



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**TEMA**

COMPARACIÓN DE CINCO DIETAS ARTIFICIALES Y UNA NATURAL PARA  
LA CRÍA DE LARVAS DEL BARRENADOR DEL TALLO, *Diatraea saccharalis*  
Fabr.

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**AUTORA**

CALDERÓN GONZÁLEZ KATIUSKA NINOSKA

**DIRECTOR DE TESIS**

JORGÉ RAFAEL MENDOZA MORA, ING. AGR. MG. SC.

QUEVEDO-ECUADOR

AÑO

2015

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS**

Yo, **Katiuska Ninoska Calderón González**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento. La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

---

**Katiuska Ninoska Calderón González**

## CERTIFICACIÓN

El suscrito, **Jorge Rafael Mendoza Mora, Ing. Agr. Mg. Sc.**, certifica que la egresada Katuska Ninoska Calderón González, realizó la tesis de grado previo a la obtención del título de Ingeniera Agrónoma, titulada “Comparación de cinco dietas artificiales y una natural para la cría de larvas del barrenador del tallo, *Diatraea saccharalis* Fabr.” bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

---

**Jorge Rafael Mendoza Mora, Ing. Agr. Mg. Sc.**

**DIRECTOR DE TESIS**

**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**TEMA**

Comparación de cinco dietas artificiales y una natural para la cría de larvas del barrenador del tallo, *Diatraea saccharalis* Fabr.

Presentado al Consejo Directivo como requisito previo a la obtención del título  
de:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**TRIBUNAL DE TESIS**

.....  
Hayron Fabricio Canchignia Martínez Ing. For  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE TESIS**

.....  
Cesar Remigio Bermeo Toledo Ing. Agr. M.Sc  
M.Sc

**MIEMBRO DE TRIBUNAL DE TESIS**

.....  
Segundo Alfonso Vasco Medina Agr.

**MIEMBRO DE TRIBUNAL DE TESIS**

QUEVEDO– ECUADOR

2015

## **AGRADECIMIENTO**

Le agradezco a Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de sabiduría, aprendizajes y experiencias y sobre todo felicidad.

A la UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO, por acogerme y darme la oportunidad de estudiar porque en sus aulas recibí el conocimiento intelectual y humano de cada uno de los docentes y prepararme para ser un profesional.

Especial agradecimiento a mi Director de Tesis el Ing. Agr. Mg. Sc. Jorge Rafael Mendoza Mora por su esfuerzo y dedicación, quien con sus conocimientos, su experiencia, su paciencia y su motivación ha logrado en mí que pueda culminar mis estudios con éxito.

Agradezco a los docentes de la Carrera de Ingeniería Agronómica de la Facultad de Ciencias Agrarias, que durante todos estos años de mi carrera profesional todos han aportado sus conocimientos a mi formación.

De igual manera agradezco a la Compañía Azucarera Valdez S.A. Al Ing. Fernando Gutiérrez Gerente de Relaciones Industriales por autorizar mi trabajo de investigación en dicha compañía al ing. Walter Jara director de Departamento de Experimentaciones Agrícolas del Ingenio Valdez, al Ing. Washington Goyes por su paciencia y su ayuda incondicional para la realización de mi trabajo de investigación en el área de entomología que me permitió realizar mi trabajo con éxito.

Agradezco a mi familia por sus sabios consejos en especial a mi prima Mercedes Moran González junto a su esposo José Vera Fajardo que con su amor y regaños ha sido muy importante en mi vida para prepararme como una profesional.

## DEDICATORIA

Al finalizar mi carrera profesional he logrado uno de mis objetivos en mi vida y quiero dar las gracias de manera especial a las personas que me apoyaron, con todo respeto y amor dedico este triunfo:

A Dios todo poderoso.- Por sus bendiciones e iluminar mi camino, darme la inteligencia y brindarme la fuerza necesaria, para poder lograr uno de mis grandes propósitos en mi vida profesional.

La concepción de este proyecto está dedicada a Cirilo Pluas Salazar que fue gran parte fundamental en formación de mi carrera como profesional, gracias, ese esfuerzo que ha compartido conmigo llegando a quererme como hija mi esfuerzo va dedicado a Ud.

A mis padres y hermanos.- Glenda González que con su amor y desvelo creyó en mí y gran parte de mi éxito se lo dedico a ud madre, Kleber Calderón, por tus regaños llenos de amor para poder llegar a mi objetivo final, a mis hermanos Marcelo y Ronny por ser parte importante en mi existencia.

A mis sobrinos.- Johao, Davis y Keyla con sus sonrisas y amor llenaron mis días más difíciles de felicidad y trataré de ser un ejemplo a seguir para ellos.

A mi familia y amigos.- Dedico mi triunfo profesional a lo más grande que Dios nos ha dado que es la familia por su apoyo moral y espiritual, que de una u otra forma estuvieron a mi lado apoyándome y así lograr alcanzar mi meta.

Esposo amado.- Gracias por tu paciencia y comprensión hoy hemos alcanzado un triunfo más porque los dos somos uno y mis logros son tuyos; Dios ha bendecido nuestro amor compartiendo alegrías y tristezas. Williams te amo. A mis suegros.- Lino Rizzo y Fresia Álava por formar parte fundamental y apoyo incondicional en la culminación de mi carrera.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

Contenido	Página
PORTADA.....	I
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS.....	II
CERTIFICACIÓN.....	III
TRIBUNAL DE TESIS.....	IV
AGRADECIMIENTO.....	V
DEDICATORIA.....	V
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	VI
ÍNDICE DE CUADROS.....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VI
ÍNDICE DE ANEXOS.....	VI
RESUMEN.....	VII
ABSTRACT.....	VIII
<b>CAPÍTULO I MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Introducción.....	2
1.2 Objetivos.....	4
1.2.1 Objetivo General.....	4
1.2.2 Objetivos Específicos.....	4
1.3 Hipótesis de Investigación.....	4
<b>CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>5</b>
2.1 Fundamentación Teórica.....	6
2.1.1 Origen y Distribución.....	6
2.1.2 Clasificación Taxonómica.....	6
2.1.3 Barrenador del Tallo, <i>Diatraea saccharalis</i> .....	7
2.1.4 Descripción del Insecto.....	7
2.1.4.1 Huevo.....	7
2.1.4.2 Larva.....	8
2.1.4.3 Pupa.....	9
2.1.4.4 Adulto.....	10
2.1.5 Daños.....	11
2.1.6 Control Biológico.....	12
2.1.7 Cultural.....	13
2.1.8 Químico.....	14
2.1.9 Métodos de Cría de <i>Diatraea</i> spp.....	14
2.1.9.1 Cría con Alimentación Artificial.....	14

2.1.10 Dietas Alimenticias .....	15
2.1.11 Composición y Preparación de las Dietas .....	17
2.1.11.1 Dieta Higsfeldt & Parra.....	17
2.1.11.2 Dieta La Troncal.....	18
2.1.11.3 Dieta San Carlos .....	18
2.1.11.4 Dieta Valdez 1 .....	19
2.1.11.5 Dieta Valdez 2.....	19
2.1.11.6 Dieta natural (maíz en estado de choclo).....	20
<b>CAPÍTULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>21</b>
3.1 Materiales y métodos .....	22
3.1.1 Localización del Experimento.....	22
3.1.1.1 Características Agroclimáticas .....	22
3.1.2 Factores en Estudio .....	22
3.1.3 Tratamientos .....	22
3.1.4 Materiales y Equipos .....	23
3.1.4.1 Materiales.....	23
3.1.4.2 Equipos .....	24
3.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	24
3.3 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	24
3.3.1 Unidad Experimental .....	25
3.3.2 Manejo del Experimento.....	26
3.3.2.1 Manejo de Huevos .....	26
3.3.2.2 Manejo de Larvas.....	26
3.3.2.3 Manejo de Pupas .....	27
3.3.2.4 Manejo de Adultos .....	28
3.3.4 Datos Registrados y Formas de Evaluación.....	28
3.3.4.1 Fase de Huevo.....	28
3.3.4.2 Periodo de Incubación .....	28
3.3.4.3 Fertilidad .....	29
3.3.4.4 Fase Larval .....	29
3.3.4.5 Duración de Periodo Larval.....	29
3.3.4.6 Sobrevivencia Larval.....	29
3.3.4.7 Fase Pupal.....	29
3.3.4.8 Duración Periodo Pupal .....	30
3.3.4.9 Peso de Pupa.....	30
3.3.4.10 Fase Adulta.....	30

3.3.4.11	Periodo de Pre-Ovoposicion .....	30
3.3.4.12	Fecundidad .....	30
3.3.4.13	Longevidad de Machos y Hembras.....	30
3.3.4.14	Razón Sexual.....	31
<b>CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>		<b>32</b>
4.1	RESULTADOS .....	33
4.1.1	Primera Generación .....	33
4.1.1.1	Periodo de Incubación .....	33
4.1.1.2	Larvas Recuperadas (%) .....	33
4.1.1.3	Sobrevivencia Larval (%) .....	34
4.1.1.4	Periodo Larval (días).....	35
4.1.1.5	Periodo Pupal (días) .....	36
4.1.1.6	Ciclo de Vida (días).....	36
4.1.1.7	Longevidad (días) .....	37
4.1.1.8	Fecundidad (N° de huevos por hembra) .....	38
4.1.1.9	Fertilidad (%).....	38
4.1.1.10	Razón sexual .....	39
4.1.2	Segunda Generación .....	40
4.1.2.1	Periodo de Incubación (días) .....	40
4.1.2.2	Larvas Recuperadas (%) .....	40
4.1.2.3	Sobrevivencia Larval (%) .....	41
4.1.2.4	Periodo Larval (días).....	42
4.1.2.5	Periodo Pupal (días) .....	43
4.1.2.6	Ciclo de Vida (días).....	43
4.1.2.7	Longevidad (días) .....	44
4.1.2.8	Fecundidad (N° de huevos por hembra) .....	45
4.1.2.9	Fertilidad (%).....	45
4.1.2.10	Razón sexual .....	46
4.2	DISCUSIÓN .....	47
<b>CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>		<b>50</b>
5.1	CONCLUSIONES.....	51
5.2	RECOMENDACIONES .....	52
<b>CAPÍTULO VI BIBLIOGRAFÍA .....</b>		<b>53</b>
6.1	LITERATURA CITADA .....	54
<b>CAPÍTULO VII ANEXOS .....</b>		<b>58</b>
7.1	ANEXOS .....	59

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1</b> Ingredientes y composición de las dietas artificiales utilizadas para la cría de larvas de <i>D. saccharalis</i> . Ingenio Valdez, 2014.....	23
<b>Cuadro 2</b> Esquema del análisis de varianza (ADEVA).....	25
<b>Cuadro 3</b> Promedio de datos de la variable periodo de incubación de la primera generación de <i>D. saccharalis</i> . Ingenio Valdez 2014.....	33
<b>Cuadro 4</b> Promedio de datos de la variable larvas recuperadas en su primera generación de <i>D. saccharalis</i> . Ingenio Valdez. 2014.....	34
<b>Cuadro 5</b> Promedio de datos de la variable sobrevivencia de larvas en su primera generación de <i>D. saccharalis</i> . Ingenio Valdez. 2014.....	35
<b>Cuadro 6</b> Promedio de datos de la variable periodo larval (días) en su primera generación de <i>D. saccharalis</i> . Ingenio Valdez. 2014.....	35
<b>Cuadro 7</b> Promedio de datos de la variable periodo pupal (días) en su primera generación de <i>D. saccharalis</i> . Ingenio Valdez. 2014.....	36
<b>Cuadro 8</b> Promedio de datos de la variable de ciclo de vida (días) en su primera generación de <i>D. saccharalis</i> . Ingenio Valdez. 2014.....	37
<b>Cuadro 9</b> Promedio de datos de la variable longevidad (días) en su primera generación de <i>D. saccharalis</i> . Ingenio Valdez. 2014.....	37
<b>Cuadro 10</b> Promedio de datos de fecundidad (número de huevos por hembra) en su primera generación de <i>D. saccharalis</i> . Ingenio Valdez. 2014.....	38
<b>Cuadro 11</b> Promedio de datos de la variable fertilidad en su primera generación de <i>D. saccharalis</i> . Ingenio Valdez. 2014.....	39
<b>Cuadro 12</b> Promedio de datos de la variable periodo de incubación (días) de las segunda generación de <i>D. saccharalis</i> . Ingenio Valdez. 2014.....	40
<b>Cuadro 13</b> Promedio de datos de la variable larvas recuperadas (%) de la segunda generación de <i>D. saccharalis</i> . Ingenio Valdez. 2014.....	41

