

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

EVALUACION DE CINCO DIETAS ARTIFICIALES PARA LA CRIANZA  
EN LABORATORIO DEL BARRENADOR DE LA CAÑA DE AZUCAR  
*Diatraea nr Crambidoidea Grote.*

TESIS

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

POR

CLAUDIA ELIZABETH TOLEDO PERDOMO

EN EL ACTO DE SU INVESTIDURA COMO

INGENIERA AGRONOMA

EN

SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA

EN EL GRADO ACADEMICO DE

LICENCIADA

GUATEMALA, AGOSTO DE 1999.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Ing. Agr. EFRAIN MEDINA GUERRA

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO	Ing. Agr. EDGAR OSWALDO FRANCO RIVERA
VOCAL I	Ing. Agr. WALTER GARCIA TELLO
VOCAL II	Ing. Agr. WILLIAM ROBERTO ESCOBAR LOPEZ
VOCAL III	Ing. Agr. ALEJANDOR ARNOLDO HERNANDEZ FIGUEROA
VOCAL IV	Br. OSCAR JAVIER GUEVARA PINEDA
VOCAL V	Br. JOSE DOMINGO MENDOZA SIPRIANO
SECRETARIO	Ing. Agr. EDIL RENE RODRIGUEZ QUEZADA

Guatemala, julio de 1999

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 Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a su consideración, el trabajo de tesis titulado:

EVALUACION DE CINCO DIETAS ARTIFICIALES PARA LA CRIANZA  
LABORATORIO DEL BARRENADOR DE LA CANA DE AZUCAR  
*Diatraea nr crambidoides* Grote.

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

En espera de su aprobación, de ustedes,

respetuosamente,

  
Claudia Elizabeth Toledo Perdomo

## ACTO QUE DEDICO

A:

**DIOS**

Padre Celestial.

" ¿Quién soy yo y qué es mi familia para que me hayas hecho llegar hasta aquí?

Señor, por amor de tu siervo y según tu corazón has realizado toda esta obra, para dar a conocer todas tus grandezas."

1 Cro. 17: 16,19

Señor, razón de mi vida, que en tu infinito amor me permitiste alcanzar esta meta, derramando abundantes bendiciones y guiando mis pasos en todo momento.

Gracias Señor.

**MIS PADRES**

Quienes con amor me guiaron, inculcando en mi principios y ejemplo de esfuerzo y trabajo.

**MIS ABUELITOS**

Por su amor y apoyo.

**MIS HERMANOS,  
CUNADAS  
Y SOBRINOS**

Con amor.

**MI FAMILIA**

Especialmente a la Dra. Patricia de Monterroso por sus consejos y cariño.

**MIS AMIGOS**

Carolina Medina, Eduardo Guerra, Henry España, Bani Cruz, Nery Portillo, Eduardo Moreira, Amilcar Sánchez, Juan Pablo Guzmán, Arturo Estrada, Mara Ruano, Teresa Sic, Haydeé Argueta y Any Gutierrez.

## **AGRADECIMIENTO**

A:

Mis asesores Dr. Victor Salguero, Ing. Agr. Samuel Córdova, Ing. Agr. Romeo Montepeque por su apoyo y colaboración en la realización de la presente investigación.

Organización Pantaleón - Concepción S.A. por el apoyo logístico y económico para el desarrollo de la presente investigación.

Ing. Agr. Edgar Franco por su contribución en mi formación académica.

Familia Cruz Chanquín por su amistad incondicional.

## CONTENIDO

	Pág.
INDICE DE FIGURAS	ii
INDICE DE CUADROS	iii
RESUMEN	iv
1. INTRODUCCION	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
3. MARCO TEORICO	3
3.1. Marco Conceptual	3
3.1.1. Importancia de la caña de azúcar en Guatemala	3
3.1.2. Principales plagas de la caña de azúcar	4
3.1.3. Barrenador de la caña de azúcar <i>Diatraea</i> <i>crambidoides</i> Grote.	4
3.1.3.1. Clasificación taxonómica del barrenador	4
3.1.3.2. Biología de <i>D. crambidoides</i>	5
3.1.4. Métodos de crianza de insectos	6
3.1.4.1. Crianza con alimento natural	7
3.1.4.2. Crianza con alimento artificial	7
3.1.5. Composición de las dietas de los insectos	7
3.1.6. Requerimiento nutritivo para el desarrollo de los insectos	8
3.1.7. Influencia de la nutrición en la reproducción de los insectos	12
3.1.8. Procedimiento para la preparación de una dieta de insectos	12
3.2. Marco Referencial	14
3.2.1. Evaluación de dietas artificiales para <i>Diatraea</i> spp.	14
3.2.2. Laboratorio para crianza masal de <i>Diatraea</i> sp.	17
3.2.3. Localización y características del laboratorio	18
4. OBJETIVOS	19
5. HIPOTESIS	20
6. METODOLOGIA	21
6.1. Materiales y equipo	21
6.2. Manejo del experimento	21
6.3. Evaluación de las dietas	24
6.3.1. Tratamientos	24
6.3.2. Preparación de las dietas	25
6.3.2.1. Ingredientes de las dietas	25
6.3.2.2. Dieta a base de grano frijol	25
6.3.2.3. Dieta a base de raíz de zanahoria	26
6.3.2.4. Dieta a base de caseína	26
6.3.2.5. Dieta a base de hojas de maíz	27
6.3.2.6. Dieta a base de fibra de caña	27
6.3.2.7. Dieta natural	28
6.3.3. Preservación de las dietas	28
6.3.4. Crianza de larvas	28
6.3.5. Variables de respuesta	29
6.3.5.1. Calidad nutricional de las dietas	29
6.3.5.2. Contaminación de las dietas	30
6.3.5.3. Sobrevivencia de larvas	31
6.3.5.4. Ciclo de vida del barrenador	31
6.3.6. Diseño estadístico	31
6.3.7. Análisis de costos	32
7. DISCUSION DE RESULTADOS	34
7.1. Calidad nutricional	34

	pág.
7.2. Contaminación de las dietas	38
7.3. Sobrevivencia de larvas	40
7.4. Ciclo de vida del barrenador	41
7.5. Análisis de costos	43
7.6. Resumen de los resultados	44
8. CONCLUSIONES	47
9. RECOMENDACIONES	48
10. BIBLIOGRAFIA	49
11. APENDICE	51

## INDICE DE FIGURAS

Figura		pág.
1.	Esquema de las principales características que se utilizaron para determinar las larvas de <i>D. nr crambidoides</i> utilizadas en la investigación.	5
2.	Consumo de las dietas evaluadas.	34
3.	Peso de larvas por dieta evaluada.	35
4.	Porcentaje de adultos emergidos por dieta evaluada.	37
5.	Capacidad de reproducción de adultos para cada dieta evaluada.	38
6.	Porcentaje de contaminación de cada dieta evaluada.	39
7.	Porcentaje de sobrevivencia de larvas.	40
8.	Duración del ciclo de vida de <i>D. nr crambidoides</i> según cada dieta evaluada.	42

## INDICE DE CUADROS

	pág.
1. Dietas evaluadas para la crianza en laboratorio de <i>Diatraea nr crambidoides</i> .	24
2. Ingredientes de las dietas evaluadas para la crianza de <i>D. crambidoides</i> .	25
3. Duración del ciclo de vida de <i>Diatraea nr crambidoides</i> Grote. para cada una de las dietas evaluadas.	41
4. Valores máximos y mínimos del ciclo de vida del barrenador <i>Diatraea nr crambidoides</i> .	41
5. Presupuestos parciales para los tratamientos de la evaluación de distintas dietas artificiales para criar <i>D.nr crambidoides</i> .	43
6. Análisis de dominancia para los tratamientos de la evaluación de distintas dietas artificiales para criar <i>D. nr crambidoides</i> .	43
7. Determinación de la tasa marginal de retorno para los tratamientos de la evaluación de distintas dietas artificiales para criar <i>D. nr crambidoides</i> Grote.	44
8. Resumen de los resultados obtenidos en cada variable de respuesta en la evaluación de distintas dietas artificiales para la crianza de <i>D. nr crambidoides</i> .	44
9A. Análisis de varianza para la variable consumo de dieta.	52
10A. Análisis de varianza para la variable peso de larvas.	52
11A. Prueba de medias Tukey para la variable peso de larvas.	52
12A. Análisis de varianza para la variable porcentaje de adultos.	52
13A. Análisis de la prueba Kruskal-Wallis para la variable capacidad de reproducción.	53
14A. Análisis de la prueba Kruskal-Wallis para la variable contaminación de dietas.	53
15A. Prueba de medias Tukey para la variable de respuesta contaminación de dietas.	53
16A. Análisis de varianza para la variable de respuesta sobrevivencia de larvas.	53
17A. Prueba de medias Tukey para la variable de respuesta sobrevivencia de larvas.	54
18A. Ingredientes de la dieta para criar <i>Diatraes saccharalis</i> utilizada por Lastra y Gómez.	54
19A. Ingredientes de la dieta ICIA-F-E-9 utilizada por Sirlopú y Ayquipa.	55

EVALUACION DE CINCO DIETAS ARTIFICIALES PARA LA CRIANZA  
EN LABORATORIO DEL BARRENADOR DE LA CAÑA DE AZUCAR

*Diatraea nr crambidoides* Grote.

EVALUATION OF FIVE ARTIFICIAL DIETS TO REAR  
THE SUGARCANE BORER

*Diatraea nr crambidoides* Grote.

### RESUMEN

*Diatraea nr crambidoides* Grote. se encuentra distribuido ampliamente en la zona cañera de costa sur de Guatemala, provocando daños de importancia económica que causan la pérdida de 0.69 lb de azúcar/ton de caña cortada (9). Para el control de este barrenador es necesario realizar estudios de su biología, hábitos y otros aspectos; por lo que requiere el establecimiento de una crianza masiva del mismo en laboratorio. Debido a que las dietas naturales de elote o caña de azúcar presentan la desventaja de una contaminación y consecuentemente una alta mortalidad de larvas, es necesario desarrollar una dieta artificial que facilite la reproducción del barrenador.

Por lo que el presente trabajo consistió en la evaluación de cinco dietas artificiales para la crianza en laboratorio de *D. nr crambidoides*, con el propósito de determinar la mejor para proporcionar un manejo seguro de las colonias del insecto.

Las dietas evaluadas fueron a base de grano de frijol, caseína, raíz de zanahoria, hojas de maíz, fibra de caña y la dieta natural de elote tierno (testigo). Los resultados se analizaron por medio de un diseño completamente al azar con 5 repeticiones. Las variables de respuesta fueron: la cantidad de dieta consumida por las larvas, peso de las larvas, porcentaje de adultos emergidos, capacidad de reproducción, contaminación de las dietas, sobrevivencia de las larvas, ciclo de vida y costo de la dieta.

Según los resultados con la dieta a base de granos de frijol se obtuvo comparativamente de un buen peso y sobrevivencia de larvas, pero, en la capacidad de reproducción se podrían presentar problemas. Con la dieta a base de caseína se obtuvieron larvas sanas; pero así también una alta contaminación bacteriana y los mayores costos de inversión.

Con la dieta a base de fibra de caña se obtuvo el peso de larva más bajo y un ciclo vital muy prolongado; aunque proporcionó las mejores ganancias.

La calidad nutricional de la dieta natural, se reflejó en el alto consumo de las mismas, mejor peso de las larvas y mayor cantidad de adultos emergidos; pero así también reportó la mayor contaminación y alto costo.

Con la dieta a base de hojas de maíz, el mayor problema fue la malformación de las pupas, con la dieta a base de raíz de zanahoria se observó alta contaminación y bajo peso de las larvas. Según los resultados estas dos dietas tienen las cualidades menos apropiadas para ser utilizadas para la crianza de *D. nr crambidoides*. Las demás dietas se pueden considerar como alternativas, tomando en cuenta que para obtener una mejor respuesta se deben corregir sus principales problemas.

En el caso de la dieta a base de fibra de caña, cuyo principal problema fue su baja calidad nutricional, se deben realizar estudios donde se adicionen materiales que aporten un adecuado contenido nutritivo, usando por ejemplo el germen de trigo.

Para la dieta natural se recomienda realizar estudios para controlar la contaminación de la misma.

Para la dieta a base de granos de frijol se recomienda evaluar la capacidad reproductiva de los adultos obtenidos durante varias generaciones consecutivas, debido al efecto negativo que tuvo en la capacidad de reproducción.

## 1. INTRODUCCION

La caña de azúcar *Saccharum* spp.<sup>1</sup> es una gramínea de la familia Poaceae. Este cultivo es de importancia para la agroindustria nacional, ocupando el segundo lugar como fuente de divisas y el séptimo lugar a nivel mundial como producto de exportación (1).

En las últimas décadas este cultivo se ha extendido en la costa sur del país, establecido en su mayoría como monocultivo. Debido a esta y otras razones la incidencia de plagas es muy intensa.

Dentro de las especies que infestan al cultivo, destacan por su importancia económica los barrenadores de la caña de azúcar, especies del género *Diatraea*.

*Diatraea* nr *crambidoides* Grote. es un insecto que ha causado daños de importancia económica en el cultivo de la caña de azúcar desde hace varios años. De acuerdo a estudios sobre la fluctuación poblacional de barrenadores, realizada en la Organización Pantaleón - Concepción S.A. se determinó que en tres zonas altitudinales de la costa sur *D.* nr *crambidoides* predomina en un 72% sobre *D. saccharalis*, la que tiene únicamente el 27%, siendo más fuerte el predominio en la zona baja de la costa sur del país en donde se encontró el 100% (9).

La reproducción masiva de este insecto en laboratorio es necesaria para estudiar su biología, hábitos, dinámica poblacional, así como la evaluación y reproducción de sus parasitoides.

La dieta alimenticia es uno de los factores importantes para la crianza de insectos en el laboratorio. Sin embargo aún no existe una dieta artificial definida para esta especie. En la presente investigación se evaluaron cinco dietas artificiales para la alimentación del barrenador de la caña de azúcar *D.* nr *crambidoides* en laboratorio.

---

<sup>1</sup> *Saccharum* spp.: material seleccionado que proviene de 2 ó 3 especies.

## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El cultivo de la caña de azúcar *Saccharum* spp. es afectado por una diversidad de plagas que reducen el rendimiento del cultivo. Dentro de las plagas de importancia económica se encuentran los barrenadores, *Diatraea* spp.

*D. nr crambidoides* es una plaga que pertenece al grupo de los barrenadores de la caña de azúcar. Debido al daño que ocasiona, barrenando los tallos de la caña desde los dos meses de edad de la planta, se considera una especie de importancia económica que incide directamente en el rendimiento del cultivo.

Las pérdidas se han estimado con base en el porcentaje de entrenudos dañados por los barrenadores, daño conocido como intensidad de infestación (I.I.). Se ha determinado que por cada 1% de entrenudos dañados (I.I.) se pierden 0.69 lbs de azúcar por tonelada de caña cortada (9).

