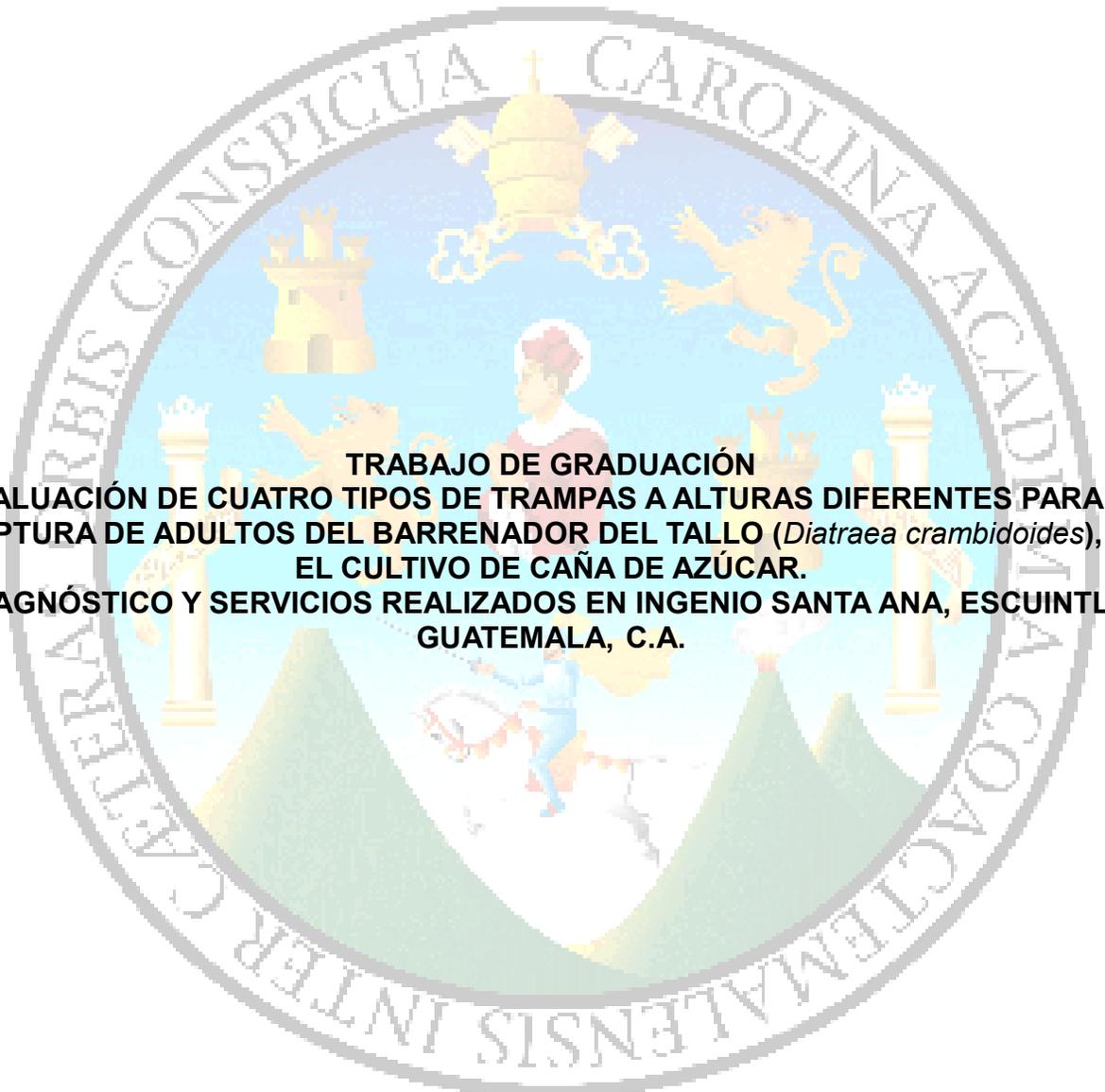


**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA**

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a circular emblem. It features a central shield with a blue background. On the shield, there is a golden crown at the top, a golden lion rampant on the right, and a golden castle on the left. Below the shield, a figure in a blue and white outfit is riding a white horse. The shield is flanked by two golden columns. The entire emblem is surrounded by a circular border containing the Latin text "ACADEMIA CAROLINA CONSPICUA INTER CETERA AGRICULTURAE COACTEMALENSIS".

**TRABAJO DE GRADUACIÓN
EVALUACIÓN DE CUATRO TIPOS DE TRAMPAS A ALTURAS DIFERENTES PARA LA
CAPTURA DE ADULTOS DEL BARRENADOR DEL TALLO (*Diatraea crambidoides*), EN
EL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR.
DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN INGENIO SANTA ANA, ESCUINTLA,
GUATEMALA, C.A.**

**CÉSAR ROLANDO HERNÁNDEZ REYES
Carnet: 200918324**

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2018

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

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**EVALUACIÓN DE CUATRO TIPOS DE TRAMPAS A ALTURAS DIFERENTES PARA LA
CAPTURA DE ADULTOS DEL BARRENADOR DEL TALLO (*Diatraea crambidoides*), EN
EL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR.
DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN INGENIO SANTA ANA, ESCUINTLA,
GUATEMALA, C.A.**

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

**POR
CÉSAR ROLANDO HERNÁNDEZ REYES**

**EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO
INGENIERO AGRÓNOMO
EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA
EN EL GRADO ACADÉMICO DE
LICENCIADO**

GUATEMALA NOVIEMBRE DE 2018

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

RECTOR

Ing. MSc. Murphy Olympto Paiz Recinos

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	Ing. Agr.	Mario Antonio Godínez López
Vocal Primero	Dr.	Tomas Antonio Padilla Cámara
Vocal Segundo	Ing. Agr. M.A	César Linneo García Contreras
Vocal Tercero	Ing. Agr. M.A	Jorge Mario Cabrera Madrid
Vocal Cuarto	Per. Electrónica	Carlos Waldemar De León Samayoa
Vocal Quinto	Per. Agr.	Marvin Orlando Sicajaú Pec
Secretario	Ing. Agr.	Juan Alberto Herrera Ardón

GUATEMALA NOVIEMBRE DE 2018

Guatemala, noviembre de 2018

Honorable Junta Directiva

Honorable Tribunal Examinador

Facultad de Agronomía

Universidad de San Carlos de Guatemala

Honorables miembros:

De conformidad con las normas establecidas en la ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a su consideración, el documento: TRABAJO DE GRADUACIÓN **Evaluación de cuatro tipos de trampas a alturas diferentes para la captura de adultos del barrenador del tallo (*Diatraea crambidoides*), en el cultivo de caña de azúcar.** Diagnóstico y servicios realizados en Ingenio Santa Ana, Escuintla, Guatemala, C.A. como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

Esperando que el mismo llene los requisitos necesarios para su aprobación, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

CÉSAR ROLANDO HERNÁNDEZ REYES
Carnet: 200918324

ACTO QUE DEDICO

A DIOS:

Por permitirme estar parado este día acá compartiendo mi meta, por mostrarme que no hay límites, porque me llevas hasta donde nunca antes imagine haber llegado. Viene a mi mente tus palabras “he aquí, yo hago nuevas todas las cosas” Apocalipsis 21:5. Gracias padre porque te manifestaste en muchas personas a lo largo de este camino, mostrándome la dirección que debía seguir para ser un hombre de bien.

A MI MADRE:

Gladys Rossana Reyes Escobar, gracias mamá, por darme la vida, por el amor incondicional que me has brindado, tus preocupaciones, por estar allí siempre a pesar de las circunstancias de la vida. Espero este día llenarte de mucho orgullo y alegría, mostrando que este triunfo es de ambos. Te amo mamá.

A MIS HERMANOS:

Werner Josué Hernández Reyes, mi pequeño hermano gracias por tu apoyo, tus consejos, por ser un amigo en quien puedo confiar, sabes todo lo que tuvimos que pasar, pero ya ves que después de la tormenta viene un nuevo amanecer lleno de bendiciones. No sabes las gracias que le doy a Dios la bendición de tener un hermano que me ha acompañado en la aventura de la vida tratando de ser mejores. Te amo hermano, siempre te llevo en mi corazón.

Brian y Saúl Hernández Reyes, los quiero mucho, que mi logro los motive a ser mejores personas académicamente, saben que pueden contar conmigo. Gracias hermanos.

A MI ABUELA:

Virginia Escobar (QEPD), gracias abuela por forjar mis primeros pasos en mi vida académica, mi abrazo hasta el cielo y espero volverle a ver algún día y decirle cuanto la quiero y la extraño.

A LA FAMILIA QUINTANILLA REYES:

Gracias por el apoyo brindado en cada etapa de mi vida, principalmente a mi Tía Jeannette, gracias tía por toda la ayuda que ha brindado a mi familia y sus consejos, la quiero mucho y la llevo en mi corazón. Mis primos Virginia y Raimond, con quienes compartí mi infancia, muchas gracias por su cariño y apoyo. Carlos Quintanilla, muchas gracias por sus consejos y ayuda a mi persona.

A LA FAMILIA SANDOVAL SANCHEZ:

Gracias por ser ustedes los que dieron inicio a este sueño que se está volviendo una realidad el día de hoy, por instarme a ser una mejor persona, con valores y dedicación. Ingeniero Saúl muchas gracias por su apoyo, sus consejos y su experiencia profesional transmitida, la paciencia hacia mi persona. Licenciada Cleotilde, muchas gracias, de verdad siempre la voy a llevar en el corazón, su apoyo y fe en mi persona, están volviendo de mí, una persona exitosa. Dios los bendiga.

A LA FAMILIA LOPEZ CASTILLO:

Infinitas gracias y bendiciones para cada uno de ustedes, el abrirme las puertas de su hogar y ser ustedes quienes me motivaron a continuar con este sueño. Gracias Rafa, Josué y Boris por permitirme ser parte de su familia, su paciencia y cariño transmitido como si fuesen mis hermanos. Tía Marisela muchas gracias porque usted me enseñó del amor de Dios y sus milagros en la vida de las personas, todas sus enseñanzas me convirtieron en una mejor persona, la quiero mucho, y no sabe cuánto le agradezco que me allá abierto las puertas de su hogar y el cariño brindado durante mi etapa de estudiante que fueron muy difíciles pero con su ayuda y la de Dios fueron superados. Mi Tío Ingeniero Rafael, muchas gracias y mi respeto hacia su persona, usted fue una de las personas que con su éxito en su vida profesional me motivaron a seguir adelante. Gracias por su apoyo incondicional y brindarme la ayuda posible para que el día de hoy yo pudiese ser una persona exitosa. Dios los bendiga a todos.

A UNA PERSONA ESPECIAL:

Estoy acá este día gracias a ti, porque eres una de mis razones de ser, porque aunque no te conozco lo suficiente, siempre te llevo conmigo y pedí por ti cada noche en donde quiera que estuvieras. Te he querido desde que te encontré y gracias por ser la persona que me ha enseñado a amar y darle un sentido más a mi vida, Claudia P.

A MIS AMIGOS:

A mis amigos de batallas universitarias, Silvia Guist, Josué de León, Boris Girón, los aprecio y sepan que pueden contar conmigo siempre. Espero que el lazo de amistad que nos unió a través de nuestra vida universitaria, nos mantenga hasta que nuestras flamas se apaguen.

A Sara Montiel, Jorge Reyes, Luis Valenzuela, Romeo, Melvin, José Chic, Rubein Pérez, Eduardo Jumique, Isi Guerra, Andelino, Diego Bran, gracias por la amistad brindada y espero poder continuar presente en sus vidas. Gracias por ser mis amigos, los aprecio.

TRABAJO DE GRADUACIÓN QUE DEDICO

A DIOS:

Mi padre celestial quien me brinda fuerza, esperanza, sabiduría y sobre todo fe, para continuar en mis batallas del día a día. Mi orgullo descansa en el Poder que Dios me dio para poder vencer todo obstáculo.

A MI FAMILIA:

Con mucho cariño y amor.

A MI PATRIA:

Guatemala tierra linda, principalmente mi tierra escuintleca, el tiempo vuela, donde en sus calles yo era un niño como cualquiera, ganándome la vida en mil oficios. En mi calle ya no hay nadie conocido, nuevas vidas han brotado y pido al cielo que Dios bendiga el futuro de estos niños.

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA:

Por darme la oportunidad de formarme profesionalmente en mi vida.

A LA FACULTAD DE AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA:

Gracias por brindarme la oportunidad de recorrer en tus aulas del conocimiento de las ciencias agrícolas y formarme como un profesional de bien para mi país y para mi familia.

A LA ESCUELA NACIONAL CENTRAL DE AGRICULTURA:

Alma mater que te llevo en el corazón, me brindaste el conocimiento y la inspiración de poder ir más allá de mis capacidades. Base fundamental de mi vida en la formación agrícola. Dios bendiga a cada uno de sus catedráticos que me brindaron esa sed de ser mejor profesional.

A LA ESCUELA NACIONAL OFICIAL PARA VARONES JOSÉ FRANCISCO AZURDIA:

Mi escuela de nivel primario, donde llevo recuerdos de mi infancia.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS TODO PODEROSO:

Salí de casa con un saquito lleno de ilusiones y sueños, el miedo y la tristeza me acompañó en cada paso. Sin embargo, tú y yo somos uno solo hasta el fin de mis días, peleando cada batalla de la vida. “Mira que te mando que te esfuerces y seas valiente; no temas ni desmayes, porque Jehová tu Dios estará contigo en dondequiera que vayas”. Josué 1:9. Te amo Dios, gracias porque nunca me abandonas.

A MIS ASESORES:

Ing. Agr. Adalberto Rodríguez por su apoyo en la elaboración y formación de este documento, que representa mucho más que una tesis, es para mí la evidencia de mi esfuerzo y entrega para ser un profesional de éxito.

Ing. Agr. José Luis Alvarado por su apoyo, asesoría y sus consejos durante mi ejercicio profesional supervisado, pido a Dios que me lo bendiga siempre Padrino.

Ing Agr. Marvin Pec por su valioso apoyo en la formación de este documento y su desarrollo en campo, muchas gracias por tus consejos y asesorías.

A MIS CATEDRATICOS:

Principalmente a los Ingenieros David Juarez, Manuel Martínez, Iván Dimitri y Pedro Peláez, les estoy agradecido por sus consejos y apoyo durante mi carrera universitaria.

AL DEPARTAMENTO DE PLAGAS Y COSECHA DEL GRUPO CORPORATIVO SANTA ANA:

Por brindarme la oportunidad de realizar mi ejercicio profesional supervisado y darme la oportunidad de iniciar mi vida laboral. Gracias por todos los conocimientos brindados y experiencias, los cuales me ayudan a ser un mejor profesional cada día. Mi mayor agradecimiento a Luis Carlos Arroyo, Henry Sandoval, Marvin Pec, Raisa Peña, Luis Santos, Alfonso Chajon y Aroldo Gutiérrez.

A San Juan AGROEXPORT:

Por darme la oportunidad de pertenecer a un gran equipo de trabajo. Gracias por el apoyo brindado a Licda María de los Ángeles García, Ing. Agr. Luis García, Inga Agra. María José Ríos, Licda Nadia Santos, P. Agr. Arnoldo Sulecio, P. A Gerson Raquec, P. agr Giovanni López, P. Agra. Vivian Marroquín, Inga. Shirley Herrera, Ing Pedro Queche y Cristian Carranza. Dios los bendiga a cada uno de ustedes.

ÍNDICE GENERAL

Contenido	Página
RESUMEN	1
CAPÍTULO I DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN DEL LABORATORIO DE PARASITOIDES DE INGENIO SANTA ANA.	5
1.1. PRESENTACIÓN.....	6
1.2. MARCO REFERENCIAL.....	8
1.2.1. <i>Ubicación</i>	8
1.2.2. <i>Condiciones Climáticas</i>	8
1.2.3. <i>Suelos</i>	8
1.2.4. <i>La Empresa</i>	9
1.3. OBJETIVOS.....	15
1.3.1. <i>General</i>	15
1.3.2. Específicos	15
1.4. METODOLOGÍA	16
1.4.1. <i>Recolección de información primaria</i>	16
1.4.2. <i>Revisión y recolección de información secundaria</i>	16
1.4.3. <i>Análisis de la Información</i>	16
1.4.4. <i>Fase de Gabinete</i>	16
1.5. RESULTADOS.....	17
1.5.1. <i>Descripción General del Laboratorio de Parasitoides</i>	17
1.5.2. <i>Preparación de Cotesia flavipes previas a liberar</i>	21
1.5.3. <i>Análisis de las Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (FODA) del Laboratorio de Parasitoides de Ingenio Santa Ana</i>	21
1.5.4. <i>Matriz de Priorización de Problemas</i>	23
1.6. CONCLUSIONES	25
1.7. BIBLIOGRAFÍA	26
CAPÍTULO II EVALUACIÓN DE CUATRO TIPOS DE TRAMPAS A ALTURAS DIFERENTES PARA LA CAPTURA DE ADULTOS DE BARRENADOR DEL TALLO (<i>DIATRAEA CRAMBIDOIDES</i>), EN EL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR, ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A.	27
2.1. INTRODUCCIÓN	28
2.2. MARCO TEÓRICO.....	30
2.2.1. <i>Marco Conceptual</i>	30
2.2.2. <i>Marco Referencial</i>	41
2.3. OBJETIVOS.....	43
2.3.1. <i>Objetivo General</i>	43

<i>Contenido</i>	<i>Página</i>
2.3.2. <i>Objetivos Específicos</i>	43
2.4. HIPÓTESIS.....	43
2.5. METODOLOGÍA.....	44
2.5.1. <i>Lugar de trabajo y época</i>	44
2.5.2. <i>Diseño Experimental</i>	44
2.5.3. <i>Unidad Experimental</i>	45
2.5.4. <i>Descripción de los tratamientos</i>	45
2.5.5. <i>Elaboración de trampas</i>	45
2.5.6. <i>Selección de Hembras Vírgenes de Diatraea crambidoides</i>	46
2.5.7. <i>Manejo del experimento</i>	47
2.5.8. <i>Variable respuesta</i>	47
2.5.9. <i>Análisis de datos</i>	47
2.6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	48
2.7. CONCLUSIONES	54
2.8. RECOMENDACIONES.....	55
2.9. BIBLIOGRAFÍA.....	56
2.10. ANEXOS.....	58
CAPÍTULO III INFORME DE SERVICIOS REALIZADOS EN EL DEPARTAMENTO TÉCNICO AGRÍCOLA DE INGENIO SANTA ANA, ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A.	63
3.1. PRESENTACIÓN.....	64
3.2. SERVICIOS REALIZADOS.....	65
3.2.1. <i>Evaluación de la máxima concentración recomendada de Coragen® 20 SC (Chlorantraniliprole), para determinar la selectividad en adultos de Cotesia flavipes</i>	65
3.2.2. <i>Análisis del desarrollo de crisálidas del barrenador del tallo (Diatraea crambidoides), según su sexo a través del tiempo</i>	84