<b>Cuadro 14</b> Promedio de datos de la variable supervivencia larval (%) de la segunda generación de <i>D. saccharalis</i> . Ingenio Valdez. 2014.....	42
<b>Cuadro 15</b> Promedio de datos de periodo larval (días) de la segunda generación de <i>D. saccharalis</i> . Ingenio Valdez. 2014.....	42
<b>Cuadro 16</b> Promedio de datos de la variable periodo pupal (días) de la segunda generación de <i>D. saccharalis</i> . Ingenio Valdez. 2014.....	43
<b>Cuadro 17</b> Promedio de datos de la variable ciclo de vida (días) de la segunda generación de <i>D. saccharalis</i> . Ingenio Valdez. 2014.....	44
<b>Cuadro 18</b> Promedio de datos de la variable longevidad (días) de las segunda generación de <i>D. saccharalis</i> . Ingenio Valdez. 2014.....	44
<b>Cuadro 19</b> Promedio de datos de la variable fecundidad (N de huevos por hembra) segunda generación de <i>D. saccharalis</i> . Ingenio Valdez. 2014.....	45
<b>Cuadro 20</b> Promedio de datos de la variable de fertilidad (%) de la segunda generación de <i>D. saccharalis</i> . Ingenio Valdez. 2014.....	46

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Ciclo de vida de <i>D. saccharalis</i> .....	7
<b>Figura 2</b> Huevos en masa de <i>D. saccharalis</i> .....	8
<b>Figura 3</b> Larvas de <i>D. saccharalis</i> .....	9
<b>Figura 4</b> Pupa de <i>D. saccharalis</i> .....	10
<b>Figura 5</b> Adulto de <i>D. saccharalis</i> .....	11
<b>Figura 6</b> Promedio de datos de razón sexual en la primera generación de <i>D. saccharalis</i> . Ingenio Valdez 2014.....	39
<b>Figura 7</b> Promedio de datos de razón sexual en la segunda generación de <i>D. saccharalis</i> . Ingenio Valdez 2014.....	46

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 7.1.1</b> Análisis de varianza de la variables en estudio en la primera generación. Ingenio Valdez, 2014.....	59
<b>Anexo 7.1.2</b> Análisis de varianza de las variables en estudio en la segunda generación. Ingenio Valdez, 2014.....	59
<b>Anexo 7.1.3</b> Labores culturales.....	60

## RESUMEN EJECUTIVO

Los barrenadores del tallo han sido una de las plagas de mayor importancia en el cultivo de caña de azúcar en América. La especie *Diatraea saccharalis* Fabricius sigue siendo una de las más perjudiciales en el cultivo de la caña de azúcar en el Ecuador. La producción de larvas de *Diatraea saccharalis* con dietas artificiales, constituye una de las grandes alternativas para la producción de sus enemigos naturales en forma eficiente y con menores costos. La presente investigación se realizó en el Ingenio azucarero Valdez, con el objetivo de seleccionar una dieta que cumpla con los requisitos nutricionales para el desarrollo de las larvas del barrenador del tallo (*Diatraea saccharalis*). Se probaron cinco dietas artificiales (Dieta Higsfeldt & Parra, Dieta La Troncal, Dieta San Carlos, Dieta Valdez 1 y Dieta Valdez 2) y una dieta natural (maíz en estado de choclo). Para las dietas, cada unidad experimental estuvo constituida por un frasco de vidrio de 200 cc y para la dieta natural un frasco de vidrio tipo caramelero de 4 L. capacidad. Como repeticiones se utilizaron 10 frascos en el caso de las dietas y 10 choclos en la dieta natural. Se utilizó un Diseño Completamente Aleatorio y para la comparación de las medias de los tratamientos se utilizó la prueba de Tukey, al 0,05 de probabilidad.

De acuerdo con los resultados, la dieta natural (choclo) presentó los mejores índices de producción de larvas de *D. saccharalis*, lográndose mayor recuperación de larvas, mayor sobrevivencia larval y menos días para cumplir su ciclo de vida, en las dos generaciones evaluadas. Dentro de las dietas artificiales, las dietas La Troncal y Valdez mostraron mejor desempeño, constituyéndose en una buena alternativa para la obtención de larvas de *D. saccharalis* que se utilizan en los programas de producción de parasitoides larvales de esta plaga.

## ABSTRACT

Stalk borers have been a pest of greater importance in the cultivation of sugar cane in America. The species *Diatraea saccharalis* Fabricius remains one of the most damaging in the cultivation of sugarcane in the Ecuador. The production of *Diatraea* larvae on artificial diets, is a great alternative for the production of their natural enemies efficiently and with lower costs. This research Valdez, was carried out in the sugar mill in order to select a diet that meets nutritional requirements for the development of the larvae of the stem borer (*Diatraea saccharalis*). Five artificial diets were tested (diet Higsfeldt & Parra, Troncal La diet, diet diet Valdez 1 San Carlos and diet Valdez 2) and a natural diet (corn in corn State). For diets, each experimental unit consisted of a jar of 200 cc glass and natural diet a caramelero type of 4 l. capacity glass jar. 10 bottles in the case of diets and 10 corn were used as repetitions in the natural diet. A completely random design was used and for the comparison of means of the treatments was used the Tukey test, to the probability 0.05.

According to the results, the natural diet (corn) presented best production rates of larvae of *D. saccharalis*, achieving greater recovery of larvae, higher larval survival and fewer days to fulfill its lifecycle, assessed two generations. Within the artificial diets, diets La Troncal and Valdez showed better performance, becoming a good alternative to obtain larvae of *D. saccharalis*, used in the production of parasitoids programs larval this pest.

**CAPÍTULO I**  
**MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN**

## 1.1 INTRODUCCIÓN

Los barrenadores del tallo perteneciente al género *Diatraea* han sido en general, las plagas de mayor importancia en el cultivo de caña de azúcar en América. La especie *Diatraea saccharalis* Fabricius sigue siendo una de las plagas más perjudiciales de la caña de azúcar en el Ecuador. Su manejo se ha basado en el control biológico, principalmente en la liberación de las moscas *Billaea* (=Paratheresia) *claripalpis*, y *Lydella* (=Metagonistylum) *minense* (Diptera, Tachinidae), que en su estado larval parasitan las larvas del barrenador y se alimentan de ellas contribuyendo a reducir poblaciones de esta plaga y por ende su daño.

La producción de larvas de *Diatraea* con dietas artificiales, constituye una de las grandes alternativas para la producción de sus enemigos naturales en forma eficiente y con menores costos. La propagación de estos insectos benéficos a través de esta técnica y su posterior liberación en el campo es una forma eficiente de control biológico de esta plaga lo que permite mantenerla a niveles poblacionales bajos.

En el Ecuador, los ingenios azucareros VALDEZ, LA TRONCAL y SAN CARLOS, han mantenido desde hace mucho tiempo programas de cría y multiplicación de *B. claripalpis*, *L. minense* y *Cotesia flavipes*, para el control biológico de *D. saccharalis*. En el ingenio Valdez, para la obtención de larvas de *Diatraea*, que son inoculadas con los parasitoides, dependen casi en su totalidad de la recolección de larvas en el campo.

Existen varias especies de *Diatraea* reportadas en el continente americano como barrenadores del tallo de la caña de azúcar. La especie de mayor

importancia en Ecuador, es *Diatraea saccharalis* Fabricius. El daño ocasionado por esta plaga es mayor de lo que parece y muchas veces puede pasar desapercibido y detectarse en el momento de la extracción del jugo (Morales, 2008). Afortunadamente existen múltiples especies de parasitoides que en forma natural reducen sus poblaciones, por ello, el control biológico es la opción más viable como base de una estrategia de manejo de barrenadores a corto plazo.

La implementación de este proyecto de investigación es una parte importante para el desarrollo de una metodología que permita la cría masiva de insectos benéficos para el control biológico del barrenador del tallo de la caña de azúcar en el ingenio Valdez. En esta investigación se probaron cinco dietas artificiales y una natural (maíz en estado de choclo) para la producción de larvas de *Diatraea saccharalis*.

El control biológico es parte fundamental para el control de esta plaga. La investigación de dietas en laboratorio de la cría masiva de larvas para la multiplicación de enemigos naturales será de gran utilidad para obtención de un mayor porcentaje y de alta calidad. Es importante destacar que su costo es más bajo que realizarlo en campo.

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo General**

Seleccionar una dieta que cumpla con los requisitos nutricionales para el desarrollo de las larvas del barrenador del tallo, *Diatraea saccharalis*.

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

- Determinar el desarrollo larval de *D. saccharalis* en cinco dietas artificiales y en una dieta natural.
- Comparar el comportamiento reproductivo de los adultos de *D. saccharalis* obtenidos con las dietas artificiales y la dieta natural.

## **1.3 Hipótesis de Investigación**

- Por lo menos una de las dietas artificiales cumple con los requisitos nutricionales para el desarrollo de las larvas del barrenador del tallo, *Diatraea saccharalis*.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

## 2.1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

### 2.1.1 Origen y Distribución

El barrenador de la caña de azúcar, *Diatraea saccharalis* (Fabricius) es originario de las Indias Occidentales, Centro y Sur América (Sosa, 1981). Se encuentra distribuido desde el Sur de los Estados Unidos hasta América del Sur y el Caribe (Coto y Saunders, 2004).

### 2.1.2 Clasificación Taxonómica

Clase	Insecta
Subclase	Pterygota
Orden	Lepidoptera
Suborden	Frenatae
Superfamilia	Pyralidoidea
Familia	Pyralidae
Subfamilia	Crambinae
Género	<b><i>Diatraea</i></b>
Especie	<b><i>saccharalis</i></b>

Comúnmente, esta especie se conoce como barrenador del tallo (Ecuador, México y Colombia); Broca da cana de açúcar, broca común (Brasil); taladrador de la caña de azúcar (Costa Rica y Venezuela); borer de la caña (Cuba); moth borer of sugar cane (USA) (Mendonça, 1996; Mendoza, 2004).

### 2.1.3 Barrenador del Tallo, *Diatraea saccharalis*

Es la principal plaga de la caña de azúcar sobre otros cultivos como arroz, trigo y maíz su importancia es menor, aunque sobre este último puede ocasionar daños de cierta entidad. Las larvas penetran a los tallos de las gramíneas donde realizan galerías longitudinales en su interior, lo que reduce el crecimiento y debilita la planta (SENASA, 2014). En caña de azúcar, cuando los tallos son taladrados tienen menor resistencia y por su peso, o por la acción del viento, se quiebran. Cuando se trata de plantas que aún no tienen tallos susceptibles de ser atacados, las larvas se instalan en la base de los brotes nuevos y afectan el punto de crecimiento, lo que se conoce como corazón muerto. (Ecuared, 2015).



Figura 1 Ciclo de vida de *D. saccharalis*

### 2.1.4 Descripción del Insecto

#### 2.1.4.1 Huevo

Las hembras de *Diatraea* ponen sus huevecillos en masa en el haz y envés de las hojas de la caña de azúcar, agrupadas en número, de 6 a 55 huevos, inicialmente son de color amarillo, tornándose posteriormente rojizos con manchas anaranjadas y finalmente presentan un punto negro que corresponde

a la cabeza de la larva que está próxima a eclosionar (Mendoza J. , y otros) el periodo de incubación tarda de 4 a 5 días (Morales, 2008).

La fase larval comprende cinco instares, con una duración total de 18 a 25 días. Su coloración es blanca cremosa, con numerosas puntuaciones de color castaño a lo largo del cuerpo y la cabeza marrón oscuro. La pupa o crisálida presenta una coloración marrón o castaño oscuro. En este periodo permanece de 10 a 14 días, al final del cual emerge la mariposa (Gómez & Lastra, 1995).