De este barrenador se han realizado muy pocas investigaciones en cuanto a su ecología, etología, biología, dinámica poblacional, estudio y producción de parasitoides y microorganismos entomopatógenos y aún, algunos de estos no se han estudiado del todo, lo que constituye una limitante para manejar adecuadamente la plaga.

Para 1998 se tiene muy poca información del barrenador *D. nr crambidoides*, en cuanto a sus hábitos y comportamiento en laboratorio. Aún no existe una dieta artificial para la crianza masiva del insecto en laboratorio. Esto dificulta los estudios de la plaga para desarrollar métodos de control biológico, reproduciendo masivamente sus parasitoides, así como el estudio de su dinámica poblacional, su biología, ecología, etc.

### 3. MARCO TEORICO

#### 3.1. MARCO CONCEPTUAL

##### 3.1.1. IMPORTANCIA DE LA CAÑA DE AZUCAR EN GUATEMALA

La caña de azúcar juega un papel cada vez más relevante en la economía nacional. El área sembrada de caña, en los últimos años muestra el desarrollo del sector. En la zafra 1990/91 fue de 119,000 ha y en la zafra 1996/97 de 168,000 ha, lo que representa un crecimiento del 41% en cinco años (1).

La agroindustria azucarera de Guatemala está conformada por 17 ingenios localizados principalmente en el litoral del pacífico, en los departamentos de Escuintla y Suchitepéquez, con alturas entre 20 y 800 msnm y una precipitación anual desde 1200 mm en la región costera hasta 4000 mm en la zona alta, cerca de la cordillera (3,18).

La participación del sector azucarero en el PIB por exportaciones totales para la zafra 96/97 fue del 1.40%, similar al año 95/96. En cuanto a la generación de divisas, en 1996/97 se exportaron más de 300 millones de dólares en azúcar y mieles, mientras que en 1990/91 se exportaba 139.5 millones. Esto significó un crecimiento del 46.5%. De igual manera, mientras que en 1990/91 representó el 11.79% de las exportaciones totales del país, en 1996/97 representó el 14% (1).

La producción de caña en 1995/96 fue de 14.1 millones de toneladas y en 1996/97 se incrementó a 16.0 millones, este crecimiento muestra no solo el impacto en la producción agrícola sino también sobre el transporte de bienes agrícolas en la región y en el manejo de carga a Puerto Quetzal, ya que pasó de exportar en 1995/96 19.6 millones de quintales a 23.6 millones de quintales en 1996/97, lo que representó un aumento de 21% en ese período. El crecimiento del sector ha contribuido al desarrollo de 56 municipios y de una población de 1.3 millones de personas. Mejoró la situación de muchos cultivadores que encontraron en la caña una alternativa viable, especialmente frente a cultivos transitorios y en algún grado a permanentes como el café (1).

La Agroindustria Azucarera cumple una función importante en la generación de empleo, en 1995/96 se generaron aproximadamente 40 mil empleos directos y en el año de 1996/97

45,000 empleos (1).

Es así como se considera que la Agroindustria Azucarera de Guatemala cuenta con las condiciones para ser exitosa en este siglo que comienza y seguir siendo determinante para la estabilidad de la Costa Sur y sensible en el progreso de la nación (1).

### 3.1.2. PRINCIPALES PLAGAS DE LA CANA DE AZUCAR

Las plagas que atacan a la caña de azúcar en Guatemala tienen mayor importancia que las enfermedades causadas por microorganismos, y sus daños son bien conocidos, principalmente el de los insectos y roedores que se alimentan del tallo y las hojas (8).

La diversidad y frecuencia de las plagas varían principalmente por factores como las condiciones climáticas (precipitación, temperatura, humedad relativa, etc.) y altitud sobre el nivel del mar.

Los problemas más frecuentes e importantes son causados por las ratas, *Sigmodon hispidus*; la Chinche salivosa, *Aeneolamia* sp.; los barrenadores del tallo, *Diatraea* spp.; las plagas de la raíz gallina ciega, *Phyllophaga* sp. y el gusano alambre, *Conoderus* sp. y *Agriotis* sp (18).

### 3.1.3. BARRENADOR DE LA CANA DE AZUCAR *Diatraea crambidoides*

#### 3.1.3.1. CLASIFICACION TAXONOMICA DEL BARRENADOR

*Diatraea nr crambidoides* Grote., en 1998 fue determinada con muestras que provenían de distintas fincas de la costa sur de Guatemala (5).

Las características morfológicas que contribuyeron a determinar la especie utilizada en esta investigación, para diferenciarla de *D. saccharalis*, fueron las siguientes (15):

En el tercer segmento torácico de la larva posee una de sus manchas centrales de forma alargada, a diferencia de *D. saccharalis*, que su mancha central no es alargada (Figura 1, a). En el octavo segmento abdominal *D. nr crambidoides* posee dos manchas circulares muy pegadas en la parte central- dorsal, a diferencia de *D. saccharalis* que

las tiene separadas (Figura 1, b).

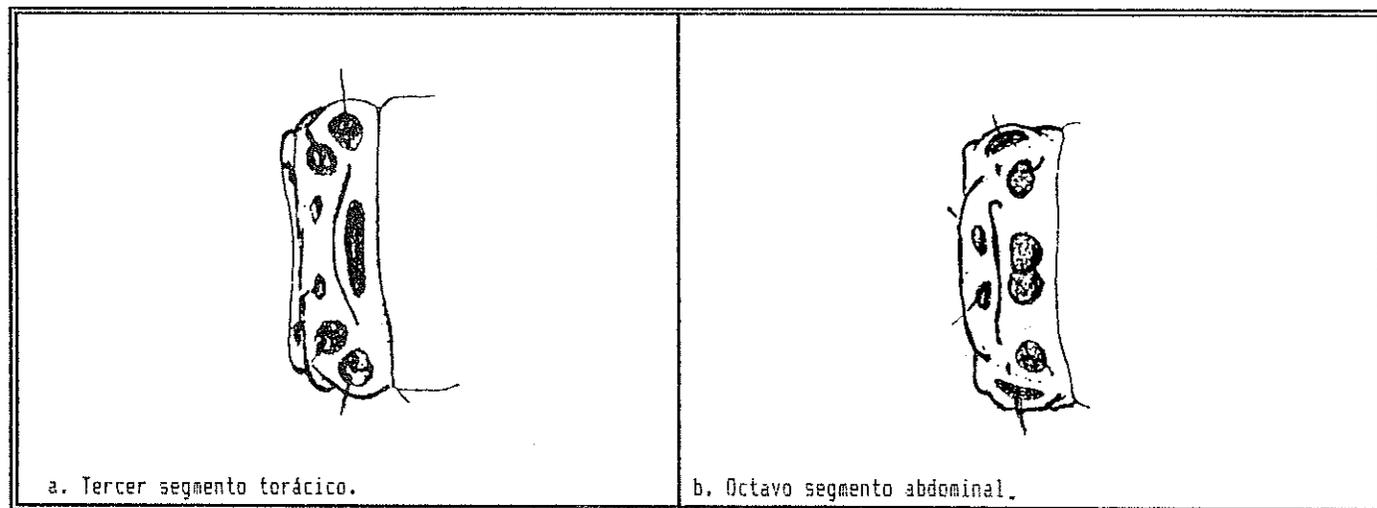


Figura 1. Esquemas de las principales características que se utilizaron para determinar a las larvas de *D. nr crambidoides* utilizada en la evaluación. Siquinalá, Escuintla, 1999.

Según Metcalfe y Mungomery (16) la clasificación taxonómica es la siguiente:

Clase: Insecta  
 Orden: Lepidóptera  
 Familia: Pyralidae  
 Género: *Diatraea*  
 Epíteto específico: *crambidoides*  
 Especie: *Diatraea crambidoides* Grote.

Según Metcalfe y Mungomery (16) los sinónimos de la especie son:

*Diatraea crambidoides* Grote, 1880. , *Chilo crambidoides* Grote, 1880.  
*Diatraea zeacolella* Dyar, 1911. y *Diatraea tripsacicola* Dyar, 1921.

### 3.1.3.2. BIOLOGIA DE *D. crambidoides*.

Las larvas miden aproximadamente 2.5 cm de largo, son amarillas, con manchas muy pálidas durante la época lluviosa, pero durante su período de alimentación en la época seca, y cuando están plenamente desarrolladas, están manchadas en forma llamativa con 8 manchas redondas de color café o negro en una hilera transversal en la parte anterior de cada segmento del cuerpo y otras 2 atrás de estas (15).

Las larvas permanecen dentro del tallo, luego se transforman en pupas desnudas de

color café, habiendo hecho antes un túnel de salida recubierto de seda hacia el exterior del tallo (15).

Las palomillas adultas emergen de los túneles larvarios. Estas son de color pajizo claro, con una expansión alar de 2.6 a 4.2 cm (15). Sus palpos labiales se extienden hacia adelante de la cabeza como un pico corto. Son activas durante la noche. Ponen sus huevos, aplanados, blanquecinos o amarillos y ovales, en grupos pequeños, sobrepuestos como tejas. Las hembras comúnmente ovipositan en la parte inferior de las hojas (15).

Las hembras son más grandes que los machos, tienen el abdomen abultado y son de color pálido. Los machos tienen el abdomen angosto y son ligeramente más oscuros (2).

El desarrollo más corto registrado desde huevo hasta adulto, es de 36 días (15).

El barrenador *Diatraea crambidoides* G. ataca principalmente a la caña de azúcar, maíz, sorgo y zacate johnson y es uno de los insectos más destructivos de la caña de azúcar y el maíz, siendo responsable de reducciones en el rendimiento hasta de un 50%.

Debido a lo insidioso de su método de ataque, el daño generalmente no es apreciado durante el desarrollo del cultivo. Las larvas se encuentran dentro del tallo, generalmente bien arriba del suelo.

#### 3.1.4. METODOS PARA LA CRIANZA DE INSECTOS

Los métodos de crianza se caracterizan fundamentalmente por el tipo de alimento suministrado a las larvas durante su desarrollo. Este puede ser: a) natural: cuando se usan plantas o parte de ellas que normalmente son hospedantes del insecto en la naturaleza y b) artificial: cuando el alimento suministrado ha sido previamente elaborado por el hombre (4).

Lo importante es que la dieta debe de ser una mezcla de ingredientes que provea todos los nutrientes necesarios para el desarrollo de las larvas (2).

#### 3.1.4.1. CRIANZA CON ALIMENTO NATURAL

Este método consiste en colocar las masas de huevos del insecto a punto de eclasionar o las larvas recién emergidas sobre partes de plantas frescas que permitan su alimentación y desarrollo. Generalmente las larvas son confinadas en recipientes de diferentes dimensiones que pueden ser de cristal, plástico o latón (4).

#### 3.1.4.2. CRIANZA CON ALIMENTO ARTIFICIAL

Se denomina alimento artificial a toda preparación fabricada por el hombre y diferente al alimento disponible en la naturaleza por la presentación, características físicas y composición química (4).

Entre los alimentos artificiales proporcionados a los lepidópteros fitófagos, se distinguen los medios sintéticos, constituidos por sustancias químicas definidas (aminoácidos, glúcidos, sales minerales, vitaminas, etc.) 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 precisamente, los que han permitido criar el mayor número de especies insectiles (4).

Ferrer y Salazar, citados por Collazo (4) señalan como ventajas principales de la crianza de insectos sobre dietas artificiales, las siguientes:

- a. La crianza en general es más fácil.
- b. El comportamiento y la biología pueden ser estudiados en forma precisa con menos esfuerzos.
- c. Se pueden criar en gran número, simultánea y económicamente en un espacio limitado.
- d. 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.

#### 3.1.5. COMPOSICION DE LAS DIETAS DE LOS INSECTOS

Según Smith (22), de una forma general, una dieta artificial se compone por los siguientes elementos dietéticos:

Las proteínas: como la caseína, albúmina y aminoácidos.

Los Carbohidratos: como los azúcares y almidones.

Los lípidos: aceites vegetales, fosfolípidos, ácidos grasos.

Mezcla de sales, mezcla de vitaminas, agar y celulosa.

### 3.1.6. REQUERIMIENTOS NUTRITIVOS PARA EL DESARROLLO DE LOS INSECTOS

#### A. CARBOHIDRATOS

Los carbohidratos son fuente de energía y pueden ser almacenados por el insecto en forma de grasa como reservas energéticas, siendo aportados generalmente por la sacarosa (6).

Los azúcares son los alimentos más importantes en la dieta de los insectos fitófagos. La tasa y eficiencia de crecimiento del insecto depende de las propiedades gustatorias especiales del carbohidrato, este efecto en la alimentación del insecto debe ser considerada cuando se está estableciendo una dieta (22).

En la evaluación de varios azúcares se ha determinado que solamente los carbohidratos de las plantas pueden ser asimilados por los insectos fitófagos. A todos los insectos que han sido estudiados, en sus dietas, se les han suministrado carbohidratos. La glucosa y sacarosa, solas, juntas o combinada con almidón de dextrina, son suficientes para el crecimiento de la mayoría de insectos fitófagos (22).

Algunos investigadores ponen poca atención al papel de los azúcares como nutrientes estimulantes, aunque se ha demostrado diferencias marcadas del efecto de los azúcares. Por ejemplo se evaluó el efecto del azúcar para promover el crecimiento del gorgojo de la vaina y se comprobó con una dieta de aminoácidos, que la fructosa promueve el crecimiento más rápido, aunque en cuanto al tamaño y producción de adultos fueron similares tanto la fructosa como la sacarosa. Los adultos también se desarrollaron satisfactoriamente cuando las larvas fueron alimentadas con glucosa, maltosa, lactosa, almidón de maíz y celulosa, aunque los adultos fueron medianos. La galactosa y ribosa inducen a la obtención de adultos pequeños. Las larvas murieron en el primer instar cuando no estuvieron los carbohidratos incluidos en la dieta (22).

Para la crianza de larvas en laboratorio deben ser incluidos en las dietas uno o más de los carbohidratos comunes: glucosa, fructosa, sacarosa, almidón o dextrosa (22).

## B. PROTEINAS Y AMINOACIDOS

Para la producción de proteínas se requiere de 20 aminoácidos, aunque solo 10 son esenciales en la dieta para la producción de proteínas, y ellos son, la arginina, lisina, leucina, isoleucina, triptófano, histidina, fenilalanina, metionina, valina y treonina; el efecto de las proteínas está relacionado con su contenido de aminoácidos. Los aminoácidos y proteínas son el segundo grupo más importante de nutrientes que estimulan la alimentación del insecto fitófago y son siempre necesarios en la dieta del insecto y para lograr un crecimiento óptimo se requiere de concentraciones relativamente altas (6,22).

Varias proteínas han sido utilizadas en la evaluación de dietas dando resultados satisfactorios en la nutrición de los insectos fitófagos.

La caseína se ha utilizado ampliamente en dietas de insectos porque está disponible en diversas formas purificadas para realizar estudios de nutrición, aunque esta es de origen animal (22).

Varios investigadores han agregado aminoácidos en las dietas que poseen cantidades insuficientes de caseína, mientras que otros tienen dentro del requerimiento de la dieta de los insectos tanto las proteínas de las plantas como los aminoácidos.