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
FIGURA 1 ORGANIGRAMA DE LA ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DE INGENIO SANTA ANA.	12
FIGURA 2 ANÁLISIS GRÁFICO DE LA CAPTURA DE ADULTOS DE <i>DIATRAEA CRAMBIDOIDES</i> EN FUNCIÓN DEL TIPO DE TRAMPA.	50
FIGURA 3 A. TRAMPA DE LUZ.	58
FIGURA 4 A. TRAMPA PLÁSTICA.	59
FIGURA 5 A TRAMPA DE GALÓN.	59
FIGURA 6 A. TRAMPA HELIOTHIS SCENTRY.	60
FIGURA 7 A. PERSONAL DE APOYO, PARA LA COLOCACIÓN DE TRAMPAS.	60
FIGURA 8 . ANÁLISIS GRÁFICO DEL PROMEDIO DE PORCENTAJES DE LA MORTALIDAD DE ADULTOS DE <i>COTESÍA FLAVIPES</i> AL EVALUAR LA APLICACIÓN DEL CORAGEN® (CHLORANTRANILIPROLE), UTILIZANDO LA DÓISIS MÁXIMA RECOMENDADA POR EL PANFLETO DEL PRODUCTO (100 CC/HA).	78
FIGURA 9 A. ALEATORIZACIÓN DEL TRATAMIENTO Y EL TESTIGO PARA EVALUACIÓN DE SELECTIVIDAD.	83
FIGURA 10 A. MONTAJE DE LA EVALUACIÓN DE SELECTIVIDAD DE CORAGEN® (CHLORANTRANILIPROLE) EN <i>COTESÍA FLAVIPES</i>	83
FIGURA 11 A. EQUIPO UTILIZADO PARA LA APLICACIÓN DE CORAGEN® (CHLORANTRANILIPROLE) EN EL ENSAYO.	83
FIGURA 12 . REGRESIÓN PROBIT PARA LA CURVA DE DESARROLLO DE CRISÁLIDAS (MACHO) DEL BARRENADOR DEL TALLO (<i>DIATRAEA CRAMBIDOIDES</i>), EN SIETE DÍAS DE EVALUACIÓN.	88
FIGURA 13 . REGRESIÓN PROBIT PARA LA CURVA DE DESARROLLO DE CRISÁLIDAS (HEMBRA) DEL BARRENADOR DEL TALLO (<i>DIATRAEA CRAMBIDOIDES</i>), EN SIETE DÍAS DE EVALUACIÓN.	89
FIGURA 14 . REGRESIÓN PROBIT PARA LA CURVA DE DESARROLLO DE CRISÁLIDAS (HEMBRA) DEL BARRENADOR DEL TALLO (<i>DIATRAEA CRAMBIDOIDES</i>), EN SIETE DÍAS DE EVALUACIÓN.	90
FIGURA 15 A DIFERENCIACIÓN DE CRISÁLIDAS HEMBRAS Y MACHOS EN BASE A SU APARATO REPRODUCTOR EXTERNO: A. HEMBRA Y B. MACHO.	94

ÍNDICE DE CUADROS

	PÁGINA
CUADRO 1 INGREDIENTES DE CADA UNA DE LAS DIETAS.....	19
CUADRO 2 ANÁLISIS DE LAS FORTALEZAS, AMENAZAS Y DEBILIDADES DEL LABORATORIO DE PARASITOIDES DE INGENIO SANTA ANA.....	22
CUADRO 3 MATRIZ DE PRIORIZACIÓN DE PROBLEMAS.....	23
CUADRO 4 JERARQUIZACIÓN DE PROBLEMAS POR FRECUENCIA Y POR RANGO.....	24
CUADRO 5 DESCRIPCIÓN DE TRATAMIENTOS.....	45
CUADRO 6 CAPTURA Y TRANSFORMACIÓN DE DATOS DE ADULTOS DE <i>DIATRAEA</i> <i>CRAMBIDOIDES</i> EN TRAMPAS DE GALÓN, INGENIO SANTA ANA, ESCUINTLA.....	48
CUADRO 7 CAPTURA Y TRANSFORMACIÓN DE DATOS DE ADULTOS DE <i>DIATRAEA</i> <i>CRAMBIDOIDES</i> EN TRAMPAS HELIOTHIS SCENTRY, INGENIO SANTA ANA, ESCUINTLA.....	49
CUADRO 8 CAPTURA Y TRANSFORMACIÓN DE DATOS DE ADULTOS DE <i>DIATRAEA</i> <i>CRAMBIDOIDES</i> EN TRAMPAS DE LUZ, INGENIO SANTA ANA, ESCUINTLA.....	49
CUADRO 9 CAPTURA Y TRANSFORMACIÓN DE DATOS DE ADULTOS DE <i>DIATRAEA</i> <i>CRAMBIDOIDES</i> EN TRAMPAS PLÁSTICAS, INGENIO SANTA ANA, ESCUINTLA.....	50
CUADRO 10 ANÁLISIS DE VARIANZA SOBRE LA VARIABLE, NÚMERO DE ADULTOS DE <i>DIATRAEA CRAMBIDOIDES</i> CAPTURADOS EN DIFERENTES TRAMPAS Y ALTURAS, FINCA LAS FIANZAS, INGENIO SANTA ANA.....	51
CUADRO 11 SEPARACIÓN DE MEDIAS POR MEDIO DE TUKEY AL 5 % SOBRE LA VARIABLE, NÚMERO DE ADULTOS DE <i>DIATRAEA CRAMBIDOIDES</i> CAPTURADOS EN DIFERENTES TRAMPAS Y ALTURAS, FINCA LAS FIANZAS, INGENIO SANTA ANA.....	52
CUADRO 12 A. ALEATORIZACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS EN CAMPO.....	58
CUADRO 13 A. BOLETA DE NOTAS DE CAMPO, PARA LA INVESTIGACIÓN.....	61
CUADRO 14 FICHA TÉCNICA DEL PRODUCTO COMERCIAL CORAGEN® 20 SC.....	70
CUADRO 15 DESCRIPCIÓN DE TRATAMIENTOS.....	74

CUADRO 16 PORCENTAJE DE MORTALIDAD DE ADULTOS DE <i>COTESIA FLAVIPES</i> , EN LAS UNIDADES APLICADAS CON EL TRATAMIENTO Y EN EL TESTIGO.....	77
CUADRO 17 . RESUMEN DE LA PRUEBA DE SHAPIRO-WILK, PARA EL CONTRASTE DE LA DISTRIBUCIÓN NORMAL DE LOS DATOS OBTENIDOS EN CUANTO AL PORCENTAJE DE MORTALIDAD DE <i>COTESIA FLAVIPES</i>	77
CUADRO 18. RESUMEN DE ANÁLISIS DE VARIANZA SOBRE LA VARIABLE, PORCENTAJE DE MORTALIDAD DE ADULTOS DE <i>COTESIA FLAVIPES</i> , INGENIO SANTA ANA.....	78
CUADRO 19 PORCENTAJE DE CRISÁLIDAS (MACHO) DEL BARRENADOR DEL TALLO (<i>DIATRAEA CRAMBIDOIDES</i>) Y TRANSFORMACIÓN DE DATOS A VALORES PROBIT, INGENIO SANTA ANA, ESCUINTLA.....	87
CUADRO 20 . PORCENTAJE DE CRISÁLIDAS (HEMBRA) DEL BARRENADOR DEL TALLO (<i>DIATRAEA CRAMBIDOIDES</i>) Y TRANSFORMACIÓN DE DATOS A VALORES PROBIT, INGENIO SANTA ANA, ESCUINTLA.....	89
CUADRO 21. PORCENTAJE DE CRISÁLIDAS (MACHOS Y HEMBRAS) DEL BARRENADOR DEL TALLO (<i>DIATRAEA CRAMBIDOIDES</i>) Y TRANSFORMACIÓN DE DATOS A VALORES PROBIT, INGENIO SANTA ANA, ESCUINTLA.....	90

EVALUACIÓN DE CUATRO TIPOS DE TRAMPAS A ALTURAS DIFERENTES PARA LA CAPTURA DE ADULTOS DEL BARRENADOR DEL TALLO (*Diatraea crambidoides*), EN EL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR. DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN INGENIO SANTA ANA, ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A.

RESUMEN

El presente informe de graduación describe las actividades realizadas durante el programa del Ejercicio Profesional Supervisado “EPS”, el cual corresponde a la etapa final de formación profesional en la carrera de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola. El programa se desarrolló durante el periodo de tiempo que comprende los meses de febrero-noviembre del 2014, en el Departamento Técnico Agrícola del Grupo Corporativo Santa Ana, ubicado en la cabecera departamental de Escuintla, Guatemala. Así mismo en las diferentes fincas que conforman al Ingenio Santa Ana, ubicadas en los departamentos de Escuintla y Santa Rosa, Guatemala.

El informe se encuentra integrado por; Diagnóstico, Investigación y Servicios realizados en la empresa. El Diagnóstico se basa en un análisis realizado a la situación actual del Laboratorio de Parasitoides del Ingenio Santa Ana, para lo cual se realizó una recopilación de información de fuentes primarias y secundarias de las distintas áreas que integran el laboratorio. El laboratorio tiene como finalidad la producción de *Cotesia flavipes*, el cual es un parasitoide de larvas del barrenador del tallo (*Diatraea spp.*), y la producción simultanea del barrenador del tallo (*Diatraea crambidoides*), para el proyecto del control del mismo insecto (plaga) mediante el uso de adultos estériles. Así mismo este último utilizado para la producción de *Cotesia flavipes* conjuntamente con larvas de *Diatraea saccharalis*. Por otra parte se realizó una matriz de jerarquización de problemas, en la cual se determinó que la principal problemática del laboratorio es la incidencia de hongos saprofitos en cualesquiera de los instares durante la producción de *Diatraea spp.* En segundo plano se encuentra el porcentaje de larvas mal desarrolladas y este problema conlleva por último el porcentaje de pupas mal desarrolladas.

La investigación realizada, lleva por título: Evaluación de cuatro tipos de trampas a alturas diferentes para la captura de adultos del barrenador del tallo (*Diatraea crambidoides*), en el cultivo de caña de azúcar, Escuintla, Guatemala, C.A.

La investigación se realizó con la finalidad de determinar el tipo de trampa y su disposición en cuanto a la altura para la captura de adultos de *Diatraea crambidoides*. Se evaluaron cuatro tipos de trampas, las cuales fueron; Heliopsis scentry, galón, nylon con adhesivo, estas tres utilizando como atrayente hembras vírgenes de *Diatraea crambidoides* y por último una trampa que utilizó como atrayente luz led. Las disposiciones evaluadas en cuanto a la altura de la trampa fueron de 1.5 m, 2 m y 2.5 m.

Se determinó que la disposición en cuanto a la altura de la trampa, no presentan ningún efecto en cuanto a la captura de adultos del barrenador del tallo (*Diatraea crambidoides*), sin embargo se determinó que el tipo de trampa presenta un efecto en cuanto a la captura del insecto. La trampa que presenta la mayor captura de adultos del barrenador del tallo (*Diatraea crambidoides*), es la que utiliza como atrayente luz led. Seguidamente en cuanto a las que utilizan como atrayente hembras vírgenes adultas del barrenador del tallo (*Diatraea crambidoides*), la trampa Heliopsis scentry es la que presenta la mayor captura de insectos adultos del barrenador del tallo (*Diatraea crambidoides*).

En cuanto a los servicios realizados en el Ingenio Santa Ana, se describen los siguientes:

Servicio Uno (1). Evaluación de la máxima concentración recomendada de Coragen® 20 SC (Chlorantraniliprole), para determinar la selectividad en adultos de *Cotesia flavipes*. La concentración máxima evaluada fue de 100 cc/ha, en la cual se determinó que utilizando la máxima concentración, no se presenta valores de mortalidad significativos en la avispa *Cotesia flavipes*, la cual es utilizada como parte del programa del control biológico de larvas del barrenador del tallo (*Diatraea spp*), por lo que el uso del producto no se restringe.

Servicio dos (2). Análisis del desarrollo de crisálidas del barrenador del tallo (*Diatraea crambidoides*), según su sexo a través del tiempo. Para el presente análisis se evaluó una población determinada de larvas de *Diatraea crambidoides*, con la finalidad de determinar el sexo (hembras o machos) que desarrolla en el menor tiempo su fase de crisálida, por lo

que luego de realizar la el análisis, se determinó que no existe diferencia en el tiempo para el desarrollo de la fase de larva a crisálida según el sexo del insecto.

CAPÍTULO I
DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN DEL LABORATORIO DE PARASITOIDES DE
INGENIO SANTA ANA.

1.1. PRESENTACIÓN

La industria del azúcar en Guatemala, es reconocida por su competitividad dentro de la región, así como a nivel mundial. Durante el período 2012/13, Guatemala sigue posicionado como el décimo mayor productor a nivel mundial, cuarto mayor exportador, tercero más competitivo y tomando en cuenta la capacidad de carga en puerto, uno de los más eficientes (Morales 2008).

La caña de azúcar es un cultivo que se siembra de forma extensiva y permanece en campo todo el año, por lo que el cultivo es atacado por diversas plagas, desde la siembra hasta el momento de la cosecha. Una de las principales plagas que afecta el cultivo es el barrenador de los tallos, los cuales en términos generales, es el de mayor importancia económica. En Guatemala principalmente predominan los barrenadores del género *Diatraea saccharalis* y *Diatraea crambidoides*.

Ingenio Santa Ana, como parte del manejo del barrenador del tallo, ha implementado controles biológicos, realizando liberaciones del parasitoide *Cotesia flavipes*, que es un insecto que pertenece a la familia Braconidae, perteneciente al orden Hymenoptera.

Para poder llevar a cabo este control, el ingenio ha implementado un laboratorio de control biológico en el cual se reproduce al parasitoide *Cotesia flavipes* (parasitoide de barrenador de ambas especies en estado de larva). Utilizando como hospedero la producción de larvas de *Diatraea sp.*, en una relación de un 70% *D. saccharalis* y un 30% *D. crambidoides*, para los usos de liberación a nivel de campo (Morales 2008).

En la temporada 1999-2000, la producción inició en Ingenio Santa Ana con 2, 743,000 avispas y después de un periodo de evaluaciones con resultados positivos en campo respecto al daño ocasionado por dicha plaga, en la temporada 2003 – 2004 la producción se incrementó hasta llegar a 104, 648,372 avispas (Paz 2010).

Respecto a *Diatraea crambidoides*, su parasitación se realiza en menor cantidad ya que *Cotesia flavipes* es un parasitoide muy débil, debido a que cuando intenta parasitar la larva de *Diatraea crambidoides*, esta se defiende, mordiendo a la hembra parasitoide lo cual le ocasiona la muerte.

Actualmente se están realizando conjuntamente con el programa MOSCAMED, pruebas de irradiación a pupas de *Diatraea crambidoides*, este proyecto posee los mismos principios utilizados en el programa MOSCAMED respecto a la mosca del mediterráneo, el cual consiste en controlar a la plaga de *Diatraea crambidoides* realizando liberaciones de machos y hembras adultas estériles en campo. Por lo que *Diatraea crambidoides* producida en el laboratorio es con fines de este proyecto.

1.2. MARCO REFERENCIAL

1.2.1. Ubicación

Las oficinas operativas de Ingenio Santa Ana, se encuentran situadas en Km. 64.5 carretera a Santa Lucía Cotzumalguapa, finca interior Cerritos, Departamento de Escuintla. Está ubicada a una altura comprendida entre 10-150 msnm, una latitud comprendida de 13°57' a 14°15' y una longitud de 90°43' a 91°00' aproximadamente (Sáenz 2014).

1.2.2. Condiciones Climáticas

Las condiciones climáticas que imperan en Cerritos presentan una temperatura promedio anual de 25.65 °C, la precipitación pluvial oscila entre 2,000 a 3,000 mm/año, distribuidos en 8 meses de los cuales, el mes de mayor precipitación pluvial es septiembre con 700 milímetros de lluvia; la unidad industrial de la corporación está asentada a una altitud de 158 metros sobre el nivel del mar (msnm), y la humedad relativa promedio anual es de 89 % (Paz 2010).

1.2.3. Suelos

Los suelos se ubican en el ápice y cuerpo de los abanicos planicie fluviovolcánica de pie de monte, el relieve es ligeramente inclinado, con pendientes comprendidas entre el 1 al 3%. Los suelos de esta región fisiográfica son suelos bien drenados, en los cuales el movimiento del agua se facilita en forma superficial y a través de los horizontes que conforman el perfil del suelo; debido a la limitación de raíces son considerados, suelos profundos a pesar de que a los 120 centímetros, aparece el lecho de gravilla y cascajo que pueden convertirse en características limitantes para el buen desarrollo radicular de las plantas (Paz 2010).

Estos suelos se encuentran dentro la clasificación tierras como parte de la provincia fisiográfica "Llanura Costera del Pacifico"; como categoría de Uso Potencial según el

Manual de Clasificación de Tierras del Instituto Nacional de Bosques -INAB- están clasificados como suelos de clase A que corresponde a un soporte de agricultura sin limitaciones, lo cual pueden soportar cultivos agrícolas altamente exigentes en nutrimentos, a la vez que no tienen limitaciones de pendiente, profundidad, pedregosidad o drenaje. Permite cultivos agrícolas en monocultivo o asociados en forma intensiva o extensiva y puede ser objeto de mecanización (Paz 2010).

1.2.4. La Empresa

El ingenio Santa Ana es una empresa que produce y comercializa azúcar, y otros subproductos como: energía eléctrica, melaza, torta de cachaza, etc., con todas las normas de calidad para satisfacer con una parte de la demanda del mercado guatemalteco así también como el mercado de exportación.

