biológico no tienen efectos secundarios tales como toxicidad o contaminación del ambiente, y su uso no implica peligros (9).

3.1.10 Características del Cotesia flavipes:

Es originario del Japón y fue introducido en la India, Pakistan, Ceilán, Filipinas, Islas Mauritius y Reunión para el control de los taladradores de arroz y caña de azúcar. De estos países, se introdujo a las Américas para el control de los barrenadores del Diatraea spp. en caña de azúcar. Su primera introducción en el continente Americano se realizó de la India para la Florida (USA) en 1963 (17).

De acuerdo a su morfología la larva, es de tipo caudada vesiculada, con una vesícula en el extremo posterior, de coloración cremosa. En su mayor desarrollo alcanza 4.3 mm en promedio. Con respecto al adulto el macho presenta antenas filiformes con 17 segmentos. Coloración del cuerpo es pardo oscuro con patas pardo claro amarillento. El ala anterior presenta un estigma pronunciado. Posee una longitud de 2.4 mm en promedio. La hembra posee segmentos antenales más cortos, el tamaño es mayor que el macho con un ovipositor corto. Presenta una longitud promedio de 2.5 mm. (16)

El ovipositor de la hembra usualmente es largo y expuesto, las larvas casi siempre pasan arando por el interior del cuerpo, instintivamente no comiendo los órganos que pueden ocasionar la muerte rápidamente, con

frecuencia pupan fuera del cuerpo del hospedero, adheridos a hojas o tallos a veces varios cocones son más o menos pegados por telaraña (14).

Los braconidos principales son los Cotesia flavipes que tejen cocones blancos. Su estado de huevo y larva tiene una duración de 8 días, los cuales lo pasan dentro de su huésped y el estado de pupa tiene una duración de 4 días, una generación necesita 12 días (figura 2). Cuando parasita larvas del barrenador se introduce dentro de la galería de éste, ovipositando 50-100 huevos dentro del cuerpo del huésped (14).

Con respecto a la reproducción, estos insectos pueden ser bisexuales y partenogenética facultativa; cuando copulan los huevos fertilizados dan lugar a machos y hembras, cuando las hembras no copulan, los huevos no fertilizados dan origen a machos (16).

3.1.11 Producción artificial de Cotesia flavipes:

Otro de los insectos benéficos que se está utilizando como parásito de D. saccharalis es la avispa braconida, C. flavipes de origen en las Indias Occidentales. Este insecto fue introducido a Sur América por Brasil y luego exportado a Colombia en 1976. La liberación artificial de esta avispa en el campo, es de 8 gr. de cocones por Ha. dando aproximadamente 1000 avispitas por gr. y con una radio de acción de 500 a 800 metros (14).

Los adultos de C. flavipes enjaulados en un frasco de vidrio con tapadera de gasa, son alimentados con una dieta de miel de abeja y agua en un papel mantequilla. Los excrementos del barrenador de la caña de azúcar,

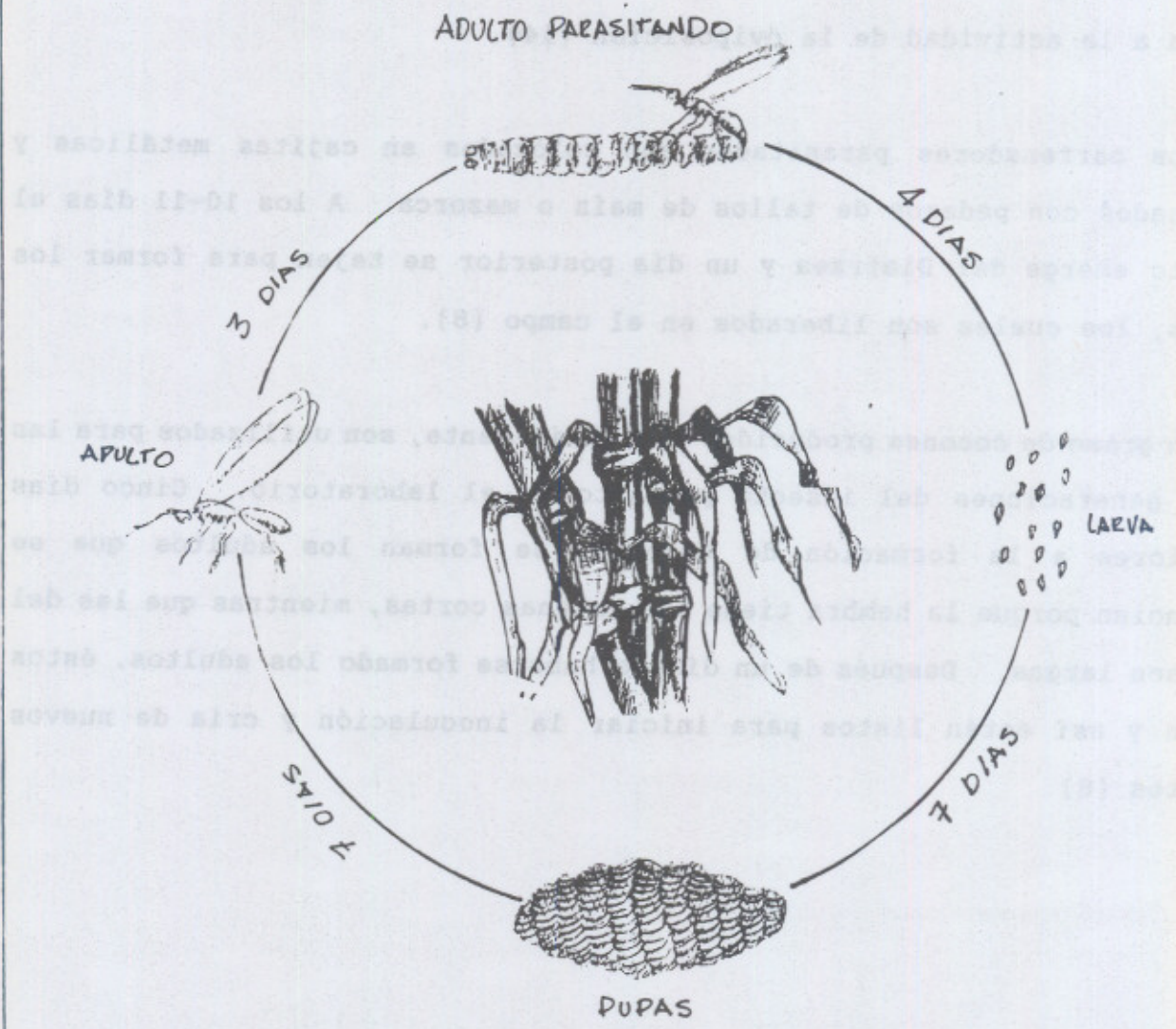


FIGURA 2 Ciclo Biológico Cotesia Flavipes (Cam.)

FUENTE: Autor

proveen el estímulo olfatorio que atrae a las hembras de C. flavipes e inducen a la actividad de la oviposición (14).

Los barrenadores parasitados son colocados en cajitas metálicas y alimentados con pedazos de tallos de maíz o mazorca. A los 10-11 días el parásito emerge del *Diatraea* y un día posterior se tejen para formar los cocones, los cuales son liberados en el campo (8).

Un gramo de cocones producidos artificialmente, son utilizados para las nuevas generaciones del insecto parásito en el laboratorio. Cinco días posteriores a la formación de cocones, se forman los adultos que se diferencian porque la hembra tiene las antenas cortas, mientras que las del macho son largas. Después de un día de haberse formado los adultos, éstos copulan y así están listos para iniciar la inoculación y cría de nuevos parásitos (8).

3.2 Marco Referencial

3.2.1 Localización:

La investigación se realizó en el Laboratorio del Departamento de investigaciones de la Empresa Unión-Tarros, ubicado en la Finca Belén que dista a 12 Km. de la cabecera municipal de Santa Lucía Cotzumalguapa, departamento de Escuintla. Se encuentra a una latitud norte de 14 grados, 16 minutos y una longitud oeste de 91 grados, 05 minutos. altitud 142 msnm. Area 11.68 Caballerías (11).

3.2.2 Planta Física del Laboratorio:

El laboratorio está compuesto por dos salas: una bajo condiciones controladas donde la temperatura que fluctúa de 26 a 28 grados centígrados y la otra sala bajo temperatura ambiente. Aquí se encuentran las cámaras de copulación de los adultos, donde se obtienen las posturas de Diatraea saccharalis. También se encuentran las estanterías donde se secan las hojas de papel mantequilla que contienen los huevos que han sido debidamente desinfectados, además las estanterías donde se guardan los frascos con las dietas y las cajas donde se colocan las larvas de Diatraea después de ser parasitadas, así como cámaras de obtención de pupas.