Algunas proteínas relativamente puras se han utilizado como fuente única de nitrógeno en las dietas, incluyendo la albúmina y proteína de soya (22).

## C. LIPIDOS

Los lípidos son también importantes en la alimentación del insecto fitófago. En estudios, realizados el aceite de germen de trigo aumentó la alimentación en cigarras (21). Fraenkel y Blewtt citados por Smith (21), determinaron que la dieta de *Ephestia* sp., e insectos fitófagos de casi todo el orden Lepidóptera requieren

ácidos grasos.

Los aceites vegetales contienen ácidos grasos para la dieta del insecto. Las grasas, ya sea crudas o refinadas, contienen otras sustancias como el tocoferol, caroteno y aceites esenciales que pueden afectar la alimentación y nutrición en los insectos (22).

Los fosfolípidos puede contener también colina e inositol. Si estas sustancias demuestran ser responsables de los efectos de los ácidos grasos pueden ser incluidas en la dieta. Un efecto benéfico de las grasas es frecuentemente notado por una mejora en las propiedades físicas de las dietas y soluciones de otros lípidos dietéticos. Los insectos son los únicos que no son capaces de sintetizar algunos ácidos grasos que tienen que estar incluidos en la dieta. También se ha demostrado que los insectos fitófagos son muy eficientes en convertir algunos ácidos grasos de las plantas en tejidos de su cuerpo (22).

En la dieta del insecto debe incluirse generalmente colessterina, que produce un crecimiento satisfactorio para la mayoría de insectos evaluados. Los ácidos linoléico y linolénico son utilizados para la formación de lípidos fosfatídicos, los cuales son utilizados para la formación de alas, la emergencia del insecto y para la formación de membranas celulares (6,22).

#### D. VITAMINAS

Las vitaminas son sustancias necesarias para la dieta de los insectos en pequeñas cantidades, ya que estos no son capaces de sintetizarlas. Las vitaminas son componentes de las coenzimas (6).

La vitamina A contiene pigmentos que han sido encontrados en los ojos de los insectos. Probablemente estas pruebas son ahora disponibles para evaluar sustancias y revelar una distribución más amplia de caroteno y vitamina A en los insectos (22).

Un requisito dietético para los insectos es el ácido ascórbico, este es uno de los descubrimientos más importantes en los últimos años. Los insectos que consumen alimento seco, almacenado o decadente y especies carnívoras no necesitan en su dieta

ácido ascórbico, mientras que la mayoría de insectos fitófagos lo requieren (22). La vitamina B es utilizada como una coenzima en el metabolismo del insecto. La importancia de esta vitamina en la dieta de los animales es tan universal que difícilmente se puede excluir. Sin embargo, algunos insectos han sido evaluados con dietas con un contenido deficiente de vitaminas. Estos insectos requirieron ácido pantoténico, nicotimina, riboflavina, pirodixina, ácido fólico y tiamina en su dieta. Las proteínas, carbohidratos, lípidos y vitaminas necesarias dependen de las cantidades de nutrientes metabolizables por el insecto. Las cantidades cuantitativas de vitaminas requeridas por los insectos pueden diferir grandemente. Esta diferencia depende en parte de la edad del insecto (22).

Las vitaminas deben ser usadas bajo condiciones axénicas porque los microorganismos son una excelente fuente de vitaminas si se logran propagar en la dieta del insecto. En las pruebas citadas, los investigadores utilizaron técnicas que inhibieron el crecimiento microbial (22).

#### **E. MINERALES**

Los requerimientos de elementos minerales de los insectos están dados generalmente en alguna mezcla de sal comercialmente disponible en las dietas. Las mezclas están diseñadas con un contenido de cantidades grandes de calcio, sodio, fósforo y otros minerales no comúnmente encontrados en cantidades apreciables en las plantas.

La mayoría de los investigadores tienen dosis establecidas de requerimientos minerales para las dietas y niveles óptimos necesarios para el crecimiento de los insectos. Un rango amplio de cantidades dietéticas se ha comprobado en diversos insectos (22). Se ha observado en algunos experimentos que una mezcla de sal conformada en un nivel tan alto como 11% en la dieta, no tuvo efecto nocivo aparente en cigarras. También se encontró que el contenido de la mezcla, conformada solo por cuatro sales fue adecuada para el crecimiento del insecto (22).

Los insectos fitófagos no requieren cantidades iguales y proporcionales de minerales como lo necesitan los vertebrados. En algunos experimentos se ha utilizando sal

comercial en las dietas de los insectos obteniéndose resultados satisfactorios (22).

### **3.1.7. INFLUENCIA DE LA NUTRICION EN LA REPRODUCCION DE LOS INSECTOS**

La prueba definitiva de una dieta nutritiva adecuada es obtener insectos adultos con reproducción normal. Desafortunadamente, muchos experimentos nutritivos en insectos se concluyen antes de completar el desarrollo larval o no se evalúa la reproducción de los adultos. Sin embargo, algunos insectos han sido evaluados en dietas definidas hasta la reproducción. Excepto por aquellos insectos adultos en los que ha sido restringida su dieta a solamente azúcar y agua por largo tiempo, pocas pruebas han estado conducidas para evaluar la fecundidad, fertilidad y longevidad de adultos alimentados con dietas definidas (22).

### **3.1.8. PROCEDIMIENTO PARA LA PREPARACION DE UNA DIETA DE INSECTOS**

#### **A. MEZCLA**

Los nutrientes solubles en agua, azúcares, vitaminas y minerales se mezclan fácilmente de una forma homogénea en las dietas. Las grasas, ácidos grasos, carotenos y vitaminas solubles en aceites no se pueden disolver en agua directamente. Para estos ingredientes se debe de tener un cuidado especial para garantizar una mezcla homogénea (22).

#### **B. ESTERILIZACION**

Para que la crianza de insectos en laboratorio tenga los resultados de propagación esperados, no solo es necesario tener una dieta que posea los requerimientos necesarios para el insecto, sino también, es importante la asepsia en el área de preparación de la dieta, en la dieta y en el laboratorio en general. Estos aspectos deben estar libres de microorganismos contaminantes (20).

La esterilización puede realizarse en autoclave a temperatura de 121 °C a 15 libras de presión por 15 minutos o más, manteniendo el insecto y la dieta en un ambiente libre de contaminación (22).

La limpieza personal de las personas que trabajan en el laboratorio debe de cumplir ciertas normas de asepsia para evitar llevar contaminantes a la colonia. Antes de iniciar cualquier actividad de manipuleo de los insectos, el personal se debe lavar los brazos y manos con jabón y refregarse las uñas con cepillo, luego enjuagarse con abundante agua y después de secarse, friccionarlos con alcohol al 70% (14).

El uso de mascarilla debe de ser permanente durante el proceso de pesar los ingredientes de la dieta, en el momento de su preparación, en el llenado de recipientes, en la colocación de ovipositoras, en el momento de traslado de larvas y obtención de pupas, y durante el registro de adultos (14).

El cuarto y mesas de trabajo deben desinfectarse. El equipo debe ser desinfectado frecuentemente con alcohol al 96%. El uso de antimicrobiales en la dieta también es importante. Dentro de los antimicrobiales utilizados está el metil-paraben para controlar el crecimiento de hongos durante el desarrollo de las larvas (14).

### C. CRIANZA

La iniciación de la crianza de *Diatraea* corresponde básicamente a la formación del pie de cría, entendiéndose por esto, la población de insectos criados en el laboratorio, para que a través de su reproducción se logren constantemente nuevos individuos (14).

La crianza se continua alimentándolas con la dieta establecida. Hay que considerar que la opción de escoger el recipiente para la crianza de larvas puede también afectar la salud y nutrición del insecto. Si las larvas son criadas individualmente, las oportunidades de propagar enfermedades y contaminación son menores. Aún más, este método elimina el canibalismo, que es una complicación seria porque algunos insectos consumen más nutrientes que otros. Algunos insectos pueden ser caníbales si están amontonados o hay una alimentación deficiente (20,22).

Aunque en la alimentación de insectos fitófagos, el contenido de agua es alto, la crianza de varias especies se ha estado logrando con éxito con alimentos de bajo contenido de humedad. Este éxito es esperado debido a que se ha reportado que muchas especies fitófagas beben agua cuando el alimento que consumen posee bajo

contenido de esta (22).

En la obtención de pupas, es importante descartar aquellas que muestren deformidades. Las pupas obtenidas se colocan en una caja plástica y una esponja humedecida con agua, para proporcionar una atmósfera húmeda a las pupas; la esponja se mantiene dentro de la cámara hasta la emergencia total de los adultos (14).

Los adultos obtenidos se colocan en una cámara de oviposición de 9 cm de diámetro y 2 cm de altura. Las paredes internas de la cámara se recubren con papel bond, para que sirva como substrato de oviposición (14).

Las hojas con las oviposturas pueden presentar contaminación por los hongos *Aspergillus niger* y *Penicillium* sp., y algunas bacterias. Para la prevención de la contaminación, las oviposturas deben desinfectarse con sulfato cúprico al 1.5% (14).

Las oviposturas se colocan en copas de vidrio con la dieta, en donde permanecen por 17 días. Luego, las larvas se retiran y se colocan en cajas plásticas circulares de 60 mm de diámetro y 20 mm de alto, con un trozo de dieta (14).

Es recomendable revisar las cajas plásticas cada cuatro días para detectar cualquier agente contaminante que comience a aparecer. El material que este contaminado debe descartarse, sin embargo pueden presentarse situaciones en los cuales es necesario recuperar las larvas del barrenador de 15 a más días de edad, para lo cual se pueden desinfectar sumergiéndolas en una solución de formaldehído al 0.3% (14).

### 3.2. MARCO REFERENCIAL

#### 3.2.1. EVALUACION DE DIETAS ARTIFICIALES PARA *Diatraea* spp.

Se han realizado estudios de distintas dietas artificiales para la crianza en laboratorio de barrenadores del género *Diatraea*, obteniéndose resultados satisfactorios. Por ejemplo, Sirlopú (20) realizó una crianza masiva de *Diatraea saccharalis* Fabr. en dieta artificial para propagación de su parásito *Paratheresia claripalpis* Wulp. De 1972 a 1976 y bajo condiciones de laboratorio se criaron 1,051,864 larvas con las dietas ICIA-B-E-8 e ICIA-F-E-9 (ver apéndice 2). Estas larvas

recuperándose 466,764 puparios del parasitoide, con una efectividad de 78.63% y un promedio de emergencia de adultos de 79.74%, los que fueron liberados en el campo para el control biológico del barrenador.

Debido a los resultados anteriores, en esta investigación, la dieta ICIA-F-E-9 fue utilizada como guía para la preparación de las dietas a base de hojas de maíz y a base de fibra de caña de azúcar que se evaluaron en el presente trabajo de investigación.

Así mismo Tejeda, J. y Secaida, R. (23) criaron exitosamente larvas de *D. saccharalis*, con una dieta artificial a base de germen de trigo, con el propósito de obtener abundante material hospedero, a bajo costo, para propagar los parasitoides *Paratheresia claripalpis*, *Metagonistylum minensis* y *Apanteles flavipes*.

Para conocer el efecto de las dietas artificiales sobre la biología del barrenador de la caña de azúcar *D. saccharalis*; Lastra, A. y Gómez, A. (12) evaluaron la efectividad de 8 dietas artificiales, las cuales fueron: dos basadas en granos de frijol, dos en raíz de zanahoria, dos en granos de soya y dos en caseína.

Se evaluó la sobrevivencia de las larvas a los 18 días y se determinó en las dietas a base de granos de soya, raíz de zanahoria y caseína un porcentaje superior al 94% y en la dieta de granos de frijol un 80%.

Tomando en cuenta estos resultados, se tomaron las dietas a base de granos de frijol, zanahoria y caseína para realizar la presente investigación (ver apéndice 2). La dieta de granos de soya se descartó debido a que según Lastra y Gómez (12) es altamente susceptible al crecimiento de bacterias y hongos. La dieta de zanahoria no es afectada por la contaminación y la dieta de granos de frijol presenta susceptibilidad al crecimiento de bacterias y hongos, y baja sobrevivencia de larvas. Según los anteriores, el tiempo del ciclo de vida del insecto presento diferencias entre las dietas evaluadas, sin mencionar la duración del mismo.

Sanford (19) evaluó 3 dietas artificiales: la dieta modificada de Adksson (a base de germen de trigo), la dieta de granos de frijoles pintos y la dieta CSM, en las que

comparó la crianza del barrenador de la caña de azúcar *D. saccharalis*. Evaluó la mortalidad de las larvas, reportando un 2% para la dieta de granos de frijol y la dieta de Adksson; y un 12% para la dieta CSM.

Pastrana (17), evaluó una dieta artificial y una natural, para determinar la duración del ciclo de vida y comparación morfológica de *D. saccharalis* y *Diatraea indigenella*, presentando una duración del ciclo de vida para *D. saccharalis* de 72 días, alimentada con dieta artificial, y de 61 días con dieta natural. Para *D. indigenella* se obtuvo una duración de 110 días, alimentada con dieta artificial, y de 64 días con dieta natural.

Con la finalidad de mejorar la calidad nutricional de algunas dietas artificiales, se realizaron las siguientes evaluaciones:

Lastra y Gómez (13) evaluaron la tusa de maíz molida y el caragenato producido en Brasil como sustitutos del agar en la dieta para la cría de *D. saccharalis* (F). Dentro de las variables de respuesta evaluadas estaban: la sobrevivencia de las larvas que fue de un 72.20% hasta un 90.92%. El peso de las larvas, evaluado a los 18 días de haber emergido, se encontró entre 78.32 mg, hasta 82.24 mg.

También se evaluó el ciclo de vida del insecto, reportando una duración máxima de 51.74 días y una mínima de 48.85 días. El porcentaje de posturas eclosionadas fue de un 77.5% al 82.7%.

No se encontraron diferencias significativas en las dietas que contenían tusa o caragenato. Se concluyó que para mantener un pie de cría, el agar puede ser reemplazado como máximo en un 50% por estos productos.

Hernández (11) evaluó dos levaduras: Engevita y Red Star combinadas con diferentes porcentajes de sacarosa en la dieta para la producción artificial del gusano barrenador de la caña de azúcar *D. saccharalis* (F) y el parasitoide *Cotesia flavipes* (Cam). Concluyó que la levadura Red Star mejora la calidad de la larva, superando a

la levadura Engevita en 19% cuando se evaluó la longitud de la larva y en un 29% superior, con respecto el peso de la larva.

También evaluó tres variedades de granos de maíz (maíz blanco, amarillo y negro) y dos tipos de levadura (engevita y red star), bajo temperatura controlada y al ambiente, para la elaboración de dietas en la producción artificial del barrenador de la caña de azúcar *D. saccharalis*. Concluyó que las dietas a base de granos de maíz amarillo y levadura engevita y granos de maíz negro y levadura engevita producen larvas dentro del rango de calidad (10).