Para cumplir con las metas trazadas, Ingenio Santa Ana, conceptualiza sus objetivos de la siguiente manera:

A. Misión

Ser el líder por excelencia en la administración estratégica de la agroindustria azucarera, competitivo en el contexto empresarial que nos demanda el siglo XXI, través de un alto grado de tecnificación en todas nuestras áreas y un equipo humano motivado, desarrollado y visionario que nos consolide como un grupo de clase mundial; superándonos permanentemente por medio del mejoramiento continuo, con participación activa a todo nivel, sirviendo de modelo a otras empresas de Guatemala y Centro América para proyectarse al mundo (Paz 2010).

B. Visión

Somos un Grupo corporativo visionario, comprometido con el progreso y bienestar de Guatemala, dedicado a producir eficientemente bienes y servicios de óptima calidad, derivado de la caña de azúcar, por medio del desarrollo de los recursos humanos y

tecnológicos para satisfacer las necesidades de nuestros clientes nacionales e internacionales (Paz 2010).

C. Estructura Organizacional del Grupo Corporativo Santa Ana

Para cumplir con dicha demanda el ingenio se encuentra constituido por una Junta Directiva, la Gerencia General la cuales dirigen a la empresa a través de varias divisiones con la finalidad de realizar todas las actividades de operación para la producción y comercialización de la caña de azúcar de una manera eficiente y eficaz.

a. Gerencia General.

El gerente general es responsable de dirigir, planificar, coordinar, supervisar, controlar y evaluar las actividades de la gestión técnica y administrativa de las gerencias de división e impartir las instrucciones para la ejecución de las funciones correspondientes, además de definir e interpretar las políticas establecidas por la dirección. El correcto desempeño de estas obligaciones requiere de un conocimiento funcional de todas las fases de la operación de la empresa, y una buena comunicación con sus subordinados (Santa Ana 2014).

b. División de Recursos Humanos.

Su misión es satisfacer en forma eficaz los requerimientos de los recursos humano adecuado mediante técnicas y procedimientos actualizados, propiciando las condiciones óptimas para su desarrollo personal y dentro de la empresa, con el propósito de lograr la mayor eficiencia del Grupo Corporativo (Santa Ana 2014).

c. División Administrativa.

Es la división completamente de servicios, comprometida con todas las divisiones del corporativo, a quienes asisten en sus necesidades en forma eficiente y oportuna, a través

de una organización adecuada, utilizando recurso humano capacitado y tecnología para satisfacer a sus clientes (Santa Ana 2014).

d. División Industrial

Es la parte que se encarga de la transformación de la caña de azúcar y otros derivados, administrando los recursos humanos, físicos y tecnológicos para satisfacer las necesidades de los clientes nacionales e internacionales (Santa Ana 2014).

e. División de Informática

Organización encargada de proporcionar soluciones relacionadas con la planificación, comunicaciones, tecnología de la información, comunicaciones, automatizaciones industrial y control de proceso para optimizar la producción y administración (Santa Ana 2014).

f. División Financiera

La adecuada administración de los recursos financieros, para la ejecución del proceso productivo, del funcionamiento e inversión generando información financiera confiable y oportuna, para la adecuada toma de decisiones de la administración de Ingenio Santa Ana (Santa Ana 2014).

g. División agrícola y servicios

Es un equipo multidisciplinario, cuyo compromiso fundamental es el aprovechamiento integral sostenible de los recursos naturales, para producir caña de azúcar, otros productos agrícolas, servicios de cosecha, taller y transporte (Santa Ana 2014).

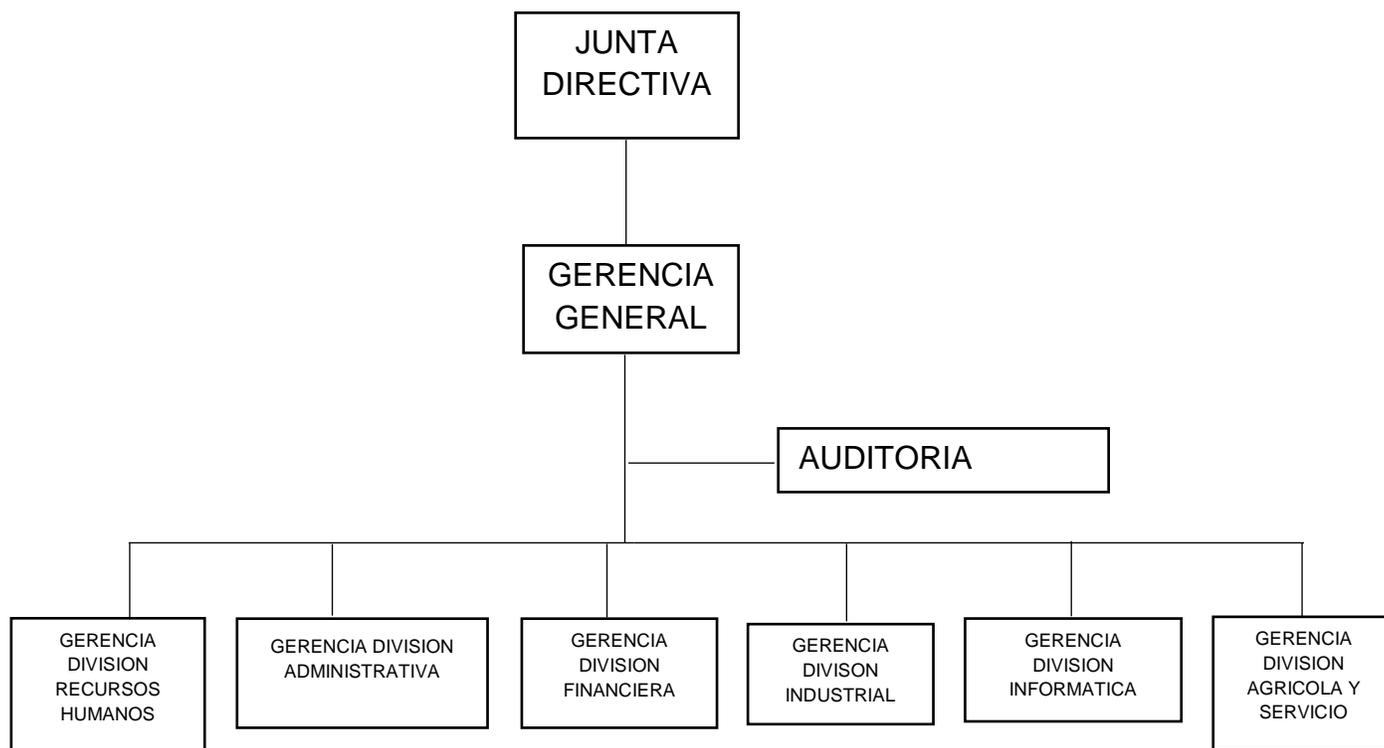


Figura 1 Organigrama de la estructura organizacional de Ingenio Santa Ana.

Fuente. Supervisor de Laboratorios, Departamento de Plagas, Ingenio Santa Ana.

D. Productos Elaborados en Ingenio Santa Ana

Ingenio Santa Ana es una empresa que se dedica a la producción y transformación de la caña de azúcar, para obtener como producto final “azúcar” la cual es ofrecida tanto a nivel nacional, como internacional. Dentro del proceso para la obtención de la azúcar, se obtienen otros subproductos no menos importantes, a continuación se describe cada uno de ellos.

a. Mercado de Exportación

- i. **Azúcar Refinada Tipo “A”:** Es el azúcar de mayor calidad. Sus especificaciones técnicas son: Color 0-45 grados ICUMSA que refiere a una escala internacional que se mide en grados con un rango de

pureza establecido (constituye el factor más importante para este tipo de azúcar), Pol 99.85 por ciento mínima y humedad 0.04 por ciento (Pec 2015).

- ii. **Azúcar Cruda:** Constituye el azúcar con una Pol mínima de 97.9 por ciento (Pec 2015).

b. Mercado Interno

- i. **Azúcar Blanca Standard (Sulfitada):** Es el azúcar de mayor venta para consumo local. Sus características son Pol 99.4 – 99.6 por ciento, Color 180 – 400 ICUMSA, Humedad 0.20 por ciento. Contiene vitamina A en una concentración de 12 a 20 ppm. En Santa Ana, este tipo de azúcar se envasa bajo la marca “Caña Real” (Pec 2015).
- ii. **Azúcar Refinada Local:** Es un azúcar con 0 – 80 grados ICUMSA, Pol 99.6 – 99.8 por ciento, Humedad 0.04 por ciento. Este tipo de azúcar es igual que la anterior, también esta vitaminada. En Santa Ana se empaca bajo la marca “Nevada” (Pec 2015).
- iii. **Azúcar Superior:** Es un azúcar con 99.6 – 99.79 por ciento de Pol, Humedad 0.10 por ciento, Color 80 – 200 ICUMSA (Pec 2015).
- iv. **Azúcar Morena:** Es un azúcar con 98 – 99.4 Pol, 0.40 por ciento Humedad y Color 400 – 800 (Pec 2015).

- v. **Melaza:** Se le denomina así a la miel fina que se obtiene en el último agotamiento en el ciclo de masas. Sus especificaciones técnicas son: Brix5 85 por ciento y pureza entre 30 y 35. Constituye la materia prima para hacer alcohol y rones; además se usa para alimento de ganado. Este producto, se distribuye tanto para mercado nacional como para el mercado internacional (Pec 2015).

- vi. **Torta de Cachaza:** Constituye la materia semisólida filtrada y lavada, producido por la precipitación en el proceso de clarificación de jugo mezclado. Sirve como fuente primaria para abonos orgánicos en la producción Agrícola (Pec 2015).

- vii. **Energía Eléctrica:** Las especificaciones de este servicio es que la empresa cumpla con la cantidad de MW que se proyecte generar o cogenerar. Dicha generación se efectúa a 69,000 voltios, 60 Hz, trifásica y un factor de potencia de 0.85. Actualmente se generan 40 MW y se venden 32 MW a la Empresa Eléctrica de Guatemala (Pec 2015).

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. General

- Conocer la situación del laboratorio de parasitoides del Ingenio Santa Ana.

1.3.2. Específicos

- Identificar el producto final que se produce en el laboratorio de parasitoides.
- Identificar los diferentes procesos que se llevan a cabo en el laboratorio de parasitoides.
- Identificar y priorizar los principales problemas que interfieren en la producción del producto final del laboratorio de parasitoides.

1.4. METODOLOGÍA

1.4.1. Recolección de información primaria.

La recolección de información primaria se realizó por medio de entrevistas verbales con los trabajadores involucrados dentro de los distintos procesos que se realizan en el laboratorio de parasitoides, a la encargada del laboratorio de parasitoides y a profesionales involucrados directamente con el laboratorio de parasitoides.

1.4.2. Revisión y recolección de información secundaria.

Se tomó información generada en el laboratorio de parasitoides, tales como; documentos técnicos, tesis y documentos relacionados a la producción de parasitoides bajo condiciones de laboratorio. Por otra parte se asistió a cada una de las salas que componen el laboratorio (sala de dietas, sala de postura, sala de desarrollo de larvas, sala de selección de larvas, sala de parasitación, sala de desarrollo de cocón, sala de extracción del cocón y sala de desarrollo de crisálida).

1.4.3. Análisis de la Información

Para realizar el análisis de la información se procedió a realizar una matriz de priorización de problemas existentes en el laboratorio de parasitoides para posteriormente jerarquizar la prioridad de los problemas. Así mismo se realizó un análisis FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas).

1.4.4. Fase de Gabinete

Luego de realizar el análisis de la información se procedió a presentar los resultados; esto con la finalidad de realizar un plan para poder planificar de mejor manera los servicios prestados al laboratorio de parasitoides del Grupo Corporativo Santa Ana.

1.5. RESULTADOS

1.5.1. Descripción General del Laboratorio de Parasitoides

El laboratorio cuenta con varias salas de trabajo entre las que se encuentran: la sala de elaboración de dietas y siembra de posturas, sala de posturas, sala de desarrollo de larvas de *Diatraea saccharalis*, sala de desarrollo de larvas de *Diatraea crambidoides*, sala de parasitación, sala de desarrollo de cocón, sala de selección de cocón y la sala de selección de crisálidas. A continuación se da a conocer una descripción general de cada una de las salas con las que cuenta el laboratorio para el proceso de producción de *Cotesia flavipes*.

A. Sala de Posturas.

Se deben colocar crisálidas de *Diatraea spp* en jaulas elaboradas de madera y cedazo para esperar su emergencia, conforme vayan emergiendo se deben tomar diariamente los adultos emergidos para las cámaras de copulación. Como máximo se debe tener un lapso de 3 días para que emerjan los adultos, el resto que no haya emergido en ese lapso es desechado.

Las cámaras de copulación donde son colocados los adultos de *Diatraea spp*, son elaborados de tubo PVC de 6 pul por 20 cm de alto, la parte interna del tubo, es revestida de papel mantequilla y los extremos del tubo son revestidos con tapas redondas elaboradas con papel mantequilla. Dentro de la cámara de copulación, son colocados los adultos en una relación de 20:30 (hembras: machos), se les coloca un algodón embebido con una solución de agua con miel al 25%. Los adultos pueden utilizarse como máximo 2 días y se les debe cambiar cada 24 horas las paredes y tapas (revestimiento de papel mantequilla), para la colecta de huevecillos.

Al extraerse las paredes y tapas de las cámaras de copulación, se deben desinfectar las posturas, colocándolas 1 min en formalina al 0.2%, luego se pasan en agua estéril por 1 min y finalmente 1 min en una solución de sulfato de cobre al 1%. Luego se tienden las paredes y tapas hasta que se sequen.

Luego que se hayan secado las paredes y tapas de papel mantequilla las cuales tienen adheridas las posturas, se procede a cortar las posturas en forma individual y a seleccionar aquellas que son viables y descartar las inviables.

Las posturas recortadas, se colocan en cajas petri sobre papel mayodomo, se humedecen con una solución de sulfato de cobre al 1%, para la hidratación de los huevecillos. Estas permanecen cuatro días en esta sala previamente a ser trasladadas a la sala de siembra de posturas.

B. Sala de elaboración de dietas y siembra de posturas.

En esta sala se preparan las dietas que se utilizan como alimento para las larvas de *Diatraea saccharalis* y *Diatraea crambidoides*, así mismo se realiza la siembra de las posturas de las mismas.

El proceso para la elaboración de las dietas es el siguiente:

Según la tabla de dosificaciones se procede a pesar las harinas con el peso indicado y se colocan en una bolsa de nylon, la cual se sella y se procede a esterilizar en autoclave. Luego de retirarlas de la autoclave se da un lapso de tiempo para que esta pueda tomar la temperatura ambiente y así poder utilizarla en el proceso.

Así mismo según tabla de dosificaciones, se pesa los ácidos y reactivos con una balanza semi analítica, luego se colocan todos los ácidos en un mismo recipiente para tenerlos listos para su utilización en el proceso. Para el caso de agar, se pesa la cantidad requerida en la mezcla con una balanza analítica. Luego esta se vierte en un recipiente con agua desmineralizada y esterilizada (previamente), la cual tenga una temperatura de 40°C y llevarla a ebullición. Se debe de estar removiendo constantemente.

Luego se colocan en un recipiente que contiene dos litros de agua, los ácidos y los reactivos, se procede a batir con la ayuda de una batidora. Seguidamente se agrega la harina de maíz, el germen de trigo y la levadura junto con otros dos litros de agua. Revolver con la ayuda de la batidora constantemente, por último se agrega el agar agar (previamente preparado) y batir durante 5 min.

Cuando ya se encuentra lista la dieta, esta se vierte en frascos la cantidad de 60 ml de dieta si esta es de iniciación, en el caso de dieta de reiniciación, se diluirá en bandejas la cantidad de 1.5 litros. Según el requerimiento de estas la dieta puede ser de iniciación o de realimentación. A continuación se presenta el cuadro 1, con los ingredientes que requiere la elaboración de cada una de las dietas.

Cuadro 1 Ingredientes de cada una de las dietas.

Ingredientes	
Dieta Iniciacion	Dieta de Realimentacion
Harina de trigo	Harina de trigo
Germen de trigo	Germen de trigo
Levadura de cerveza	Levadura de cerveza
Acido ascorbico	Acido ascorbico
Acido benzoico	Acido benzoico
Nipagin	Nipagin
Acido sorbico	Acido sorbico
Acido acetico	Acido acetico
Sulfato de estreptomycin	Sulfato de estreptomycin
Agar - agar	Formalina
Fumagilin - B	Agar - agar
Agua	Fumagilin - B
	Agua

Fuente. Laboratorio de Parasitoides, Ingenio Santa Ana

Para el caso de la dieta de reiniciación se espera a que la dieta que se vertió en los frascos se enfríe y cuaje, para proceder con la siembra de posturas, se siembra un aproximado de 30 huevecillos por frasco. Por último los frascos se tapan con algodón.

C. Sala de desarrollo de larvas de *Diatraea saccharalis*.

Esta sala se mantiene con una temperatura de 28°C con una humedad relativa menor a 80%. Los frascos con larvas tienen un periodo de 15 días, hasta que alcancen su tamaño y peso ideal para ser parasitadas y ser enviadas a la sala de parasitación.

D. Sala de desarrollo de larvas de *Diatraea crambidoides*.

Esta sala se mantiene a una temperatura de 28 a 30°C con un cero por ciento de humedad.

E. Sala de selección de crisálidas.

Antes de ingresar a esta sala, las larvas son seleccionadas previamente, para esto se deposita el contenido de un frasco que contiene larvas desarrolladas provenientes de las salas de desarrollo, en un azafate y se elige larva grande (hembra) y pequeña (macho), se colocan en una cajita individual y se le coloca un cubo de dieta de 0.5 cm³, se tapa la cajita y se coloca en orden en una gaveta.

Al culminar los días necesarios para la pupación, se extraen las crisálidas, eliminando larva sin transformación y deformes.

Las crisálidas aptas deben desinfectarse con formol al 0.2% por 1 min, luego pasarlas por agua estéril por 1 min, y 1 min en una solución de sulfato de cobre al 1%. Luego se colocan en cajuelas con papel mayordomo para que pierdan la humedad.