4. OBJETIVOS

GENERAL

Evaluar el crecimiento larval del gusano barrenador de la caña de azúcar (Diatraea saccharalis) y el parasitoide (Cotesia flavipes), asimismo la aceptación de la larva Diatraea saccharalis a diferentes dietas, variando el porcentaje de sacarosa y la levadura de cerveza en su contenido.

ESPECIFICOS

- 1.- Encontrar la mejor dieta para el crecimiento del gusano barrenador de la caña de azúcar y su relación en el desarrollo del parasitoide.
- 2.- Determinar el porcentaje de sacarosa que da mejores resultados para la producción del gusano barrenador de la caña de azúcar.
- 3.- Determinar que tipo de levadura de cerveza da mejores resultados para la producción del gusano barrenador de la caña de azúcar.
- 4.- Determinar el costo de cada dieta utilizada en la producción de gusano barrenador de la caña de azúcar.

5. HIPOTESIS

- 1.- No existe variación en el crecimiento del gusano barrenador de la caña de azúcar cuando se emplean diferentes porcentajes de sacarosa y diferentes levaduras de cerveza en la dieta.
- 2.- Ninguna de las dietas influye en la cantidad del parasitoide C. flavipes producido bajo condiciones de laboratorio.

6. METODOLOGIA

Respecto a la metodología el trabajo de investigación estuvo compuesto por dos fases las cuales fueron:

Fase I: Consistió en evaluar diferentes porcentajes de sacarosa y dos tipos de levadura (el primero en adición a la dieta de producción del Gusano Barrenador de la caña de azúcar y el segundo como componente actual de la dieta) con el fin de obtener las larvas de mayor peso y largo.

Fase II: Consistió en evaluar los mejores tratamientos obtenidos de la fase I, a fin de evaluar la cantidad de parásitos a obtener (Cotesia flavipes) por larva de D. saccharalis).

6.1 FASE I

6.1.1 Material Experimental

6.1.1.A Hospedero

En esta investigación se utilizaron como hospedero 640 huevos producidos por el adulto hembra Diatraea saccharalis (Lep.: Pyralidae).

6.1.1.B Diseño Experimental

Se utilizó un diseño completamente al azar, con arreglo factorial combinatorio 4 X 2 y 4 repeticiones.

6.1.1.B.a. Factores y modalidades evaluadas (Cuadro 1)

PORCENTAJE DE SACAROSA = A A0= 0%

A1= 3%

A2= 5%

A3= 7%

TIPO DE LEVADURA = B B0= Engevita

B1= Red star

Cuadro 1. Resumen de factores, niveles y tratamientos, evaluación de dietas, Diatraea saccharalis, Escuintla 1994.

FACTORES	NIVELES	TRATAMIENTOS
SACAROSA	A0, A1, A2, A3	A0B0, A0B1, A1B0, A1B1,
LEVADURA	B0, B1	A2B0, A2B1, A3B0, A3B1.

6.1.1.C. Modelo Estadístico

El modelo estadístico es el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + E_{ijk}$$

de donde

Y_{ijk} = Variable respuesta de la ijk -ésima unidad experimental

μ = Efecto de la media general

α_i = Efecto de la i -ésima modalidad del factor A

β_j = Efecto de la j -ésima modalidad del factor B

$\alpha\beta_{ij}$ = Interacción de la i -ésima modalidad del factor A con la j -ésima modalidad del factor B

E_{ijk} = Error experimental asociado a la ijk -ésima unidad experimental

6.1.1.D. Tratamientos resultantes

La dieta evaluada tiene varios componentes (Cuadro 2 "A" del apéndice) de los cuales por medio de esta investigación se agregó sacarosa (97.5% de pureza) en diferentes porcentajes: 0, 3, 5, 7% y la levadura de cerveza (Engevita de fabricación alemana y Red Star de fabricación guatemalteca).

Los diferentes porcentajes evaluados se seleccionaron en base a los utilizados en Cuba y Colombia (4). Se tomo como base el análisis del contenido de sacarosa de la variedad más afectada.

En total se obtuvieron 8 tratamientos (Cuadro 3) y 4 repeticiones, para hacer un total de 32 unidades experimentales.

Cuadro 3 Contenido de los tratamientos utilizados en la dieta para crianza de D. saccharalis, Escuintla 1994.

TRATAMIENTOS	COMPONENTES DE LOS TRATAMIENTOS
T1	0% Sacarosa, levadura engevita, resto de componentes.
T2	0% Sacarosa, levadura red star, resto de componentes.
T3	3% Sacarosa, levadura engevita, resto de componentes.
T4	3% Sacarosa, levadura red star, resto de componentes.
T5	5% Sacarosa, levadura engevita, resto de componentes.
T6	5% Sacarosa, levadura red star, resto de componentes.
T7	7% Sacarosa, levadura engevita, resto de componentes.
T8	7% Sacarosa, levadura red star, resto de componentes.

*Resto de Componentes: Harina de maíz, germen de trigo, ácido ascórbico, ácido benzoico, nipagin, ácido sórbico, agar y agua destilada.

6.1.2. Manejo del Experimento

6.1.2.A Obtención de adultos de D. saccharalis

Previo a la obtención de huevos de D. saccharalis se obtuvieron adultos de la cámara de pupación, seleccionando para esta investigación 20 hembras y 30 machos, que es la relación adecuada según Collazo (3). Estos adultos se colocaron en la cámara de postura.

6.1.2.B. Obtención de huevos de D. saccharalis

De la cámara de postura se obtuvieron los huevos que fueron colocados por los adultos hembra en el papel mantequilla que forra internamente dicha cámara, para este caso se utilizaron 640 huevos.

Los huevos contenidos en el papel mantequilla fueron sometidos al siguiente manejo:

6.1.2.B.a. Desinfección

Los huevos fueron tratados para su desinfección con las siguientes soluciones:

- 1.- 5 gr. de Sulfato de cobre / 500 cc. de agua (3 min)
- 2.- 500 cc. de agua destilada (3 min)
- 3.- 0.5 cc. de formol al 37% / 500cc de agua (3 min)
- 4.- 500 cc. de agua destilada (3 min)

6.1.2.B.b. Acondicionamiento

6.1.2.B.b.i. Las hojas de papel mantequilla conteniendo los huevos desinfectados se pusieron a secar durante 3 horas.

6.1.2.B.b.ii. Luego fueron recortadas las posturas y colocadas en caja petri que tenían en el fondo esponja a la cual se le aplicó sulfato de cobre para mantener húmeda las posturas y evitar su deshidratación.

6.1.2.B.c.iii. Seguidamente a los 6 días después de estar en estado de huevo se colocaron en los frascos que contenían la dieta, para luego iniciar el crecimiento del estado larval.

6.1.2.C. Desinfección de recipientes para dieta:

Los frascos a emplear fueron de 15 cm de largo y 4 cm de diámetro. Estos frascos fueron esterilizados en la autoclave a una temperatura de 121 grados centígrados, 20 psi, durante 20 minutos.

6.1.2.D. Preparación de la dieta de iniciación para el gusano barrenador:

A continuación se presenta la secuencia de elaboración de dieta:

6.1.2.D.a. Se colocaron 280 gr. de harina de maíz, 70 gr. de germen de trigo, 75 gr. de levadura de cerveza, 10 gr. de ácido ascórbico, 2.5 gr. de ácido benzoico, 2.5 gr. de Nipagin y 1 gr. de ácido sórbico y 11.01 gr. de sacarosa. Todos estos

componentes se colocaron en un recipiente y se licuaron durante 5 minutos. (Solución A).

6.1.2.D.b. Por aparte se prepararon 25 gr. de agar en 1000 cc. de agua, luego se colocó en una estufa durante 15 minutos. (Solución B).

6.1.2.D.c. Las soluciones A y B se mezclaron con una varilla de agitación para luego mezclarla con una batidora durante 5 minutos homogenizando la solución.

6.1.2.D.d. Luego de esto se colocó la dieta en los frascos, una cantidad de 10 cc. por frasco, sellándolos con algodón esterilizado.

6.1.2.D.e. Al día siguiente de elaborada la dieta se procedió a colocar las posturas del D. saccharalis en el recipiente respectivo.