### 3.2.2. LABORATORIO PARA LA CRIANZA MASAL DE *Diatraea* spp.

#### A. AREA DE LAVADO

Es el área donde se eliminan los desechos orgánicos resultantes de la cría y donde se lava y desinfecta el material utilizado (14).

#### B. SALA DE POSTURA

Es una sala que contiene cámaras de copulación de adultos para la obtención de huevos (7). Este local también se usa para almacenar la mayoría de los ingredientes utilizados en la preparación de dietas. La ventilación y el control de la temperatura (de 22 a 24°C) son dados por el aire acondicionado (9).

#### C. SALA DE DIETA

La sala de dietas se destina a la preparación de la dieta y a la desinfección y colocación de las oviposturas. En esta sala es donde se debe tener la mayor asepsia. La ventilación y temperatura (25°C) son controladas a través del aire acondicionado (9).

#### D. SALA DE DESARROLLO LARVAL

En esta sala se mantienen las larvas del barrenador en todas las fases larvales hasta el momento de ser parasitados o pasen a pupa. La ventilación es natural y la temperatura se mantiene entre 28 y 30°C (2,9).

con una solución de formol al 0.5%.

### 3.2.3. LOCALIZACION Y CARACTERISTICAS DEL LABORATORIO

El experimento se realizó en el Laboratorio de parasitoides del Departamento de Investigación Agrícola de la Organización Pantaleón-Concepción, localizado en el kilómetro 86, carretera del Pacífico, en Siquinalá, Escuintla, a una latitud norte de 14°19' y longitud oeste de 90°59'.

La temperatura de la sala de dietas fue de 25°C, controlada con aire acondicionado.

En la sala de desarrollo larval, se tomaron las temperaturas a tres horas distintas:

6:00 horas: 24 °C

12:00 horas: 28 °C

18:00 horas: 27°C.

La temperatura del refrigerador que se utilizó fue de 8°C.

## 4. OBJETIVOS

### 4.1. GENERAL:

Determinar la dieta artificial más apropiada para la crianza en laboratorio del barrenador de la caña de azúcar *Diatraea nr crambidoides* Grote.

### 4.2. ESPECIFICOS:

- 4.2.1. Determinar cual dieta presenta una adecuada calidad nutricional para la crianza de *D. nr crambidoides* Grote.
- 4.2.2. Determinar que dieta presenta la menor contaminación en la crianza de *D. nr crambidoides* Grote.
- 4.2.3. Determinar cual dieta presenta la mayor sobrevivencia de larvas de *D. nr crambidoides* Grote.
- 4.2.4. Determinar cual dieta presenta los menores costos en la crianza de *D. nr crambidoides* Grote.
- 4.2.5. Determinar con cual dieta se obtiene el ciclo de vida menos prolongado de *D. nr crambidoides* Grote.

## 5. HIPOTESIS

- 5.1. La dieta natural para la crianza de larvas de *D. nr crambidoides* Grote. tendrá mejor calidad nutricional que las dietas artificiales.
- 5.2. La dieta natural para la crianza de larvas de *D. nr crambidoides* Grote. presentará mayor contaminación que las dietas artificiales.
- 5.3. La dieta natural para la crianza de larvas de *D. nr crambidoides* Grote. tendrá menor sobrevivencia de larvas que las dietas artificiales.
- 5.4. La dieta natural para la crianza de larvas de *D. nr crambidoides* Grote. tendrá menor duración en su ciclo de vida que las dietas artificiales.
- 5.5. La dieta natural para la crianza de larvas de *D. nr crambidoides* Grote. tendrá menor costo que las dietas artificiales.

## 6. METODOLOGIA

### 6.1. MATERIALES Y EQUIPO

El equipo que se utilizó fue: lupa de mesa, agujas de disección, pinzas, termómetro, estereoscopio, microscopio, horno, autoclave, refrigerador, cámara de flujo laminar, cajas petri de diferentes tamaños, jaulas de cedazo y jaulas apareadoras.

Los materiales básicos que se utilizaron fueron: larvas del barrenador de la caña de azúcar *D. nr crambidoides.*, trozos de caña de azúcar, semilla de maíz, algodón, papel mantequilla, sulfato de cobre, agua destilada y alcohol.

Para las dietas artificiales se utilizó: granos de frijol, raíz de zanahoria, caseína, fibra de caña, hojas de maíz, germen de trigo, levadura, sucrosa, ácido ascórbico, tetraciclina, ácido sórbico, metil-paraben, formaldehído y agar.

### 6.2. MANEJO DEL EXPERIMENTO

El pie de cría se estableció para la evaluación de las dietas. Se colectaron algunas larvas en el campo en diversos lotes de las fincas de la Organización Pantaleón-Concepción, para iniciar el pie de cría; estas se criaron con alimentación natural (llamado así según inciso 3.1.4. del presente documento).

Para alimentar las larvas se sembró maíz en 8 surcos de 10 m de longitud, con un distanciamiento entre plantas de 30 cm y 90 cm entre surcos.

Se sembró un surco cada 15 días para la obtención de elotes tiernos para la alimentación de las larvas de la cría inicial, previo a realizar el experimento.

Las larvas procedentes del campo se determinaron para confirmar la especie. Las larvas se colocaron aisladas en cajas petri de 5.5 cm de diámetro y 1.3 cm de alto, para alimentarlas. Esto se determinó debido a que se observó canibalismo cuando se ponían larvas en cajas petri más grandes (9 cm de diámetro y 1.5 cm de alto).

Durante los primeros 15 días las larvas se alimentaron con rodajas de elote tierno y posteriormente con rodajas de caña de azúcar descortezada.

Se observó que el período larval era muy prolongado, así que se evaluó la alimentación de las larvas únicamente con elote tierno. Se redujo el período de tiempo para el desarrollo larval de 70 a 50 días.

Los problemas de contaminación fueron principalmente por los hongos *Aspergillus* sp. y *Penicillium* sp.

Cuando las larvas empuparon se desinfectaron con formol. Se evaluaron 3 soluciones de diferente concentración de formol: 0.75 %, 0.5 % y 0.25 %.

Se colocaron 10 pupas en una solución por 2 minutos y luego se pasaron por agua destilada por 2 minutos. Luego se colocaron en bandejas plásticas con aserrín esterilizado, identificadas según la concentración que se utilizó para su desinfección. Posteriormente las bandejas plásticas se colocaron en una jaula de cedazo y se contó el número de adultos obtenidos.

Se eligió la solución de concentración de 0.25%, que proporcionó control sobre la contaminación de las pupas sin afectar su viabilidad. Con la concentración determinada, se desinfectaron las demás pupas. Se colocaron en una bandeja plástica con aserrín esterilizado, colocada en una jaula de cedazo para recibir a los adultos.

Cuando emergieron los adultos se colocaron en una jaula apareadora con sus paredes internas forradas de papel bond. Se colocó en el centro de la jaula tiras de papel bond dobladas en forma de acordeón para proporcionarles un lugar adecuado de oviposición.

Se alimentó a los adultos con una solución de miel y agua (proporción 1:1) impregnada en un algodón humedecido y colocado en un extremo del "acordeón".

Después que los adultos depositaran sus huevos en el papel bond que se colocó en la jaula apareadora, los trozos de papel donde se encontraban las oviposturas se recortaron con una tijera desinfectada con alcohol. Estos trozos se colocaron en una caja petri con papel filtro humedecido en el fondo, con la finalidad que las oviposturas no se deshidrataran.

De las oviposturas obtenidas se tomaron 30 masas y se colocaron en una cámara húmeda

para determinar si la edad de los huevos y el procedimiento de desinfección no afectaba su viabilidad. Se sumergió un grupo de oviposturas inmaduras (amarillas) en una solución del 1% de sulfato de cobre por 2 minutos. Luego se sumergieron en agua destilada por 2 minutos. Después se sumergieron en una solución del 1% de formol por 2 minutos y por último se sumergieron nuevamente en agua destilada por 2 minutos. Este mismo procedimiento se aplicó a un grupo de posturas maduras (color oscuro). Este procedimiento de desinfección no causó ningún efecto negativo sobre la viabilidad de las oviposturas maduras. La desinfección de oviposturas inmaduras es muy riesgosa ya que el proceso de desinfección afecta la viabilidad.

Por la necesidad de retrasar la eclosión de huevos por diversos motivos, como retraso en preparar dietas, tener crías en fechas específicas con fines de producción, experimentación, etc. se evaluó el almacenamiento de las oviposturas en el refrigerador.

Se colocaron oviposturas maduras en el refrigerador a 8°C, evaluando su viabilidad cada 24 horas, sacando un grupo de oviposturas a una temperatura ambiente para que eclosionara. Esto se realizó hasta que la ovipostura evaluada ya no eclosionó al sacarla a temperatura ambiente. 5 días fue el período máximo de almacenamiento de oviposturas a 8°C.

Las oviposturas colocadas en cajas petri se estuvieron observando, y al tomar una coloración oscura (maduras) se colocaron sobre rodajas de elotes tiernos.

Se evaluaron dos metodologías para recibir las larvas:

a) Unas oviposturas se colocaron sobre rodajas de elote tierno para que eclosionaran sobre ella y las larvas se alimentaran del elote. Estas rodajas de elote se colocaron en vasos plásticos desechables, con tapadera de cedazo aseguradas con un hule. El vaso estaba dividido por la mitad transversalmente con un cedazo con agujeros grandes por donde podían pasar la larva libremente. Sobre el cedazo se colocaron otras rodajas de elote tierno para que las larvas tuvieran disponible alimento fresco.

b) A otras oviposturas se les recortó, dejándoles un espacio adicional de papel, en donde se atravesó un alfiler desinfectado por inmersión por cinco minutos en alcohol al 70%. El alfiler con la ovipostura se colocó sobre elotes tiernos para que al eclosionar las oviposturas, las larvas buscaron los elotes para alimentarse. Estos elotes estaban colocados en una caja plástica con tapadera de cedazo.

La metodología elegida fue la de los vasos desechables, porque proporcionó un manejo más fácil y mayor seguridad para las oviposturas y las larvas.

Luego de haber sido alimentadas las larvas, se cuidaron hasta que empuparon. Al empupar, se desinfectaron con la concentración de formol elegida, se colocaron en una bandeja plástica con aserrín esterilizado y esta en una jaula de cedazo para recibir a los adultos.

Los adultos se colocaron en una apareadora previamente arreglada como se explicó antes. Las oviposturas se colocaron en cámara húmeda y cuando maduraron, próximas a eclosionar, se colocaron en elotes tiernos. Posteriormente, se cuidaron las larvas como se explicó antes para aumentar el pie de cría.

### 6.3. EVALUACION DE LAS DIETAS

#### 6.3.1. TRATAMIENTOS

Los tratamientos evaluados fueron 6, que correspondían a las distintas dietas, elaboradas con base en las dietas propuestas por Sirlopú (20) y Lastra y Gómez (12).

Cuadro 1. Dietas evaluadas para la crianza de *Diatraea nr crambidoides* Grote. Laboratorio de Investigación Agrícola, Organización Pantaleón-Concepción, Siquinalá, Escuintla. 1999.

TRATAMIENTO	BASE DE LA DIETA
T 1	GRANOS DE FRIJOL
T 2	RAIZ DE ZANAHORIA
T 3	CASEINA
T 4	HOJAS DE MAIZ
T 5	FIBRA DE CASA
T 6	NATURAL, ELOTE TIERNO (testigo)

### 6.3.2. PREPARACION DE LAS DIETAS

#### 6.3.2.1. INGREDIENTES DE LAS DIETAS

Cuadro 2. Ingredientes de las dietas evaluadas para la crianza de *Diatraea nr crambidoides* Grote. Organización Pantaleón-Concepción. Siquinalá, Escuintla. 1999.

INGREDIENTES (1 lt. dieta)	DIETA GRANOS FRIJOL	DIETA RAIZ ZANAHORIA	DIETA CASEINA	DIETA H. MAIZ	DIETA F. CAÑA	DIETA NATURAL
granos de Frijol	308.12g	-	-	-	-	-
raíz de zanahoria	-	40 g	-	-	-	-
caseína	-	8 g	11.62g	-	-	-
Hojas de maíz	-	-	-	100g	-	-
fibra de caña	-	-	-	-	100g	-
elote tierno	-	-	-	-	-	12 (83g)
germen de trigo	71.23g	38g	58.06g	-	-	-
levadura	45.78g	40g	38.71g	60g	60g	-
ácido ascórbico	4.66g	-	4.64g	-	-	-
ácido sórbico	1.43g	-	-	-	-	-
metil paraben	2.86g	2g	1.61g	4g	4g	-
alcohol al 50%	5ml	5 ml	5 ml	5ml	5ml	-
formaldehído	0.42ml	-	2.58ml	-	-	-
sucrosa	-	20g	58.06g	-	-	-
tetraciclina	-	0.32g	0.32g	0.32g	0.32g	-
azúcar refinada	-	-	-	20g	20g	-
agar	18.31g	15g	19.35g	15g	15g	-
agua	1000ml	1000ml	1000ml	1000ml	1000ml	-

#### 6.3.2.2. DIETA A BASE DE GRANOS DE FRIJOL

Se pusieron en remojo 308.12 g de granos de frijol durante 24 horas, luego se maceraron para su posterior mezcla con los demás ingredientes.

Los ingredientes se mezclaron por un minuto en una licuadora. Estos ingredientes fueron: 71.23 g de germen de trigo, 45.78 g de levadura, 4.66 g de ácido ascórbico, 1.43 g de ácido sórbico, 2.86 g de Metil-paraben (disuelto en 5 cc de alcohol al 50%).

Estos se colocaron en una bolsa plástica cerrada con un masking tape. La bolsa se colocó en un autoclave a 15 PSI de presión, durante 20 minutos a 120°C.

A los ingredientes esterilizados se les agregó 0.42 ml de Formaldehído, 0.32 g de tetraciclina y 500 ml de agua a una temperatura no mayor de 60°C. La mezcla se homogenizó durante un minuto o más.

Luego se pesaron 18.31 g de agar y se disolvieron en 500 ml de agua a 100 °C durante 30 segundos. Se retiraron de la fuente de calor y se continuó mezclando por dos

minutos. Finalmente, se llevó a cabo la mezcla con los otros ingredientes en la licuadora a 15.5 RPM durante 3 minutos como mínimo.

#### 6.3.2.3. DIETA A BASE DE RAIZ DE ZANAHORIA

Se partieron las raíces de 6 zanahorias y se colocaron en un horno a 80°C durante 24 horas para deshidratarlas. De las zanahorias deshidratadas se pesaron 40 g y se colocaron en un molino eléctrico de 1.5 H.P. y 3,000 RPM para convertirlas en polvo. Se pesaron 8 g de caseína, 38 g de germen de trigo, 40 g de levadura, 20 g de sucrosa y 2 g de metil-paraben (disuelto en 5 cc de alcohol al 50 %) y se colocaron en una bolsa plástica cerrada con masking tape. esta bolsa se colocó en un autoclave a 15 PSI de presión, durante 20 minutos a 120°C.

A los ingredientes esterilizados se les agregó 0.32 g de tetraciclina y 500 ml de agua a una temperatura no mayor de 60°C. La mezcla se homogenizó en una licuadora durante un minuto o más.