**Figura 2** Huevos en masa de *D. saccharalis*

#### **2.1.4.2 Larva**

Las larvas de *Diatraea* construyen una galería vertical o túnel en el interior del tallo, produciendo un orificio de salida que comúnmente es invadida por hongos o bacterias, produciendo un daño indirecto importante al favorecer las enfermedades del tallo tales como el muermo rojo (*Colletotrichum falcatum* Went.), el cual reduce el contenido de sacarosa. Se producen de 4 a 5 generaciones al año (Gómez & Vargas, 2014).

La etapa larval dura entre 25 a 45 días, dependiendo de la temperatura. Las larvitas al nacer miden de 1 a 2 mm, son muy activa y caminan con raidez, son de color blanco crema, con parches oscuros o pálidos y un escudo protorácico café – rojizo, con una serie de puntos y dos bandas humadas sobre el dorso, la cabeza es de color caoba miden de 25-30 mm (Flores S. , 2007).

En el abdomen es notoria la presencia de manchas ovaladas de color gris oscuro, dispuestas en forma de trapecio y en cada una de ellas sale un pelo o seta. Al final de la estación, en respuesta al deterioro de la calidad de la alimentación, algunas larvas maduras entran en un periodo prolongado de descanso (Ecuared, 2015).



**Figura 3** Larvas de *D. saccharalis*

#### **2.1.4.3 Pupa**

La pupa o crisálida se encuentra dentro del tallo y cerca del orificio de salida al iniciar este estado es de color amarillento, cambiando posteriormente de color caoba brillante mide de 1.2 a 3.0 cm en este estado dura de 5 a 12 días. En el extremo terminal presenta el poro genital, cuya característica presenta la

diferencia del sexo. Las alas se localizan extendidas medio ventralmente hasta el cuarto segmento abdominal (Morales, 2008).



**Figura 4** Pupa de *D. saccharalis*

#### **2.1.4.4 Adulto**

Se ven rara vez pues son nocturnos, durante el día se esconden entre las hojas; Los machos son más pequeños, Emergen aproximadamente a los siete días; la longevidad es de 5 a 8 días. Las hembras generalmente son más grandes que los machos. Las hembras depositan durante la noche 200 a 500 huevos aproximadamente en grupos de alrededor de 25 o más huevos. El ciclo total del insecto varía desde 38 hasta 61 días, se puede calcular unas 6 o 7 generaciones anuales en clima caliente y menos en clima frío (Mendoza J. , y otros).



**Figura 5 Adulto de *D. saccharalis***

### **2.1.5 Daños**

Los daños que produce esta plaga, pueden ser directos e indirectos. Los daños directos consisten en perforaciones o túneles en el tallo, lo que se traduce en pérdidas de peso y disminución del contenido de sacarosa. También es responsable de los “corazones muertos” si el daño ocurre durante los primeros meses de edad de la caña, y de la proliferación de brotes laterales (alas) cuando la caña está madura. (Enrique, 2011)

Las pérdidas ocasionadas al cultivo por los barrenadores son calculadas normalmente a través de índices de infestación, especialmente por el índice de “intensidad de infestación” (I.I.= % entrenudos dañados). Esta intensidad de infestación ha sido relacionada con las pérdidas de azúcar en varios estudios efectuados en América y se muestra una correlación muy variable debido a las diferencias del material examinado (variedades de caña, edad de la caña, localización del daño, etc.) (Mendoza, Gualle, Gómez, 2006).

En forma indirecta, esta plaga facilita el ingreso de hongos como *Colletotrichum falcatum* y *Fusarium moniliforme*, causantes de la producción roja del tallo y responsables de las inversión de sacarosa. También afectan adversamente la

pureza del jugo y disminuyen el rendimiento de sacarosa y alcohol, según sea la finalidad con que se utilice la caña. Las perforaciones facilitan el ingreso de otras plagas (Ruiz, 1975).

### **2.1.6 Control Biológico**

El uso de los enemigos naturales como una forma de controlar a los insectos plaga implica toda una cadena de pasos necesarios para tener éxito (Gómez & Vargas, 2014). Los barrenadores de la caña de azúcar son atacados en forma natural por diversos organismos benéficos entre ellos entomopatógenos, parasitoides y depredadores, los que pueden llegar a provocar una mortalidad acumulada de barrenadores en más del 90%. Las perspectivas de éxito del control biológico son alentadoras se han venido implementando en programas de manejo integral de plagas (De Luna, Medrano, Galan, Arévalo, & Morales, 2003).

Entre los entomopatógenos, destacan los hongos *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff) Sorokiny, *Beauveria bassiana* Vuillemin que infectan principalmente las larvas, aunque bajo ciertas condiciones pueden atacar también los huevos y pupas. Al infectar los barrenadores, *M. anisopliae* produce un micelio verde, mientras que en *B. bassiana* el micelio es blanco (Mendoza, Gualle, & Gómez, 2006).

Según (Gómez & Lastra, 1995), el control biológico se realiza mediante liberaciones de insectos que son enemigos del barrenador ya sea a nivel de huevos, larvas y pupas. Entre éstos encontramos a la mosca parasitoide *Paratheresia claripalpis*, a la micro-avispa *Trichogramma minutum* y a las avispas del género *Polistes* sp. Adicionalmente, existen varios depredadores como las hormigas, crisopas y las tijeretas que complementan el control natural

de esta plaga. Sin embargo, estos enemigos naturales no siempre se encuentran en cantidad suficiente para suprimir las poblaciones de plaga.

En estas circunstancias, las liberaciones periódicas de enemigos naturales criados masivamente en laboratorios, constituyen una manera de asegurar el número adecuado de controladores biológicos para lograr el nivel deseado de control.

Para el caso de *Diatraea*, se han multiplicado varios de sus enemigos naturales. Los parasitoides de huevos (*Trichogramma* spp) se multiplican sobre huevos de la palomilla de los granos almacenados (*Sitotroga cerealella*); mientras que, para la multiplicación de los parasitoides larvales se utiliza comúnmente las larvas del mismo hospedero natural o de *Galleria melonella*. Por ahora existe el propósito de mejorar la producción de estos parasitoides larvales en los laboratorios de los tres ingenios, a través del uso de dietas artificiales para la cría masiva de *D. saccharalis* (Mendoza, Gualle, & Gómez, 2006).

### **2.1.7 Cultural**

Diversas prácticas culturales contribuyen enormemente a reducir la infestación de la plaga, modificando de esta manera las condiciones favorables para su desarrollo. Se recomiendan las siguientes labores culturales: evitar siembras tardías, utilizar semilla sana en la renovación de los canteros, control eficiente y oportuno de maleza, eliminación de brotes infestados o “corazones muertos” (saneamiento), eliminar los residuos de cosecha y fertilizar, regar y controlar oportunamente las malezas (Mendoza, 2004).

### **2.1.8 Químico**

El control químico es a menudo ineficaz y restringido a la época entre la eclosión de la larva y su penetración en el tallo. Por lo tanto, es importante revisar los cultivos periódicamente, estimándose como umbral económico cuando el 25 % de las plantas presenten masas de huevos. Las aplicaciones de insecticidas pueden realizarse ya sea en formulaciones como en polvo o gránulos al cogollo, o usando diluciones en agua (Coto y Saunders, 1984). Si se realizan aplicaciones al follaje estas deben hacerse cuando las larvas aún no han penetrado en el tallo.

### **2.1.9 Métodos de Cría de *Diatraea* spp**

Los métodos de cría de *Diatraea* spp. Se caracterizan, fundamentalmente, por el tipo de alimento suministrado a las larvas durante su desarrollo. Puede ser natural, cuando se utilizan plantas o parte de ella que normalmente son hospederas del insecto en la naturaleza, o artificial, cuando el alimento suministrado ha sido elaborado por el hombre (Badilla, 1991).

#### **2.1.9.1 Cría con Alimentación Artificial**

Se denomina alimento artificial a toda preparación fabricada por el hombre y diferente a la vez por la presentación, características físicas y composición química del alimento disponible en la naturaleza. Entre los alimentos artificiales para los lepidópteros fitófagos se distinguen los medios sintéticos, enteramente constituidos por sustancias química definidas (aminoácidos, glúcidos, sales minerales, vitaminas y otros) y los medios semisintético que contiene una proporción variables de cuerpos químicos conocidos. También existen sustancias complejas cuyas estructura químicas están en más o menos definidas (materiales vegetales, proteínas, levadura de cerveza y otros). Estos últimos son, precisamente, los que han permitido criar mayor número de

insectos. (Sing, 1974) indico que la primera referencia de un alimento artificial para insectos data de 1908, y en los últimos 20 años se han producidos dietas para más de 750 especies, de las cuales mayor parte pertenece a los órdenes lepidóptera, coleóptera y díptera.

De acuerdo con (Ferrer y Salazar) señalan como ventajas principales de la crianza de insectos sobre dietas artificiales, las siguientes:

- La crianza en general es más fácil.
- El comportamiento y la biología pueden ser estudiados en forma precisa con menos esfuerzos.
- Se pueden criar en gran número, simultánea y económicamente en un espacio limitado
- Los insectos pueden ser criados de modo interrumpido, todo el año, aun cuando no se encuentren o no se consigan los elementos naturales donde viven.

Una buena dieta artificial debe presentar las siguientes características: proporcionar alto grado supervivencia, producir vigorosos adultos, proveer desarrollo uniforme sin prolongadas etapas larvales, ser pocos costosa, de fácil preparación, materiales prontamente aprovechables, calidad uniforme buena conservación, por lo que debe de evitarse el desarrollo de hongos, bacterias y virus; por último, debe mantenerse un pH estable.

#### **2.1.10 Dieta alimenticia**

Según (Parra J. , 1990), una dieta artificial ideal es aquella que cumple con las siguientes características:

- Presenta alta viabilidad (sobrevivencia) larval;
- Produce insectos con una duración de la fase larval igual a la de la naturaleza.
- Da origen a adultos con alta capacidad reproductiva
- Tenga en su composición componentes de bajo costo y fácilmente adquiribles en el mercado.
- Presente una viabilidad total superior a 75%.
- Mantenga la calidad del insecto producido a lo largo de las generaciones.

Una dieta artificial correctamente formulada posee propiedades físicas y contiene productos químicos que estimulan a mantener la alimentación, contiene nutrientes para producir un óptimo crecimiento y desenvolvimiento, y debe ser libre de microorganismos contaminantes. Los problemas asociados con la formulación de dietas artificiales mantienen una directa correlación con el contenido del agua (Parra, 2001).

CENICAÑA evaluó durante varios años diferentes dietas y variantes de sus constituyentes, con el objetivo de encontrar la formulación más rentable y segura para favorecer el ciclo de vida de las colonias de *D. saccharalis* y su cría masiva. Lastra y Gómez, 2006, demostraron además que *D. saccharalis* es la especie que más fácil y económicamente rentable que se reproduce en condiciones artificiales. Ribeiro (1987), menciona que la temperatura en la sala de postura debe ser de 20-22°C; en la sala de larvas en desarrollo de 28-30°C.

Villacorta (1976), manifiesta que la mayoría de los insectos masticadores requieren una superficie bastante rígida sobre la cual pueden clavar sus mandíbulas, por lo cual, con la mayoría de los insectos se debe usar agar en una concentración de 3 por ciento. Una de las ventajas de una dieta esterilizada es la ausencia de microorganismos, pero produce cambios en la

dieta, lo cual puede inducir a una mala interpretación en los datos nutricionales que se obtienen, así, como en otros casos, a la muerte de los insectos. El balance de nutrientes en la dieta del hospedero afecta los parásitos, o sea la sobrevivencia y emergencia del parásito pueden ser afectadas al cambiar el balance de nutrientes de la dieta del hospedero.

Según López de Pulido, *et al* (1994), el control de los contaminantes se logra mediante dos enfoques complementarios del problema: el empleo de medidas generales de asepsia en el laboratorio y el uso de antimicrobiales en la preparación de la dieta.