6.1.2.E. Colocación de los huevos

Los huevos al cumplir su sexto día estaban listos para eclosionar, y fue este el momento adecuado para colocarlos en la dieta previamente realizada. Los huevos fueron sacados de la caja de petri y colocados en los frascos con dieta con un pincel, se coordinó de tal manera que la dieta tuviera un día de preparación, para este caso se colocaron 20 huevos por frasco.

6.1.2.F. Desarrollo de las larvas

Los frascos fueron colocados en una estantería con una posición inclinada (50 grados). A los 14 días de haber colocado los huevos en los frascos, fueron sacadas las larvas de dichos frascos para tomarles su peso y longitud. El peso se tomó con la balanza analítica (mg.) y el largo con un aparato llamado barnie graduado en milímetros. Así también durante este tiempo de desarrollo larval se le tomaron los días de duración en estado de larva, coloración de la cabeza, tórax y abdomen.

6.1.2.G. Preparación de la dieta de desarrollo

La preparación de esta dieta fue similar a la de iniciación, salvo que esta fue vertida en bandejas de 27 cm de ancho por 37 cm de largo, al día siguiente fueron cortada en cubos de 1 centímetro cúbico. Dos cubos fueron colocados en cajas de plástico de 6 cm de diámetro por 3 cm de grosor donde también se colocó la larva después de ser medida y pesada.

6.1.2.H. Revisión de la larva de Gusano Barrenador de la Caña de Azúcar en su proceso de desarrollo:

La larvas del gusano barrenador después de ser medidas y pesadas, fueron colocadas en cajitas plásticas de 6 cm de diámetro por 3 cm de grosor, en donde al mismo tiempo fue colocada la dieta de desarrollo en forma de cubitos. Durante este tiempo fue necesario una revisión periódica a efecto de evitar contaminaciones y tomarle sus características relevantes de cambio.

En estas cajitas permanecieron hasta pasar al estado de pupa, de donde

fueron sacadas y llevadas a la cámara de pupación.

6.1.2.I. Colocación de las pupas en la cámara de pupación

Las larvas que pasaron al estado de pupa, fueron llevadas a la cámara de pupación, donde fueron colocadas en bandejas, que tenían de fondo esponja, la cual se debía mantener húmeda todo el tiempo, anotándose las características respectivas: peso, color, tipo de pupa y su desarrollo. Inmediatamente después de pasar al estado adulto, estas palomillas fueron llevadas a la cámara de copulación.

6.1.3. Variables Respuesta

6.1.3.A. Peso y longitud de la larva de gusano barrenador a los 14 días:

El peso de la larva esta expresado en miligramos, para ello se utilizó una balanza analítica. Con relación a longitud esta se midió con un aparato llamado bernier graduado en milímetros; se miden y se pesan las 20 larvas de cada unidad experimental.

6.1.4. Análisis Estadístico

Se realizó un análisis de varianza para cada variable respuesta (largo y peso de la larva de gusano barrenador de la caña de azúcar), así mismo fue necesario realizar la prueba de medias Duncan. Además se elaboraron cuadros y gráficas para facilitar la interpretación de resultados.

6.2 FASE II

6.2.1. Material Experimental

6.2.1.A. Hospedero y parásito

En esta investigación se utilizaron como hospedero huevos producidos por el adulto hembra Diatraea saccharalis (Lep.: Pyralidae) y el parasitoide Cotesia flavipes (Hym.: Braconidae), de la misma manera de la fase I.

6.2.1.B. Diseño Experimental

De acuerdo a los resultados obtenidos en la primera fase, en la cual únicamente pasaron dos tratamientos que, de acuerdo con el análisis realizado fueron los mejores (0% sacarosa levadura red star y 3% sacarosa levadura red star). Ante estos resultados en esta segunda fase se utilizó un diseño Completamente al Azar simple, en el cual únicamente se tiene un factor, con 2 niveles en este caso es la sacarosa, mientras que el otro factor influyente en la primera fase (levadura) resulta como la mejor la levadura red star, obteniendo por lo consiguiente únicamente dos tratamientos.

6.2.1.B.a. Factores y Modalidades a evaluar

En esta oportunidad el factor a evaluar es la Sacarosa con dos modalidades en este caso sacarosa al 3 por ciento y sin sacarosa.

6.2.1.C. Modelo Estadístico

El modelo estadístico es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + E_{ij}$$

de donde

Y_{ij} = Variable respuesta de la ij -ésima unidad experimental

μ = Efecto de la media general

α_i = Efecto de la i -ésima modalidad del factor

E_{ij} = Error experimental asociado a la ij -ésima unidad experimental

6.2.1.D. Tratamientos resultantes

En esta segunda fase se evaluaron los siguientes porcentajes de sacarosa: 0 y 3 por ciento. Estos dos niveles de sacarosa evaluados fueron utilizados como consecuencia del análisis de los resultados de la primera fase, por ser los mejores. Ante esto únicamente se contó con dos tratamientos y ocho repeticiones, para hacer un total de 16 unidades experimentales.

6.2.2 Manejo del Experimento

En esta segunda fase del experimento fueron repetidos los incisos del 6.1.2.A. al 6.1.2.E. de la fase I de investigación.

6.2.2.F. Desarrollo de las larvas:

Los frascos fueron colocados en una estantería con una posición inclinada (50 grados). A los 14 días fueron sacadas las larvas de los frascos que a diferencia de la primera fase fue aquí el momento adecuada para la inoculación con su prasioide Cotesia flavipes.

6.2.2.G. Parasitación de las larvas de D. saccharalis:

A los 14 días las larvas de D. saccharalis fueron sacadas del frasco donde se encontraban por medio de una pinza, tomadas de la parte posterior y llevadas sobre la cámara donde se encuentran los parasitoides (C. flavipes). Estas cámaras fueron vasos plásticos de 15 cm de largo por 8 cm de diámetro. En el excremento de la larva de D. saccharalis se segrega un olor que atrae a las hembras de C. flavipes, las cuales inoculan a dicha larva, logrando con esto la parasitación. Las larvas parasitadas fueron colocadas en una caja de 6 cm de diámetro por 3 cm de grosor (1 larva por caja).

6.2.2.H. Preparación de la dieta de desarrollo

La preparación de esta dieta fue similar a la de iniciación, salvo que esta fue vertida en bandejas de 27 cm de ancho por 37 cm de largo, al día siguiente fue cortada en pedazos pequeños de 1 cm cúbico, dos de estos cubos fueron colocados en cajas de plástico de 6 cm de diámetro por 3 cm de grosor donde se colocó también la larva después de haber sido parasitada.

6.2.2.I. Revisión del material parasitado

Las cajas de plástico conteniendo las larvas parasitadas de D.

saccharalis fue colocada en cajas de madera (de 43 x 43 x 16 cm). Estas larvas fueron revisadas todos los días para evitar contaminaciones y verificar su parasitación hasta los días 10 u 11 que es cuando aparecen las pupas de C. flavipes encerradas en un cocón. Estos cocones fueron llevados al estereoscopio para contar el número de pupas de C. flavipes que aparecen en cada larva de D. saccharalis parasitada.

6.2.3. Variable Respuesta

6.2.3.A. Número de pupas de C. flavipes por larva de D. saccharalis

El conteo de pupas de C. flavipes se realizó de 10 a 11 días después de parasitadas las larvas de D. saccharalis que es cuando aparecieron los cocones que envuelven a dichas pupas de C. flavipes. Para esto, el cocón fue llevado al estereoscopio donde se procedió a abrirlo y contar el número de pupas presentes, esto se hizo para cada larva de D. saccharalis parasitada.

6.2.4. Análisis Estadístico

Se realizó un análisis de varianza para el número de pupas de Cotesia flavipes, así mismo fue necesario realizar la prueba de medias duncan. Además se elaboraron cuadros y gráficas para facilitar la interpretación de los resultados.

6.2.5. Análisis Económico

El análisis económico consistió en una comparación de costos de los ingredientes de la dieta utilizada a base de levadura engevita y la que

resultó ser estadísticamente mejor a base de levadura red star. Este método de comparación esta basado en los precios de los ingredientes a la fecha (enero 1994).

2.3.3. Variable Respuesta

2.3.3.A. Número de pupas de C. livipes por larva de D. saccharalis
El conteo de pupas de C. livipes se realizó de 10 a 11 días después de parasitar las larvas de D. saccharalis que se cuando aparecieron las cocones que envuelven a dichas pupas de C. livipes. Para esto, el cocón fue llevado al estereoscopio donde se procedió a abrirlo y contar el número de pupas presentes, esto se hizo para cada larva de D. saccharalis parasitada.