Posteriormente se pesaron 15 g de agar y se disolvieron en 500 ml de agua hirviendo (aproximadamente a 100°C) durante 30 segundos. Luego la mezcla se retiró de la fuente de calor y se continuó mezclando por dos minutos.

Finalmente se mezcló con los otros ingredientes en la licuadora a 15.500 RPM durante 3 minutos.

#### 6.3.2.4. DIETA A BASE DE CASEINA

Se pesaron 11.62 g de caseína, 58.06 g de germen de trigo, 38.71 g de levadura, 58.06 g de sucrosa, 4.64 g de ácido ascórbico, 1.61 g de metil-paraben (disuelto en 5 cc de alcohol 50%) y se colocaron en una bolsa plástica cerrada con masking tape. Esta bolsa se colocó en un autoclave a 15 PSI de presión, durante 20 minutos a 120°C.

Se agregó 0.32 g de tetraciclina, 2.58 ml de formaldehído 290 ml de agua a una temperatura de 60°C y con los ingredientes esterilizados se mezclaron dentro de una licuadora durante 1 minuto.

Posteriormente se pesaron 19.35 g de agar que se disolvió en 710 ml de agua hirviendo

durante 30 segundos. Luego se retiró de la fuente de calor y se continuó mezclando por dos minutos.

Finalmente se llevó a cabo la mezcla con los otros ingredientes en la licuadora a 15.500 RPM durante 3 minutos.

#### **6.3.2.5. DIETA A BASE DE HOJAS DE MAIZ**

Se cortaron hojas de maíz en cuadros pequeños y se colocaron en un horno a 80°C durante 24 horas para ser deshidratadas y se pesaron 100 g. Se colocaron en un molino eléctrico de 1.5 H.P. y 3,000 RPM para pulverizarlas.

Posteriormente se pesaron 60 g de levadura, 4 g de metil paraben ( disuelto en 5 cc de alcohol al 50%) y 20 g de azúcar refinada, se colocaron en una bolsa plástica cerrada con masking tape. Esta bolsa se colocó en un autoclave a 15 PSI de presión, durante 20 minutos a 120°C. Los ingredientes esterilizados se mezclaron con 0.320 g de tetraciclina y 500 ml de agua a 60°C en una licuadora para homogenizar la mezcla.

Luego se pesaron 15 g de agar y se disolvieron en 500 ml de agua hirviendo durante 30 segundos. Luego, la mezcla se retiró de la fuente de calor y se continuó mezclando otros dos minutos.

Finalmente se mezcló con los otros ingredientes en la licuadora a 15.500 RPM durante 3 minutos.

#### **6.3.2.6. DIETA A BASE DE FIBRA DE CAÑA**

Se tamizó fibra de caña en un tamiz de 10 mesh. De esta fibra se pesaron 100 g para mezclarse con los otros ingredientes de la dieta.

Posteriormente se pesaron 60 g de levadura, 4 g de metil paraben ( disuelto en 5 cc de alcohol al 50%) y 20 g de azúcar refinada, se colocaron en una bolsa plástica cerrada con masking tape. Esta bolsa se colocó en un autoclave a 15 PSI de presión, durante 20 minutos a 120°C. Luego se licuaron durante un minuto con 0.320 g de tetraciclina y 500 ml de agua a 60°C para homogenizar la mezcla.

A continuación se pesaron y disolvieron 15 g de agar en 500 ml de agua hirviendo

durante 30 segundos. La mezcla se retiró de la fuente de calor y se continuó mezclando otros dos minutos.

Finalmente se mezcló con los otros ingredientes en la licuadora a 15.500 RPM durante 3 minutos.

#### **6.3.2.7. DIETA NATURAL (Testigo)**

Se le llama dieta natural cuando el alimento para los insectos proviene de las plantas o parte de ellas que normalmente son hospedantes del insecto en la naturaleza y no contiene ningún elemento preservante.

De la siembra del maíz, se cortaron elotes tiernos y se partieron en rodajas de 1.5 a 2 cm de grueso. Se colocó una rodaja por caja petri para cada larva.

#### **6.3.3. PRESERVACION DE LAS DIETAS**

La mezcla de cada dieta se repartió en frascos de vidrio transparente y de boca ancha (frascos de compota). Se colocaron 35 ml en cada frasco. Los frascos se taparon con algodón industrial previamente esterilizado en autoclave a 120 °C y 15 PSI, durante 20 minutos. Posteriormente, se dejaron enfriar a temperatura ambiente.

Cuando las larvas cumplieron 10 días, las dietas que se prepararon se colocaron en cajas petri de vidrio, previamente esterilizadas, se cortaron las dietas en cuadros de 2.25 cc con un cuchillo esterilizado.

Se colocó un cuadro en cada caja petri (5.5 cm de diámetro y 1.3 cm de alto), desinfectadas frotándolas previamente con un algodón con alcohol al 70%.

#### **6.3.4. CRIANZA DE LARVAS**

Luego de haber esterilizado el frasco y la dieta, se sembraron las larvas. Se utilizaron 30 frascos, 5 frascos por dieta evaluada. En cada frasco debidamente identificado, según el tratamiento, se colocaron 10 larvas recién emergidas, con un pincel esterilizado.

10 días después de la siembra de las larvas, se sacaron de los frascos y se colocó una

larva en cada caja petri, más la dieta como se explicó antes. Cada caja fue identificada con el nombre y número de tratamiento, número de repetición y número de larva.

### **6.3.5. VARIABLES DE RESPUESTA**

#### **6.3.5.1. CALIDAD NUTRICIONAL DE LAS DIETAS**

Este factor se evaluó bajo 4 parámetros: consumo de las dietas, peso de larvas, porcentaje de adultos obtenidos y capacidad de reproducción.

#### **A. CONSUMO DE LAS DIETAS**

Se evaluó el consumo de cada dieta por larva de la unidad experimental. La evaluación inició cuando las larvas tenían 23 días de emergidas y concluyó a los 28 días de edad de las larvas (período de 5 días). Para ello se pesó primero la caja petri con la dieta de cada unidad experimental, debidamente identificada.

Luego se colocó la larva en la caja para que se alimentara.

Al quinto día se pesó la caja petri con los residuos de la dieta y las heces fecales que dejó la larva en la caja petri.

Por medio de diferencias de peso se calculó el consumo de la dieta por cada larva de cada unidad experimental. Los pesos consumidos de cada dieta se compararon por medio de la prueba no paramétrica Kruskal- Wallis.

#### **B. PESO DE LAS LARVAS**

Se pesó a las larvas a los 28 días de haber eclosionado los huevos, usando una balanza analítica. Previamente se lavaron con agua destilada y se secaron con papel toalla, colocando las larvas sobre el papel para que este absorbiera la humedad, esto se realizó con la finalidad de evitar residuos de dieta adheridos a las larvas, los que afectarían el peso real de las larvas.

Cada peso obtenido fue debidamente registrado según la unidad experimental. Posteriormente se evaluó el efecto las dietas sobre el peso de las larvas (la calidad

nutricional), por medio de un diseño completamente al azar.

### C. NUMERO DE ADULTOS

Las larvas se alimentaron y cuidaron hasta que empuparon. Las pupas se cuidaron debidamente. Estas siguieron identificadas según la unidad experimental a la que pertenecían. Cuando los adultos emergieron, se contaron para calcular el porcentaje de adultos obtenidos en la unidad experimental.

Posteriormente se evaluó el efecto de las dietas sobre número de adultos de cada tratamiento por medio de un diseño completamente al azar.

### D. CAPACIDAD DE REPRODUCCION

De los adultos obtenidos en cada unidad experimental, se colocaron parejas en las jaulas apareadoras debidamente identificadas y arregladas con papel bond para que ovipositaran. Se contaron y recortaron las oviposturas y se colocaron en cajas petri de 9 cm de diámetro y 1.5 cm de alto, con papel filtro humedecido con agua destilada en el fondo de la caja.

Cuando los huevos empezaron a eclosionar, aproximadamente a los 8 días, se contó el número de oviposturas eclosionadas y no eclosionadas. Posteriormente se calculó el porcentaje de posturas eclosionadas, ya que la prueba definitiva de una dieta nutritiva es obtener insectos adultos con reproducción normal.

Los resultados de cada unidad experimental se compararon por medio de la prueba no paramétrica de Kruskal - Wallis.

### 6.3.5.2. CONTAMINACION DE LAS DIETAS

Todos los días se observó cada unidad experimental para determinar si se presentaba contaminación de las dietas. Se llevó un registro de cada unidad experimental contaminada para calcular el porcentaje de contaminación de cada dieta evaluada. Se analizó por medio de la prueba no paramétrica Kruskal - Wallis.

### 6.3.5.3. SOBREVIVENCIA DE LARVAS

Todos los días se observaron las larvas de cada unidad experimental y se retiraron las muertas para evitar contaminación. Se llevó un registro de las mismas para calcular el porcentaje de sobrevivencia por tratamiento y evaluar el efecto de cada dieta sobre la sobrevivencia de las larvas por medio de un diseño completamente al azar.

### 6.3.5.4. CICLO DE VIDA DEL BARRENADOR

Se anotó la fecha en que eclosionaron los huevos, identificando la unidad experimental en que fueron ubicados. Estas larvas pasaron a pupas y adultos que colocaron sus oviposturas. Cuando estas oviposturas eclosionaron, cerrando su ciclo de vida, se anotó la fecha. Se contaron los días en los que se completó el ciclo de vida de los insectos de cada unidad experimental. Se calcularon los promedios de duración del ciclo de vida de cada dieta evaluada. Luego se calcularon los intervalos de confianza (I.C) para cada dieta, con la fórmula:

$$I.C. = X \pm t (\alpha/2) \times (s/\sqrt{n})$$

*I.C.* = Intervalo de confianza

*X* = valor de la media

*t* = valor de la tabla *t* (grados de libertad =  $n-1$ ;

y  $\alpha$  = nivel de significancia del  $0.05 / 2$  )

*s* = desviación estándar

*n* = tamaño de la muestra

### 6.3.6. DISEÑO ESTADÍSTICO

Las variables de respuesta se evaluaron por medio de un diseño completamente a azar con 5 repeticiones y un nivel de significancia de 0.05.

Previo a realizar el análisis de varianza (ANDEVA) se realizó un prueba para conocer la normalidad de los datos de cada variable de respuesta.

Los datos de las variables de respuesta que no presentaron normalidad y no pudieron ser transformados sus datos, se evaluaron por medio de la prueba no paramétrica

Kruskall-Wallis, apropiada para el diseño completamente al azar.

A las variables de respuesta con diferencias significativas entre los tratamientos, se les realizó una prueba de comparación de medias, utilizando la prueba de Tukey.

#### MODELO ESTADISTICO

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

$Y_{ij}$  = Resultados obtenidos en la  $ij$  - ésima unidad experimental  
(  $i$ - ésimo tratamiento,  $j$ -ésima repetición).

$\mu$  = valor de la media general.

$A_i$  = efecto del  $i$ - ésimo tratamiento (dieta).

$E_{ij}$  = error experimental en la  $ij$ - ésima unidad experimental.

#### 6.3.7. ANALISIS DE COSTOS

Se realizó un análisis marginal con los costos de los ingredientes y mano de obra (costos variables) para la preparación de un kilogramo de dieta. Se aplicó la metodología de presupuesto parcial en donde se calcularon los costos variables (C.Q.V.), los beneficios brutos (BB) o el ingreso total (IT), (BB=IT) y los beneficios netos (BN).

Luego se realizó un análisis de dominancia para descartar los tratamientos cuyos ingresos no compensan los costos incurridos en comparación con las demás alternativas. Se consideró a la dieta dominada cuando no superó los beneficios netos de otra dieta con menor costo, en la serie de dietas evaluadas y ordenadas de menor a mayor costo que varía (C.Q.V.) con sus respectivos beneficios netos (BN) (21).

Después se realizó el análisis marginal de retorno (TMR) utilizando los costos variables y el ingreso total.

Las fórmulas que se utilizaron fueron las siguientes:

Costos variables (C.Q.V)= la suma de todos los costos variables de cada dieta evaluada.

Beneficio bruto (BB) = precio Q./larva x costos variables (C.Q.V.)

Beneficio neto (BN) = B.B - C.Q.V.

$$C.Q.V = C.Q.V.1 - C.Q.V.2$$

$$BN = BN_1 - BN_2$$

$$TMR = \frac{BN}{C.Q.V.}$$

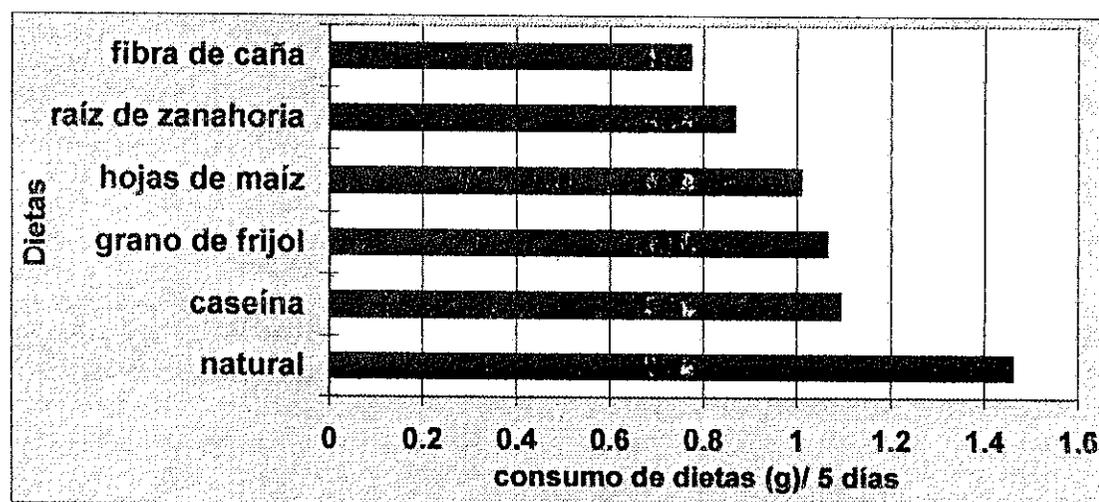
## 7. DISCUSION DE RESULTADOS

### 7.1. CALIDAD NUTRICIONAL

#### A. CONSUMO DE LAS DIETAS

Todas las dietas fueron igualmente consumidas, porque estadísticamente no presentaron diferencias significativas para el consumo de las distintas dietas evaluadas (cuadro 9A). Situación que indica que estadísticamente todas las dietas tienen la propiedad de ser consumidas por las larvas en igual cantidad, aunque la cantidad y calidad de los ingredientes de cada dieta son distintos entre ellas (Figura 2).

Por otra parte es importante conocer el comportamiento de los ingredientes de las dietas en las larvas, debido a que estos deben ser utilizados por el organismo para que pueda crecer, mantenerse y reproducirse; porque, aunque su consumo sea similar, el papel que desempeñen en el organismo influye en el normal desarrollo de las larvas. Esta situación se puede apreciar si se relacionan los resultados obtenidos con la variable de respuesta peso de las larvas, variable que se analiza a continuación.



n = 50

Figura 2. Consumo de las dietas evaluadas, Organización Pantaleón-  
Concepción, Siquinalá, Escuintla. 1999.