### **2.1.11 Composición y Preparación de las Dietas**

#### **2.1.11.1 Dieta Higsfeldt & Parra**

Todos los ingredientes secos se pesan y se mezclan en una bandeja para obtener una mejor uniformidad, el agar se pesa y se mantiene separado. En la licuadora se mezclan todos los ingredientes (cuadro 1) y se adicionan 200 ml de agua destilada y se licuan durante 3 minutos. El resto del agua destilada (300 ml) se calienta, momento en el que se adiciona el agar y se agita con una barra agitadora durante 5 minutos. El agar se coloca en la licuadora con la mezcla anterior durante 3 minutos.

La dieta aún caliente se vierte en los frascos o bandejas. Los vasos, los tapones con algodón y gasas son esterilizados, en estufa a 170°C durante 1 hora y las bandejas se lavan con hipoclorito de sodio y con detergente en polvo y además se esteriliza en UV durante toda la noche. Cada frasco se llena con dieta hasta 1/3 de su capacidad, la dieta se deja enfriar y también se esteriliza para la “siembra” de las larvas de *Diatraea*. La dieta puede ser almacenada, envuelta en papel aluminio y mantenida en la nevera.

### **2.1.11.2 Dieta La Troncal**

Se pesan los ingredientes sólidos y se mezclan en una bandeja, excepto el antibiótico y el vitalizador que se disuelven en 250 ml de agua destilada que serán utilizadas para los ingredientes sólidos (cuadro 1); mientras que, el agar se pesa y se mantiene separado. Los ingredientes sólidos se colocan en la licuadora, se vierte el agua en que esta disuelto el antibiótico y el vitalizador y, se licuan durante 2 minutos. Aparte se disuelve el agar 250 ml de agua caliente y se agita con una barra agitadora durante 5 minutos. Cuando el agar está listo se agrega a la licuadora y se licua todo el contenido durante 3 minutos. Inmediatamente se vierte la dieta, aún caliente, en los frascos de vidrio o bandejas.

Los vasos, los tapones con algodón y gasas son esterilizados, en estufa a 170°C durante 1 hora. Las bandejas se lavan con hipoclorito de sodio y con detergente en polvo y además se esterilizan en cámara UV durante toda la noche. Cada frasco se llena con dieta hasta 1/3 de su capacidad, la dieta se deja enfriar y también se esteriliza para la “siembra” de las larvas de *Diatraea*. La dieta puede ser almacenada, envuelta en papel aluminio y mantenida en la nevera.

### **2.1.11.3 Dieta San Carlos**

Pesamos los ingredientes uno por uno fueron colocados en la batidora los 12 primeros ingredientes (lo batimos) al mismo tiempo se ubicaron los 500 cc de agua en la sartén a que hierva. Al momento que el agua empiezo a calentar, colocamos los 12.6 gr de Agar y esperamos a que hierva (5 minutos), siempre moviendo con la cuchareta para que no se pegue. Cuando ya hayan pasado los 5 minutos se colocó el agar en la olla en donde se encuentran los demás ingredientes y comenzamos a batir (más o menos por unos 3 minutos), ya batido todos los ingredientes, lo vamos colocando en los frascos de manera

igual. Colocamos los frascos en las repisas y dejamos enfriar para luego dejarla en la cámara UV por lo menos 3 horas.

#### **2.1.11.4 Dieta Valdez 1**

Todos los ingredientes sólidos se pesan, se mezclan en una bandeja para obtener una mejor homogeneidad menos el antibiótico que se disuelve en los 250 ml y el agar que se mantiene separado. En la licuadora se vierten todos los ingredientes mezclados y el agua destilada en que está disuelto el antibiótico y se licuan durante 2 minutos. Aparte se prepara el agar en 250 ml en agua caliente y se agita con una barra agitadora durante 5 minutos. Se vierte el agar en la mezcla anterior y se licua durante 3 minutos y se envasa en frascos de vidrio o bandejas. Los vasos, los tapones con algodón y gasas son esterilizados, en estufa a 170°C durante 1 hora.

Las bandejas se lavan con hipoclorito de sodio y con detergente en polvo y además se esteriliza en UV durante toda la noche. Cada frasco se llena con dieta hasta 1/3 de su capacidad, la dieta se deja enfriar y también se esteriliza para la “siembra” de las larvas de *Diatraea*. La dieta puede ser almacenada, envuelta en papel aluminio y mantenida en la nevera.

#### **2.1.11.5 Dieta Valdez 2**

Se pesan los ingredientes, Los sólidos se mezclan en 250 cc de agua y aparte se preparará el agar en 250cc. Se vierte el agar en la mezcla anterior y se envasará o se colocará en bandejas. La dieta envasada se esterilizará en autoclave a 120 °C y 240 libras de presión, por 20 minutos. Esta dieta podrá ser almacenada envuelta en papel aluminio y papel empaque en refrigeración (congelador).

#### **2.1.11.6 Dieta natural (maíz en estado de choclo)**

Se utilizaron mazorcas de maíz en estado de choclo tierno y fresco. Previo a la colocación de las posturas se eliminó las puntas de ambos lados del choclo y se realizó un corte longitudinal, seguidamente se desinfectó con una solución de hipoclorito de sodio al 0.05% (10 ml de hipoclorito de sodio por litro de agua) y se enjuagó con agua destilada. Se utilizaron 10 choclos y en cada choclo se colocó una postura de aproximadamente 25 larvas de *Diatraea*. Las posturas fueron desinfectadas con tres soluciones:

- 1.- Solución de hipoclorito de sodio al 0.025 % (0.25 ml de Ajax cloro por litro de agua destilada).
2. - Agua destilada.
- 3.- Sulfato cúprico al 1%(10 g de  $\text{CuSO}_4$ /litro de agua destilada).

Finalmente los choclos desinfectados y con posturas fueron colocadas en un frasco de vidrio tipo "caramelo" los cuales fueron colocados en la sala de crecimiento.

**CAPÍTULO III**  
**METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

## 3.1 MATERIALES Y MÉTODOS

### 3.1.1 Localización del Experimento

#### 3.1.1.1 Características Agroclimáticas

El Ingenio Valdez posee las siguientes características:

Zona climática	: Tropical Húmedo
Temperatura Promedio	: 25 °C
Humedad Relativa	: 84 %
Heliofanía	: 894 horas/luz/año
Precipitación Anual	: 2286.6
Topografía del terreno	: Plano
Textura del suelo	: Textura franco- arcilloso
pH	: 5,7

Fuente: Estación Meteorológica del Ingenio Valdez.

### 3.1.2 Factores en Estudio

Se compararon cinco dietas artificiales y una natural (maíz en estado de choclo) para la cría y multiplicación de las larvas de *Diatraea saccharalis*.

### 3.1.3 Tratamientos

1. Dieta Hihfeldt & Parra
2. Dieta La Troncal
3. Dieta San Carlos
4. Dieta Valdez 1
5. Dieta Valdez 2
6. Dieta Natural (maíz en estado de choclo)

**Cuadro 1** Ingredientes y composición de las dietas artificiales utilizadas para la cría de larvas de *Diatraea saccharalis*. Ingenio Valdez, 2014

INGREDIENTES	DIETA	DIETA	DIETA	DIETA	DIETA
	HIHSFELDT & PARRA	LA TRONCAL	SAN CARLOS	VALDEZ 1	VALDEZ 2
	Frasco	Frasco	Frasco	Frasco	Frasco
Harina de maíz o Maíz quebrado (g)	70.00	70.00	140.00	70.00	70.00
Germen de trigo (g)	17.50	17.50	35.00	17.50	17.50
Levadura de cerveza (g)	18.75	18.00	36.00	18.75	18.75
Bagazo de caña (g)		14.00	24.00		
Vitamina mix			7.00		
Metil paraben (g)			1.00		
Acido benzoico (g)	0.62	0.63	1.40	0.63	0.62
Ácido ascórbico (g)	2.50	2.50	5.00	2.50	2.50
Ácido sórbico (g)		0.50	1.00	0.50	0.50
Sales de Wesson (g)			4.60		
Nipagin (g)	0.50	0.50		0.62	0.62
Clorafenicol (Tetraciclina)		0.03		0.03	0.03
Ampicilina (capsula)		0.30	1		
Agar – Caragenato (g)	12.50	6.25	12.60	5.00	5.00
Agua para agar (ml)	300.00	250.00	500.00	250.00	250.00
Agua para ingredientes (ml)	200.00	250.00	500.00	250.00	250.00
Concentración agar (%)	2.05	1.00		0.82	0.82

### 3.1.4 Materiales y Equipos

#### 3.1.4.1 Materiales

Pinza metálicas

Bandejas plásticas (16 cm de largo y 13 cm de ancho)

Tijeras

Cajas petri de vidrio y plásticas (100mm x 15mm)

Frascos de vidrio de 100ml de capacidad (4cm de diámetro 6cm de altura)

Jaulas de emergencias para adultos (40cm x 40cm x 60cm)

Jaulas para ovoposición (tubos de PVC de 10cm de diámetro por 25cm de alto)

Espátulas

Micropipeta (10 – 100ul) y (10 – 1000ul)

Estantes (2m de alto y 1.14cm de ancho)

Mechero con alcohol

Barra de agitación  
Vasos de precipitación  
Probetas (100ml y 1000ml)  
Tubos de ensayo  
Atomizador

#### **3.1.4.2 Equipos**

Balanza analítica  
Estéreo microscopio  
Extractor de aire  
Nevera  
Acondicionador de aire  
Estufa  
Licuadora con capacidad de 1 litro  
Termómetro  
Higrotermógrafo  
Plato agitador calentador.

### **3.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN**

La investigación es de tipo experimental, porque se está probando dietas para la cría de larvas del barrenador del tallo que conduce al conocimiento y desarrollo de tecnologías para una agricultura alternativa aplicable a las condiciones del Trópico Litoral Ecuatoriano.

### **3.3 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN**

El tipo de diseño de investigación aplicado en el presente trabajo es denominado Diseño Completamente al Azar con seis tratamientos en diez repeticiones; donde todas las variables provenientes de una unidad

experimental fueron sometidas al análisis de varianza y a las pruebas de tukey al 95% de probabilidad.

**Cuadro 2** Esquema del análisis de varianza (ADEVA).

<b>Fuente de Variación</b>	<b>Grados de Libertad</b>
Total (tr-1)	59
Tratamientos (t-1)	5
Error Experimental (tr-1) - (t-1)	54

El modelo estadístico:  $Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$

Donde:

$Y_{ij}$  = es la  $j$ -ésima parcela dentro del  $i$ -ésimo tratamiento.

$\mu$  = es la media general.

$T_i$  = efecto debido al  $i$ -ésimo tratamiento.

$E_{ij}$  = error experimental asociado al  $j$ -ésimo bloque del  $i$ -ésimo tratamiento.

Para el análisis estadístico se utilizaron las siguientes variables, duración del periodo de incubación, número de larvas recolectadas a los 18 días después de la "siembra", % de sobrevivencia larval, duración del periodo larval, duración del periodo pupal, duración del ciclo de vida, longevidad de los adultos, fecundidad de las hembras y fertilidad de los huevos.

### 3.3.1 Unidad Experimental

La unidad experimental estuvo constituida por 20 larvas de *D. saccharalis* en un frasco de vidrio de 200 cc de capacidad, el que se lleno con la dieta hasta 1/3 del mismo, en el caso de la dieta natural la unidad experimental estuvo

conformada por 10 choclos colocados dentro de un recipiente de vidrio de una capacidad 4000 cc.

### **3.3.2 Manejo del Experimento**

#### **3.3.2.1 Manejo de Huevos**

Las hojas de papel periódico con posturas de *Diatraea* seleccionadas, se recortaron y se desinfectaron pasándolas a través de tres soluciones durante 2 minutos en cada una, en el siguiente orden:

- a. Solución de hipoclorito de sodio al 0.025% (0.25ml de Ajax cloro por litro de agua destilada).
- b. Agua destilada.
- c. Sulfato cúprico al 1% (10g de CuSO<sub>4</sub>/litro de agua destilada).