F. Sala de parasitación

Para realizar la parasitación, se selecciona larva que se encuentre de mayor tamaño y de mayor grosor. Se toma la larva y se coloca cerca de la *Cotesia flavipes* hembra, esto para que esta sea atraída por el olor de la larva. La larva parasitada se le coloca un cubo de dieta de realimentación y se tapa, luego son colocadas en gavetas y trasladadas a la sala de desarrollo de cocón.

G. Sala de desarrollo de cocón

Las larvas parasitadas deben permanecer por 11 o 12 días dentro de la sala para que completen la expulsión de huevecillos y la formación de la seda que los protege, para su recolección.

H. Sala de selección de cocón

Se debe seleccionar la masa o cocón más grande sin residuos de dieta se colectan en una cajuela, separando las masas tiernas (blancas) de las masas maduras (negras). Acá se selecciona de igual manera el cocón que servirá para el pie de cría de la *Cotesia flavipes*.

1.5.2. Preparación de *Cotesia flavipes* previas a liberar.

Acá se procede a realizar la determinación de los puparios por masa, para luego determinar la cantidad de cocón que se estará añadiendo a los vasos plásticos que son utilizados para trasladar a campo la *Cotesia flavipes*. Se estima que en cada vaso de liberación, se agregan aproximadamente 2,000 *Cotesias flavipes*.

1.5.3. Análisis de las Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (FODA) del Laboratorio de Parasitoides de Ingenio Santa Ana.

El análisis FODA, se realizó observando y describiendo cualitativamente las características del laboratorio de parasitoides y del entorno en el cual se encuentra la organización, el análisis FODA permite detectar las fortalezas del laboratorio, las oportunidades de mercado, las debilidades internas del laboratorio y las amenazas en el entorno.

En el cuadro 2, se describe el análisis FODA realizado al laboratorio de parasitoides de Ingenio Santa Ana.

Cuadro 2 Análisis de las fortalezas, amenazas y debilidades del laboratorio de parasitoides de Ingenio Santa Ana.

Fortalezas	Oportunidades
Disponibilidad de mano de obra calificada para las diversas labores que se realizan en el laboratorio, principalmente en la parasitación.	La tendencia del mercado al control biológico, ofrece una ventana de oportunidad para la venta de parasitoides, en este caso de <i>Cotesia flavipes</i> , a otros Ingenios.
Disponibilidad de insumos para la producción en cantidades y calidad requerida.	
Capacidad tecnológica.	
Debilidades	Amenazas
El 20% del total de producción de pupas de <i>Diatraea crambidoides</i> y <i>saccharalis</i> es descartado debido a que se encuentran contaminadas con hongos.	Actualmente el porcentaje de parasitismo con <i>Cotesia flavipes</i> a <i>Diatraea saccharalis</i> es del 20 % en condiciones de campo.
Porcentaje significativo de descarte en larvas debido a su bajo desarrollo.	
Porcentaje significativo de descarte en pupas debido a su bajo desarrollo.	

Fuente. Elaboración propia

En el cuadro 2 se presentó las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas del laboratorio de parasitoides de Ingenio Santa Ana, en las cuales se pudo identificar que el laboratorio posee bases sólidas para llevar a cabo la producción de parasitoides para el control del barrenador del tallo (*Diatraea* sp.), debido a que cuenta con personal calificado y con experiencia para realizar las distintas labores que se realizan en cada una de las salas que componen el laboratorio, por otra parte cuentan con la capacidad tecnológica e insumos de calidad y las cantidades necesarias para poder mantener una producción constante de parasitoides. Mencionado lo anterior, esto permite que el laboratorio de parasitoides de Ingenio Santa Ana sea altamente competitivo y productivo frente a otros laboratorios de parasitoides de otros Ingenios de la región, lo que ha llevado a una ventana de oportunidad para la venta de parasitoides por parte del laboratorio de parasitoides de Ingenio Santa Ana a otros Ingenios para que estos puedan cumplir con sus programas de control de plagas biológicos, principalmente del barrenador del tallo (*Diatraea* sp.) mediante el uso de *Cotesia flavipes*.

Por otra parte se identificaron tres problemas que limitan la producción de parasitoides (*Cotesia flavipes*), los cuales son: a) el descarte de pupas de *Diatraea crambidoides* y *saccharalis*, debido a que se encuentran contaminadas con hongos principalmente del

genero *Aspergillus*, b) el descarte de larvas con bajo desarrollo y c) el descarte de pupas con bajo desarrollo, estos dos últimos definidos debido a que en los dos diferentes estadios del insecto se visualiza mal formaciones en cualesquiera de las partes que componen al insecto o tamaños que no cumplen con los estándares para la producción del parasitoide *Cotesia flavipes*.

Es importante mencionar que la amenaza identificada en el análisis FODA, es el bajo porcentaje de parasitismo que se ha identificado y determinado en campo mediante el uso de *Cotesia flavipes* para el control del barrenador del tallo, lo cual hace vulnerable el programa biológico utilizado por los Ingenios, al uso alternativo de productos fitosanitarios los cuales controlan efectivamente la plaga.

1.5.4. Matriz de Priorización de Problemas

Con la información primaria y secundaria que fue recopilada, se elaboró una matriz de priorización con los problemas principales reconocidos en el laboratorio de parasitoides de Ingenio Santa Ana. A continuación se presentan en el cuadro 3 y 4, el cual describe la matriz de priorización y jerarquización de problemas:

Cuadro 3 Matriz de priorización de problemas

Problema	Incidencia de hongos saprófagos.	Porcentaje de larvas mal desarrolladas.	Porcentaje de pupas mal desarrolladas.
Incidencia de hongos saprófagos.	_____	Incidencia de hongos saprófagos.	Incidencia de hongos saprófagos.
Porcentaje de larvas mal desarrolladas.	_____	_____	Porcentaje de larvas mal desarrolladas.
Porcentaje de pupas mal desarrolladas.	_____	_____	

Fuente. Elaboración propia

Cuadro 4 Jerarquización de problemas por frecuencia y por rango.

Problema	Frecuencia	Rango
Incidencia de hongos saprófagos.	4	1
Porcentaje de larvas mal desarrolladas.	3	2
Porcentaje de pupas mal desarrolladas.	2	3

Fuente. Elaboración propia

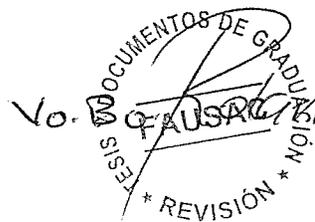
Se determinó a través de la matriz de jerarquización de problemas por frecuencia y por rango, que el problema principal del laboratorio de parasitoides, es la incidencia de hongos saprófagos en larvas y pupas de *Diatraea* sp, seguido por el porcentaje de larvas mal desarrolladas y el porcentaje de pupas mal desarrolladas, lo cual es un indicador para el laboratorio de parasitoides, en que generen medidas para contrarrestar dicho efecto.

1.6. CONCLUSIONES

- El producto final del laboratorio de parasitoides, es la *Cotesia flavipes*, el cual es un parasitoide del barrenador del tallo (*Diatraea* spp.), este se proporciona a campo para su liberación en vasos plásticos conteniendo como mínimo 2,000 avispas.
- El laboratorio de parasitoides se encuentra definido por dos diferentes procesos; producción del barrenador del tallo (*Diatraea* spp) y la producción de *Cotesia flavipes*. El proceso de producción es simultaneo dentro de las instalaciones del laboratorio, debido a que el barrenador del tallo en su estado larval, es el hospedero de la ovoposición de adultos de *Cotesia flavipes*, por lo que es necesaria la producción de ambos insectos (parasito y parasitado), para completar el ciclo de la producción del producto final (*Cotesia flavipes*).
- Según la matriz de jerarquización de problemas, la problemática que se presenta en primer rango, la cual es la más importante, es la incidencia de hongos saprofitos, lo que se presenta en cualesquiera de los instares de la *Diatraea* spp. En segundo plano se encuentra el porcentaje de larvas mal desarrolladas y este problema conlleva por último el porcentaje de pupas mal desarrolladas.

1.7. BIBLIOGRAFÍA

1. Morales, M. 2008. Evaluación de cuatro parasitoides para el control de dos especies de barrenadores (*Diatraea saccharalis* Fabricius) y (*Diatraea crambidoides* Grote) en caña de azúcar a nivel de laboratorio. Tesis Ing. Agro. Guatemala, USAC. 35 p.
2. Paz Fong, PD. 2010. Determinación del coeficiente de uniformidad en los sistemas de riego por pivotes en caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) y servicios prestados en la finca Bolivia del Ingenio Santa Ana, Escuintla. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 139 p.
3. Pec Hernández, M. 2015. Preferencia de parasitismo de *Cotesia flavipes* Cameron (Hymenoptera: Braconidae), sobre diferentes instares de (*Diatraea crambidoides* Grote) (Lepidoptera: Crambidae). Diagnóstico y servicios realizados en Ingenio Santa Ana, Escuintla, Guatemala, C.A. Tesis Ing. Agro. Guatemala, USAC. 92 p.
4. Sáenz, E. 2014. Evaluación de cuatro madurantes en caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) en la variedad MEX 79-431, diagnóstico y servicios realizados en el Grupo Corporativo Santa Ana, S.A., Escuintla, Guatemala, C.A. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 123 p.
5. Santa Ana, Guatemala. 2014. Descripción generales de Ingenio Santa Ana (en línea). Guatemala. Consultado 14 nov. 2014. Disponible en <http://www.santaana.com.gt/espanol.htm>

Vo.  

CAPITULO II

EVALUACIÓN DE CUATRO TIPOS DE TRAMPAS A ALTURAS DIFERENTES PARA LA CAPTURA DE ADULTOS DE BARRENADOR DEL TALLO (*Diatraea crambidoides*), EN EL CULTIVO DE CAÑA DE AZUCAR, ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A.

2.1. INTRODUCCION

La industria del azúcar en Guatemala, es reconocida por su competitividad dentro de la región, así como a nivel mundial. Durante el período 2012/13, Guatemala sigue posicionado como el décimo mayor productor, cuarto mayor exportador, tercero más competitivo y tomando en cuenta la capacidad de carga en puerto, uno de los más eficientes (Pec 2015).

El sector azucarero genera empleo directo en campo (jornales/año) de 23, 841,252 lo cual es equivalente a 85,147 empleos permanentes. La producción nacional se encuentra distribuida de la siguiente forma: Escuintla (88 %), Suchitepéquez (8 %), Santa Rosa (2 %) y Retalhuleu (2 %). El 93 % de la superficie cosechada se encuentra concentrada en dos departamentos, los cuales son Escuintla (82 %) y Suchitepéquez (11 %) (Márquez 2012).

La caña de azúcar es un cultivo que se siembra de forma extensiva y permanece en campo todo el año, por lo que el cultivo es atacado por diversas plagas, desde la siembra hasta el momento de la cosecha. Estas plagas reducen el rendimiento del cultivo e incrementan los costos de producción, adicional a lo anterior, si la estrategia de manejo de plagas no es la adecuada o no se usa adecuadamente, se causan trastornos ecológicos que ponen en peligro la sostenibilidad de esta actividad. Una de las principales plagas que afecta el cultivo es el barrenador de los tallos, los cuales en términos generales, es el de mayor importancia económica. En Guatemala principalmente predominan dos especies de barrenadores; *Diatraea saccharalis* y *Diatraea crambidoides*.

Este Lepidóptero de la familia Pyralidae existe en la naturaleza sin causar daño alguno sin embargo tomando en cuenta las extensiones que son sembradas con caña de azúcar, el mismo encuentra un hábitat adecuado para su desarrollo y proliferación. Además, el daño que esta especie ocasiona en la planta puede pasar desapercibido durante el desarrollo del cultivo (Arrivillaga 1989).

Debido a la importancia que representa los daños que provoca *Diatraea crambidoides* en la producción de azúcar en la agroindustria azucarera de Guatemala, es necesaria la generación de información sobre el control de esta plaga. Determinar el tipo de trampa y

su disposición en cuanto a la altura para la captura de adultos de *Diatraea crambidoides*, contribuye a determinar un método adecuado para el control de dicha plaga.

El presente trabajo de investigación, se realizó con la finalidad de determinar el tipo de trampa y su disposición en cuanto a la altura para la captura de adultos de *Diatraea crambidoides*. Se evaluaron cuatro tipos de trampas, las cuales fueron; Heliiothis scentry, galón, nylon con adhesivo, estas tres utilizaron como atrayente hembras vírgenes de *Diatraea crambidoides* y por último una trampa que utilizo como atrayente luz led. Las disposiciones evaluadas en cuanto a la altura de la trampa fueron de 1.5 m, 2 m y 2.5 m. La variable respuesta que se midió fue; el número de adultos de *Diatraea crambidoides* capturados según tipo de trampa y altura de colocación.

Luego de haber realizado el ensayo en campo y someter los datos obtenidos al análisis de varianza, se determinó que para el tipo de trampa existían diferencias significativas estadísticamente en cuanto al número de adultos de *Diatraea crambidoides* capturados, no obstante para la disposición en cuanto a la altura de la trampa, no se presentó diferencias significativas estadísticamente en cuanto a la captura del insecto. Posteriormente se realizó la prueba múltiple de medias (Tukey) para el tipo de trampa, donde se determinó que la trampa que utilizo como atrayente luz led, presenta el mejor resultado en cuanto al número de adultos de *Diatraea crambidoides* capturados, no obstante en cuanto a las trampas que utilizaron como atrayente hembras vírgenes de *Diatraea crambidoides*, la trampa Heliiothis scentry presenta el mejor resultado en cuanto a la captura de adultos del insecto.

Por lo que se concluye que la trampa que presenta el mayor número de adultos de *Diatraea crambidoides* capturados, es la de luz, en cuanto a la disposición de la altura de la trampa, no se presenta significancia en la captura de adultos de *Diatraea crambidoides*.

2.2. MARCO TEORICO

2.2.1. Marco Conceptual

A. Importancia de la caña de azúcar

La caña de azúcar es uno de los cultivos relevantes en la economía nacional. Prueba de ello es que, en los últimos años, el área sembrada con este cultivo se ha extendido considerablemente: en la zafra 2012 – 2013 el área cosechada aumento a 261, 450 hectáreas (Márquez 2012).

El incremento en la producción se logra por medio de la tecnificación y capacitación del recurso humano que se emplea, lo que a la vez redunda en el mejoramiento de las condiciones de vida del sector y la población en general.

El azúcar representa el 19 % del valor de la producción agrícola; el 3 % del PIB y un 23.5 % del total de divisas generadas por los productos tradicionales. A la vez, origina alrededor de 85,147 empleos directos, con ingresos superiores al promedio de las actividades agrícolas. Guatemala produce el 51 % del total de azúcar en Centroamérica, asimismo consume el 48 % de su producción, que es el porcentaje más bajo en Centroamérica, y es el cuarto exportador mundial y tercero en Latinoamérica (Márquez 2012).

B. Principales plagas de la caña de azúcar

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

La diversidad de las plagas y la frecuencia con que atacan el cultivo varían de una finca a otra, ya que influyen diversos factores, principalmente las condiciones climáticas (precipitación, temperatura, humedad relativa, otros) y altitud sobre el nivel del mar. Los daños más frecuentes y de mayores consecuencias son causados por las ratas (*Sigmodon hispidus*), la chinche salivosa (*Aeneolamia* spp.), los barrenadores del tallo (*Diatraea* spp.), las plagas de la raíz gallina ciega (*Phyllophaga* spp.) y el gusano alambre (*Conoderus* spp.) (AZASGUA 1994).

C. Descripción del barrenador del tallo de la caña de azúcar (*Diatraea* spp).

a. Clasificación taxonómica

Clase: Insecta
 Orden: Lepidóptera
 Familia: Pyralidae
 Género: *Diatraea*
 Especie: crambidoides

b. Aspectos biológicos

Los barrenadores del tallo de la caña de azúcar del género *Diatraea* se reproducen de manera normal, tienen metamorfosis holometábola o completa, caracterizada por presentar su desarrollo biológico en fases diferenciadas que comprenden los estados: huevo, larva, pupa y adulto (CENGICAÑA 2006).

i. Huevo

Los huevos recién depositados, son de color amarillo crema de forma ligeramente elíptica y difícil de identificar en campo. El insecto oviposita en forma de masas en horas de la noche por el haz o el envés de las hojas, en hileras superpuestas a manera de escamas de pez (Morales 2008).

Con el tiempo la postura cambia su coloración a naranja y antes de eclosionar toman un color más oscuro, el promedio de huevos por polilla es de 500. Los factores que más

afectan la incubación son la temperatura y la humedad relativa, dependiendo de ellos esta etapa puede durar de 5 días a 10 días (Morales 2008).

ii. Larva

Es de tipo cruciforme, típica del orden Lepidóptera, sin setas secundarias; con patas y propatas normales. Presenta el escudo cervical ancho, dividido y con lunares característicos dispuestos irregularmente, y tubérculos o pináculos ligeramente quitinizados. Las setas dorsales tienen los segmentos del uno al siete separados, con tendencia a unirse en el octavo, y completamente separados en el segmento nueve. La cabeza de la larva es de color ámbar y está armada con fuertes mandíbulas masticadoras, que son las que le permiten perforar el tallo de la caña de azúcar (Morales 2008).

Al completar su desarrollo y dependiendo de la especie, las larvas pueden medir entre 3.0 cm y 4.5 cm de largo. La duración de este estado es de 20 días a 35 días según se presenten las condiciones climáticas (Morales 2008).

iii. Pupa

La pupa del barrenador es del tipo adéctica, caracterizada porque los órganos bucales no son móviles, pertenece a la forma obtecta, los apéndices corporales se pueden observar pero están fuertemente pegados al cuerpo mediante una secreción especial. 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. La pata mesotorácica no se extiende hasta el ápice del ala. En general, el cuerpo es de textura áspera y sin setas. Las pupas recién formadas son casi blancas, pero a las pocas horas toman una coloración marrón. En este estado el insecto casi no tiene movimientos y su duración puede durar de 5 días a 12 días. Al finalizar el proceso de pupa, ocurre la emergencia del adulto que se libera de la pupa, de esta forma inicia su vida en el medio exterior (Morales 2008).

iv. Adulto

El adulto del barrenador es una pequeña polilla de color pajizo, que mide un poco más de 1cm de longitud. En estado de reposo, une las alas y forma un ángulo obtuso con el vértice, hacia la parte dorsal (Morales 2008).