2.3.4. Análisis Estadístico

Se realizó un análisis de varianzas para el número de pupas de C. livipes en el mismo tiempo necesario realizar la prueba de media homogénea. Además se elaboraron cuadros y gráficas para facilitar la interpretación de los resultados.

2.3.5. Análisis Económico

El análisis económico consistió en una comparación de costos de los ingredientes de la dieta utilizada a base de levadura en polvo y la que

7. RESULTADOS

TREATAMIENTO	MEDIAS	RANGOS	VARIANZA	C.V.
71	1.45	1.12--1.18	0.045	11.81
72	1.75	1.44--1.90	0.041	11.81

En esta fase se evaluaron cuatro concentraciones de sacarosa (0, 3, 5 y 7%) en combinación con dos tipos de levadura (engevita y red star). Se buscó la influencia de la sacarosa y el tipo de levadura en la producción bajo condiciones controladas (26-28 grados centígrados y 70-85% de humedad relativa) del gusano barrenador de la caña de azúcar, tomando como referencia el análisis de las variables longitud y peso de la larva.

Longitud de larva de gusano barrenador dado en cms.:

Los resultados obtenidos en cada una de las repeticiones de los tratamientos con respecto a la variable longitud de larva de gusano barrenador de la caña de azúcar se presentan en el cuadro 5 "A" del apéndice, datos a través de los cuales se obtienen las medias de los tratamientos, con su respectivo rango, varianza y coeficiente de variación que se presentan a través del cuadro 6.

Cuadro 6 Resumen de resultados para la longitud (cm) de la larva de gusano barrenador de la caña de azúcar, Escuintla, 1994.

TRATAMIENTO	MEDIAS	RANGO	VARIANZA	C.V. %
T1	1.45	1.15---1.16	0.045	14.62
T2	1.74	1.44---1.90	0.041	11.63
T3	1.43	1.38---1.50	0.0025	3.48
T4	1.58	1.46---1.70	0.014	7.43
T5	1.20	0.97---1.43	0.035	15.59
T6	1.45	1.36---1.56	0.007	5.77
T7	0.92	0.85---0.98	0.003	5.95
T8	1.38	0.98---1.73	0.095	22.33

Al observar el cuadro 6 se puede apreciar que los tratamientos con 0% y 3 % de sacarosa (T2 y T4) más la levadura red star reportaron los promedios de crecimiento más altos y los únicos que llenan los estándares de calidad.

Así mismo los tratamientos (T2 y T4) presentan un coeficiente de variación aceptable 11.63% y 7.42% respectivamente, en el cual el tratamiento 2 presenta 1.57 más variabilidad en sus resultados que el tratamiento 4.

Con los resultados obtenidos del cuadro 5 "A" del apéndice se procedió a realizar el respectivo análisis de varianza para la variable longitud de larva que reportó lo siguiente:

Cuadro 7 Análisis de Varianza para la variable longitud de la larva de gusano barrenador de la caña de azúcar.

F.V.	G.L.	F.T.	F.C.	
			0.05	0.01
TRATAM	7	8.072**	2.42	3.50
A	3	10.433**	3.01	4.72
B	1	21.712**	4.26	7.82
AB	3	1.165NS	3.01	4.72
ERROR	24			
TOTAL	31			

C.V.: Coeficiente de variación = 12.52%

** Hay diferencias altamente significativas

NS No hay significancia

El estudio de la variabilidad de las observaciones para la variable respuesta, longitud de larva, reportó diferencias altamente significativas entre tratamientos, contrariamente a lo encontrado cuando se analizó la interacción entre factores (sacarosa y levadura) lo cual no reportó diferencias estadísticamente significativas, este hallazgo indica la independencia entre los factores, es decir que la influencia de estos sobre los resultados está determinado por cada uno en forma separada.

En lo que respecta al tipo de levadura, se encontró que ésta afecta sustancialmente la cría de las larvas y al existir diferencias altamente significativas entre las dos levaduras evaluadas nos indica que una es superior a la otra y al tener únicamente dos medias, se considera a la levadura red star como la mejor al presentar el resultado más alto (1.53 cm) sobre la engevita (1.24 cm).

Esto puede verse claramente a través de la figura 3, donde la levadura red star supera en un 19% a la levadura engevita.

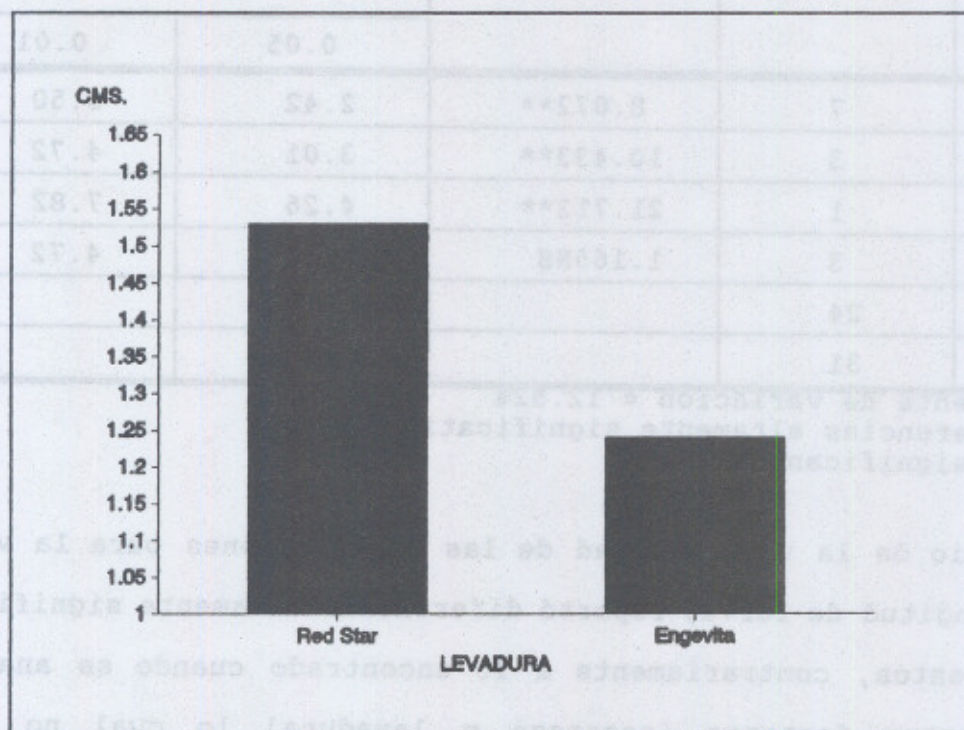


Figura 3 Largo promedio de larvas de gusano barrenador de la caña de azúcar, según levadura utilizada, Escuintla 1994.

En relación al factor A (sacarosa) se encontraron diferencias altamente significativas entre sus niveles. La separación de acuerdo al análisis múltiple de medias Duncan (cuadro 8), estableció que la adición de sacarosa a la dieta para la cría artificial de *Diatraea* spp. no tiene ningún efecto en la longitud de larva. Esto se puede notar claramente en la figura 4, en el cual a medida que aumenta la adición de sacarosa a la dieta, disminuye el crecimiento de la larva, denotando un efecto inversamente proporcional.

La prueba de medias en forma estadística no encontró diferencias entre 0 y 3% de sacarosa, sin embargo existe la probabilidad de encontrar respuesta entre valores que van de 0.1 a 2.99%.

Cuadro 8. Prueba Duncan para longitud promedio (cm) de larva de gusano barrenador de la caña de azúcar.