Después de esta desinfección se colocarán sobre papel filtro para eliminar el exceso de humedad. Posteriormente, las posturas se colocaron en cajas petri acondicionadas con algodón húmedo y una malla plástica para aislar las posturas del sustrato. La sala donde estaban las posturas estuvo a una temperatura de 28 a 30°C.

#### **3.3.2.2 Manejo de las Larvas**

Las larvas de *Diatraea* recién eclosionadas fueron transferidas con un pincel húmedo a los frascos con dieta, colocando 20 larvas en cada uno. Para cada tratamiento se infestaron 10 frascos (repeticiones). Un procedimiento similar se utilizó para la dieta natural, seleccionando 10 mazorcas de choclo de tamaño adecuado (aprox. 150 g de peso, 4 cm de diámetro y 22 cm de largo) e infestándola con 25 larvas cada una.

Transcurridos 17 días de la infestación, para las dietas artificiales y 13 días para la dieta natural, se efectuó el primer cambio de alimento, trasladándolas a cajas plásticas. Las larvas se revisaron diariamente para registrar su mortalidad y la transformación a pupas.

La temperatura máxima en la sala crecimiento de larvas de *D. saccharalis* de la primera generación fue 27.5 °C y la mínima 26.1°C

La temperatura máxima en la sala crecimiento de larvas de *D. saccharalis* de la segunda generación fue 29.0°C y la mínima de 24.0°C.

### **3.3.2.3 Manejo de las Pupas**

Las pupas fueron pesadas y colocadas en cajas Petri de vidrio para determinar la duración del periodo pupal. Las pupas que mostraron alguna anomalía fueron registradas y eliminadas. Se desinfectaron con tres soluciones durante 2 minutos cada solución, en el siguiente orden:

- a. Solución de hipoclorito de sodio al 0.5% (0.5ml de Ajax cloro por litro de agua destilada).
- b. Agua destilada.
- c. Sulfato cúprico al 1.5% (15g de  $\text{CuSO}_4$ /litro de agua destilada).

Posteriormente se colocaron sobre papel filtro para eliminar el exceso de humedad. Las pupas desinfectadas se ubicaron en cajas petri que contenían una capa de algodón húmedo en el fondo y una malla plástica para aislar las pupas del sustrato húmedo. Estas cajas se colocaron dentro de las jaulas entomológicas acondicionadas con esponja orgánica humedecida. Cada jaula consiste de una estructura de madera (40cm x 40cm x 60cm) con tela tul u organdí. Las pupas permanecieron en un ambiente con temperatura de 28 a 30°C, hasta la emergencia de los adultos.

#### **3.3.2.4 Manejo de Adultos**

Los adultos, machos y hembras, que emergieron de cada dieta fueron confinados en jaulas de ovoposición (tubos de PVC de 10cm de diámetro por 25cm de alto). Para la ovoposición estas jaulas fueron forradas interiormente con papel periódico estéril. La parte superior también se cubrió con papel periódico asegurando con una liga. Como alimento para los adultos se colocó un pedazo de algodón húmedo con agua azucarada al 5% (50g de azúcar/litro de agua destilada). Estas jaulas se colocaron sobre una bandeja plástica que contenía una esponja orgánica húmeda y papel toalla. Las jaulas se mantuvieron a una temperatura entre 21 a 23°C. El número de parejas por jaula estuvo sujeto al número de adultos que emergieron diariamente. En este estado se determinó la longevidad de los adultos y la fecundidad de las hembras. Los huevos fueron acondicionados en cajas Petri para determinar la fertilidad de los mismos.

#### **3.3.4 Datos Registrados y Formas de Evaluación**

##### **3.3.4.1 Fase de Huevo**

Una vez que se obtengan las posturas se conformarán grupos de 200 huevos por cada uno de los tratamientos, que permitirá determinar las siguientes variables.

##### **3.3.4.2 Periodo de Incubación**

Se evaluó el promedio de días que requieren los huevos desde de ovoposición hasta la eclosión de las larvitas en cada tratamiento.

#### **3.3.4.3 Fertilidad**

Se expresó en porcentaje y resultó del número de huevos eclosionados divididos para el número total de huevos en observación multiplicado por cien.

#### **3.3.4.4 Fase Larval**

Una vez eclosionadas las larvas se colocaron en los respectivos recipientes de cada tratamiento. Se realizaron observaciones diarias y se registraron las siguientes variables.

#### **3.3.4.5 Duración del Periodo Larval**

Representa el número de días que requirieron las larvas desde su eclosión hasta que se transformaron en pupa.

#### **3.3.4.6 Sobrevivencia Larval**

Se expresó en porcentaje y se calculó en base al número de larvas que completaron la fase larvaria en relación al número total de larvas colocadas en los recipientes de cría, multiplicado por 100.

#### **3.3.4.7 Fase Pupal**

Las pupas obtenidas se pesaron y luego se colocaron en jaulas hasta la emergencia de los adultos.

#### **3.3.4.8 Duración del Periodo Pupal**

Corresponde al número de días que requirieron las pupas desde su formación hasta la emergencia del adulto.

#### **3.3.4.9 Peso de Pupa**

Esta variable se tomó a los tres días de formadas las pupas. Se utilizó una balanza analítica, expresada en miligramos.

#### **3.3.4.10 Fase Adulta**

Después de emergidos los adultos se procedió a colocarlos en parejas en jaulas para medir las siguientes variables.

#### **3.3.4.11 Periodo de Pre-Ovoposición**

Se midió el tiempo (días) desde la emergencia de la hembra adulta hasta la primera ovoposición.

#### **3.3.4.12 Fecundidad**

Corresponde al número de huevos ovipositados por cada hembra durante su periodo de vida.

#### **3.3.4.13 Longevidad de Machos y Hembras**

Se registró el número de días de vida de los adultos desde su emergencia hasta su muerte.

#### **3.3.4.14 Razón Sexual**

Se obtuvo al dividir el número de hembras para el número total de adultos (hembras + machos).

**CAPÍTULO IV**  
**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

## 4.1 RESULTADOS

### 4.1.1 Primera Generación

#### 4.1.1.1 Periodo de Incubación

En el cuadro 3 se muestran el número de días de las larvas de *D. saccharalis*, de la primera generación. Según el análisis los tratamientos presentaron significancia estadística siendo el coeficiente de variación 6,71 %.

En la dieta Higsfeldt Parra se observó cómo periodo de incubación 6 días estadísticamente igual a los demás tratamientos que presentaron promedios entre 5,3 y 5,8 días, excepto la dieta La Troncal y dieta natural que registraron 5,3 y 5,1 días, en su orden.

**Cuadro 3** Promedio de datos de la variable periodo de incubación de la primera generación de *D. saccharalis*. Ingenio Valdez 2014.

<b>Tratamiento</b>	<b>Media RS</b>
Dieta Higsfeldt Parra	6.0 a
Dieta La Troncal	5,3 bc
Dieta San Carlos	5,8 a
Dieta Valdez 1	5,6 abc
Dieta Valdez 2	5,7 ab
Dieta Natural	5,1 c
<b>CV %</b>	<b>6,71</b>

R.S= Rango de diferenciación. Las letras iguales indican igualdad estadística al 5% de probabilidad según la prueba de Tukey.

#### 4.1.1.2 Larvas Recuperadas (%)

Los promedios porcentuales de la recuperación de larvas se muestran en el cuadro 4. Realizado el análisis de varianza los tratamientos presentaron significancia estadística con un coeficiente de variación de 9,95 %.

Con la dieta natural se obtuvo 93,8 % de recuperación de larvas sin diferencias estadísticas de los demás tratamientos que alcanzaron promedios entre 82,7 y 90,8 %, excepto la dieta San Carlos con la cual obtuve el menor % de recuperación de larvas.

**Cuadro 4** Promedio de datos de la variable larvas recuperadas en su primera generación de *D. saccharalis*. Ingenio Valdez. 2014.

<b>Tratamiento</b>	<b>Media RS</b>
Dieta Higsfeldt Parra	82,7 ab
Dieta La Troncal	90,8 ab
Dieta San Carlos	80,2 a
Dieta Valdez 1	88,1 ab
Dieta Valdez 2	87,8 ab
Dieta Natural	93,8 b
<b>CV %</b>	<b>9,95</b>

R.S= Rango de diferenciación. Las letras iguales indican igualdad estadística al 5% de probabilidad según la prueba de Tukey.

#### 4.1.1.3 Sobrevivencia Larval (%)

Al realizar el análisis estadístico de esta variable no hubo diferencias estadísticas entre los tratamientos; sin embargo, la mayor tasa de sobrevivencia de larvas ocurrió en la dieta natural (choclo), con 24 %; y el menor porcentaje se obtuvo en la dieta Higsfeldt & Parra, con 17,6 %. El Coeficiente de Variación para esta variable fue de 27,3 %.

**Cuadro 5** Promedio de datos de la variable sobrevivencia de larvas en su primera generación de *D. saccharalis*. Ingenio Valdez. 2014.

<b>Tratamiento</b>	<b>Media RS</b>
Dieta Higsfeldt Parra	17,6 a
Dieta La Troncal	20,9 a
Dieta San Carlos	17,7 a
Dieta Valdez 1	18,2 a
Dieta Valdez 2	18.0 a
Dieta Natural	24.0 a
<b>CV %</b>	<b>27,3</b>

#### 4.1.1.4 Periodo Larval (días)

En el cuadro 6. Se muestra el periodo larval (días) de *D. saccharalis* de la primera generación. Según el análisis de varianza los tratamientos presentaron significancia estadística; siendo el coeficiente de variación de 13,28 %.

La dieta Valdez 2 presentó el mayor periodo larval con 37.0 días, estadísticamente superiora las restantes dietas, que presentaron periodos larvales con 21,6 a 29,4 dias. Siendo la dieta Natural la de menor número de días para que se cumpla en periodo larval.

**Cuadro 6** Promedios de datos de la variable periodo larval (días) en su primera generación de *D. saccharalis*. Ingenio Valdez. 2014.

<b>Tratamiento</b>	<b>Media</b>
Dieta Higsfeldt Parra	29,4 b
Dieta La Troncal	26,0 bc
Dieta San Carlos	28,2 b
Dieta Valdez 1	27,0 b
Dieta Valdez 2	37,0 a
Dieta Natural	21,6 c
<b>CV %</b>	<b>13,28</b>

R.S= Rango de diferenciación. Las letras iguales indican igualdad estadística al 5% de probabilidad según la prueba de Tukey.

#### 4.1.1.5 Periodo Pupal (días)

Los promedios de la variable de periodo pupal (días) se muestran en el cuadro 7. Realizado el análisis de varianza de los tratamientos presentaron significancia estadística con un coeficiente de variación de 6,7 %.

El mayor periodo pupal presentó la dieta Higsfeldt Parra con 9 días, luego estuvieron las dietas San Carlos, Valdez 2, Valdez 1 y La Troncal con promedios de 8,4, 8,2, 7,9 y 7,8 respectivamente. La dieta natural tuvo el menor número de días con 6,5 días siendo el mejor tratamiento en esta variable.

**Cuadro 7** Promedio de datos de la variable periodo pupal (días) en su primera generación de *D. saccharalis*. Ingenio valdez. 2014.

<b>Tratamiento</b>	<b>Media</b>
Dieta Higsfeldt Parra	9,0 a
Dieta La Troncal	7,8 b
Dieta San Carlos	8,4 ab
Dieta Valdez 1	7,9 b
Dieta Valdez 2	8,2 b
Dieta Natural	6,5 c
<b>CV %</b>	<b>6,7</b>

R.S= Rango de diferenciación. Las letras iguales indican igualdad estadística al 5% de probabilidad según la prueba de Tukey.

#### 4.1.1.6 Ciclo de Vida (días)

En el cuadro 8 se muestran el número de días del ciclo de vida de *D. saccharalis*, según en el análisis de varianza los tratamientos presentaron significancia estadística con un coeficiente de variación 9,34%.

Con la dieta Valdez 2 se obtuvo el mayor número de 57,3 días luego se ubicaron las dietas Higsfeldt Parra, San Carlos, Valdez 1 y La Troncal con promedios de 47,4, 46,8, 46,6 y 45,4 días respectivamente. Excepto la dieta natural que presentó el tiempo más corto con 37,5 días.