Los machos son, generalmente, más pequeños que las hembras, tienen el abdomen más fino y las alas más oscuras. Los adultos constituyen el estado de mayor movilidad del insecto, el cual puede desplazarse mediante el desarrollo de sus funciones vitales (Morales 2008).

Las antenas son dilatadas, pubescentes y poliformes. Las alas anteriores son reflectadas, alargadas y subtriangulares, cuando el insecto está en reposo, el color varía a marrón o grisáceo, con tonalidad rosada, en algunos casos, pero a veces presentan líneas transversales sobre las alas o líneas más oscuras, a lo largo de las venas (Morales 2008).

Las patas son cortas, con el par medio más largo, y de tarso pentámero. El fémur es alargado. Las tibias de las patas anteriores y medias presentan dos espuelas y el par posterior, cuatro. La tibia del macho generalmente lleva numerosas escamas alargadas en forma de pelos, en el margen interior. La genitalia del macho es bien desarrollada, en tanto que la genitalia de la hembra tiene una papila anal ancha. La bolsa copulatoria abre ventralmente en el séptimo esternito abdominal. Para que ocurra la reproducción, es necesario que se efectúe la maduración sexual de las polillas (Morales 2008).

Después, las hembras sexualmente maduras atraen a los machos mediante secreciones de las glándulas sexuales, situadas en la mitad posterior del abdomen, y de esta forma se lleva a cabo el acoplamiento y la fecundación. Las hembras fecundadas ovipositan, generalmente, durante la noche, sobre el haz y envés de las hojas de la caña de azúcar. La oviposición es cercana al nervio central y en la dirección de éste, aunque con mayor frecuencia las oviposiciones se localizan en el envés cerca de la base o del ápice (Morales 2008).

La capacidad de fecundación de las hembras de los barrenadores del tallo, del género *Diatraea*, está condicionada a factores inherentes a la especie y factores externos que actúan sobre la especie (Morales 2008).

Entre los primeros, son determinantes la edad, la proporción entre hembras y machos, la capacidad de copulación y otros; entre los externos están las condiciones ecológicas, como: temperatura, humedad relativa, iluminación, alimentación y otras (Morales 2008).

En este estado dura entre 2 días y 10 días. La literatura reporta en promedio una duración de 40 días a 60 días del ciclo de vida de este insecto (CORPOICA 2003).

c. Daño causado

Las larvas, cuando atacan cañas jóvenes, causan la muerte de la yema apical, esto produce una coloración amarilla y casi la muerte de los verticilos internos de las hojas, es un síntoma conocido como “corazón muerto”. En las cañas más antiguas, los túneles de los barrenadores ocasionan que las puntas se mueran y se debiliten los tejidos de sostén, de tal manera que los tallos se rompen con los vientos fuertes. Esta plaga puede atacar los tallos de caña en cualquiera de sus etapas de crecimiento, desde el brote hasta la madurez (López 2005).

En tallos con entrenudos, las larvas dejan unas galerías transversales, que causan el volcamiento de las cañas. Esto causa la pérdida de peso, activación de brotes laterales, enrizamiento aéreo, pérdida de azúcares en el tallo; sin embargo, los daños indirectos son los más considerables, ya que a través de los orificios y galerías horizontales prolifera el hongo *Calleotrichum falcatum*, el cual es el causante del muermo rojo. Estos hongos son los responsables de la inversión de la sacarosa, ya que disminuye la cantidad y pureza del jugo que se extrae de la caña de azúcar, el cual tiene bajo contenido de sacarosa, como de 10 % a 20 %, por tanto, es menor el rendimiento de azúcar y alcohol (CORPOICA 2003).

d. Hospederos alternos

Los barrenadores del tallo de la caña de azúcar del género *Diatraea* son especies polífagas, porque atacan, además de la caña de azúcar, a un gran número de plantas.

En condiciones tropicales, la determinación de los hospederos secundarios de una plaga puede tener gran importancia en cultivos de estación, ya que en estos casos la población de la plaga se mantiene generalmente hasta la época de siembra del cultivo en cuestión. Por lo tanto, puede ser implementado un programa de control o por lo menos prever su aparición en la planta económicamente importante. Sin embargo, en caña de azúcar esto es más difícil, porque los suelos permanecen sembrados durante todo el año y abarcan grandes extensiones superficiales, además como los campos presentan diferentes edades y por tanto distintas etapas fenológicas del crecimiento de las plantas, la determinación de los hospederos secundarios no es de gran importancia desde el punto de vista del control de plagas (Cogollazo 1990).

e. Distribución geográfica

El barrenador de la caña de azúcar *Diatraea* spp. es la plaga que invade la mayor área geográfica, incluidas las especies del género *Diatraea*, y se encuentra por toda América y el Caribe. Por lo que está presente desde los Estados Unidos hasta el noroeste de Argentina, y causa severos daños a la agroindustria azucarera en toda esta región (Gómez, Londoño, Raigosa y Trejos 1986).

D. Trampas de feromonas

El método consiste en obtener pupas del insecto que sean hembras, en las pupas hembra se observa en la genital una hendidura en la parte final del abdomen, en comparación con el macho que presenta dos protuberancias (Roldan 2001).

Las hembras se depositan en una caja perforada de cartón o plástico, la cual se debe colocar en la trampa utilizada. Las hembras vírgenes emiten una feromona natural

(atrayente sexual), con el fin de indicarle a los machos que están listas para copular. El macho una vez detecta la feromona se dirige a la cajita en la cual se encuentra la hembra, quedando atrapado por mecanismo de la trampa (Roldan 2001).

E. Las feromonas en el insecto

Los insectos se desenvuelven en su medio ambiente respondiendo en forma característica a una diversidad de señales o estímulos visuales, físicos o químicos. Aquellos compuestos químicos que provienen de un organismo y actúan en otro provocando una determinada respuesta, se denominan semi químico, que incluye a las feromonas, kairomonas y alomonas (Roldan 2001).

a. Feromonas sexuales y de agregación

Las investigaciones se han centrado en los lepidópteros, estudiando el control fisiológico de la liberación y percepción, el diseño morfológico y neurológico de los sistemas de receptores feromonales, los mecanismos de orientación hacia la fuente de feromona y los mecanismos por los cuales las moléculas excitan el sistema nervioso. Muchas de las técnicas para el aislamiento, el análisis químico y la determinación de la actividad biológica, han sido desarrolladas con feromonas sexuales y de agregación, estas han permitido deducir reglas aplicables a todos los comportamientos estimulados por feromonas (Roldan 2001).

i. Feromonas sexuales

Las feromonas sexuales inducen comportamientos de atracción entre ambos sexos, o más exactamente, son aquellas que aumentan la probabilidad de una copula correcta. La copula se produce tras dos fases comporta mentales principales: la primera de ellas es la localización de la pareja. Cuando un compuesto químico induce la localización de una

pareja a larga distancia se denomina atrayente sexual. Cuando una pareja potencial ha sido localizada, se produce un cambio en el comportamiento de localización hacia un comportamiento de cortejo. El cortejo es una secuencia de comportamientos protagonizados por un macho y una hembra situados a una corta distancia uno por el otro y que coordinan sus esfuerzos reproductivos. Los compuestos químicos liberados por un individuo y que estimulan el comportamiento de cortejo en la pareja, se denominan feromonas de cortejo (Roldan 2001).

ii. Feromonas de agregación

Es una feromona que en los individuos de una especie, provoca un comportamiento que conduce a un incremento de la densidad de los mismos en las proximidades de la fuente feromonal, se denomina feromona de agregación. La distinción entre feromonas sexuales y feromonas de agregación es algo arbitraria, dado que la agregación conduce a menudo a un incremento de copulas efectivas. La agregación puede beneficiar a un individuo de diversas maneras: por ejemplo propiciando la defensa contra depredadores, aumentando la posibilidad de salvar la resistencia de un huésped, o en la selección de la pareja (Roldan 2001).

b. Producción de feromonas

Las feromonas de insectos se producen en glándulas exocrinas, es decir, glándulas de secreción externa. Muchas de estas glándulas son estructuras modificadas a partir de células epidérmicas del tegumento del insecto; células que también segregan los componentes de la cutícula (Roldan 2001).

Las glándulas productoras del atrayente sexual de los lepidópteros hembras están formadas a partir del tegumento intersegmentario entre los esternitos abdominales posteriores. Dicha área tegumentaria aumenta su superficie y se invagina hacia el interior del cuerpo. La membrana glandular puede evaginarse por la presión de la hemolinfa, de

manera que su superficie queda expuesta al exterior para liberar la feromona, comportamiento que se denomina “feromona de llamada” (Roldan 2001).

c. Liberación de las feromonas

La síntesis de feromonas puede ser continua, pero la liberación de la feromona es un proceso controlado de forma muy precisa y que se produce únicamente bajo condiciones ambientales y fisiológicas específicas. Es importante recordar que una feromona sexual no está constantemente presente en el ambiente y que solo es liberada bajo un contexto correcto. Por ejemplo, solamente los lepidópteros hembras que sean sexualmente maduras emitirán el atrayente sexual y además solamente en unas circunstancias que permitan a los machos localizarlas (Roldan 2001).

Las variables ambientales normalmente influyen en la liberación de feromonas. Muchas especies de lepidópteros nocturnos muestran un típico comportamiento de “llamada” durante las horas de oscuridad (Roldan 2001).

d. Percepción de la feromona por el insecto

i. Las antenas de los insectos

Para un lepidóptero macho que detecta la presencia de una hembra que está emitiendo feromona a una gran distancia, una forma de incrementar el nivel de sensibilidad es tener unas antenas tan largas como sea posible y que al propio tiempo, permitan que el aire discurra a través de ellas, de modo que puedan analizar un gran volumen del aire que contiene la feromona (Roldan 2001).

La sensibilidad olfativa a las feromonas está determinada por la longitud y la forma de la antena y por el número, tipos y localización de los receptores olfativos que contiene (Roldan 2001).

ii. Sensilas olfativas

Las feromonas son detectadas a través de las sensilas olfativas. Estas están constituidas por apófisis cuticulares o por sedas situadas sobre la antena, las cuales sostienen las dendritas sensoriales que, en última instancia transmiten los impulsos al sistema nervioso central (Roldan 2001).

El número de poros de una sensila puede variar considerablemente, desde unos 150 en la apófisis sensorial de algunos saltamontes, hasta más de 50,000 en cada una de las largas sedas sensoriales de los machos lepidópteros (Roldan 2001).

Las moléculas de feromona que llegan a la antena, penetran por los poros sensitivos directamente o bien por difusión a través de la superficie sensilar. Una vez en el receptáculo del poro, se difunde a través de los túbulos y establecen contacto con el receptor de membrana de una dendrita sensitiva (Roldan 2001).

e. Transducción

El proceso fisiológico esencial es la transformación de un mensaje molecular (en este caso una molécula de feromona) en una respuesta bioeléctrica en las neuronas receptoras (las dendritas de las sensilas). A este proceso se le conoce con el nombre de “transducción” (Roldan 2001).

De alguna manera, aun no totalmente clara, las moléculas de feromonas establecen contacto con moléculas proteínicasceptoras que se hallan en la membrana de la dendrita receptora. El enlace de ambas moléculas forma un complejo activado que desencadena un cambio transitorio en la dendrita y que se conoce como potencial receptor. El nivel de respuesta es proporcional a la intensidad del estímulo odorífero y se conoce con el nombre de electroantenograma (Roldan 2001).

F. La Luz como Atrayente

Durante la noche muchos insectos son atraídos hacia lámparas de luz y aunque el fenómeno se conoce desde hace mucho tiempo no se sabe la razón de este comportamiento. La región del espectro electromagnético atrayente a los insectos está en las longitudes de onda a 300 milimicrones a 700 milimicrones, que corresponde a la luz natural y a las radiaciones ultra-violeta o "luz negra", siendo esta última más atrayente para la mayoría de los insectos. La efectividad de la fuente de luz depende: (a) del rango de la radiación electromagnética o longitud de onda, (b) de la magnitud de la radiación, (c) de la brillantez y (d) del tamaño y la forma de la fuente de luz (12). Debido a que el tamaño del tubo es proporcional al voltaje, los tubos más grandes atraen un mayor número de insectos. De las numerosas especies de insectos que son atraídos por la luz, la mayoría son lepidópteros; y en menor grado, coleópteros e insectos de otros órdenes (Mazza 2004).

2.2.2. Marco Referencial

A. Ubicación geográfica

Las fincas del Ingenio Santa Ana, se encuentran ubicadas geográficamente en los municipios de Escuintla, Masagua, Guanagazapa, San Jose, La Democracia, Santa Lucia Cotzumalguapa, Iztapa, todos ubicados en el departamento de Escuintla, así también se cuenta con fincas ubicadas en el municipio de Taxisco.

Las fincas se encuentran ubicadas a una altura comprendida entre 10 a 250 m s.n.m, una latitud norte que va de 14° 14' 34.7" y una longitud oeste de 90° 50' 35.8". Las fincas se encuentran influenciadas por las cuencas de los ríos María Linda, Michatoya, El Naranjo, Achiguate y Guacalate (Morales 2008).

B. Fisiografía

Corresponde a la región de la llanura costera del Pacífico y el tipo de vegetación es bosque húmedo subtropical (cálido), bh-S(c) y bosque muy húmedo subtropical (cálido), bmh – S (c) (Pec 2015).

C. Flora y fauna

Dentro de las especies de flora y fauna nativas de la zona se encuentran, Conacaste (*Enterolobium cyclocarpum* J.), Chicozapote (*Manilkara zapota* L.). Dentro del área del cultivo de caña existen pequeñas extensiones de zona boscosa natural de la región y áreas con plantas ornamentales como Baby-doll (*Cordyline* spp.), Dracaenas (*Dracaena* spp.), Jengibre antorcha (*Etilingera* spp.) entre otras plantas tropicales (Pec 2015).

D. Condiciones climaticas

Según el mapa climatológico del sistema Thornthwaite, es clima cálido, sin estación fría bien definida, temperatura promedio de 27 °C a 32 °C, con un clima húmedo (A" a "Ai) a muy húmedo (A" a "Bi), la humedad relativa oscila entre 70 % a 82 % siendo los meses de Junio y Julio los de mayor humedad relativa y los de enero y febrero los de menor humedad relativa. La posición intertropical de la costa sur de Guatemala determina sus características específicas desde el punto de vista climático (Pec 2015).

El período lluvioso se produce cuando se establece el régimen de alisos del noreste, que generan las condiciones de días nublados y lluviosos. La precipitación oscila entre 1,200 mm a 3,200 mm anuales, distribuidos de mayo a noviembre (Pec 2015).

E. Suelos

Según Simmons los suelos que se localizan en la región son de las series: Bucul, Tiquisate, Paxinama, Tiquisate migajón arenoso, Papaturo y Guacalate. De acuerdo al estudio semidetallado de suelos de la zona cañera del sur de Guatemala, se presentan los complejos siguientes: TDp, Ga, Rap-N, TBpl-M, (CA-PM)p, (CA-PM)p-N, (BA-CA)-p, (BA-CA)p-N, RDp, (RB-BA)p, PLp y (PL-PD)a, los cuales en su mayoría son suelos bien drenados, con relieve plano de 1 % a 3 % de pendiente, sin problemas de erosión y salinidad (Pec 2015).

2.3. OBJETIVOS

2.3.1. Objetivo general

Evaluar cuatro tipos de trampas y tres alturas de posición de las trampas para la captura de adultos del barrenador del tallo (*Diatraea crambidoides*), en el cultivo de caña de azúcar.

2.3.2. Objetivos específicos

1. Determinar el tipo de trampa que incida en la mayor cantidad de adultos atrapados de *Diatraea crambidoides*.
2. Determinar la altura de colocación de la trampa, necesaria para realizar la captura de adultos de *Diatraea crambidoides*.

2.4. HIPOTESIS

El tipo trampa y la altura de colocación de esta incide en la cantidad capturada de insectos adultos de *Diatraea crambidoides* en el campo en el cultivo de caña de azúcar.

2.5. METODOLOGIA

2.5.1. Lugar de trabajo y época

La evaluación se llevó a cabo en el lote 101 de la Finca las Fianzas, ubicada en el municipio de Iztapa, del departamento de Escuintla, la cual es administrada por el Ingenio Santa Ana. La evaluación se realizó durante los meses de Abril y Mayo del año 2014. Posee un área de 12.22 hectáreas y la variedad de caña sembrada es la CP 881165.

2.5.2. Diseño Experimental

La evaluación se realizó con la utilización de cuatro tipos de trampas y tres alturas diferentes en cuanto a la posición de la trampa.

Se efectuó un experimento bifactorial (3X4) con diseño experimental de bloques al azar y arreglo combinatorio.

El modelo estadístico que se empleó para el análisis de la variable fue:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \gamma_k + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Variable respuesta en porcentaje de insectos capturados en la ijk – esima unidad experimental.

μ = Media general del porcentaje de insectos capturados.

α_i = Efecto de la i -esima trampa.

β_j = Efecto de la j -esima altura.

$(\alpha\beta)_{ij}$ = Efecto de la interacción entre la i -esima trampa y la j -esima altura.

γ_k = Error del k -esimo bloque.

ϵ_{ijk} = Error experimental asociado a la ijk -esima unidad experimental.

2.5.3. Unidad experimental

La unidad experimental estuvo constituida de 1 trampa colocada en un área de 20 m de ancho por 20 m de largo. Se realizaron 2 repeticiones para un total de 24 unidades experimentales.

2.5.4. Descripción de los tratamientos

Los tratamientos evaluados se definieron de la combinación de cuatro tipos de trampas con tres alturas diferentes de posición respecto a la trampa. En el cuadro 5, se describen los tratamientos utilizados para su evaluación.

Cuadro 5 Descripción de tratamientos.

Tratamiento	Trampa	Altura (m)	Tratamiento	Trampa	Altura (m)
T1	LUZ	1.5	T7	Artesanal (galones)	1.5
T2		2	T8		2
T3		2.5	T9		2.5
Tratamiento	Trampa	Altura (m)	Tratamiento	Trampa	Altura (m)
T4	Plastica	1.5	T10	Heliothis scentry	1.5
T5		2	T11		2
T6		2.5	T12		2.5

Fuente: Elaboración propia, 2014.