NIVEL	MEDIAS				
0% SACAROSA	1.6	A			
3% SACAROSA	1.51	A	B		
5% SACAROSA	1.32		B	C	
7% SACAROSA	1.15			C	D

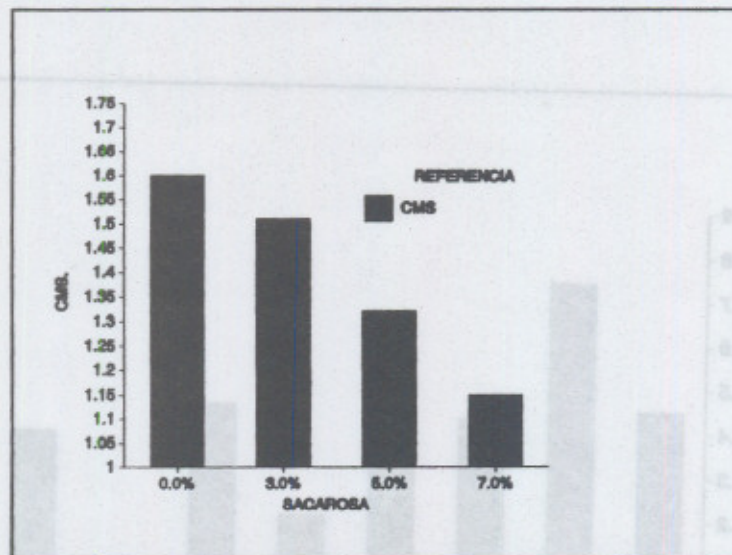


Figura 4 Longitud promedio de las larvas de gusano barrenador de la caña de azúcar, según porcentaje de sacarosa utilizado. Escuintla 1994.

Con estos resultados, en esta Fase I con relación a la longitud se considera que los mejores niveles de sacarosa fueron el 0 y 3% y con

respecto a la levadura, la red star presentó el mejor resultado.

Esto nos indica que con respecto a la adición de sacarosa un nivel mayor de 3% a la dieta estadísticamente no es recomendable ya que los resultados obtenidos se encuentran por debajo del nivel óptimo de calidad (1.5-2.5 cm), por lo tanto cantidades mayores de 3% de sacarosa ya no son aprovechables por la larva en forma adecuada.

Sin embargo en el análisis detenido de la figura 5 puede notarse que todas las combinaciones de sacarosa con la levadura red star (T2,T4,T6,T8) se encontró una mejor respuesta con respecto a las combinaciones de sacarosa con levadura engevita (T1,T3,T5,T7) lo cual confirma la influencia de la levadura red star y de los porcentajes de sacarosa (0 y 3%) sobre la calidad de la larva.

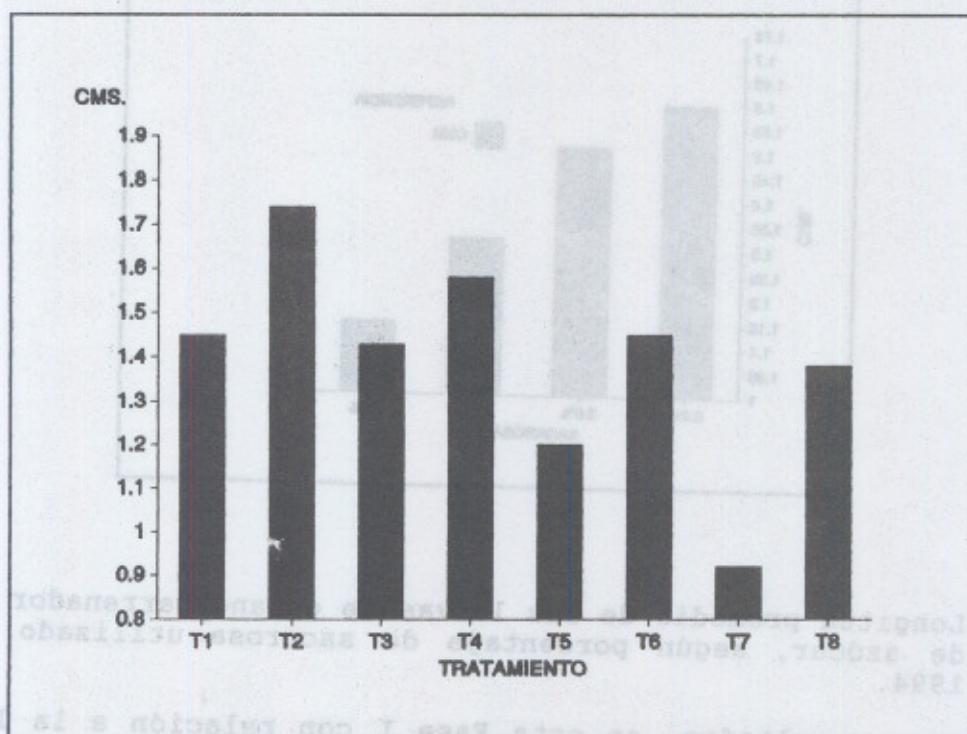


Figura 5 Longitud promedio de larvas de gusano barrenador de la caña de azúcar de los tratamientos.

Peso de larva dado en miligramos:

Con respecto a la variable peso de la larva de gusano barrenador de los resultados obtenidos en cada una de las repeticiones de los tratamientos (Ver cuadro 9 "A" del apéndice) se obtuvieron las medias de los tratamientos con su respectivo rango, varianza y coeficiente de variación, que se presenta a través del cuadro 10.

Cuadro 10 Resumen de resultados para el peso (mg) de la larva de gusano barrenador de la caña de azúcar.

TRATAMIENTO	MEDIAS	RANGO	VARIANZA	CV %
T1	43.32	55--28	157.22	28.9
T2	57.00	68--49	76.66	15.3
T3	31.75	33--30	1.58	3.9
T4	45.50	50--38	33.00	12.6
T5	24.47	36.6--15	80.11	36.5
T6	35.37	40--32.5	11.88	9.7
T7	14.32	20--10	17.34	29.0
T8	23.40	28.3--12	60.18	33.1

Al observar el cuadro 10 puede notarse que los tratamientos 0 y 3% de sacarosa más la levadura red star (T2 y T4) reportan los promedios de crecimiento más alto.

Estos tratamientos (T2 y T4) presentan un coeficiente de variación aceptable 15.3 y 12.6% respectivamente, en el cual el tratamiento 2 presenta 1.21 veces mas variabilidad en los resultados que el tratamiento 4.

Con los resultados obtenidos del cuadro 9 "A" del apéndice se procedió a realizar un Análisis de Varianza, la cual nos dio los siguientes resultados:

Cuadro 11 Análisis de Varianza del peso (mg) de la larva de gusano barrenador de la caña de azúcar.

FV	GL	FT	FC	
			0.05	0.01
TRATAM	7	8.939**	2.42	3.50
A	3	16.380**	3.01	4.72
B	1	13.075**	4.26	7.82
AB	3	0.121NS	3.01	4.72
ERROR	24			
TOTAL	31			

C.V.: Coeficiente de variación = 26.95%

** Hay diferencias altamente significativas

NS No hay significancia

De acuerdo al Análisis de Varianza puede observarse que estadísticamente existe alta significancia tanto para el factor A (sacarosa) como para el factor B (levadura). Además estadísticamente no existe significancia en la interacción de los dos factores, por lo tanto la sacarosa y la levadura influyen sobre el peso de la larva en forma independiente.

Con respecto al tipo de levadura existen diferencias altamente significativas entre las dos evaluadas (red star y engevita). Se determinó la red star como la mejor al presentar el resultado más alto (40.31 mg) sobre la engevita (28.46 mg) esto puede verse claramente en la figura 6 en donde la levadura red star superó en un 29% a la levadura engevita en los

resultados.

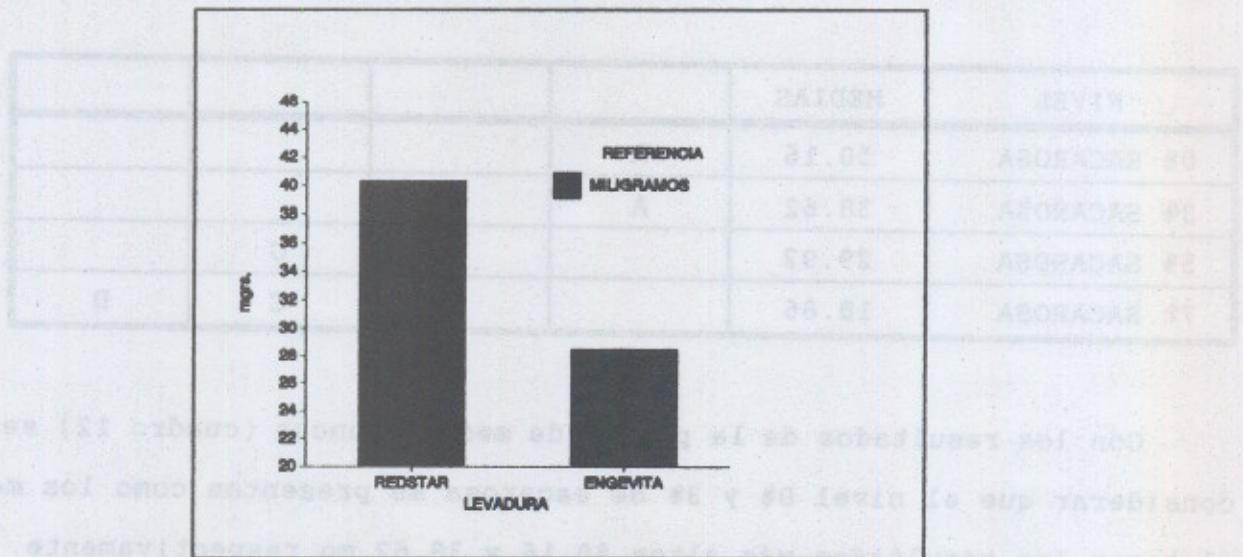


Figura 6 Pesos promedio de larva de gusano barrenador de la caña de azúcar según levadura utilizada, Escuintla 1994.