**Cuadro 8** Promedio de datos de la variable de ciclo de vida (días) en su primera generación de *D. saccharalis*. Ingenio Valdez. 2014.

<b>Tratamiento</b>	<b>Media</b>	<b>RS</b>
Dieta Higsfeldt Parra	47,4	b
Dieta La Troncal	45,4	b
Dieta San Carlos	46,8	b
Dieta Valdez 1	46,6	b
Dieta Valdez 2	57,3	a
Dieta Natural	37,5	c
<b>CV %</b>	<b>9,34</b>	

R.S= Rango de diferenciación. Las letras iguales indican igualdad estadística al 5% de probabilidad según la prueba de Tukey.

#### 4.1.1.7 Longevidad (días)

El análisis estadístico de esta variable mostró diferencias estadísticas entre los tratamientos. Los adultos provenientes de la dieta Higsfeldt & Parra presentaron una mayor longevidad (9 días), siendo estadísticamente diferente a la longevidad de los adultos obtenidos con la dieta natural (5,6 días) como se muestra en el cuadro 9.

**Cuadro 9** Promedio de datos de la variable longevidad (días) en su primera generación de *D. saccharalis*. Ingenio Valdez. 2014.

<b>Tratamiento</b>	<b>Media</b>	<b>RS</b>
Dieta Higsfeldt Parra	9.0	a
Dieta La Troncal	8,3	a
Dieta San Carlos	8,7	a
Dieta Valdez 1	8,5	a
Dieta Valdez 2	8,6	a
Dieta Natural	5,6	b
<b>CV %</b>	<b>7,1</b>	

R.S= Rango de diferenciación. Las letras iguales indican igualdad estadística al 5% de probabilidad según la prueba de Tukey.

#### 4.1.1.8 Fecundidad (N° de huevos por hembra)

En el cuadro 10. La relación a la fecundidad presentó diferencias entre los tratamientos. Con la dieta natural (choclo) se logró una mayor fecundidad, registrándose 551 huevos por hembra; mientras que, la menor cantidad de huevos por hembra se obtuvo en la dieta San Carlos, con 254 huevos por hembra.

**Cuadro 10** Promedio de datos de fecundidad (N° de huevos por hembra) en su primera generación de *D. saccharalis*. Ingenio Valdez. 2014.

<b>Tratamiento</b>	<b>Media</b>	<b>RS</b>
Dieta Higsfeldt Parra	254	b
Dieta La Troncal	340	b
Dieta San Carlos	267	b
Dieta Valdez 1	333	b
Dieta Valdez 2	314	b
Dieta Natural	551	a
<b>CV %</b>	<b>38,4</b>	

R.S= Rango de diferenciación. Las letras iguales indican igualdad estadística al 5% de probabilidad según la prueba de Tukey.

#### 4.1.1.9 Fertilidad (%)

El análisis estadístico de esta variable mostró diferencias estadísticas entre las dietas en observación. Los huevos de los adultos obtenidos de la dieta natural (choclo) presentaron el mayor porcentaje de fertilidad (93,9%); mientras que, los huevos de los adultos de la dieta San Carlos mostraron el menor porcentaje de fertilidad, con 81,3%.

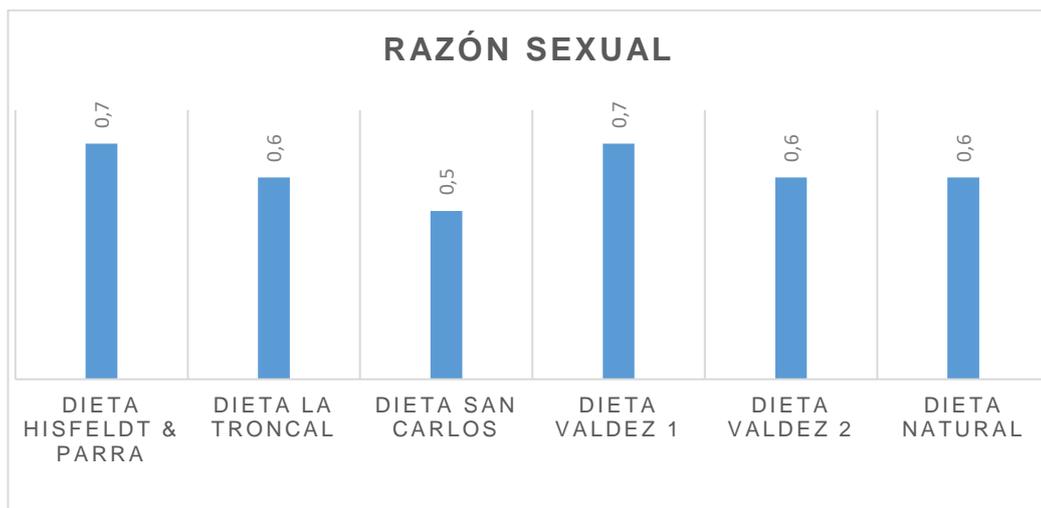
**Cuadro 11** Promedio de datos de la variable fertilidad en su primera generación de *D. saccharalis*. Ingenio Valdez. 2014.

<b>Tratamiento</b>	<b>Media RS</b>
Dieta Higsfeldt Parra	88,3 ab
Dieta La Troncal	90,4 a
Dieta San Carlos	81,3 b
Dieta Valdez 1	91,1 a
Dieta Valdez 2	85,6 ab
Dieta Natural	93,9 a
<b>CV %</b>	<b>7,16</b>

R.S= Rango de diferenciación. Las letras iguales indican igualdad estadística al 5% de probabilidad según la prueba de Tukey

#### 4.1.1.10 Razón sexual

La razón sexual en los insectos adultos obtenidos en las dietas Higsfeldt & Parra, La Troncal, Valdez 1 y Valdez 2 estuvo entre 0.6 y 0.7, lo que equivale a una relación aproximada de un macho para dos hembras; mientras que, los adultos de la dieta natural (choclo) y dieta San Carlos mostraron una razón sexual de 0,5 lo que equivale a una relación aproximada de un macho para cada hembra.



**Figura 6** Promedio de datos de razón sexual en la primera generación de *D. saccharalis*. Ingenio Valdez 2014.

## 4.1.2 Segunda Generación

### 4.1.2.1 Periodo de Incubación (días)

En el cuadro 12. Se muestran el número de días de las larvas de *D. saccharalis*, de la segunda generación. Según el análisis de varianza los tratamientos presentaron significancia estadística siendo el coeficiente de variación 9,5 %.

En la dieta San Carlos presentó el periodo de incubación con 6.6 días estadísticamente igual a los demás tratamiento promedios entre 6,3 y 5,7 días. Excepto las dietas La Troncal y natural que registraron 5,2 y 5 días en su orden.

**Cuadro 12** Promedio de datos de la variable periodo de incubación (días) de las segunda generación de *D. saccharalis*. Ingenio Valdez. 2014.

<b>Tratamiento</b>	<b>Media</b>	<b>RS</b>
Dieta Higsfeldt Parra	5,7	bc
Dieta La Troncal	5,2	c
Dieta San Carlos	6,6	a
Dieta Valdez 1	5,5	c
Dieta Valdez 2	6,3	ab
Dieta Natural	5.0	c
<b>CV %</b>	<b>9,5</b>	

R.S= Rango de diferenciación. Las letras iguales indican igualdad estadística al 5% de probabilidad según la prueba de Tukey.

### 4.1.2.2 Larvas Recuperadas (%)

Los promedios porcentuales de la recuperación de larvas se muestran en el cuadro 13. Realizado el análisis de varianza los tratamientos presentaron significancia estadística con un coeficiente de variación de 12,6 %.

Con la dieta natural se obtuvo el mayor número de 91,5% luego se ubicaron las dietas Valdez 1, La Troncal, San Carlos y Valdez 2 con promedios de 84,8, 83,7, 71,4 y 64,4% respectivamente. Excepto la dieta Higsfeldt Parra que presento un valor menor de 62,6% de larvas recuperadas en frascos.

**Cuadro 13** Promedio de datos de la variable larvas recuperadas (%) de la segunda generación de *D. saccharalis*. Ingenio Valdez. 2014.

<b>Tratamiento</b>	<b>Media</b>	<b>RS</b>
Dieta Higsfeldt Parra	62,6	c
Dieta La Troncal	83,7	ab
Dieta San Carlos	71,4	bc
Dieta Valdez 1	84,8	a
Dieta Valdez 2	64,4	ab
Dieta Natural	91,5	a
<b>CV %</b>	<b>12,6</b>	

RS= Rango de diferenciación. Las letras iguales indican igualdad estadística al 5% de probabilidad según la prueba de Tukey.

#### 4.1.2.3 Sobrevivencia Larval (%)

En el cuadro 14. Se muestran el porcentaje de sobrevivencia de larvas de *D. saccharalis*, de la segunda generación. Según el análisis los tratamientos presentaron significancia estadística siendo el coeficiente de variación 18,6 %.

El análisis de varianza en la dieta Natural se observó mayor índice de sobrevivencia de larvas con 40,5%, seguidos de la dieta La Troncal, Valdez 1 Higsfeldt Parra y Valdez 2 con 34,2, 33, 29,2, 23,6 y el menor porcentaje fue en la dieta San Carlos de 15,8%.

**Cuadro 14** Promedio de datos de la variable supervivencia larval (%) de la segunda generación de *D. saccharalis*. Ingenio Valdez. 2014.

<b>Tratamiento</b>	<b>Media RS</b>
Dieta Higsfeldt Parra	29,2 bc
Dieta La Troncal	34,2 ab
Dieta San Carlos	15,8 d
Dieta Valdez 1	33,0 b
Dieta Valdez 2	23,6 c
Dieta Natural	40,5 a
<b>CV %</b>	<b>18,6</b>

R.S= Rango de diferenciación. Las letras iguales indican igualdad estadística al 5% de probabilidad según la prueba de Tukey.

#### 4.1.2.4 Periodo Larval (días)

En el cuadro 15. Se muestran el periodo larval (días) de *D. saccharalis* de la segunda generación. Según el análisis de varianza los tratamientos presentaron significancia estadística siendo el coeficiente de variación de 12,8%.

En la dieta Valdez 2 presentó el mayor periodo larval (días) con 41 días, luego estuvieron las dietas Higdfeldt Parra, San Carlos, Valdez 1 y la Troncal con 38,6, 37,6, 34,8 y 32,7 respectivamente. Con la dieta Natural se necesitan menos días para cumpla en periodo larval con 30,5 días.

**Cuadro 15** Promedio de datos de periodo larval (días) de la segunda generación de *D. saccharalis*. Ingenio Valdez. 2014.

<b>Tratamiento</b>	<b>Media RS</b>
Dieta Higsfeldt Parra	38,6 ab
Dieta La Troncal	32,7 bc
Dieta San Carlos	37,6 ab
Dieta Valdez 1	34,8 bc
Dieta Valdez 2	41,0 a
Dieta Natural	30,5 c
<b>CV %</b>	<b>12,8</b>

R.S= Rango de diferenciación. Las letras iguales indican igualdad estadística al 5% de probabilidad según la prueba de Tukey.

#### 4.1.2.5 Periodo Pupal (días)

Los promedios de la variable de periodo pupal (días) se muestran en el cuadro 16. Realizado el análisis de varianza de los tratamientos presentaron significancia estadística con un coeficiente de variación de 7,4%.

El mayor periodo pupal presentó la dieta San Carlos con 8.5 días, luego estuvieron las dietas Higsfeldt Parra, Valdez 2, Valdez 1 y La Troncal con promedios de 8,4, 8,3, 7,9, 7,4 días respectivamente. La dieta natural tuvo el menor número de días con 7 días siendo el mejor tratamiento en esta variable.

**Cuadro 16** Promedio de datos de la variable periodo pupal (días) de la segunda generación de *D. saccharalis*. Ingenio Valdez. 2014.