2.5.5. Elaboración de trampas

1. Trampa de Luz

Estas trampas se elaboraron con hojas de aluminio unidas con soldadura, dando una forma de polígono para obtener mayor cobertura de la trampa para la captura de adultos. Se colocó luces LED en los cuatro compartimientos de la trampa.

2. Trampa Plástica

Para esta trampa se utilizó nylon transparente, la forma de esta trampa es un rectángulo, las medidas son; 0.85 m de largo y 0.70 m de ancho. La trampa fue cubierta con pegamento stiken utilizando una brocha.

3. Trampa Artesanal (galones)

La trampa se elaboró utilizando galones plásticos de color blanco, los galones fueron perforados del centro de ambos lados. Las medidas de la perforación fueron de 8 cm de largo y 4 cm de ancho. Dentro de los galones fue vertida una solución de agua con detergente (sin olor).

4. Trampa Heliothis Scentry.

Este tipo de trampa fue elaborada con malla antiafidos, la forma es de un cono, el diámetro de base es de 90 cm y el diámetro superior es de 58 cm.

2.5.6. Selección de Hembras Vírgenes de *Diatraea cramboides*

Para obtener hembras de *Diatraea cramboides* vírgenes, se obtuvieron crisálidas procedentes del laboratorio de producción de *Diatraea cramboides* de Ingenio Santa Ana. Se obtuvieron crisálidas sexadas las cuales fueron colocadas dentro de una jaula de madera de 60 cm de ancho por 60 cm de largo y 60 cm de alto. En esta jaula se monitoreo la emergencia de los adultos, posteriormente a las 24 h de emergencia de los adultos, fueron colocadas tres hembras por jaula de 15 cm de largo y 5 cm de diámetro. En total se utilizaron 54 hembras por cada repetición.

2.5.7. Manejo del experimento

La investigación se realizó en Finca Las Fianzas, específicamente en el lote 101, este lote fue seleccionado debido a que presenta un ii de 17.04, mayor al permitido por Ingenio Santa Ana, el cual es de 2.0, la edad del cultivo fue de 150 días, contados a partir de la cosecha.

El distanciamiento entre cada unidad experimental y cada bloque fue de 20 m y de 20 m para el borde del lote, esto para evitar errores por interferencia de tratamientos.

Las trampas fueron colocadas un día después de haber emergido los adultos y se tomaron datos diarios por tres días. Las hembras serán sustituidas cada día que se tomen los datos.

Cada trampa tuvo tres hembras vírgenes adultas de *Diatraea crambidoides*, estas fueron depositadas en pequeñas jaulas para posteriormente colocarlas en su respectiva trampa a excepción las trampas de luz no le fueron colocadas hembras vírgenes. En el caso de las trampas de luz no fueron colocadas hembras vírgenes debido a que el atrayente en este tipo de trampa es la luz. En cuanto a las labores a las actividades agronómicas del cultivo, estuvo a cargo del personal de campo de la respectiva región.

2.5.8. Variable respuesta

Numero de insectos capturados según tipo de trampa y altura de colocación.

2.5.9. Análisis de datos

Para el número de insectos capturados se realizó un análisis de varianza (ANDEVA), esto para determinar la diferencia estadística entre los tratamientos, posteriormente se realizó una prueba de medias, para este caso se utilizó la prueba de Tukey, esto para determinar el o los tratamientos que obtienen el mayor número de insectos capturados.

2.6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La presente investigación se realizó para determinar el tipo de trampa y la altura adecuada de posición, para capturar adultos de *Diatraea crambidoides*, por lo que se procedió a realizar el análisis estadístico y la prueba de medias Tukey para determinar el tratamiento estadísticamente significativo. En los cuadros 6, 7, 8 y 9, se muestran los resultados obtenidos en campo, respecto a la captura de adultos de *Diatraea crambidoides* en las trampas de galón, heliothis, luz y plásticas respectivamente, colocando las trampas a alturas de 1.5 m, 2 m y 2.5 m.

Cuadro 6 Captura y transformación de datos de adultos de *Diatraea crambidoides* en trampas de galón, Ingenio Santa Ana, Escuintla.

Tipo de trampa	Altura (m)	Bloque	No. Insectos Capturados	Raiz Insecto Capturado
Galón	1.5	1	0	0.707106781
Galón	2	1	0	0.707106781
Galón	2.5	1	0	0.707106781
Galón	1.5	2	0	0.707106781
Galón	2	2	0	0.707106781
Galón	2.5	2	2	1.58113883
Galón	1.5	3	0	0.707106781
Galón	2	3	0	0.707106781
Galón	2.5	3	0	0.707106781
Galón	1.5	4	0	0.707106781
Galón	2	4	0	0.707106781
Galón	2.5	4	0	0.707106781
Galón	1.5	5	0	0.707106781
Galón	2	5	0	0.707106781
Galón	2.5	5	0	0.707106781
Galón	1.5	6	0	0.707106781
Galón	2	6	0	0.707106781
Galón	2.5	6	0	0.707106781

Cuadro 7 Captura y transformación de datos de adultos de *Diatraea crambidoides* en trampas Heliothis scentry, Ingenio Santa Ana, Escuintla.

Tipo de trampa	Altura (m)	Bloque	No. Insectos Capturado	Raiz Insecto Capturado
Heliothis	1.5	1	1	1.224744871
Heliothis	2	1	0	0.707106781
Heliothis	2.5	1	0	0.707106781
Heliothis	1.5	2	1	1.224744871
Heliothis	2	2	1	1.224744871
Heliothis	2.5	2	1	1.224744871
Heliothis	1.5	3	2	1.58113883
Heliothis	2	3	1	1.224744871
Heliothis	2.5	3	1	1.224744871
Heliothis	1.5	4	1	1.224744871
Heliothis	2	4	3	1.870828693
Heliothis	2.5	4	0	0.707106781
Heliothis	1.5	5	3	1.870828693
Heliothis	2	5	3	1.870828693
Heliothis	2.5	5	2	1.58113883
Heliothis	1.5	6	3	1.870828693
Heliothis	2	6	3	1.870828693
Heliothis	2.5	6	2	1.58113883

Cuadro 8 Captura y transformación de datos de adultos de *Diatraea crambidoides* en trampas de luz, Ingenio Santa Ana, Escuintla.

Tipo de trampa	Altura (m)	Bloque	No. Insectos Capturado	Raiz Insecto Capturado
Luz	1.5	1	1	1.224744871
Luz	2	1	6	2.549509757
Luz	2.5	1	3	1.870828693
Luz	1.5	2	0	0.707106781
Luz	2	2	1	1.224744871
Luz	2.5	2	1	1.224744871
Luz	1.5	3	1	1.224744871
Luz	2	3	6	2.549509757
Luz	2.5	3	4	2.121320344
Luz	1.5	4	1	1.224744871
Luz	2	4	4	2.121320344
Luz	2.5	4	3	1.870828693
Luz	1.5	5	3	1.870828693
Luz	2	5	4	2.121320344
Luz	2.5	5	3	1.870828693
Luz	1.5	6	7	2.738612788
Luz	2	6	7	2.738612788
Luz	2.5	6	5	2.34520788

Cuadro 9 Captura y transformación de datos de adultos de *Diatraea crambidoides* en trampas plásticas, Ingenio Santa Ana, Escuintla.

Tipo de trampa	Altura (m)	Bloque	No. Insectos Capturados	Raiz Insecto Capturado
Plastica	1.5	1	0	0.707106781
Plastica	2	1	0	0.707106781
Plastica	2.5	1	0	0.707106781
Plastica	1.5	2	0	0.707106781
Plastica	2	2	0	0.707106781
Plastica	2.5	2	0	0.707106781
Plastica	1.5	3	0	0.707106781
Plastica	2	3	0	0.707106781
Plastica	2.5	3	0	0.707106781
Plastica	1.5	4	0	0.707106781
Plastica	2	4	0	0.707106781
Plastica	2.5	4	0	0.707106781
Plastica	1.5	5	1	1.224744871
Plastica	2	5	1	1.224744871
Plastica	2.5	5	0	0.707106781
Plastica	1.5	6	2	1.58113883
Plastica	2	6	2	1.58113883
Plastica	2.5	6	1	1.224744871

Luego de registrar la captura de adultos de *Diatraea crambidoides* en cada uno de los tratamientos, los cuales se describieron en los cuadros 6, 7, 8 y 9, se procedió a realizar un análisis gráfico, el cual se describe en la figura 2. Con la finalidad de obtener un resultado sobre la eficiencia de captura de cada una de las trampas, previo al análisis estadístico.

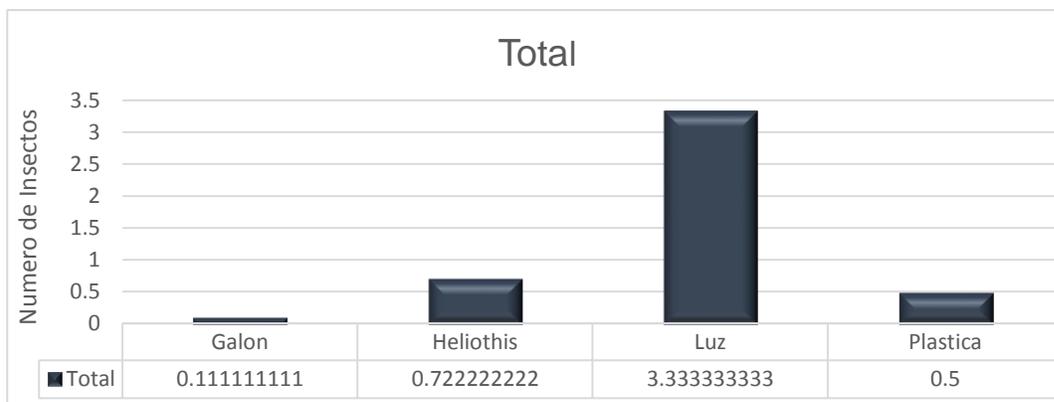


Figura 2 Análisis gráfico de la captura de adultos de *Diatraea crambidoides* en función del tipo de trampa.

En la figura anterior, se puede observar que la mayor cantidad de adultos de *Diatraea crambidoides* capturados, corresponde a la trampa de luz, posteriormente se encuentra la trampa Heliothis Scentry, la cual poseía como atrayente hembras vírgenes para la emisión de feromonas.

A continuación de realizarse el análisis gráfico de los datos obtenidos en campo, se procedió a realizar el análisis de varianza para determinar la significancia respecto a la captura de adultos de *Diatraea crambidoides* en las trampas evaluadas, los resultados del análisis de varianza se describen en el cuadro 10.

Cuadro 10 Análisis de varianza sobre la variable, número de adultos de *Diatraea crambidoides* capturados en diferentes trampas y alturas, Finca Las Fianzas, Ingenio Santa Ana.

Variable	N	R ²	CV
No. Insectos Capturados	72	65 %	28.93

Cuadro de Resumen de Análisis de Varianza						
F.V.	GL	SC	CM	Fcal	Ftab	
Modelo	10	17.76	1.78	14.2	< 0.0001	
Tipo de Trampa	3	13.81	4.6	36.8	< 0.0001	
Altura de Trampa	2	0.43	0.21	1.71	0.1891	
Bloque	5	3.52	0.7	5.64	0.0002	
Error	61	7.63	0.13			
Total	71	25.39				

Luego de realizarse el análisis de varianza, se determinó que no existen diferencias significativas en cuanto a la altura de colocación de las trampas para la captura de adultos de *Diatraea crambidoides*, sin embargo se determinó que en cuanto al tipo de trampa, existen diferencias significativas estadísticamente en cuanto a la captura de adultos de *Diatraea crambidoides*, por lo que se procedió a realizar una prueba múltiple de medias para el tipo de trampa. A continuación se describe en el cuadro 11, los resultados obtenidos de la prueba múltiple de medias para el tipo de trampa utilizado para la captura de adultos de *Diatraea crambidoides*.

Cuadro 11 Separación de medias por medio de Tukey al 5 % sobre la variable, numero de adultos de *Diatraea crambidoides* capturados en diferentes trampas y alturas, Finca Las Fianzas, Ingenio Santa Ana.

Tipo de Trampa	Medias	E.E.	Asignación de literales.	
Luz	1.87	0.08	A	
Heliothis	1.38	0.08		B
Plástica	0.89	0.08		C
Galón	0.76	0.08		C
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p>0.05)				

El análisis de varianza muestra que existen estadísticamente diferencias significativas entre los tipos de trampas evaluadas, no obstante el análisis de varianza muestra que no existen diferencias significativas estadísticamente entre las alturas y los bloques evaluados (cuadro 10).

En cuanto a la altura de la trampa, algunos autores señalan que la conducta que presentan los insectos generalistas o de amplio rango de hospederos como es el caso de *Diatraea crambidoides*, no exhiben una sensibilidad marcada en cuanto a la orientación de su vuelo (Prokopy & Owens, 1983; Sanchez & Rodolfi, 1985; García & López, 1997). Por otra parte existen otros aspectos que influyen en la altura de la trampa para la captura de adultos de esta plaga, tales como el tipo del cultivo, factores ambientales y susceptibilidad de la planta.

Por lo que se realizó la prueba múltiple de medias Tukey (cuadro 11), con un 95 % de confianza, la cual determino que la trampa que captura el mayor número de adultos de *Diatraea crambidoides* es la trampa de luz, posteriormente le sigue la trampa Heliothis scentry.

Los resultados observados indican una preferencia de atracción por parte de los adultos de *Diatraea crambidoides*, hacia las trampas de Luz respecto a las trampas que poseían hembras vírgenes, las cuales liberaron feromonas como atrayente. No obstante se determinó que la posición de la trampa, es un factor que no influye en cuanto a la captura

de adultos de *Diatraea crambidoides*. Esto sugiere que la importancia de la luz es trascendental en cuanto a la captura de adultos de *Diatraea crambidoides*.

El comportamiento de atracción de los insectos, está determinado por la respuesta a la presencia de estímulos que son predominantemente de naturaleza química, física o mecánicas. Por otra parte influyen factores ajenos a los ya mencionados, tales como la temperatura ambiental, el viento y la madurez sexual del insecto.

Para que la luz sea fuente de atracción para los insectos, va a depender del rango de la radiación electromagnética de longitud de onda, la cantidad de energía emitida (energía radiante), la intensidad (brillantez), y del tamaño de la fuente de luz (Martín & Woodcock, 1983, National Academy of Sciences, 1985, Cisneros, 1995 y Carranza et al., 1995).

Diversos investigadores han observado que las fuentes de luz que emiten radiación cercana y dentro del espectro ultravioleta resultan más eficientes, por lo que el efecto del espectro de luz blanca se suma la atracción adicional del rango ultravioleta (Truman, 1974) (Mazza 2004).

2.7. CONCLUSIONES

1. Se determinó que la mayor captura de adultos de *Diatraea crambidoides*, se obtiene utilizando trampas de luz, con un promedio de 1.89 adultos de *Diatraea crambidoides* por trampa respecto a las trampas que utilizaron hembras vírgenes para la secreción de feromonas. Este fenómeno puede ser debido al radio de acción respecto al tipo de atrayente, en cuanto al tipo de luz utilizada para la evaluación, la cual fue blanca fluorescente, la cantidad de energía radiante emitida y la intensidad luminosa, tuvo una influencia marcada en la captura. La luz blanca fluorescente consiste en un pico agudo intenso de luz de longitud de onda en el rango de 460 nm. En cuanto a las trampas que utilizaron hembras vírgenes para la secreción de hormonas como atrayente, se determinó que la mayor captura de adultos de *Diatraea crambidoides*, con un promedio de 1.38 por trampa se obtuvo en las trampas Heliothis Scentry.
2. Se determinó estadísticamente que las alturas de 1.5, 2 y 2.5 metros respecto a la disposición de las trampas no incide en el número de adultos de *Diatraea crambidoides* capturados, por lo que no afecta la altura de la trampa en la captura de estos insectos para el monitoreo de sus poblaciones en el cultivo de caña de azúcar.

2.8. RECOMENDACIONES

1. Evaluar el radio de acción respecto a las trampas que utilizan hembras vírgenes, principalmente la trampa *Heliothis Scentry*, la cual presento mayor captura de adultos de *Diatraea crambidoides*.
2. Evaluar otros tipos de trampas, las cuales tengan mecanismos complementarios para la captura de adultos de *Diatraea crambidoides*, enfocados a la utilización de luz blanca fluorescente y hembras vírgenes, como atrayentes.

2.9. BIBLIOGRAFÍA

1. Arrivillaga, J; Reyes, I. 1989. Los principales problemas entomológicos de la caña de azúcar en el Brasil y las técnicas usadas para su control. Guatemala, ATAGUA. 34 p.
2. AZASGUA (Asociación de Azucareros de Guatemala, Guatemala). 1994. Informe anual 93/94. Guatemala. 26 p.
3. CENGICAÑA (Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar, Guatemala). 2000. Manejo integrado de barrenadores en caña de azúcar. Guatemala. 26 p.
4. CENICAÑA (Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia, Colombia). 2006. La cría de *Diatraea saccharalis* para la producción masiva de sus enemigos naturales. Colombia. 30 p.
5. Cogollazo, D. 1990. Revisión de la literatura mundial sobre el borer de la caña de azúcar *Diatraea saccharalis*: I parte: protección de plantas. Cuba, Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria, Boletín de Reseñas. 32 p.
6. CORPOICA (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Colombia). 2003. Manejo integrado del complejo de barrenadores de la caña panelera en el Piedemonte del Cauca. Colombia. 20 p.
7. Gómez, L; Londoño, F; Raigosa, J; Trejos, J. 1986. Distribución de las especies de *Diatraea* (Pyralidae) en caña de azúcar (*Saccharum* sp.) en el valle geográfico del río Cauca y algunas observaciones sobre su parasitismo. Revista Colombiana no. 36:59-68.
8. López Bautista, E. 2005. Nivel de daño económico para las plagas de importancia en caña de azúcar y su estimación con base en un programa diseñado por CENGICAÑA. Guatemala, CENGICAÑA. 9 p.
9. ----- . 2008. Diseño y análisis de experimentos. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 164 p.
10. MAGA (Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación, Guatemala). 2013. El agro en cifras 2013. Guatemala. 63 p.
11. Márquez, J. 2012. Manejo integrado de plagas en el cultivo de la caña de azúcar en Guatemala. Guatemala, CENGICAÑA. p. 203-231.
12. Mazza, SM. 2004. Captura de lepidópteros plagas del algodonero y otros cultivos del norte santafesino en trampas de luz. Argentina, Universidad Nacional del Nordeste, Facultad de Ciencias Agrarias. 4 p.