En relación a la sacarosa se encontró diferencias significativas entre sus niveles. De acuerdo al análisis múltiple de medias Duncan (cuadro 12) se determinó que la adición de sacarosa en la dieta en proporciones del 3 al 7% disminuyen el peso de la larva proporcionalmente al aumentar el contenido de la sacarosa, esto puede apreciarse en la figura 7 en donde a mayor adición de sacarosa en la dieta disminuye la calidad de la larva, denotando un efecto inversamente proporcional.

Ahora bien en forma estadística no hubo deficiencias entre 0 y 3%, pero existe la probabilidad de encontrar respuesta entre valores que van del 0.1 al 2.99%.

Cuadro 12 Prueba de medias para el factor A Sacarosa respecto a la variable peso de larva de gusano barrenador de la caña de azúcar.

NIVEL	MEDIAS				
0% SACAROSA	50.16	A			
3% SACAROSA	38.62	A	B		
5% SACAROSA	29.92		B	C	
7% SACAROSA	18.86			C	D

Con los resultados de la prueba de medias Duncan (cuadro 12) se puede considerar que el nivel 0% y 3% de sacarosa se presentan como los mejores al tener los resultados más altos 50.16 y 38.62 mg respectivamente.

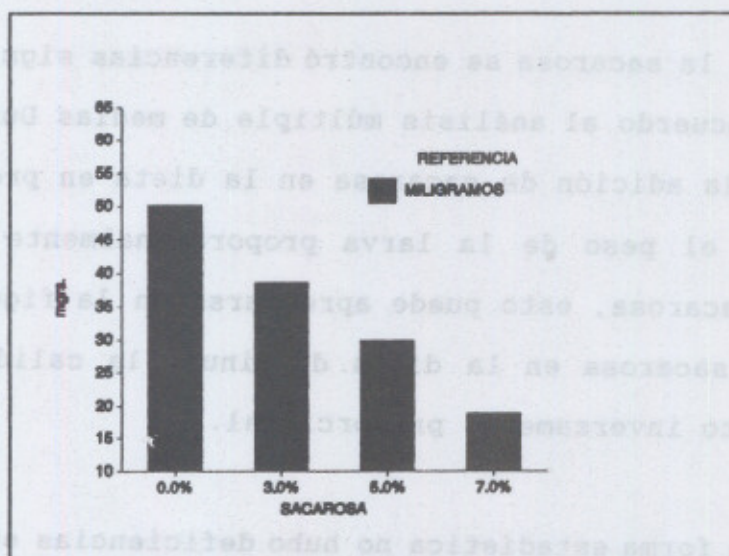


Figura 7 Medias de la variable respuesta peso de larva de gusano barrenador de la caña de azúcar, según sacarosa.

Con estos resultados en la Fase I para la variable peso los mejores niveles de sacarosa fueron el 0% y 3%. Ahora con respecto a la levadura la mejor fue la red star que superó a la engevita en un 29%.

Con esto queda claro que con respecto a la adición de mas del 3% de sacarosa en la dieta ya no es aprovechable por la larva (Cuadro 12), obteniendo una disminución de la calidad de la larva conforme aumenta el porcentaje de adición de sacarosa.

Ahora bien al analizar la figura 8 se nota que todas las combinaciones de levadura red star con todos los niveles de sacarosa presentan una mejor respuesta confirmando la influencia de ésta en la calidad de la larva.

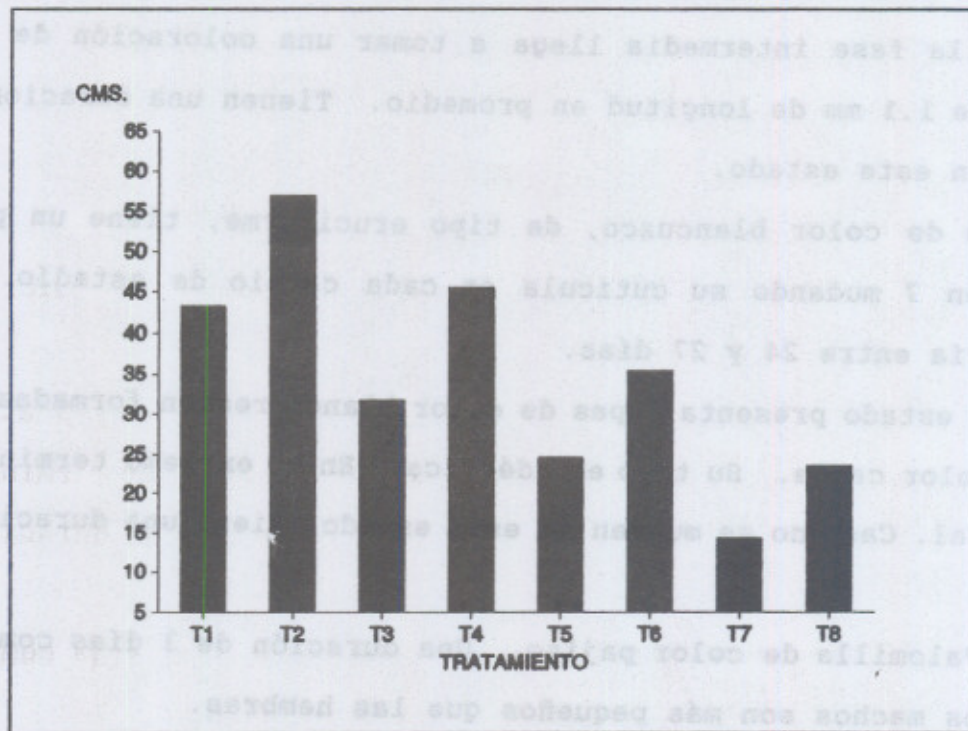


Figura 8 Pesos promedio de larvas de gusano barrenador de la caña de azúcar de los tratamientos.

Ante estos antecedentes se determina que con respecto a la sacarosa los niveles 0 y 3% mas la levadura red star , mismos que se combinan en los tratamientos con 0% sacarosa con levadura red star (T2) y 3% sacarosa con levadura red star (T4) como los mejores estadísticamente y que pasan a la Fase II.

En cuanto a la biología del gusano barrenador a nivel de laboratorio en donde la producción de este es bajo condiciones controladas (26-28 grados centígrados y 70-85% de humedad relativa) durante el período de diciembre a junio se encontraron los siguientes resultados:

Huevo: Son ovalados, color blanco al principio y al final de su estado negro, en la fase intermedia llega a tomar una coloración de amarillo a naranja, de 1.1 mm de longitud en promedio. Tienen una duración de 6 días promedio en este estado.

Larva: Son de color blancuzco, de tipo eruciforme, tiene un promedio de estadíos en 7 mudando su cutícula en cada cambio de estadío. La etapa larval varía entre 24 y 27 días.

Pupa: Este estado presenta pupas de color blanco recién formadas pero luego toman un color caoba. Su tipo es adéctica. En su extremo terminal presenta poro genital. Casi no se mueven en este estado. Tiene una duración promedio de 8 días.

Adultos: Palomilla de color pajizo. Una duración de 3 días como promedio. Los adultos machos son más pequeños que las hembras.

FASE II

En esta fase se evaluaron dos tratamientos, uno con 3% de sacarosa y el otro sin sacarosa, ambos combinados con la levadura red star y demás componentes de la dieta. Esta evaluación determinó la influencia de este factor (sacarosa) en la producción de Cotesia flavipes.

La variable a evaluar en esta fase fue el número de pupas de Cotesia por larva de gusano barrenador parasitada.