Tratamiento	Media RS
Dieta Higsfeldt Parra	8,4 a
Dieta La Troncal	7,4 bc
Dieta San Carlos	8,5 a
Dieta Valdez 1	7,9 ab
Dieta Valdez 2	8,3 a
Dieta Natural	7.0 c
<b>CV %</b>	<b>7,4</b>

R.S= Rango de diferenciación. Las letras iguales indican igualdad estadística al 5% de probabilidad según la prueba de Tukey.

#### 4.1.2.6 Ciclo de Vida (días)

En el cuadro 17. Se muestran el número de días del ciclo de vida de *D. saccharalis*, según en el análisis de varianza los tratamientos presentaron significancia estadística con un coeficiente de variación 9,06%.

Con la dieta Higsfeldt Parra se obtuvo el mayor número de 55 días luego se ubicaron las dietas Valdez 2, San Carlos, La Troncal y Valdez 1 con promedios de 49,9, 48,9, 45,9 y 44,5 días respectivamente. Excepto la dieta natural que presento el tiempo más corto con 40,1 días.

**Cuadro 17** Promedio de datos de la variable ciclo de vida (días) de la segunda generación de *D. saccharalis*. Ingenio Valdez. 2014.

<b>Tratamiento</b>	<b>Media</b>	<b>RS</b>
Dieta Higsfeldt Parra	55.0	a
Dieta La Troncal	45,9	bc
Dieta San Carlos	48,9	b
Dieta Valdez 1	44,5	bc
Dieta Valdez 2	49,9	ab
Dieta Natural	40,1	c
<b>CV %</b>	<b>9,06</b>	

R.S= Rango de diferenciación. Las letras iguales indican igualdad estadística al 5% de probabilidad según la prueba de Tukey.

#### 4.1.2.7 Longevidad (días)

Los promedios de la variable longevidad (días) se muestran en el cuadro 18. Realizado el análisis de varianza de los tratamientos presentaron significancia estadística con un coeficiente de variación de 9,2%.

En la dieta Valdez 2 presento una mayor longevidad de 8,8 días, siendo estadísticamente diferente a la longevidad de los adultos obtenidos con la dietas San Carlos, Valdez 1, Higsfeldt Parra y La Troncal con un promedio de 8,7, 8, 7,3 y 7,1 días, excepto la dieta Natural (choclo) que registro 6,4 días en su orden.

**Cuadro 18** Promedio de datos de la variable longevidad (días) de las segunda generación de *D. saccharalis*. Ingenio Valdez. 2014.

<b>Tratamiento</b>	<b>Media</b>	<b>RS</b>
Dieta Higsfeldt Parra	7,3	bc
Dieta La Troncal	7,1	bc
Dieta San Carlos	8,7	a
Dieta Valdez 1	8	ab
Dieta Valdez 2	8,8	a
Dieta Natural	6,4	c
<b>CV %</b>	<b>9.2</b>	

R.S= Rango de diferenciación. Las letras iguales indican igualdad estadística al 5% de probabilidad según la prueba de Tukey.

#### 4.1.2.8 Fecundidad (N° de huevos por hembra)

En el cuadro 19. Se muestra Fecundidad (N° de huevos por hembra) de *D. saccharalis*, según en el análisis de varianza los tratamientos presentaron significancia estadística con un coeficiente de variación 40,4%.

Con la dieta Natural (choclo) y Valdez 1 obtuvieron promedios iguales 587, 456,4, seguidos de las dietas La Troncal, Higsfeldt Parra y San Carlos con 374,4, 288,5, 260,5 huevos por hembra; mientras que, la menor cantidad de huevos por hembra se obtuvo en la dieta Valdez 2, con 236,5 huevos por hembra.

**Cuadro 19** Promedio de datos de fecundidad (N° de huevos por hembra) en su segunda generación de *D. saccharalis*. Ingenio Valdez. 2014.

<b>Tratamiento</b>	<b>Media</b>	<b>RS</b>
Dieta Higsfeldt Parra	288,5	bc
Dieta La Troncal	374,4	bc
Dieta San Carlos	260,5	bc
Dieta Valdez 1	456,4	ab
Dieta Valdez 2	236,5	c
Dieta Natural	587,0	a
<b>CV %</b>	<b>40,4</b>	

R.S= Rango de diferenciación. Las letras iguales indican igualdad estadística al 5% de probabilidad según la prueba de Tukey.

#### 4.1.2.9 Fertilidad (%)

Los promedios de la variable de Fertilidad se muestran en el cuadro 20. Realizado el análisis de varianza de los tratamientos presentaron significancia estadística con un coeficiente de variación de 10,2%.

El promedio de esta variable mostró que la dieta Natural (choclo) presentó el mayor porcentaje de fertilidad 92,5%; mientras que los demás tratamientos alcanzaron promedios entre 91 y 82,3%, excepto la dieta San Carlos con la cual se obtuvo el menor porcentaje de fertilidad, con 73%.

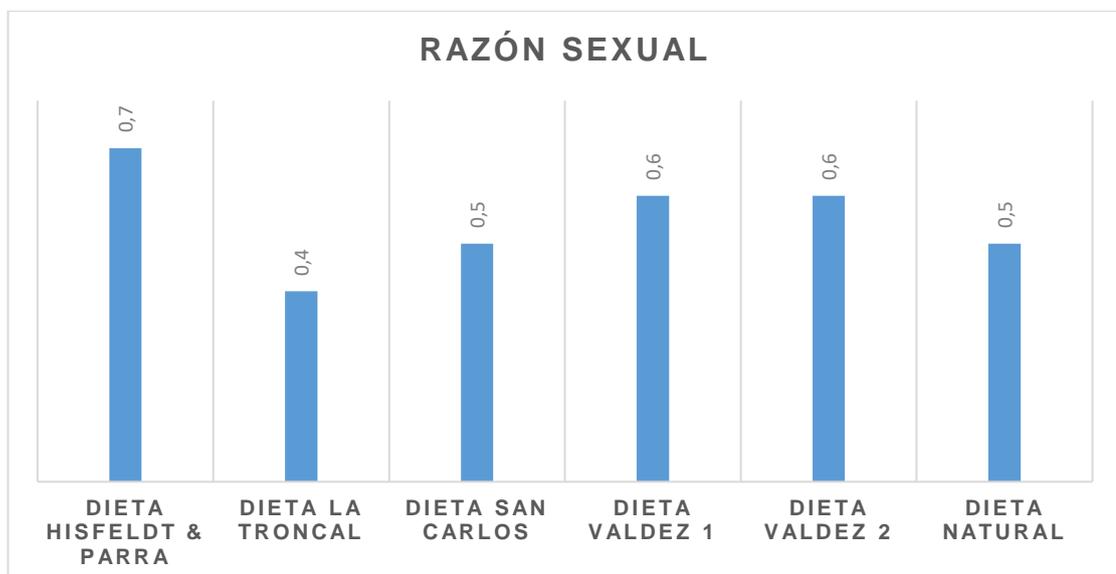
**Cuadro 20** Promedio de datos de la variable de fertilidad (%) de la segunda generación de *D. saccharalis*. Ingenio Valdez. 2014.

Tratamiento	Media RS
Dieta Higsfeldt Parra	82,3 a
Dieta La Troncal	91.0 a
Dieta San Carlos	73.0 b
Dieta Valdez 1	89,3 a
Dieta Valdez 2	74.0 b
Dieta Natural	92,5 a
<b>CV %</b>	<b>10,2</b>

R.S= Rango de diferenciación. Las letras iguales indican igualdad estadística al 5% de probabilidad según la prueba de Tukey.

#### 4.1.2.10 Razón sexual

La proporción sexual entre las dietas estudiadas fueron: Troncal con 0,4 lo cual equivale a una relación aproximada de 2:1 (dos machos para cada hembra). En las dietas San Carlos y Choclo la proporción sexual fue de 0,5 lo que equivale a una relación aproximada de 1:1 (un macho para cada hembra). Mientras que la dieta Valdez, Valdez 2 y Higsfeldt & Parra tuvieron una proporción sexual de 0,6 0,6 y 0,7 respectivamente lo cual equivale a una relación 1:2 (un macho para dos hembras).



**Figura 7** Promedio de datos de razón sexual en la segunda generación de *D. saccharalis*. Ingenio Valdez 2014.

## 4.2 DISCUSIÓN

Para la aplicación de técnicas de control biológico se hace necesario el desarrollo de dietas artificiales eficientes para alimentar los estadios inmaduros de *D. saccharalis* con el fin utilizados para la cría masiva como hospederos de controladores biológicos (Lastra & Gomez, 2006).

El periodo de incubación de los huevos de *D. saccharalis* en las dos generaciones tuvo una duración de 5,5 días, el cual se acerca a lo expuesto por (Lastra & Gomez, 2006), que presentan valores similares.

La mayor recuperación de larvas se obtuvo en la dieta natural (choclo), lo que coincide con lo reportado por (Aquino, 2008), quién evaluó tres generaciones de *D. saccharalis* en seis dietas alimenticias, en condiciones controladas. De las dietas artificiales, las que mostraron mejores resultados fueron las dietas La Troncal y Valdez 1.

El porcentaje de fertilidad, se obtuvo un promedio de 93,9% de huevos eclosionados, en las dos generaciones, lo que resultó ligeramente menor a lo publicado por (Lastra & Gomez, 2006), quienes alcanzaron 98.0% de fertilidad. Esto se debe posiblemente a la incorporación de antimicrobiales en la dieta utilizada por estos autores.

La sobrevivencia larval en las dos generaciones evaluadas, la dieta natural (choclo), presentó los mayores porcentajes de sobrevivencia larval y menor número de días para completar su ciclo de vida. Estos resultados, coinciden con los obtenidos por Aquino (2008). La dieta natural (choclo) es una dieta que se adapta excelente a los requerimientos de larvas para su sobrevivencia por

se utilizan granos frescos alimentos ingeridos por el insecto con mucha naturalidad.

Dentro de las dietas artificiales La Troncal y Valdez 1 estas contienen ácido ascórbico dentro de sus componentes el cual ayuda de manera significativa para que no exista mortalidad en los finales del estado larval, además no logren formar crisálida y algunas presenten deformaciones (Murúa, Virla, & Defago, 2003)

El ciclo de vida de *D. saccharalis* con la dieta natural (choclo) tuvo un promedio de 34,33 días en las dos generaciones. Estos resultados son similares a los reportados por Aquino (2008), quien manifiesta una duración de 35,9 días. Dentro de las dietas artificiales que obtuvieron los mejores promedios de ciclo de vida fueron La Troncal y Valdez con 43,2; 42,6 días respectivamente en las dos generaciones evaluadas estos resultados concuerdan con los presentados por (Flores S. , 2007) que reportan un rango entre 38 y 62 días de duración.

Dentro de los objetivos de esta investigación es determinar cuál de las dietas más rentables y segura para favorecer el ciclo de vida de colonias de *D. saccharalis* y su cría masiva en condiciones controladas. Las dietas artificiales La Troncal y Valdez fueron las de mejor comportamiento las se le podría atribuir a su contienen fuentes de proteínas, carbohidratos vitaminas que actúan como factores de crecimiento ya estos cubren las necesidades nutricionales de las larvas y atenuar los riesgos de enfermedades por contaminación de patógenos en las larvas (Vacari, Souza Genovez, Laurentis, & De Bortoli, 2012).

Además poseen estabilizantes que modifican el pH como el ácido acético, ácido benzoico y el gelificante como agar y caragenato que le dan consistencia a la dieta y pueden ayudar a tener un desarrollo óptimo de las larvas de *D. saccharalis* (Cohen A. , 2003). La consistencia más estable jugaría un papel importante en la sobrevivencia de las larvas y en el aprovechamiento de los componentes nutritivos, ya que dietas secas dificultan la movilidad de las mismas (Luna, Vega, Nuñez, & Carranza, 2004)

De acuerdo con (Urresti, Vivas, Lastra , & Gomez, 1995), cuando se utilizan larvas de campo se obtienen hasta 0.7 parásitos por cada larva inoculada en promedio, mientras que con larvas de laboratorio se obtienen 1.4 parásitos/larva. Lo anterior demuestra la calidad de los individuos de cría masiva para la multiplicación comercial de los parásitoides.