13. Morales, M. 2008. Evaluación de cuatro parasitoides para el control de dos especies de barrenadores *Diatraea saccharalis* Fabricius y *Diatraea crambidoides* Grote en caña de azúcar a nivel de laboratorio. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 35 p.
14. Pec, M. 2015. Preferencia de parasitismo de *Cotesia flavipes* Cameron (Hymenoptera: Braconidae), sobre diferentes instares de *Diatraea crambidoides* Grote (Lepidoptera: Crambidae), diagnóstico y servicios realizados en Ingenio Santa Ana, Escuintla, Guatemala, Centro América. Informe Graduación Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 92 p.
15. Roldan, J. 2001. Uso de trampas con feromona sexual para el control de machos de palomilla dorso de diamante *Plutella xylostella* L. en el cultivo de brócoli *Brassica oleraceae* variedad itálica en Mataquesuintla, Jalapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 56 p.

No. DOCUMENTOS DE GRADUACIÓN
FAUSAC
* REVISIÓN * NO. 15

Rolando Barrios

2.10. ANEXOS

Cuadro 12 A. Aleatorización de los tratamientos en campo.

T6	T1
T1	T8
T3	T4
T8	T6
T7	T5
T10	T2
T11	T12
T4	T11
T2	T9
T5	T3
T9	T10
T2	T7



Figura 3 A. Trampa de Luz.



Figura 4 A. Trampa plástica.



Figura 5 A Trampa de Galón



Figura 6 A. Trampa Heliiothis Scentry.



Figura 7 A. Personal de apoyo, para la colocación de trampas.

Cuadro 13 A. Boleta de notas de campo, para la investigación.

			Fecha			
Tratamiento	Tipo trampa	Altura	Bloque	No. Adultos	No. Adultos	No. Adultos
T1	Luz	1.5	1			
T2	Luz	2.0	1			
T3	Luz	3.0	1			
T4	Plastica	1.5	1			
T5	Plastica	2.0	1			
T6	Plastica	3.0	1			
T7	Galones	1.5	1			
T8	Galones	2.0	1			
T9	Galones	3.0	1			
T10	Heliothis	1.5	1			
T11	Heliothis	2.0	1			
T12	Heliothis	3.0	1			
T1	Luz	1.5	2			
T2	Luz	2.0	2			
T3	Luz	3.0	2			
T4	Plastica	1.5	2			
T5	Plastica	2.0	2			
T6	Plastica	3.0	2			
T7	Galones	1.5	2			
T8	Galones	2.0	2			
T9	Galones	3.0	2			
T10	Heliothis	1.5	2			
T11	Heliothis	2.0	2			
T12	Heliothis	3.0	2			

CAPÍTULO III

INFORME DE SERVICIOS REALIZADOS EN EL DEPARTAMENTO TECNICO

AGRICOLA DE INGENIO SANTA ANA, ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A.

3.1. PRESENTACION

El cultivo de la caña de azúcar es afectado por diversas plagas desde su establecimiento, hasta su cosecha. De acuerdo a su ciclo fenológico algunas son más importantes, siendo estas consideradas como plagas clave y sobre las cuales se deben de establecer medidas de control.

El barrenador del tallo *Diatraea* spp., es una de las plagas que afecta en gran medida la producción de azúcar ya que se tiene que por cada 1% de intensidad de infestación (% de entrenudos perforados por la larva) se está perdiendo entre 0.36kg de azúcar por tonelada que representa 0.80kg de azúcar por hectárea. Este Lepidóptero de la familia Pyralidae existe en la naturaleza sin causar daño alguno sin embargo tomando en cuenta las extensiones que son sembradas con caña de azúcar, el mismo encuentra un hábitat adecuado para su desarrollo y proliferación.

En el grupo corporativo Santa Ana S.A, con el fin de facilitar el manejo y control del barrenador del tallo (*Diatraea* spp.), por medio de la investigación y desarrollo de nuevas técnicas a través del departamento Técnico Agrícola, se planificó y se ejecutaron los siguientes servicios.

El servicio 1, consistió en la evaluación de la máxima concentración recomendada de Coragen® 20 SC (Chlorantraniliprole), para determinar la selectividad en adultos de *Cotesia flavipes*, en la cual se determinó que utilizando la máxima concentración, no se presenta valores de mortalidad significativos en la avispa *Cotesia flavipes*, la cual es utilizada como parte del programa del control biológico de larvas del barrenador del tallo (*Diatraea* spp).

El servicio 2, consistió en el análisis del desarrollo de crisálidas del barrenador del tallo (*Diatraea crambidoides*), según su sexo a través del tiempo, con la finalidad de determinar el sexo (hembras o machos) que desarrolla en el menor tiempo su fase de crisálida, por lo que luego de realizar el análisis, se determinó que no existe diferencia en el tiempo para el desarrollo de la fase de larva a crisálida según el sexo del insecto.

3.2. SERVICIOS REALIZADOS

3.2.1. Evaluación de la máxima concentración recomendada de Coragen® 20 SC

(Chlorantraniliprole), para determinar la selectividad en adultos de *Cotesia flavipes*.

A. Presentación

Como parte del programa del control biológico del barrenador del tallo, el Grupo Corporativo Santa Ana utiliza utiliza *Cotesia flavipes*, el cual es un insecto del orden Himenoptera, su uso radica en el control de larvas del barrenador del tallo, proporcionando una disminución de la infestación de la plaga en el cultivo de la caña de azúcar. Por otra parte como parte del control químico es utilizado el plaguicida CORAGEN®, el cual es una suspensión concentrada para aplicación por aspersión foliar, utilizando agua como vehículo, pertenece a la familia química denominada “diamidas antranílicas”, y su modo de acción es actuando como agonista (activador) de los receptores de rianodina de los insectos (DUPONT 2007). Es especialmente efectivo por ingestión de las partes tratadas de las plantas, aunque también tiene actividad por contacto. Actualmente este producto pretende ser aplicado en lotes cultivados de caña de azúcar que se encuentran afectados por el barrenador del tallo, principalmente en estado larval, la dosis mayor que se pretende aplicar del producto es de 100cc/ha.

Con la presente investigación se pretendía determinar si el plaguicida CORAGEN® afectaba la mortalidad del insecto *Cotesia flavipes*, ya que este insecto es liberado en lotes cultivados con caña de azúcar afectados por el barrenador del tallo del genero *Diatraea*, perjudicando el control biológico. Luego de realizar el ensayo y someter los datos a un análisis estadístico se determinó que la dosis máxima que se pretende utilizar (100 cc/ha), para el control de larvas del barrenador del tallo, no afecta la mortalidad del insecto *Cotesia flavipes*.

Por lo que el uso del Coragen® 20 SC utilizando la dosis máxima no presenta ningún inconveniente en cuanto al control biológico del barrenador del tallo.

B. Marco Teorico

a. Marco Conceptual

i. Cultivo de la Caña de Azúcar (importancia).

La caña de azúcar es un cultivo de importancia en Guatemala, ya que se encuentra posicionado como el cuarto mayor exportador de azúcar en el mundo, y se ubica en la tercera posición en producción por hectárea. En Guatemala el aumento en la productividad ha sido notable en los últimos 20 años. En la década de 1980-1990 se produjeron en promedio 6.77 toneladas de azúcar por hectárea (TAH), mientras que en la década 2000-2010 el promedio fue de 10.11 toneladas (CENGICAÑA, 2012). La industria azucarera genera 350,000 empleos directos e indirectos. Durante el año 2011 el azúcar y la melaza produjeron un ingreso de 702.9 millones de dólares (ASAZGUA, 2012).

ii. Principales plagas de la caña de azúcar.

Plagas que atacan a la caña de azúcar en Guatemala tienen mayor importancia que las enfermedades causadas por microorganismos, y los daños que ocasionan son comúnmente conocidos, principalmente los de insectos y roedores que se alimentan del tallo y las hojas (CENGICAÑA 2000).

La diversidad de las plagas y la frecuencia con que atacan el cultivo varían de una finca a otra, ya que influyen diversos factores, principalmente las condiciones climáticas (precipitación, temperatura, humedad relativa, otros) y altitud sobre el nivel del mar. Los daños más frecuentes y de mayores consecuencias son causados por las ratas (*Sigmodon hispidus*), la chinche salivosa (*Aeneolamia* spp.), los barrenadores del tallo (*Diatraea* spp.), las plagas de la raíz como la gallina ciega (*Phyllophaga* spp.) y el gusano alambre (*Conoderus* spp.) (Gomez, Vargas y Raigosa 2014).

iii. Barrenador del tallo (*Diatraea* spp.)

Las especies del género *Diatraea* (Lepidóptera:Pyralidae) son las de mayor importancia económica y mayor distribución geográfica en Guatemala. *Diatraea crambidoides* (Grote)

tiene una abundancia relativa del 73 por ciento en el estrato bajo y litoral, comparado con un 27 por ciento de *D. saccharalis* (Fabricius). Otras especies como *Xubida dentilineatella* (Lepidóptera:Crambidae), *Phassus phalerus* Druce (Lepidóptera:Hepialidae) y otras aún no determinadas, ocurren a altitudes mayores de 300 msnm en un ambiente templado y húmedo de la zona cañera (Torres 2015).

La biología de las especies de *Diatraea* indica que ambas colocan huevos agregados en posturas y requieren entre 5 y 6 días para eclosionar. El período de desarrollo larval es significativamente diferente, ya que en *Diatraea saccharalis* es de 21 a 23 días, en tanto que en *Diatraea crambidoides* se prolonga de 33 a 43 días. Es por ello que el ciclo promedio de vida se estima entre 41 y 57 días, respectivamente. Las larvas de *Diatraea saccharalis* presentan el tubérculo mesotorácico dorsal alargado transversalmente y redondeado en la parte anterior, mientras que *Diatraea crambidoides* tiene el tubérculo mesotorácico dorsal en forma de “B” alargada, con una incisión media anterior (Sáenz 2014). El período de pupa requiere de 8 a 10 días, luego emergen los adultos, que viven de 3 a 4 días en promedio. Rara vez se ven los adultos en el campo, ya que son de hábitos nocturnos y voladores de poco alcance, atraídos por las luces artificiales nocturnas (Najarro 2009).

iv. Daño causado por el barrenador del tallo (*Diatraea spp*).

El daño es el resultado de la actividad alimenticia del estado larval, que puede ocasionar la muerte del meristemo apical (corazón muerto) en la etapa de macollamiento, pero en las etapas de elongación y maduración, el daño se asocia a la construcción de galerías, en donde la larva habita la mayor parte de su ciclo. La reducción en el tonelaje parece no ser significativa, pero sí en la calidad de jugo, ya que en las galerías prolifera el hongo *Calletotrichum falcatum*, responsable del muermo rojo que produce reducciones en el Pol, Brix y aumenta el porcentaje de fibra. Estudios de CENGICAÑA-CAÑAMIP indican que el factor de pérdida es de 0.36 kg Az/t, por cada uno por ciento de entrenudos dañados. Para una producción promedio de 90 t/ha, se estima un índice de daño de aproximadamente 32.4 kg de azúcar por hectárea/1 por ciento de entrenudos dañados (Pec 2015).

v. Control Biológico

El manejo integrado de los barrenadores en el cultivo de la caña de azúcar mediante el control biológico, consiste en la utilización de enemigos naturales. Los enemigos naturales son organismos parásitos, depredadores y patógenos cuya acción regula la densidad poblacional de otro organismo llamado plaga. Existen muchas especies de parasitoides, tanto de huevos como de larvas, depredadores y agentes entomopatògenos que existen en forma natural para controlar las diversas especies de *Diatraea* en América Latina y El Caribe.

Dentro de los parasitoides utilizados para el control larval del barrenador del tallo en el cultivo de la caña de azúcar en Guatemala se encuentra *Cotesia flavipes* el cual es un insecto perteneciente a la familia Braconidae del orden Hymenoptera. Durante la zafra 2013-2014 se reportaron controles mayormente con *Cotesia flavipes* en aproximadamente 23 mil hectáreas (CENGICANA 2014).

vi. Cotesia flavipes

Es una avispa parasitoide eficiente para el control de larvas del barrenador del tallo, principalmente del genero *Diatraea*, en el cultivo de la caña de azúcar (Morales 2008).

Clasificacion Taxonomica

Clase: Insecta

Orden: Hymenóptera

Familia: Braconidae

Género: Cotesia

Especie: Flavipes (Pec 2015).

Descripcion y Biologia.

El macho se diferencia de la hembra principalmente por su tamaño, el número de segmentos antenales y por la forma del último segmento abdominal. El macho es más pequeño (2.5 mm) que la hembra (2,78 mm), y presenta de 17 a 19 segmentos antenales

mientras que la hembra presenta de 14 a 16 y un abdomen fusiforme, puntiagudo en su extremo caudal (Pec 2015).

Los estados inmaduros difieren marcadamente de los adultos, en estructura, comportamiento y necesidades alimenticias (Najarro 2009). Los huevos son puestos por las hembras en la región ventro-lateral del cuerpo de las larvas del barrenador del tallo. El período de incubación es de 3 a 4 días, la larva madura se forma en 8-10 días (Morales 2008).

Esta emerge haciendo presión en la cutícula de las larvas, después de lo cual tejen un capullo y pasan a pupa. El período de pupa tiene una duración de 2-3 días, las que copulan inmediatamente después del nacimiento. Las hembras fertilizadas comienzan a colocar los huevos después de 4-6 horas (Morales 2008).

vii. Control Químico

Para la zafra 2013-2014 se reportaron áreas problemáticas arriba del 5 % de intensidad de infestación aproximadamente, para los estratos; litoral 23,493, bajo 7,565, medio 4,792 y alto 1,110 hectáreas, siendo estas áreas las que manifiestan urgente un control específico que pueda reducir significativamente el daño en la cosecha (CENGICAÑA, 2014).

Para el control del barrenador del tallo con bioinsecticidas y/o químicos de acción específica, el programa MIP-CENGICAÑA ha identificado productos promisorios como Flubendiamida, Triflumuron, Clorantraniliprole y Novaluron para áreas de alta infestación, enfocando el uso de la eficiencia en aplicaciones aéreas de julio-agosto, cuando inicia el incremento del daño en los campos del cultivo (Torres 2015).

En el cuadro 14 se muestra la ficha técnica del producto Coragen® 20 SC, el cual es utilizado para el control químico del barrenador del tallo (*Diatraea spp.*), en el cultivo de la caña de azúcar, en campos cultivados por Ingenio Santa Ana.

Cuadro 14 Ficha técnica del producto comercial Coragen® 20 SC.

Nombre comercial	Coragen 20 SC
Ingrediente activo	Chlorantraniliprole
Nombre químico	3-bromo-4'-cloro-1-(3-cloro-piridil)-2'-metil-6'-(metilcarbamoil)pirazol-5-carboxanilida
Fórmula química	C ₁₈ H ₁₄ BrCl ₂ N ₅ O ₂
Clasificación	Pirazol
Grupo químico	Diamidas antranílicas
Modo de acción	Es especialmente efectivo por ingestión de las partes tratadas de las plantas, aunque también tiene actividad por contacto.
Mecanismo de acción	Consistente en la activación de los canales de calcio receptores de rianodina (RyRs) de los insectos. Estos receptores ejercen un papel crítico en la función muscular. La contracción de las células musculares requiere la liberación regulada de calcio desde las reservas internas hacia el citoplasma celular. Los receptores de rianodina actúan a modo de canales de iones modulando la liberación del calcio. Se fija a los receptores de rianodina, lo que provoca una liberación descontrolada de calcio y, por consiguiente, el agotamiento de las reservas, lo que a su vez impide la contracción muscular. Los insectos tratados dejan de alimentarse rápidamente, se muestran aletargados y presentan regurgitación y parálisis muscular, ocasionándoles finalmente la muerte.

Fuente: Torres, E. 2015.

b. Marco Referencial

i. Ubicación

Grupo Corporativo Santa Ana se encuentra localizado en la finca Cerritos del municipio de Escuintla, del departamento de Escuintla, las coordenadas son 14°14' 34.7" latitud norte y 90°50' 35.8" Longitud oeste. Se encuentra a una distancia de 64.5 km de la Ciudad Capital y a una distancia de 4.5 km de la Ciudad de Escuintla.

ii. Fisiografía

Corresponde a la region de la Llanura Costera del Pacifico y el tipo de vegetacion es bosque humedo subtropical (calido), bh-S(c) y bosque muy humedo subtropical (calido), bmh – S (c) (Sáenz 2014).

iii. Condiciones Climáticas

El mapa climatológico del sistema Thornthwaite, determina clima cálido, sin estación fría bien definida, temperatura promedio de 27 a 32 grados centígrados, con un clima húmedo (A'a'Ai) a muy húmedo (A'a'Bi), la humedad relativa oscila entre 70-82%, siendo los meses de junio y julio los de mayor humedad relativa, enero y febrero los de menor. La posición intertropical de la costa sur de Guatemala determina sus características específicas desde el punto de vista climático. El período lluvioso se produce cuando se establece el régimen de alisos del noreste, que generan las condiciones de días nublados y lluviosos. La precipitación oscila entre 1,200 a 3,200 mm anuales, distribuidos de mayo a noviembre (Pec 2015).

iv. Fuentes Hídricas

Dentro de la finca existen dos nacimientos de agua, los cuales recorren el interior de la finca siendo los ríos, Mercedes y Piedras Coloradas. Por aparte existen ríos que atraviesan transversalmente la finca como el río Amatillo, río Escalante. El río Guacalate delimita la finca con el municipio de Masagua por el lado este. El río Provincias (Sáenz 2014).