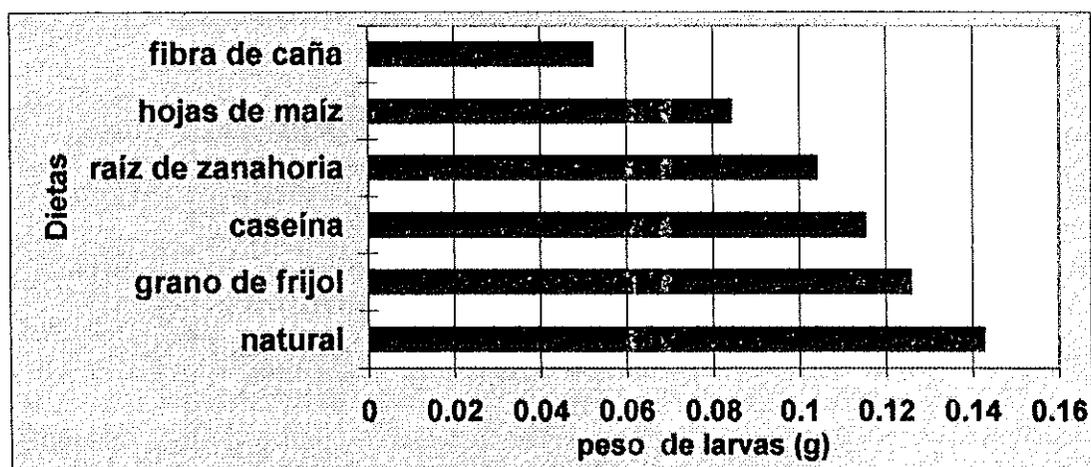
## B. PESO DE LARVAS

El peso de las larvas fue estadísticamente diferente según la dieta proporcionada (Cuadro 10A). Según la prueba de comparación de medias (Cuadro 11A) y la Figura 3, la dieta que presentó el peso de larvas más alto, fue la dieta natural, con un peso promedio por larva de 0.143 g, luego se encuentran las dietas a base de raíz de zanahoria, a base de caseína y a base de granos de frijol.

El peso más bajo de las larvas fue con las dietas a base de fibra de caña (0.052 g) y a base de hojas de maíz (0.084 g), estos pesos pudieron haber sido influenciados por el contenido de nutrientes en las dietas, que se debió únicamente a la diferencia de la fibra de caña y las hojas de maíz molidas. En estas dietas se observó un desarrollo deficiente de las larvas al compararlas con las larvas de las otras dietas. Esta situación podría sugerir la existencia de una relación entre calidad nutricional de la dieta y el peso de las larvas, a pesar de que para el consumo de las dietas por las larvas no se determinaron diferencias significativas (Cuadros 9A).

El peso de las larvas es importante, por medio de este se puede evaluar la calidad nutricional de la dieta suministrada.

El peso de las larvas y su desarrollo es un factor importante para poder criar parasitoides, ya que estos exigen larvas sanas y robustas para su alimentación, sobrevivencia, desarrollo y reproducción.



n = 50

Figura 3. Peso de larvas por dieta evaluada, Organización Pantaleón-Concepción, Siquinalá, Escuintla. 1999.

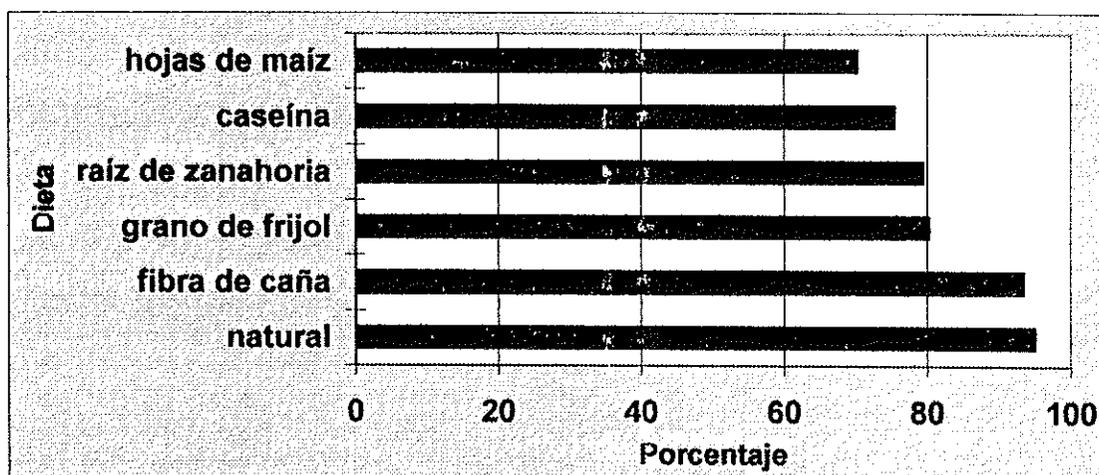
### C. ADULTOS OBTENIDOS

Los resultados obtenidos de la emergencia de adultos mostraron que estadísticamente no hay diferencias significativas entre las dietas evaluadas (Cuadro 12A). Es decir que las 6 dietas presentaron un porcentaje de adultos emergidos similar (Figura 4), porcentajes que van desde el 95% para la dieta natural hasta 70% para la dieta a base de hojas de maíz.

A pesar de que todas las dietas tienen estadísticamente un porcentaje similar, en el transcurso de la investigación se observó que la dieta a base de hojas de maíz presentó una malformación de sus pupas (12%), las que finalmente murieron. Esta dieta podría influir a largo plazo en una manera negativa en la propagación del insecto.

Esta malformación y muerte de las pupas pudo deberse al contenido de ingredientes de la dieta. Tomando en cuenta de que esta dieta y la dieta a base de fibra de caña difieren únicamente en cuanto al contenido de fibra de maíz y de caña, podría considerarse que el ingrediente que ocasionó este problema, fue la fibra de maíz, ya que en la dieta a base de fibra de caña no se presentó malformación de las pupas.

Esta variable de respuesta no ha sido evaluada anteriormente en otras investigaciones de dietas para barrenadores, sin embargo los resultados demuestran que es importante conocer el porcentaje de adultos emergidos, porque es de estos que se obtendrán las posturas que permitirán la propagación de la especie. Si una dieta tiene problemas en la emergencia de los adultos, posee una limitante para aumentar el pie de cría de esa especie.



n = 50

Figura 4. Porcentaje de adultos emergidos por dieta evaluada. Organización Pantaleón-Concepción. Siquinalá, Escuintla. 1999.

#### D. CAPACIDAD DE REPRODUCCION

La prueba definitiva de una dieta nutritiva adecuada es la capacidad de reproducción de los insectos adultos obtenidos. Por ello, se evaluó el porcentaje de posturas viables, ya que podría existir la posibilidad que las hembras ovipositaran huevos infértiles.

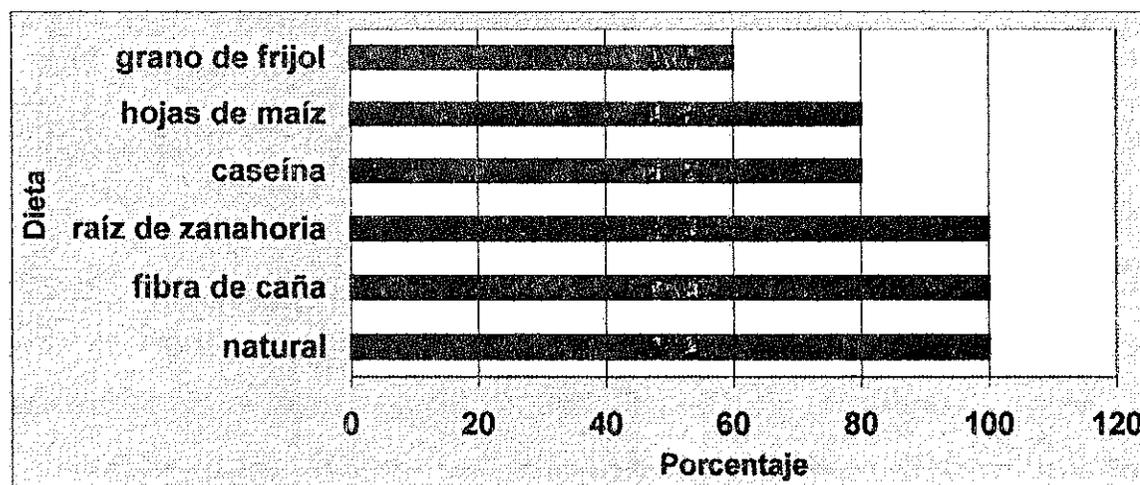
La capacidad de reproducción de los adultos de *D. nr crambidoides* criados en diferentes dietas artificiales fue estadísticamente similar (Cuadro 13A). Los porcentajes obtenidos fueron del 100% para las dietas natural, a base de fibra de caña y a base de zanahoria. El 80% para las dietas a base de caseína y a base de hojas de maíz y la dieta a base de granos de frijol con el 60% (Figura 5).

En otros estudios realizados (12), se reportan distintos porcentaje de eclosión en la especie de *D. saccharalis*; para la dieta de granos de frijol del 78%, dieta de raíz de zanahoria 82.7% y la dieta de caseína 77.5%. En donde se puede apreciar que la dieta de raíz de zanahoria empleada para *D. nr crambidoides* superó a la dieta de raíz de zanahoria utilizada para *D. saccharalis*, esto mismo sucedió para la dieta a base de caseína, demostrándose que con base a los resultados obtenidos en la investigación, la emergencia de adultos obtenida, para la dieta natural (100%), a base de fibra de caña (100%), a base de raíz de zanahoria (100%), a base de caseína (80%) y a base de hojas

de maíz (80%) fueron aceptables.

Sin embargo este comportamiento no se presentó en la dieta a base de granos de frijol, para la que el porcentaje obtenido en la presente investigación fue del 60%, superado en 18.5%, por el resultado reportado por Lastra y Gómez (12) en *D. saccharalis*. Por lo que se puede considerar a la dieta a base granos de frijol con un porcentaje bajo, situación que podría ser una limitante para la propagación de *D. nr crambidoides*.

Es posible que este porcentaje fue el resultado de la composición de la dieta, la cual afectó la capacidad de reproducción, que podría ir decreciendo en varias generaciones consecutivas por causa de esta dieta.



n = 50

Figura 5. Capacidad de reproducción de adultos para cada dieta evaluada. Organización Pantaleón-Concepción. Siquinalá, Escuintla. 1999.

## 7.2. CONTAMINACION DE DIETAS

Los porcentajes de contaminación de las dietas fueron estadísticamente diferentes entre ellas (Cuadro 14A). Las dietas que presentaron el mayor porcentaje de contaminación fueron la natural (10.8%), a base de caseína (6.6%) y a base de raíz de zanahoria (5.2%). Luego se encuentran en un mismo nivel las dietas a base de fibra de caña (4%), dieta a base de granos de frijol (4%) y dieta a base de hojas de maíz (0%) (Cuadro 15A y Figura 6) que fueron las menos contaminadas estadísticamente.

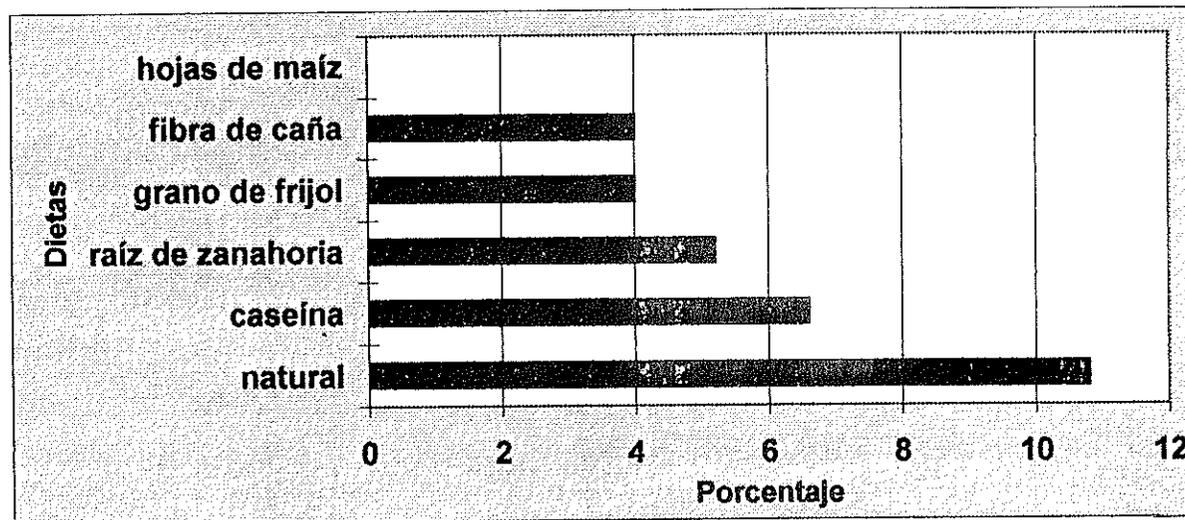
La alta contaminación de la dieta natural ya se esperaba, debido a que el elote tierno

presenta contaminación que proviene directamente del campo.

Las dietas a base de raíz de zanahoria y a base de caseína, presentaron contaminación por bacterias, esta contaminación pudo haber sido estimulada por el contenido de los ingredientes de dichas dietas, especialmente la caseína, ingrediente que se encuentra en ambas dietas.

Esta contaminación pudo tener influencia en la mortalidad de larvas (figura 7).

La contaminación de la dieta a base de raíz de zanahoria no se esperaba debido a que Lastra y Gómez (12) reportan que en su investigación con larvas de *D. saccharalis* no se presentó ningún tipo de contaminación en la dieta raíz de zanahoria, pero si reportan problemas de contaminación por hongos y bacterias para la dieta de granos de frijol. En la presente investigación, esta dieta, al igual que las dietas a base de fibra de caña y hojas de maíz presentó una contaminación inferior a la dieta a base de raíz de zanahoria. Lastra y Gómez no mencionan porcentajes de contaminación, lo cual limita una comparación más exacta entre ambas investigaciones.



n = 50

Figura 6. Porcentaje de contaminación de cada dietas evaluada. Organización Pantaleón-Concepción, Siquinalá, Escuintla. 1999.