Por medio del cuadro 13 "A" del apéndice, donde están los resultados de las repeticiones de cada tratamiento se obtuvo el cuadro 14 donde aparecen las medias, rango, varianza y coeficiente de variación de cada tratamiento a través de sus repeticiones.

Cuadro 14 Resumen de resultados del número de pupas de C. flavipes por cada larva de gusano barrenador de la caña de azúcar.

TRATAMIENTO	MEDIA	RANGO	VARIANZA	C.V.
0% sacarosa	61.5	67-52	33.42	9.4%
3% sacarosa	48.37	53-42	15.97	8.2%

(T1= SIN SACAROSA, T2= 3% SACAROSA)

Al observar el cuadro 14 puede notarse claramente que el tratamiento sin sacarosa (T1) nos da el mejor resultado (61.5 pupas de Cotesia por larva de gusano barrenador), superando en un 21% al tratamiento con sacarosa T2 (48.37). Esto confirma los resultados obtenidos en la Fase I donde se

evaluó la respuesta a la adición de diferentes porcentajes de sacarosa para la producción de larvas de *Diatraea*.

De acuerdo al coeficiente de variación 8.26% y 9.4% existe poca variabilidad en los resultados de estos tratamientos, aunque el T1 presenta 1.13 veces más variabilidad que el T2.

Para una mejor interpretación se realizó el respectivo análisis de varianza para la variable respuesta número de pupas de *C. flavipes* por larva de gusano barrenador, obteniendo los siguientes resultados:

Cuadro 15 Análisis de Varianza para la variable respuesta Número de pupas de *Cotesia flavipes* por larva de gusano barrenador de la caña de azúcar.

FV	GL	FT	FC	
			0.05	0.01
TRATAM	1	27.891**	4.60	8.86
ERROR	14			
TOTAL	15			

C.V.: Coeficiente de variación = 9.04%

** Hay diferencias altamente significativas

De acuerdo al análisis de varianza, se obtuvo alta significancia entre los dos tratamientos evaluados, al existir solo dos no hay necesidad de hacer una prueba de medias, en donde el tratamiento con 0% sacarosa presenta el promedio más alto 61.5 pupas de *Cotesia flavipes* por larva de gusano barrenador (figura 9).

Actualmente el laboratorio del ingenio esta produciendo un promedio de 40 pupas de Cotesia por larva de gusano barrenador, utilizando la misma dieta pero con la diferencia que en lugar de la levadura red star utiliza la levadura engevita, con lo cual el tratamiento con 0% de sacarosa supera en un 50% la producción del laboratorio, incluso es superado por el tratamiento con 3% de sacarosa. Es necesario mencionar que en trabajos realizados en laboratorio de Costa Rica reporta según DIECA (5) en su informe de labores una producción promedio de 48 pupas de Cotesia por larva de gusano barrenador, el cual es superado en un 21% por el tratamiento 1.

En relación al parasitismo los dos tratamientos presentan un porcentaje de parasitación T1 90 y T2 92 considerado de bueno dado al alto nivel de parasitismo obtenido.

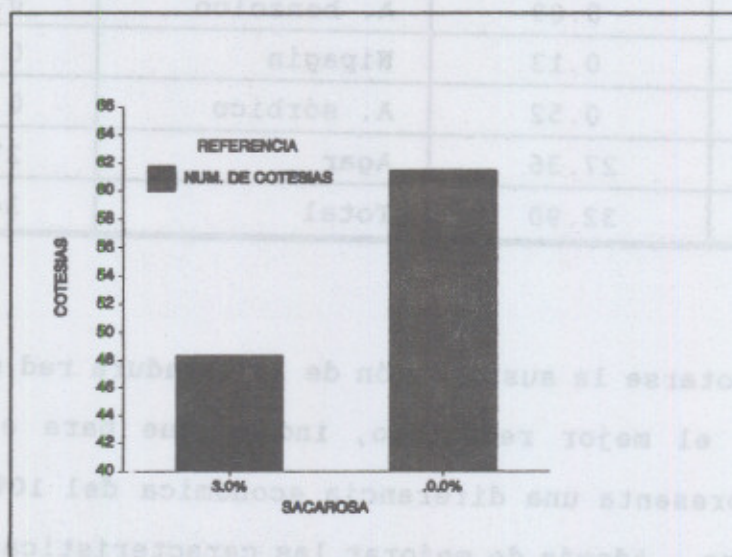


Figura 9 Medias de los tratamientos evaluados en la segunda fase según porcentajes de sacarosa.

COMPARACION DE COSTOS

Para mejor comprensión de los resultados obtenidos en el cuadro 16 se observa las diferencias económicas por kilogramo de dieta producida en la cual se varía la levadura de cerveza.

Cuadro 16 Costo de un kilogramo de dieta con levadura red star y levadura engevita.

INGREDIENTE	COSTO Q.	INGREDIENTE	COSTO Q.
Harina de maíz	0.56	Harina de maíz	0.56
Germen de trigo	0.14	Germen de trigo	0.14
Lev. red star	1.42	Lev. engevita	4.89
A. ascórbico	1.10	A. ascórbico	1.10
A. benzoico	0.09	A. benzoico	0.09
Nipagin	0.13	Nipagin	0.13
A. sórbico	0.52	A. sórbico	0.52
Agar	27.36	Agar	27.36
Total	32.90	Total	34.79

Como puede notarse la sustitución de la levadura red star por engevita se presenta como el mejor resultado, indica que para el crecimiento de Diatraea esto representa una diferencia económica del 10% del costo total a favor de la misma. Además de mejorar las características cualitativas de la larva, que repercuten en la relación del crecimiento del parasitoide por larva de Diatraea spp.

La diferencia económica por kg. de dieta producida, equivale a Q. 3.47. El programa produce $3 * 10^6$ parasitoides por mes lo que significa una diferencia de Q. 152.68 por mes.

El programa de control biológico y producción de Diatraea sp. y Cotesia flavipes necesita 528 dietas por año en la fase inicial que tiene un costo de Q. 16536.96, lo cual equivale a un ahorro de Q. 1832.00.

Aunque los costos en ganancia de las dietas evaluadas sea bajo, si comparamos en ganancia el control biológico versus el control químico podemos notar que el costo por Ha. del control químico es de Q. 186.00 (2 aplicaciones de un sistémico) incluyendo mano de obra y del control biológico es de Q. 42.00 (2 aplicaciones de 8000 adultos de Cotesia flavipes incluyendo mano de obra del laboratorio y campo, con esto puede verse claramente lo económico que resulta este tipo de control reduciendo en este caso en un 77% el costo. Además de evitar la contaminación por plaguicidas, resistencia de la plaga, riesgos de intoxicación y facilidad de control de dicha plaga.

10. BIBLIOGRAFIA

1. ARRIVILLAGA, J.; REYES, I. 1989. Los principales problemas entomológicos de la caña de azúcar en el Brasil y las técnicas usadas para su control. ATAGUA (Gua.) 3(6):34.
2. BADILLA, F. 1991. Control biológico del taladrador de la caña de azúcar Diatraea spp.. In Congreso de Tecnología Azucarera de Centro América y Panamá (9., 1991, Costa Rica). Memorias. Costa Rica, Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica p. 52.
3. COLLAZO, D. 1984. Revisión de la literatura mundial sobre el borer de la caña de azúcar D. saccharalis. CIDA (Cub.). Parte I:7-37.
4. CORONA P.R. 1980. Introducción a la entomología y taxonomía de los insectos. México, D.F., Limusa. p. 282.
5. COSTA RICA. DIRECCION DE INVESTIGACION Y EXTENSION DE LA CAÑA DE AZÚCAR. 1991. Producción de parasitoides y entomopatogenos; control biológico de Diatraea spp.. In Informe de Labores 1990. San José, Costa Rica. p. 48-49.
6. CRUZ U., J.F. 1992. Determinación del porcentaje óptimo de sacarosa y evaluación del germen de trigo como fuente de esteroides en la dieta artificial de la mosca del mediterráneo (Ceratitis capitata Wied.) producido en Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 82 p.
7. CUEVA, M.; AYQUIPA, G.; MESCUA, V. 1979. Estudio sobre Apanteles flavipes (Camerón), introducido para controlar Diatraea saccharalis (F.) en el Perú. In Convención Nacional de Entomología (22., 1979, Perú). Memorias. Perú, Asociación de Entomólogos. p. 73-76.
8. CUNNINGHAM. 1984. Control biológico; manejo de los sistemas naturales. In Congreso de Manejo Integrado de Plagas (2., 1984, Guatemala). Memorias. Guatemala, Asociación de Manejo Integrado de Plagas. p. 150.
9. ESTADOS UNIDOS. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. 1971. Manejo y control de plagas de insectos. Trad. por Modesto Rodríguez de la Torre. México, D.F., Limusa. 282 p.