Para la aplicación de técnica de control biológico aumentativo se hace necesario el desarrollo de dietas artificiales eficientes para alimentar los estados inmaduros de *D. saccharalis* con el fin de ser utilizados para cría masiva como hospedadores de controladores biológicos (Lastra & Gomez, 2006).

**CAPÍTULO V**

**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 5.1 CONCLUSIONES

En función de los resultados obtenidos se plantean las siguientes conclusiones:

- La dieta natural (choclo) se mostró como la mejor alternativa para el desarrollo de las larvas de *D. saccharalis*; sin embargo, las dietas La Trocal, Valdez 1 y Valdez 2, en su orden, demostraron buen comportamiento en cuanto a este requerimiento.
- El porcentaje de fertilidad de *D. Saccharalis* presentó mejor comportamiento con la dieta natural (choclo), donde se notaron altos valores de fertilidad de huevos. Dentro de las dietas artificial La Troncal y Valdez, también se mostraron como alternativas.
- De las dietas artificiales, La Troncal, Valdez 1 y Valdez 2 mostraron los mejores resultados, lo que indica que estas dietas podrían servir para la cría de larvas de *D. saccharalis* en los programas de producción de enemigos naturales para el control biológico de esta plaga en el campo.

## 5.2 RECOMENDACIONES

- Utilizar las dietas La Troncal y Valdez 1 para la cría masiva de larvas de *Diatraea saccharalis*.
- Continuar con el estudio de crías masivas de larvas de *Diatraea saccharalis* por más de 3 generaciones.
- Evaluar la estabilidad de la cría de larvas de *Diatraea saccharalis* en estas dietas a través de múltiples generaciones.

**CAPÍTULO VI**  
**BIBLIOGRAFÍA**

## 6.1 LITERATURA CITADA

- Acatitla, C., Bautista, N., Vera, J., Romero, J., & Calyecac-Cortero, H. (2004).** Ciclo biológico y tasas de supervivencia y reproducción de *Copitarsia incommoda* Walter (Lepidoptera: Noctuidae) en cinco dietas artificiales. *Agrociencia-Mexico*, 38, 355-363.
- Aquino, M. (2008).** Comportamiento de seis dietas para la cría masiva de larvas de *Diatraea saccharalis* Fabricus. 69. Milagro, Ecuador: Tesis Ing. Agron Universidad Agraria del Ecuador.
- Bioagro. (10 de Octubre de 2011).** *www.biagro.com*. Recuperado el 22 de Enero de 2015, de [http://www.bioagro.com.co/joomla/index.php?option=com\\_content&task=view&id=24&Itemid=27&limit=1&limitstart=4](http://www.bioagro.com.co/joomla/index.php?option=com_content&task=view&id=24&Itemid=27&limit=1&limitstart=4)
- Bustillo, A. (2009).** Infestaciones en la caña de azúcar en el valle del río Cauca. 7. (C. T. Cenicaña, Ed.) Colombia.
- Cohen, A. (2003).** Science and technology. En A. Cohen, *Insect diets* (pág. 324). Arizona. USA: CRC Press.
- Cohen, C., Nordlund , D., & Smith, R. (1999).** Cría masiva de insectos entomófagos y acaros depredadores: son los cuellos de botella biológica ingeniería, económica o cultural. *Biocontrol Noticias e información*, 20(3), 85-99.
- De Luna, E., Medrano, H., Galan, L., Arévalo, K., & Morales, L. (2003).** Desarrollo y evaluación de formulados de *B. thuringiensis* contra *Diatraea saccharalis*. *Ciencia UANL*, 484 - 490.
- Ecuared. (2015).** *www.ecuared.cu*. Recuperado el 22 de Febrero de 2015, de [http://www.ecured.cu/index.php/Diatraea\\_saccharalis](http://www.ecured.cu/index.php/Diatraea_saccharalis)

**Enrique, A. (2011).** Parasitoidismo y control microbiano del barrenador (*Diatraea saccharalis* F.) de la caña de azúcar (*saccharum officinarum* L.), en el departamento de Sonate. *Tesis Ing. Agr. El Salvador: Universidad de el Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas*. El Salvador.

doi://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:y4NIPPuBoZ8J:ri.ues.edu.sv/615/1/10137073.pdf+Parasitismo+y+control+microbiano+del+barrenador+(Diatraea+saccharalis+F.)+de+la+ca%C3%B1a+de+az%C3%BAcar+(Saccharum+officinarum+L.),+en+el+departamento+de+Sonate&hl=es

**Finney, G., & Fisher, T. (1964).** Cultivo de insectos entomófagos y sus huéspedes. En P. De Bach, *Control Biologico de las Plagas de Insectos y Malas Hierbas* (págs. 375-410). México: Cecsa.

**Flores, F. (24 de Septiembre de 2015).** *www.inta.gov.ar*. Obtenido de <http://www.inta.gov.ar/mjuarez/info/documentos/entomología/plmaiz10.pdf>

**Flores, S. (2007).** Las plagas de la caña de Azúcar en Mexico. 288. Mexico, DF, Mexico: Camara Nacional de las Industrias Azucareras y Algodonera.

**Gómez, L., & Lastra, L. (1995).** Insectos asociados con la caña de azúcar en Colombia. En C. Cassalets, J. Torres, & C. Isaacs, *El cultivo de la caña en la zona azucarera de Colombia* (págs. 237 - 263). Cali: Cenicaña.

**Gómez, L., & Vargas, G. (2014).** Los barrenadores de la caña de azúcar, *Diatraea* spp., en el valle del río Cauca. 734, 133. Cali, Colombia: Cenicaña.

**King, E., Morrinson, R., & Ferrer, F. (3 de Febrero de 1977).** Producción de tachínidos, trichogrammatidos y sus huéspedes para el control de artrópodos plagas por aumentación con énfasis en los lepidópteros barrenadores plagas de caña de azúcar. 95 - 122. Barquisimeto, Ecuador: 1 Seminario Nacional sobre el problema de los Taladradores de la caña de azúcar (*Diatraea* spp).

- Lastra, L., & Gomez, L. (2006).** La cría de *Diatraea saccharalis* (F.) para la producción masiva de sus enemigos naturales. 30. Cali, Colombia: Cenicaña.
- Luna, L., Vega, S., Nuñez, A., & Carranza, O. (2004).** Elaboración de una dieta para la cría artificial de *Utetheisa ornatrix venusta* (Dalm.) (Lepidoptera: Arctiidae). *Centro Agrícola*, 31((1-2)), 9-12.
- Mendoza, J. (2004).** El Barrenador del tallo (*Diatraea saccharalis*). (*Plegable de Divulgación N. 3*) CINCAE, 5. Triunfo, Ecuador.
- Mendoza, J., Gualle, D., & Gómez, P. (2006).** El barrenador del tallo, *Diatraea saccharalis* Fabricius, un problema potencial para la industria azucarera ecuatoriana. 7-9. Triunfo, Ecuador: Cartilla Informativa, 8.
- Mendoza, J., Gualle, D., Gómez, P., Ayora, A., Martínez, L., & Cabezas, C. (s.f.).** [www.aeta.org.ec](http://www.aeta.org.ec). Recuperado el 15 de Enero de 2015, de [http://www.aeta.org.ec/2do%20congreso%20cana/art\\_campo/MENDOZA%20cana.pdf](http://www.aeta.org.ec/2do%20congreso%20cana/art_campo/MENDOZA%20cana.pdf)
- Morales. (2008).** Evaluación de cuatro parasitoides para el control de dos especies de barrenadores (*Diatraea saccharalis* Fabricius) y (*Diatraea crambidiodes grote*) en caña de azúcar a nivel de laboratorio. 42. Tesis Ing. Agronómica. Universidad de San Carlos de Guatemala, Instituto de Investigaciones Agronomicas, Guatemala. Recuperado el 10 de Febrero de 2014, de <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A8870E/A8870E.PDF>
- Murúa, M., Virla, E., & Defago, V. (2003).** Evaluación de cuatro dietas para la cría de *Spodoptera frugiperda* (Lep.: Noctuidae) destinadas a mantener poblaciones experimentales de himenóptera parasitoides. *Bol. San. Veg. Plagas*, 27, 43-51.
- Oliet, J. (2000).** La calidad de la postura forestal en vivero. Córdoba, España.
- Parra, J. (1988).** "Técnica de creación de insectos para los Programas de control biológicos". 80. Piracicaba, Brazil: ESCALQ/USP Piracicaba Campus.

- Parra, J. (1990).** Controle biológico de pragas en cultivos orgânicos. En W. Shara, *Crocomo* (págs. 93-110). Cebtecifealq.
- Robinson, J., & Saúco, V. (2010).** *Crop production Science in Horticulture Series, Bananas and Plantains* (Segunda ed., Vol. 13). Tenerife, España: ISBN.
- Rojas, M. (1998).** Cría en vitro de *Catolaccus grandis*, Hemenoptera: Pteromalidae un ecto- parasitoide del picudo del algodouero Coleoptera: Curculioniodae. *Vedalia*, 5, 111-115.
- SENASA. (2014).** *Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria*. Obtenido de <http://www.sinavimo.gov.ar/plaga/diatraea-saccharalis>
- Singh, P. (1984).** Dieta de insectos la evolucion historica, los avances recientes y perpectivas futuras. 32-44.
- Urresti, C., Vivas, B., Lastra , L., & Gomez, L. (1995).** Analisis de costos de produccion de los taquinidos utilizados para el control de *Diatraea* spp. y estimacion de sus beneficios. *XXII Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología (SOCOLEN)* (pág. 80). Bogotá: Resúmenes.
- Vacari, A., Souza Genovez, G., Laurentis, V., & De Bortoli, S. (2012).** Fonte proteica na criação de *Diatraea saccharalis* e seu reflexo na produção e no controle de qualidade de *Cotesia flavipes*. *Bragantia*, 71(3), 355-361.
- Van Driesche, R., & Bellows, T. (1996).** *Control Biologico*. Nueva York: Chapmam & Hall.

## **CAPÍTULO VII**

### **ANEXOS**

## 7.1 ANEXOS

### Anexo 7.1.1 Cuadrados medios y significancia estadística de las variables en estudio en la primera generación. Ingenio Valdez, 2014.

		Periodo de Incubación	Larvas Recuperadas	Supervivencia Larval	Periodo Larval	Periodo Pupal	Ciclo de vida	Fecundidad	Fertilidad	Longevidad
<b>F.V</b>	<b>G.L</b>	<b>C.M</b>	<b>C.M</b>	<b>C.M</b>	<b>C.M</b>	<b>C.M</b>	<b>C.M</b>	<b>C.M</b>	<b>C.M</b>	<b>C.M</b>
<b>Modelo</b>	5	1,16	254,58	65,88	257,44	6,62	398,13	115712,62	199,02	15,29
<b>Tratamiento</b>	5	1,16	254,58	65,88	257,44	6,62	398,13	115712,62	199,02	15,29
<b>Error</b>	54	0,14	75,31	28,06	14,02	0,29	19,14	17334,61	40,10	0,33
<b>Total</b>	59									

### Anexo 7.1.2 Cuadrados medios y significancia estadística de las variables en estudio en la segunda generación. Ingenio Valdez, 2014.

		Periodo Incubación	Larvas Recuperadas	Supervivencia Larval	Periodo Larval	Periodo Pupal	Ciclo de vida	Fecundidad	Fertilidad	Longevidad
<b>F.V</b>	<b>G.L</b>	<b>C.M</b>	<b>C.M</b>	<b>C.M</b>	<b>C.M</b>	<b>C.M</b>	<b>C.M</b>	<b>C.M</b>	<b>C.M</b>	<b>C.M</b>
<b>Modelo</b>	5	3,78	1422,60	755,70	153,59	3,94	267,11	181963,18	745,26	8,70
<b>Tratamiento</b>	5	3,78	1422,60	775,70	153,59	3,94	267,11	181963,18	745,26	8,70
<b>Error</b>	54	0,30	93,10	29,74	21,06	0,34	18,32	22003,30	72,35	0,50
<b>Total</b>	59									

### 7.1.3 LABORES CULTURALES