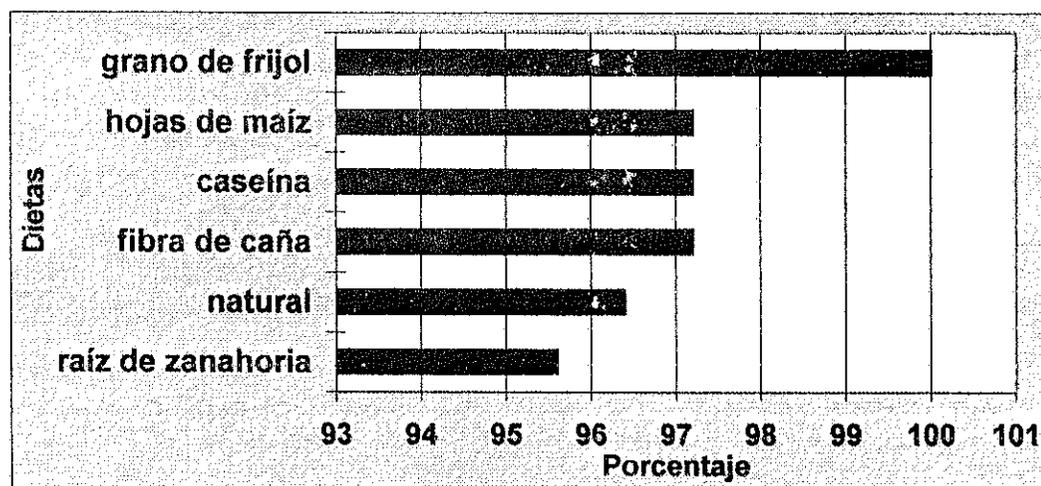
### 7.3. SOBREVIVENCIA DE LARVAS

La sobrevivencia de larvas de *D. nr crambidoides* criadas con diferentes dietas artificiales fue estadísticamente diferente (Cuadro 16A). La mayor sobrevivencia de las larvas se dio en la dieta a base de granos de frijol (100%) y la menor fue la dieta a base de raíz de zanahoria (95.6%).

Las dietas natural (96.4%), dieta a base de fibra de caña (97.2%), dieta a base de caseína (97.2%) y la dieta a base de hojas de maíz (97.2%) son estadísticamente similares, en un rango intermedio entre la dieta a base de raíz de zanahoria y la dieta a base de granos de frijol (Cuadro 17A y Figura 7).

Es posible que el grado de sobrevivencia de larvas de la dieta a base de raíz de zanahoria fue afectado por la contaminación de bacterias que presentó la dieta. La dieta que no presentó mortalidad de larvas, es decir el 100% de sobrevivencia, fue la dieta a base de granos de frijol, que no fue muy afectada por la contaminación.

Se esperaba que la dietas natural presentara un porcentaje de sobrevivencia inferior a las demás dietas, como resultado de la influencia por su contaminación, sin embargo no fue así, ya que la dieta a base de zanahoria obtuvo una menor sobrevivencia. Según el estudio de Lastra y Gómez (12) en la dieta de raíz de zanahoria el desarrollo de las larvas no es normal, siendo este muy prolongado; lo cual indica una posibilidad de su influencia en la mortalidad de las larvas de *D. nr crambidoides*.



n = 50

Figura 7. Porcentaje de sobrevivencia de larvas de *D. nr crambidoides* en diferentes dietas. Organización Pantaleón-Concepción, siquinalá, Escuintla. 1999.

#### 7.4. CICLO DE VIDA DEL BARRENADOR

En primer lugar se evaluó la duración del ciclo de vida, calculando los promedios por dieta evaluada (Cuadro 3). Con estos datos se calcularon los intervalos de confianza para cada dieta evaluada (Cuadro 4).

Cuadro 3. Duración del ciclo de vida del barrenador *Diatraea nr crambidoides* G. en las dietas empleadas para la crianza artificial Organización Pantaleón-Concepción, Siquinalá, Escuintla. 1999.

Base de la dieta	X Ciclo de vida (días)	# insectos evaluados
Grano de frijol	53.33	30
Raíz de zanahoria	58	41
Caseína	54.5	45
Hojas de maíz	61.5	43
Fibra de caña	66.8	42
Natural	44.6	46

Cuadro 4. Valores máximos y mínimos del ciclo de vida del barrenador *Diatraea nr crambidoides* G. en las dietas empleadas para la crianza artificial Organización Pantaleón-Concepción, Siquinalá, Escuintla. 1999.

Base de la dieta	Mínimo (días)	Máximo (días)
Grano de frijol	52.19	54.47
Raíz de zanahoria	56.50	59.50
Caseína	53.93	55.07
Hojas de maíz	59.08	63.92
Fibra de caña	65.95	67.65
Natural	43.01	46.19

Según los resultados obtenidos en la duración del ciclo de vida del barrenador *D. nr crambidoides*, el período más corto se presentó en la dieta natural con una media 44.6 días (Cuadro 3), con un intervalo de confianza mínimo de 43.01 días y un máximo de 46.19 días. El ciclo de vida más prolongado lo presentó la dieta a base de fibra de caña con una media de 67 días, con un intervalo de confianza mínimo de 65.95 días y un máximo de 67.65 días. Demostrando una diferencia entre el ciclo de vida más prolongado y el más corto, de 22.2 días. Para fines de propagación del insecto es una diferencia de tiempo bastante grande, porque lo que se busca es lograr una mayor

propagación de insectos en el menor tiempo posible.

Las otras dietas presentaron un ciclo de vida de 53.33 días para la dieta a base de grano de frijol, 58 días para la dieta a base de raíz de zanahoria, 54.4 días para la dieta a base de caseína y 62 días para la dieta a base de hojas de maíz (Cuadros 3, 4 y Figura 8).

Lastra y Gómez (12) en la evaluación de diferentes cantidades de tusa comercial en las dietas, obtuvieron una duración del ciclo de vida de larvas de *D. saccharalis* de 48.85 días a 51.74 días, según estas anteriores, la duración para este barrenador en el campo es de 42 días. En la evaluación de distintas dietas artificiales (13) los resultados obtenidos fueron para la dieta de grano de frijol de 51.4 días, dieta de raíz de zanahoria de 47.2 días y la dieta de caseína de 49.9 días.

Comparando los anteriores resultados con los obtenidos en la presente investigación, y tomando en cuenta que se ha observado que el ciclo de vida de *D. nr crambidoides* es más prolongado que el ciclo de vida de *D. saccharalis*, las dietas a base de grano de frijol y de caseína presentan duraciones del ciclo de vida aceptables, con una diferencia de 2 a 5 días con respecto al ciclo de vida reportados por Lastra y Gómez (12). La dieta a base de raíz de zanahoria presenta una diferencia de 11 días, demostrando un retraso en su ciclo.

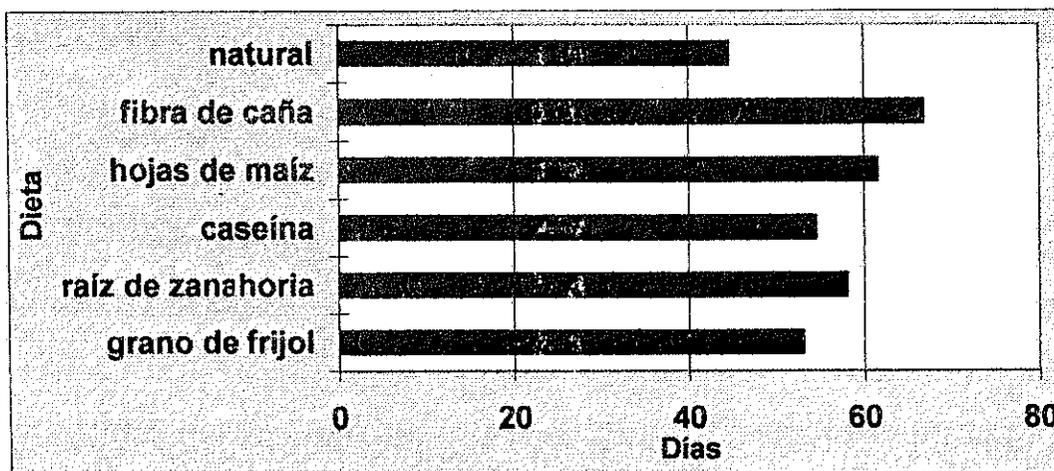


Figura 8. Duración del ciclo de vida de *D. nr crambidoides* según la dieta evaluada Organización Pantaleón-Concepción. Siquinalá, Escuintla. 1999.

### 7.5. ANALISIS DE COSTOS

En primer lugar, se calcularon los presupuestos parciales (Cuadro 5) para evaluar los costos variables (C.Q.V.) y determinar los beneficios netos (BN) para cada dieta evaluada.

Cuadro 5. Presupuestos parciales para cada una de los tratamientos utilizadas en la evaluación de distintas dietas artificiales para la crianza *Diatraea nr cramboides* Grote. Organización Pantaleón-Concepción, Siquinalá, Escuintla. 1999.

Trat.	C.Q.V. Kg dieta (Q.)	Producción #larva/kg dieta	Precio Q/larva	Beneficio bruto (Q.)	Beneficio neto (Q.)
T1	47.20	100	1.20	120.00	72.80
T2	54.40	72	1.20	86.40	32.00
T3	64.38	76	1.20	91.20	58.82
T4	27.72	56	1.20	67.20	39.48
T5	17.68	60	1.20	72.00	54.32
T6	5.37	19	1.20	22.80	17.43

Con estos datos, se elaboró un análisis de dominancia (Cuadro 6) para descartar las dietas cuyos ingresos no compensaron los costos incurridos en comparación con las demás dietas. Las dietas que fueron dominadas y descartadas en el análisis fueron la dieta a base de hojas de maíz (T4), a base de raíz de zanahoria (T2) y a base de caseína (T3), debido a que sus beneficios netos no superaron a las demás dietas que poseen menos costos (Cuadro 6).

Cuadro 6. Análisis de dominancia para los tratamientos utilizados en la evaluación de distintas dietas artificiales para la crianza de *Diatraea nr cramboides* Grote. Organización Pantaleón- Concepción, Siquinalá, Escuintla. 1999.

TRATAMIENTO	CQV (Q.)	PRODUCCION larva/kg dieta	BN (Q.)	DOMINANCIA
T6	5.37	19	17.43	nd
T5	17.68	60	54.32	nd
T4	27.72	56	39.48	d
T1	47.20	100	72.80	nd
T2	54.40	72	32.00	d
T3	64.38	76	58.82	d

d = dominado nd = no dominado

Con las dietas que no fueron excluidas (las no dominadas), dieta a base de grano de frijol (T1), dieta natural (T6) y dieta a base de fibra de caña (T5) se determinó la tasa marginal de retorno (TMR)(Cuadro 7).

Cuadro 7. Determinación de la tasa marginal de retorno para los tratamiento utilizados en la evaluación de distintas dietas artificiales para criar *Diatraea nr cramboides* Grote. Organización Pantaleón-Concepción, Siquinalá, Escuintla. 1999.

TRATAM.	CQV (Q.)	BN (Q.)	ΔCQV (Q.)	ΔBN (Q.)	TMR	TMR %
T6	5.37	17.43	-	-	-	-
T5	17.68	54.32	12.31	36.89	3	300
T1	47.20	72.80	29.52	18.48	0.626	62.6

En este análisis (Cuadro 7) se determinó que el tratamiento que proporciona mejor ganancia es la dieta a base de fibra de caña (T5), con un porcentaje de la tasa marginal de retorno del 300%, lo que indica que de cada Q.100.00 invertidos, obtendremos una ganancia de Q.300.00.

Por medio de este análisis, se descarta la hipótesis que indica que la dieta natural (T6) es la que posee los menores costos, aunque se encuentre entre las tres dietas más económicas, que proporcionan las mejores ganancias.

## 7.6. RESUMEN DE LOS RESULTADOS

Cuadro 8. Resumen de los resultados obtenidos en cada variable de respuesta evaluada en distintas dietas para la crianza de *D. nr cramboides*. Organización Pantaleón-Concepción. Siquinalá, Escuintla. 1999.

Tratamiento	A	B	* C	D	E	* F	G
	sobrevivencia	peso larva	reproducción	contaminación	precio	adultos	ciclo de vida
T1	1	2	4	1	2	3	1
T2	4	3	1	2	4	4	2
T3	2	2	2	3	4	5	1
T4	2	4	2	1	4	6	3
T5	2	5	1	1	1	2	4
T6	3	1	1	4	3	1	1

† Variable de respuesta que no presentó diferencias significativas.

Para poder hacer un mejor análisis de las distintas variables de respuesta evaluadas y poder tener una mejor visión de las bondades y problemas de cada dieta, se elaboró el cuadro 8, en el que se presenta un resumen de las variables y su calificación con base a su comportamiento, según el siguiente criterio:

Aceptable = 1,2,3.

No aceptable = 4,5,6.

Con base a este análisis se puede decir que la dieta a base de fibra de caña (T5) podría presentar características apropiadas para su utilización, porque proporciona los mejores ingresos (E-1), pero tiene como limitante un ciclo de vida muy prolongado (G-4) y bajo peso de las larvas (B-5), problemas que pudieron haber sido causados por la deficiencia de nutrientes en la dieta. Hay que tomar en cuenta que el peso de las larvas es un factor de importancia para el normal desarrollo y producción de parasitoides como lo son *Cotesia flavipes* y *Paratheresia claripalpis*. Es decir que aunque esta dieta es la más económica, sus costos pueden aumentar si tomamos en cuenta el poco peso de las larvas y el largo período de su ciclo de vida.

Para tratar de corregir la limitante del bajo peso de las larvas, se realizaron pruebas preliminares en el transcurso de la investigación, adicionando germen de trigo a la dieta por su contenido nutritivo y ser económico (ver apéndice 3). En este sentido, se observaron algunas características como el aumento del tamaño de las larvas y reducción del período larval.

En cuanto a la dieta a base de granos de frijol (T1), se encuentra entre las que presentan mejores ingresos (E-2), 100% en sobrevivencia de larvas (A-1), buen peso de las larvas (B-2) y baja contaminación en las dietas (D-1), proporcionando características apropiadas para la crianza de *Diatraea nr crambidoides* Grote. Pero podría tener la desventaja de ocasionar problemas en su capacidad de reproducción al ser usada como dieta durante varias generaciones consecutivas de insectos alimentadas con la dieta (C-4).

La dieta a base de caseína (T3) produce larvas sanas, con buena calidad nutricional

(B-2 y C-2), pero tiene la limitante de presentar contaminación bacteriana (D-3) y el precio de la dieta es alto (E-4), proporcionando menores ingresos que las otras dietas evaluadas.

La dieta natural (T6) si posee buena calidad nutricional (B-1, C-1 y F-1), pero presentó alta contaminación en la dieta (D-4) y mortalidad de larvas (A-3), además no presentó los mejores ingresos (E-3) como se esperaba. La contaminación en la dieta, influye en la mortalidad de las larvas, siendo necesario su control, realizando evaluaciones con fungicidas, como el sulfato de cobre.

Las dietas a base de hojas de maíz (T4) y raíz de zanahoria (T2) en general fueron las que presentaron las menores posibilidades de ser utilizada para la crianza de *D. nr crambidoides*, y en el análisis económico fueron descartadas porque proporcionan las ganancias más bajas.

Para el control de la contaminación bacteriana, especialmente en las dietas a base de caseína (T3) y a base de raíz de zanahoria (T2), podría realizarse una evaluación específica del bactericida empleado (antibiótico), el cual puede ser sustituido por antibióticos como: Trimetoprim sulfametoxazol, gentamicina y ampicilina <sup>2</sup>.