10. FAO (Roma). 1991. Anuario de comercio. Roma, Italia. p. 183.
11. GUATEMALA. INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL. 1980. Diccionario geográfico de Guatemala. Guatemala. tomo 2, p. 667.
12. HERNANDEZ, J. 1985. Combate biológico de los barrenadores de la caña de azúcar del género Dittraea, con el parasitoide Trichogramma minutum. In Congreso de Manejo Integrado de Plagas (3., 1985, Guatemala). Memorias. Guatemala, Asociación de Manejo Integrado de Plagas. p. 125.
13. LEE, H. 1983. Reporte de observaciones de algunos enemigos naturales de las plagas agrícolas de Guatemala. In Congreso de Manejo Integrado de Plagas (1., 1983, Guatemala). Memorias. Guatemala, Asociación de Manejo Integrado de Plagas. p. 220.
14. LOPEZ, B.A. 1990. Manejo y reproducción del gusano barrenador Diatraea saccharalis, bajo condiciones de laboratorio. Villa Nueva, Guatemala, Escuela Nacional Central de Agricultura. 83 p.
15. METCALF, C.L.; FLINT, W. P. 1985. Insectos destructivos e insectos útiles; sus costumbres y su control. 4 ed. México, D.F., Continental. 1206 p.
16. NAVARRETE, P.M. 1961. Estimación de las pérdidas en los rendimientos causados por taladradores del género Diatraea en caña de azúcar. Revista Ingeniería Agronómica (Ven.) No. 5:19-22.
17. PALACIOS, F.; ARCINIEGA, I.; ASTUDILLO, A. 1989. Control biológico en Colombia; introducción y comportamiento de (Cotesia flavipes Camerón). In Simposio Nacional (1., 1989, Colombia). Colombia, Asociación Nacional de Entomólogos. p. 282.
18. TEJADA, C.J.; GOMES, R.B. 1984. Cría y propagación de insectos benéficos para el control del gusano barrenador (D. saccharalis), en caña de azúcar. ATAGUA (Gua.) no.9:1-13.
19. WOOT-TZU, W.L. 1961. Tabla de composición de alimentos para uso en América Latina. Guatemala, Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá. 131 p.



B. Quijano de la Roca

11. APENDICE

1. KAG [BOMAT] 1991. Anuario de comercio. Roma, Italia. p. 183.

2. GUATEMALA. INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL. 1980. Diccionario geografico de Guatemala. Guatemala. tomo 2. p. 227.

3. HERRANDEZ, J. 1982. Compara biologia de los parásitos de la caña de azúcar del género *Diuraphis* con el parásito *Trialeurodes vaporariorum*. In Congreso de Manejo Integrado de Plagas (I, 1982, Guatemala). Memoria. Asociación de Manejo Integrado de Plagas. p. 133.

4. IRR, H. 1983. Reporte de observaciones de algunos ácaros artrópodos de las plantas agrícolas de Guatemala. In Congreso de Manejo Integrado de Plagas (I, 1982, Guatemala). Memoria. Asociación de Manejo Integrado de Plagas. p. 220.

5. LOPEZ, R. A. 1990. Manejo y reproducción del gusano parásito *Diuraphis saccharalis* bajo condiciones de laboratorio. Villa Nueva, Guatemala. Boletín Nacional Central de Agricultura. 81 p.

6. METCALY, C. E.; FLINT, W. P. 1985. *Diuraphis saccharalis* y su control. 4 ed. México, D. F. Continental. 138 p.

7. NAVARRETE, F. M. 1981. Extracción de las pérdidas en los rendimientos causados por *Diuraphis saccharalis* del género *Diuraphis* en caña de azúcar. Revista Ingeniería Agronómica (Vol. 1 No. 2:19-22).

8. PALACIOS, F.; ARRIENGA, I.; ARRIENGA, A. 1989. Control biológico en Colombia: introducción y comportamiento de *Diuraphis saccharalis*. In Simposio Nacional (I, 1989, Colombia). Colombia. Asociación Nacional de Entomólogos. p. 283.

9. PRADA, C. L.; GOMEZ, R. A. 1984. Cris y propagación de insectos parásitos para el control del gusano parásito (*Diuraphis saccharalis*) en caña de azúcar. ATAGUA (Gu.) no. 2:1-12.

10. WOOT-TSU, W. L. 1981. Tabla de composición de alimentos para uso en América Latina. Guatemala. Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá. 111 p.



R. Quiros de la Cruz

Cuadro 2 Componentes de la dieta utilizada para alimentar al gusano barrenador (*D. saccharalis*), Escuintla 1994.

FUENTE	FUNCION	CANTIDAD
Harina de maíz	Fuente carbohidratos, protein	280 grs
Germen de trigo	Fuente esteroles, proteina	70 grs
Levadura de cerveza	Fuente de proteinas	75 grs
Acido ascorbico	Vitamina C, preservante	10 grs
Acido benzoico	Preservante (bact y fungi)	2.5grs
Nipagin	Preservante (bact y fungi)	2.5grs
Acido sorbico	Preservante (bactericida)	1 gr
Agar	Solidificante	25 grs
Agua destilada	Solvente	1000 cc

Fuente: Juan Carlos Toledo

Cuadro 9 Datos de peso de larva de gusano barrenador de la caña de azúcar *D. saccharalis*, expresado en miligramos. Escuintla 1994.

TRATA MIENTO	REPETICION				MEDIAS
	I	II	III	IV	
T1	55	52	38.3	28	43.32
T2	30	65	65	68	57.00
T3	32	32	33	30	31.75
T4	38	50	50	44	45.55
T5	36.6	15	23.3	23	24.48
T6	40	36	33	32.5	35.38
T7	14	13.3	10	20	14.33
T8	25	28.3	28.3	12	23.40

Cuadro 13 Datos de la cantidad de pupas de Cotesia flavipes por larva de gusano barrenador de la caña de azúcar parasitada de cada uno de las repeticiones de los tratamientos. Escuintla 1994.

TRATAMIENTO	R E P E T I C I O N E S							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
0% SACAROSA	62	42	53	46	47	50	45	51
3% SACAROSA	53	53	64	52	65	63	66	67



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

Ref. Sem.037-94

LA TESIS TITULADA: "EVALUACION DE DOS INGREDIENTES DE LA DIETA PARA REPRODUCCION ARTIFICIAL DEL GUSANO BARRENADOR DE LA CAÑA DE AZUCAR (Diatraea saccharalis F.) Y EL PARASITOIDE (Cotesia flavipes C.) EN ESCUINTLA".

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: OSMAN HERNANDEZ GRAMAJO

CARNET No: 88-13357

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. William Escobar
Ing. Q. Lisely de León
Ing. Agr. Eugenio Orozco
Ing. Agr. Filadelfo Guevara

El Asesor 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.

Ing. Agr. Alvaro Hernández
ASESOR

Ing. Agr. Rolando Lara Alvarado
DIRECTOR DEL IIA



I M P R I M A S E

Ing. Agr. Maynor Estrada Rosales
DECANO EN FUNCIONES



c.c.Control Académico
Archivo



LA SERIE TITULADA: "EVALUACION DE DOS TIPOLOGIAS DE LA BETA PARA REPRODUCCION ARTIFICIAL DEL CERVO BARBICHO EN LA CABA DE ALCOR (Distrito)

DEMOSTRADA POR EL ESTUDIANTE: OSWALDO HERNANDEZ GRANADO

CARTEL No: 28-1257

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESORES: Ing. Agr. Wilmar Escobar
Ing. G. Linares de León
Ing. Agr. Eusebio Gómez
Ing. Agr. Eusebio Gómez

El Asesor y las Autoridades de la Facultad de Agronomía, hacen constar que se con-
gulo con las normas universitarias y reglamentos de la Facultad de Agronomía de la
Universidad de San Carlos de Guatemala.

Ing. Agr. Álvaro Hernández
A S E S O R

Ing. Agr. Eusebio Gómez
DIRECCION DE INVESTIGACIONES AGRICOLAS

INTERIMAS

Ing. Agr. Eusebio Gómez
DIRECCION DE INVESTIGACIONES AGRICOLAS

c.o. Control Académico
Activo