Para el empleo del bacteriostático, metil paraben, que previene el crecimiento de colonias de bacterias, se recomienda la corrección de su empleo utilizando una solución compuesta por: 0.15 g de metil paraben y 0.05 g de propil paraben disueltos en 100 ml de agua destilada a una temperatura de 60°C.

Es decir emplearlos a una relación de metil paraben : propil paraben igual a 3:1 <sup>2</sup>.

El empleo de esta solución permitirá tener una mejor eficiencia para el control de la contaminación bacteriana, reducirá la cantidad de los bacteriostáticos empleados y los costos de los mismos.

---

<sup>2</sup> CHINCHILLA V., J. 1999. Uso de bactericidas y bacteriostáticos.  
Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala. (Comunicación personal)

## 8. CONCLUSIONES

1. Todas las dietas fueron igualmente consumidas por las larvas de *D. nr crambidoides*, sin presentar diferencias estadísticas.
2. La dieta natural presentó el mayor peso de larvas (0.143 g) y la dieta a base de fibra de caña presentó el menor peso (0.052 g).
3. Todas las dietas proporcionan un similar resultado en cuanto a la emergencia de adultos y capacidad de reproducción.
4. Las dietas que presentaron menor contaminación fueron la dieta a base de hojas de maíz, la dieta a base de grano de frijol y la dieta a base de fibra de caña.
5. La mayor sobrevivencia de larvas la presentó la dieta a base de grano de frijol y la menor sobrevivencia la presentó la dieta a base de raíz de zanahoria.
6. El ciclo de vida del insecto más corto lo presentó la dieta natural y el más prolongado lo presentó la dieta a base de fibra de caña.
7. Los mejores ingresos en orden de importancia lo presentaron: la dieta a base de fibra de caña, a base de granos de frijol y la dieta natural.
8. Las dietas que presentan mejores características para la crianza de *D. nr crambidoides* son: a base de fibra de caña, a base de grano de frijol y natural.

## 9. RECOMENDACIONES

1. Mejorar la calidad nutricional de la dieta a base de fibra de caña, realizando estudios donde se adicionen materiales que aporten un adecuado contenido nutritivo, por ejemplo el germen de trigo.
2. Realizar estudios para el control de la contaminación en la dieta natural.
3. Realizar evaluaciones de la capacidad reproductiva de los adultos obtenidos con la dieta a base de grano de frijol, durante varias generaciones consecutivas.

## 10. BIBLIOGRAFIA

1. ASOCIACION DE AZUCAREROS DE GUATEMALA. 1997. Informe anual. Guatemala, ASAZGUA. 36 p.
2. BADILLA, F. 1994. Manual de producción del parasitoide *Cotesia flavipes* para el control biológico de los taladradores de la caña de azúcar *Diatraea* spp. en Costa Rica. Costa Rica, DIECA. 20 p.
3. BUENAVENTURA, O. 1991. Diagnóstico tecnológico del cultivo de la caña de azúcar en Guatemala. Guatemala, CENGICANA. p. 1-10.
4. COLLAZO, D. 1984. Revisión de la literatura mundial sobre el borer de la caña de azúcar *D. saccharalis*. Cuba, CIDA. Pte.1, p. 24 - 31.
5. COMMONWEALTH INSTITUTE OF ENTOMOLOGY. 1998. Identification services report. England. s.n. 1 p.
6. CRUZ URRUTIA, 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 (*Ceratitidis capitata* Wied.) producido en Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 82 p.
7. DESCRIPCION DE las salas que componen un laboratorio de cría masal de los parasitoides de *Diatraea* spp. 1984. Boletín Informativo (C.R.) 2(10):1-4.
8. FLORES, S. 1976. Manual de caña de azúcar. Guatemala, INTECAP. 172 p.
9. GAVIRIA, J.; MONTEPEQUE, R. 1998. Evaluación de la eficiencia de control de barrenadores de la caña de azúcar a través del uso de parasitoides. Guatemala, s.n. 10 p.
10. HERNANDEZ GRAMAJO, O. 1993. Evaluación de tres variedades de maíz (*Zea mays* L.) dos tipos de levadura, bajo temperatura controlada y al ambiente, para la elaboración de dietas en la producción artificial del gusano barrenador de la caña de azúcar (*Diatraea saccharalis*), producido en la empresa Unión-Tarros. EPSA -Investigacion Inferencial. Escuintla, Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 50 p.
11. ----- . 1994. Evaluación de dos ingredientes de la dieta para reproducción artificial del gusano barrenador de la caña de azúcar *Diatraea saccharalis* (F.) y el parasitoide *Cotesia flavipes* (Cam.) en Escuintla. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 67 p.
12. LASTRA, L.; GOMEZ, L. 1987. Evaluación del efecto de diferentes dietas artificiales sobre la biología del *Diatraea saccharalis* y sus parásitos. Colombia, CENICANA. p. 257 - 269.
13. ----- . 1992. Evaluaciones de sustitutos del agar en la cría de *Diatraea saccharalis* (F.) (Lepidóptera: Pyralidae). Revista Colombiana en Entomología (Col) 18(2): 55-58.

14. LASTRA, L.; *et al.* 1997. La cría de *Diatraea saccharalis* (F.) para la producción masiva de sus enemigos naturales. Colombia, CENICANA. 18 p.
15. METCALF, C.; FLINT, W. 1982. Insectos destructivos e insectos útiles. 5 ed. España, McGraw-Hill. 1208 p.
16. METCALFE, J.; MUNGOMERY, R.; MATHES, R. 1969. Pests of sugar cane. New York, EE.UU., Elsevier Publishing Company. p. 11-12.
17. PASTRANA, C. 1991. Determinación del ciclo de vida de *Diatraea indigenella*. bajo varios regímenes alimenticios y su comparación morfológica. Tesis Ing. Agr. Colombia, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias. 87 p.
18. SALGUERO, S. 1998. Situación actual de las plagas de la caña de azúcar en Guatemala. Boletín Técnico Informativo (Gua.) 6(1):7-12.
19. SANFORD, J. 1972. A comparison of 3 artificial diets for the sugarcane borer. Louisiana, EE.UU., USDA. p. 462- 464.
20. SIRLOPU, J.; AYQUIPA, G. 1978. Crianza masiva de *Diatraea saccharalis* F. en dieta artificial para propagación de su parásito *Paratheresia claripalpis* W. Revista Peruana de Entomología (Per.) 21(1): 55-56.
21. SITUN, M. 1996. Guía para el análisis económico de resultados experimentales. CIAGROS (Gua.) 96(2):1-12.
22. SMITH, C. 1968. Insect colonization and mass production. EE.UU., Academy Press. 618 p.
23. TEJADA, J.; SECAIDA, R. 1984. Cría y propagación de insectos benéficos para el control del gusano barrenador *Diatraea saccharalis* en caña de azúcar. ATAGUA (Gua.) no.9:1-13.

*Patricialle*

Vo. Bo. Silvia Patricia Muralles Castro  
Documentalista CEDIA



**11. APENDICES**

APENDICE 1

Cuadro 9A. Análisis de la prueba Kruskal- Wallis en el consumo de las dieta evaluadas. Organización Pantaleón- Concepción, Siquinalá, Escuintla. 1999.

FV	GL	SC	CM	F	Pr > F
TRATAMIENTO	5	1.413227	0.282645	2.01 ns	0.1129
ERROR	24	3.368640	0.140360		
TOTAL	29	4.781867			

C.V. = 35.91%

Cuadro 10A. Análisis de varianza para la variable de respuesta peso de larvas. Organización Pantaleón-Concepción, Siquinalá, Escuintla. 1999.

FV	GL	SC	CM	F	Pr > F
TRATAMIENTO	5	0.025786	0.005157	21.70 *	0.0001
ERROR	24	0.005704	0.000238		
TOTAL	29	0.031491			

C.V. = 14.83%

Cuadro 11A. Prueba Tukey para la variable de respuesta peso de larvas. Organización Pantaleón-Concepción, Siquinalá, Escuintla. 1999.

TRATAMIENTO	MEDIAS (gramos)	TUKEY
Dieta natural (T6)	0.1423	A
Dieta a base de frijol (T1)	0.126	A B
Dieta a base de caseína (T3)	0.115	A B
Dieta a base de zanahoria (T2)	0.104	B C
Dieta a base de hojas de maíz (T4)	0.084	C
Dieta a base de fibra de caña (T5)	0.052	D

Cuadro 12A. Análisis de varianza para la variable de respuesta porcentaje de adultos. Organización Pantaleón- Concepción, Siquinalá, Escuintla. 1999.

FV	GL	SC	CM	F	Pr > F
TRATAMIENTO	5	2456.667	491.3333	2.06 ns	0.1065
ERROR	24	5733.200	238.8833		
TOTAL	29	8189.867			

C.V. = 18.79%

Cuadro 13A. Análisis de la prueba Kruskal-Wallis para la variable de respuesta capacidad de reproducción de adultos. Organización Pantaleón-Concepción, Siquinalá, Escuintla. 1999.

FV	GL	SC	CM	F	Pr >F
TRATAMIENTO	5	6666.667	1333.333	1.14 ns	0.3653
ERROR	24	28000.00	1166.667		
TOTAL	29	34666.67			

C.V. = 39.41%

Cuadro 14A. Análisis de la prueba Kruskal-Wallis para la variable de respuesta contaminación de dietas. Organización Pantaleón- Concepción, Siquinalá, Escuintla. 1999.

FV	GL	SC	CM	F	Pr >F
TRATAMIENTO	5	116.7000	23.34000	14.74 *	0.0001
ERROR	24	38.00000	1.583333		
TOTAL	29	154.7000			

C.V. = 66.23%

Cuadro 15A. Prueba de medias Tukey para la variable de respuesta contaminación de dietas. Organización Pantaleón- Concepción, Siquinalá, Escuintla. 1999.

TRATAMIENTO	%	MEDIAS #	TUKEY
Dieta natural (T6)	10.8	5.40	A
Dieta a base de caseína (T3)	6.6	3.00	A
Dieta a base de zanahoria (T2)	5.2	2.60	A
Dieta a base de fibra de caña (T5)	4	0.20	B
Dieta a base de frijol (T1)	4	0.20	B
Dieta a base de hojas de maíz (T4)	0	0.00	B

Cuadro 16A. Análisis de varianza para la variable de respuesta sobrevivencia de larvas. Organización Pantaleón- Concepción. Siquinalá, Escuintla. 1999.

FV	GL	SC	CM	F	Pr >F
TRATAMIENTO	5	13.76667	2.753333	3.12 *	0.0262
ERROR	24	21.20000	0.883333		
TOTAL	29	34.96667			

C.V. = 68.77%

Cuadro 17A. Prueba de medias Tukey para la variable de respuesta sobrevivencia de larvas. Organización Pantaleón-Concepción, Siquinalá, Escuintla. 1999.

TRATAMIENTO	% vivas	% muertas	MEDIAS muerta	TUKEY
Dieta a base de zanahoria (T2)	95.6	4.4	2.2	A
Dieta natural (T6)	96.4	3.6	1.8	A B
Dieta a base de fibra de caña (T5)	97.2	2.8	1.4	A B
Dieta a base de caseína (T3)	97.2	2.8	1.4	A B
Dieta a base de hojas de maíz (T4)	97.2	2.8	1.4	A B
Dieta a base de frijol (T1)	100	0	0.0	B

## APENDICE 2

### DESCRIPCION DE LAS DIETAS

A continuación se presenta (Cuadros 18A y 19A) la descripción de las dietas que sirvieron como base para establecer las dietas evaluadas en la presente investigación.

Cuadro 18A. Ingredientes de las dietas utilizadas para la cría masiva de *D. saccharalis*, utilizadas por Lasta y Gómez (12).

INGREDIENTES	DIETA FRIJOL cantidad	DIETA CASEINA cantidad	DIETA ZANAHORIA cantidad
frijol	308.12 g	-	-
zanahoria	-	-	40 g
caseína	-	11.62 g	-
germen de trigo	71.26 g	58.06 g	38 g
levadura	45.78 g	38.71 g	40 g
sucrosa	-	58.06 g	-
sales wesson	-	11.61 g	-
ácido ascórbico	4.66 g	4.64 g	-
cloruro de colina	-	1.16 g	-
tetraciclina	-	0.32 g	0.32 g
ácido sórbico	1.43 g	-	-
metil paraben	2.86 g	1.61 g	2 g
formaldehído	0.42 g	2.58 g	-
agar	18.31 g	19.35 g	15 g
agua-agar (100°C)	500 ml	710 ml	500 ml
agua-ingrediente	500 ml	290 ml	500 ml

Cuadro 19A. Ingredientes de la dieta ICIA-F-E-9 utilizadas por Sirlopú y Ayquipa (20) para la crianza de *D. saccharalis*.

INGREDIENTES	CANTIDAD
levadura	60 g
agar	15 g
metilparabeno	4 g
aureomicina	0.320 g
polvo hoja de maíz	100 g
azúcar refinada	20 g
agua destilada	1000 ml

**APENDICE 3****PRUEBA PRELIMINAR PARA EL MEJORAMIENTO NUTRITIVO DE LA DIETA A BASE DE FIBRA DE CAÑA.**

Se realizaron pruebas preliminares para mejorar el contenido nutritivo de la dieta a base de fibra de caña, para ello se le agregó a la dieta germen de trigo una cantidad de 72 g por litro de dieta preparada.

Se observo en las larvas que se alimentaron con esta nueva dieta un mejoramiento en su peso, proporcionando larvas más robustas y acelerando la duración de su ciclo de vida.



FACULTAD DE AGRONOMIA  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES  
AGRONOMICAS

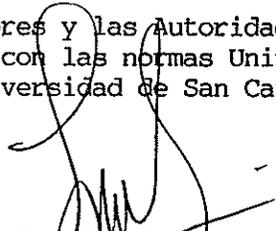
LA TESIS TITULADA: "EVALUACION DE CINCO DIETAS ARTIFICIALES PARA LA CRIANZA EN LABORATORIO DEL BARRENADOR DE LA CAÑA DE AZUCAR Dia-traea nr crambidoides Grote".

DESARROLLADA POR LA ESTUDIANTE: CLAUDIA ELIZABETH TOLEDO PERDOMO

CARNET No: 9312191

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Eugenio O. Orozco y Orozco  
Ing. Agr. Edil Rodríguez Quezada

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.

  
Ing. Agr. Samuel Córdoba Calvillo  
A S E S O R

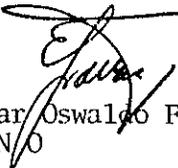
  
Dr. Víctor Salguero Navas  
A S E S O R

  
Ing. Agr. Romeo Montepeque  
A S E S O R

  
Ing. Agr. M.Sc. Alvaro Hernández Davila  
DIRECTOR DEL I.A.



I M P R I M A S E

  
Ing. Agr. M.Sc. Edgar Oswaldo Franco Rivera  
D E C A N O



cc:Control Académico  
Archivo

AH/prr.