C. OBJETIVOS

a. General

- Evaluar la máxima concentración recomendada de Coragen® 20 SC (Chlorantraniliprole), para determinar la selectividad en adultos de *Cotesia flavipes*.

b. Específicos

- Determinar la presencia de mortalidad sobre el insecto benéfico *Cotesia flavipes*, al realizar la aplicación de la dosis máxima de Coragen® (Chlorantraniliprole), (100 cc/ha), para el control del barrenador del tallo (*Diatraea* spp.).
- Determinar el uso de Coragen® (Chlorantraniliprole), para el control de larvas del barrenador del tallo (*Diatraea* spp.) en el cultivo de caña de azúcar, sin afectar el control biológico utilizado por el Grupo Corporativo Santa Ana (*Cotesia flavipes*).

D. HIPOTESIS

La aplicación del plaguicida Coragen® 20 SC (Chlorantraniliprole) para el control del barrenador del tallo (*Diatraea* spp.), utilizando la dosis máxima recomendada por el proveedor (100 cc/ha) en el cultivo de caña de azúcar, afecta en cuanto al aumento de la mortalidad de *Cotesia flavipes*, el cual es utilizado para el control biológico del barrenador del tallo (*Diatraea* spp.).

E. METODOLOGIA

a. Lugar de Trabajo

La evaluación se realizó en el invernadero experimental del Departamento Técnico Agrícola, de Ingenio Santa Ana, el cual se ubica dentro de las instalaciones del Ingenio.

b. Diseño Experimental

La evaluación se realizó utilizando la dosis máxima de Coragen® (Chlorantraniliprole), recomendada para el control de *Diatraea* spp.

Debido a que las condiciones del lugar son homogéneas, Se efectuó utilizando un diseño experimental completamente al azar.

El modelo estadístico que se empleó para el análisis de la variable fue:

$$Y_{ij} = U + T_i + E_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = Mortalidad de adultos de *Cotesia flavipes*.

U = Valor de la media general de la mortalidad de adultos de *Cotesia flavipes*.

E_{ij} = Error experimental asociado a la i - j esima unidad experimental.

c. Unidad experimental

La unidad experimental fue de 100 avispas de 3 días de edad, para lo cual según diseño experimental se implementaron 14 unidades experimentales. Cada unidad experimental estuvo constituida por: una jaula cubierta de tela antiviral, con plántulas de maíz germinadas en una cajuela plástica, en cada una de las jaulas se introdujeron 100 avispas, para un total de avispas utilizadas de 1,400.

d. Repeticiones.

Se realizaron 7 repeticiones en total para la realización de la evaluación.

e. Descripción de los tratamientos

Los tratamientos evaluados se definieron utilizando la dosis máxima de Coragen® (Chlorantraniliprole), recomendada por el panfleto del producto para el control del barrenador del tallo (*Diatraea* spp.) y un testigo, el cual consistió, en no aplicar ninguna

dosis del producto fitosanitario. En el cuadro 15, se describen los tratamientos utilizados para su evaluación.

Cuadro 15 Descripción de tratamientos.

Tratamientos	Dosis de Coragen® (cc/Ha)
T1	0
T2	100

Fuente: Elaboración Propia, 2014.

f. Obtención del Material

Para poder obtener adultos de *Cotesia flavipes* para realizar la evaluación, se procedió a obtener pupas de *Cotesia flavipes* producidas en el laboratorio de parasitoides de Ingenio Santa Ana, el manejo que se le proporcionó, consistió en colocar las pupas de la misma edad y de diferente sexo (machos y hembras) dentro de un vaso plástico de 16 onzas, dentro del vaso también se colocó un algodón humedecido con una solución de miel con agua al 10%, esto para poder proporcionarle alimento a los adultos que emerjan de las pupas colocadas dentro del vaso, luego se colocó una tapa al vaso para evitar el escape de las avispas cuando estas emerjan. Luego de observar que emergió el cien por ciento de adultos, de las pupas se colocó la cantidad necesaria de adultos en cada unidad experimental, para realizar la evaluación. Para colocar la cantidad exacta de avispas en cada unidad experimental, se procedió a colocar dentro de un refrigerador a una temperatura de $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante 1 minuto el vaso plástico que contenía los adultos de *Cotesia flavipes*, con la finalidad de reducir el metabolismo del insecto y de esta manera paralizarlo para poder realizar el conteo de la cantidad de adultos que se utilizaron por cada unidad experimental. En total se utilizaron 14 vasos plásticos de 16 onzas, en el cual cada uno contaba con 100 adultos de *Cotesia flavipes*, para ser liberados en cada una de las jaulas con cajuelas de maíz.

g. Preparación de la aplicación

Para preparar la aplicación del producto fitosanitario, se procedió a realizar la calibración de la descarga de la boquilla (abanico plano 8002) de la bomba de mochila, para lo cual se determinó que es de 516.17 cc/min, equivalente a 8.60 cc/seg. Así mismo se realizó el cálculo de las variables correspondientes a la aplicación del producto.

i. Calculo del área aplicada

Se determinó que una descarga de la boquilla a una altura de 0.50 m, se asperja una circunferencia, la cual posee un radio de 0.5 m. Por lo tanto el área que se aplica es de:

$$A = \pi(0.5)^2 = 0.78m^2$$

El área total que se aplico fue de:

$$A_t = 0.78m^2 \times 7 = 5.46m^2$$

ii. Calculo del volumen de mezcla

$$5.46m^2 \times \frac{30,000cc}{10,000m^2} = 16.38cc$$

Se aplicaron 16.38 cc de la mezcla del producto fitosanitario a las 7 unidades experimentales, las cuales se les aplico el tratamiento.

iii. Calculo del plaguicida Coragen® (Chlorantraniliprole)

$$16.38ml(mezcla) \times \frac{100cc(Coragen^R)}{30,000cc(mezcla)} = 0.05cc$$

Se utilizaron 0.05 cc de Coragen® (Chlorantraniliprole), para poder realizar la mezcla del plaguicida para la evaluación.

iv. Tiempo de aplicación por unidad experimental

$$2.34ml \times \frac{60seg}{516.17ml} = 0.27seg$$

Se utilizó un tiempo de 0.27 segundos por cada unidad que se aplicó el tratamiento de 100 cc/ha.

h. Preparación de la mezcla de Coragen® (Chlorantraniliprole)

Para la elaboración de la mezcla fue necesario medir con una probeta de 10 cc, la cantidad de 1.67 cc de coragen® (Chlorantraniliprole), para la preparacion de 500 ml de mezcla, se realizo esta cantidad para aprovechar de una mejor manera la presion de la bomba de mochila. El volumen de medido de Coragen® (Chlorantraniliprole), se agrego a la cantidad de agua ya mencionado, luego se procedio a agito para homogenizar la mezcla.

i. Manejo del experimento

Se procedió a liberar los adultos de *Cotesia flavipes* a cada una de las jaulas utilizadas para evaluar la unidad experimental. Seguidamente según orden de aleatorización, se aplicó el tratamiento 100cc/ha de Coragen® (Chlorantraniliprole), a las unidades que correspondían, así mismo no se realizó la aplicación a las unidades experimentales que referían al testigo. Luego de haber aplicado el producto, se procedió a colocar la tela antiviral a cada una de las jaulas, con la finalidad de tener definida las unidades experimentales con la cantidad de adultos de *Cotesia flavipes* que correspondía a cada uno de los tratamientos.

j. Variable Respuesta

Porcentaje de mortalidad de adultos de *Cotesia flavipes* para cada uno de los tratamientos.

k. Análisis de los resultados

Para el porcentaje de mortalidad de *Cotesia flavipes* se realizó una prueba de Shapiro-Wilk, con la finalidad de contrastar la distribución normal de los datos obtenidos en la investigación y determinar la necesidad de la transformación de datos para su análisis de varianza (ANDEVA). Luego de comprobar la distribución normal de los datos se procedió a realizar un análisis de varianza (ANDEVA), esto para determinar la diferencia estadística entre los tratamientos que fueron evaluados. Debido a que no se presentaron diferencias significativas estadísticamente en los tratamientos evaluados, no se realizó una prueba múltiple de medias.

F. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La presente investigación se realizó para determinar si el plaguicida CORAGEN® (Chlorantraniliprole), el cual es utilizado para el control químico de larvas del barrenador del tallo (*Diatraea* spp), afecta la mortalidad del insecto *Cotesia flavipes*, ya que este insecto es liberado en lotes cultivados con caña de azúcar afectados por el barrenador del tallo del género *Diatraea*, perjudicando el control biológico. Por lo que se procedió a realizar el análisis estadístico para determinar si la dosis máxima de aplicación recomendada por el panfleto del producto, presenta diferencias significativas estadísticamente en cuanto a la mortalidad de *Cotesia flavipes*. En el cuadro 16, se muestran los resultados obtenidos en la evaluación, respecto a la mortalidad de adultos de *Cotesia flavipes*.

Cuadro 16 Porcentaje de mortalidad de adultos de *Cotesia flavipes*, en las unidades aplicadas con el tratamiento y en el testigo.

Trat/Rep	I	II	III	IV	V	VI	VII	Yi.	Media Yi
T1 (Testigo)	33	46	47	50	30	54	39	299	42.71
T2 (100 ml/ha)	49	60	48	42	46	52	67	364	52

Al obtener el porcentaje de mortalidad de *Cotesia flavipes* en cada uno de los tratamientos, se procedió a someter los datos a la prueba de Shapiro-Wilk, la cual se describe en el cuadro 17.

Cuadro 17 . Resumen de la prueba de Shapiro-Wilk, para el contraste de la distribución normal de los datos obtenidos en cuanto al porcentaje de mortalidad de *Cotesia flavipes*.

Tratamiento	Repeticiones	Media	D.E	W*	p
T1 (testigo)	7	42.71	8.94	0.92	0.5542
T2 (100 ml/ha)	7	52	8.66	0.92	0.5436

Luego de realizar la prueba, se determinó que $W^* = 0.92$, es mayor a $p = 0.55$, 0.54 , lo cual determina que existe distribución normal de los datos obtenidos, por lo que no es necesario realizar la transformación de datos para su análisis de varianza.

Después de determinar la normalidad de la distribución de los datos del porcentaje de mortalidad de adultos de *Cotesia flavipes* para cada uno de los tratamientos evaluados, descrito en el cuadro 17, se procedió a realizar un análisis gráfico, el cual se describe en la figura 9, con la finalidad de obtener un análisis comparativo de la mortalidad de adultos de *Cotesia flavipes* al aplicar el producto fitosanitario, previo al análisis estadístico.

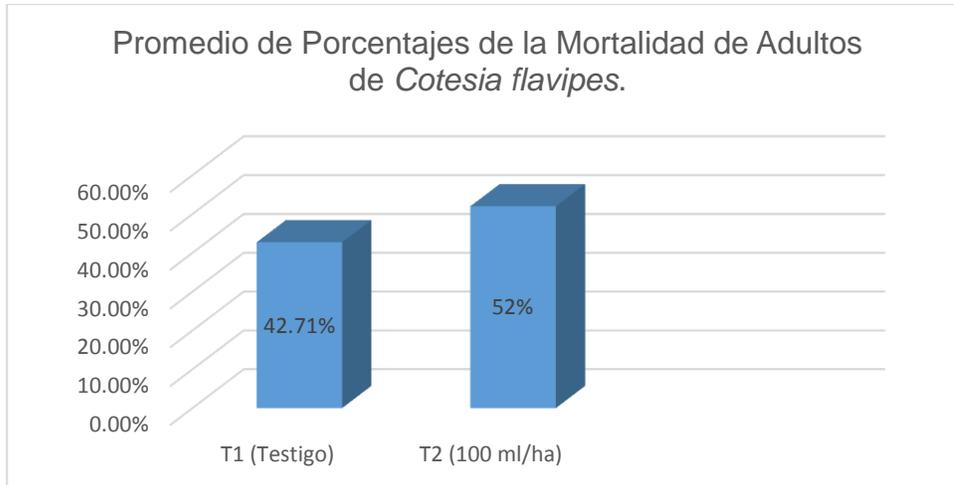


Figura 8 . Análisis grafico del promedio de porcentajes de la mortalidad de adultos de *Cotesia flavipes* al evaluar la aplicación del CORAGEN® (Chlorantraniliprole), utilizando la dosis máxima recomendada por el panfleto del producto (100 cc/ha).

En la figura anterior, se puede observar que el mayor porcentaje de mortalidad de adultos de *Cotesia flavipes*, se obtiene al aplicar la dosis máxima de CORAGEN® (100 cc/ha), en comparación del testigo, el cual consistió en la no aplicación del producto fitosanitario.

Después de realizarse el análisis gráfico de los datos obtenidos en la evaluación, se procedió a realizar el análisis de varianza para determinar la significancia estadística respecto al porcentaje de mortalidad de adultos de *Cotesia flavipes* en los tratamientos evaluados, los resultados del análisis de varianza se describen en el cuadro 18.

Cuadro 18. Resumen de análisis de varianza sobre la variable, porcentaje de mortalidad de adultos de *Cotesia flavipes*, Ingenio Santa Ana.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft (1% - 5%)	
Tratamientos	1	301.78	301.78	3.90 NS	4.75	9.33
Error	12	929.43	77.4525			
Total	13	1,231.21				
Variable		CV				
Porcentaje de mortalidad de adultos de <i>Cotesia flavipes</i>		18.59				

Luego de haberse realizado el respectivo análisis de varianza, se determinó que el $F_c=3.90$ es menor que la F_t , por lo que se determina que no existe diferencias significativas en cuanto a la mortalidad de adultos de *Cotesia flavipes*, al aplicar una dosis de 100cc/ha de Coragen® (Chlorantraniliprole) y el no aplicarlo. Por otra parte, se obtuvo un coeficiente de variación de 18.59%, por lo que se concluye que hubo un manejo adecuado del ensayo, ya que este se encuentra dentro de un rango aceptable.

El uso de algunos productos fitosanitarios puede impedir la efectividad del control biológico debido a los efectos tóxicos que estos generan en los insectos. Por lo que para minimizar los efectos de los productos fitosanitarios utilizados para el control de plagas en los cultivos, es necesario conocer la compatibilidad del producto fitosanitario con los agentes de control biológico (DUPONT 2007).

La compatibilidad de un producto fitosanitario con los agentes de control biológico se ha determinado con pruebas de mortalidad en los agentes de control biológico y por pruebas de selectividad, al final se obtienen productos con efectos mínimos sobre los agentes de control biológico y efectivos con la plaga que se desea controlar (Torres 2015).

En cuanto al producto utilizado, Coragen® (Chlorantraniliprole), es un plaguicida perteneciente a la familia química de las diamidas antranílicas, el cual es destinado para el control de lepidópteros, su modo de acción consistente en la activación de los canales de calcio receptores de rianodina (RyRs) de los insectos (2). Estos receptores ejercen un papel crítico en la función muscular. La contracción de las células musculares requiere la liberación regulada de calcio desde las reservas internas hacia el citoplasma celular. Los receptores de rianodina actúan a modo de canales de iones modulando la liberación del calcio. El insecticida altera los receptores de rianodina, lo que provoca una liberación descontrolada de calcio y, por consiguiente, el agotamiento de las reservas, lo que a su vez impide la contracción muscular. Los insectos tratados con este insecticida dejan de alimentarse rápidamente, se muestran aletargados, presentan regurgitación y parálisis muscular, ocasionándoles finalmente la muerte (DUPONT 2007).

Según estudios realizados por los fabricantes del producto, determinan que el insecticida presenta una amplia compatibilidad con los agentes del control biológico del orden Himenóptera, principalmente de la familia Braconidae, dando como resultado un porcentaje bajo a nulo (0 – 30 % de mortalidad), en cuanto a la mortalidad de insectos benéficos de la familia Braconidae (DUPONT 2007).

G. CONCLUSIONES

1. Se determinó estadísticamente que utilizando la dosis máxima de Coragen® (Chlorantraniliprole), recomendada por el proveedor del insecticida (100 cc/ha), el cual es utilizado para el control del barrenador del tallo (*Diatraea* spp), como parte del control químico, no incide en el porcentaje de mortalidad de adultos de *Cotesia flavipes*, el cual es un insecto perteneciente al orden Hymenoptera utilizado para el control biológico del barrenador del tallo (*Diatraea* spp) por el Ingenio Santa Ana. Por otra parte al realizar el análisis de la comparación grafica de la aplicación del producto utilizando la dosis máxima recomendada y no utilizar el producto para el control del barrenador de tallo (*Diatraea* spp), se observó que no difieren el uno del otro, en cuanto al porcentaje de mortalidad de adultos de *Cotesia flavipes*.
2. Se determinó la efectividad del uso del plaguicida Coragen® (Chlorantraniliprole), ya que al utilizar la dosis máxima recomendada de aplicación para el control del barrenador del tallo (*Diatraea* spp) no presento toxicidad sobre adultos de *Cotesia flavipes*, por lo que los resultados sugieren que se pueden utilizar dosis más bajas del insecticida, respecto a la máxima dosis recomendada para el control de la plaga en campo, lo cual no incidirá en el control biológico utilizado por Ingenio Santa Ana, el cual consiste en la liberación de adultos de *Cotesia flavipes* para el control del barrenador del tallo (*Diatraea* spp).

H. RECOMENDACIONES

1. Evaluar la selectividad de otros insecticidas utilizados en cultivo de caña de azúcar para el control del barrenador del tallo (*Diatraea crambidoides*), para evitar alta mortalidad en insectos benéficos que contribuyen al control biológico de la plaga.
2. En la medida posible evitar utilizar la dosis máxima recomendada de plaguicida a utilizar, para evitar la toxicidad de poblaciones de insectos que representan el control biológico.

I. BIBLIOGRAFÍA

1. CENGICAÑA (Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar, Guatemala). 2000. Manejo integrado de barrenadores en caña de azúcar. Guatemala 26 p.
2. DUPONT. 2007. Información técnica de Rynaxypyr® 2007. Estados Unidos. 11 p.
3. Gómez, L; Vargas, G; Raigosa, Juan. 2014. Los barrenadores de la caña de azúcar, *Diatraea* spp., en el valle del rio Cauca: investigación participativa con énfasis en control biológico. Colombia, CENICAÑA. p. 19-99.
4. Morales, M. 2008. Evaluación de cuatro parasitoides para el control de dos especies de barrenadores *Diatraea saccharalis* Fabricius y *Diatraea crambidoides* Grote en caña de azúcar a nivel de laboratorio. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 35 p.
5. Najarro, G. 2009. Trabajo de graduación realizado en el departamento de investigación agrícola de la caña de azúcar (*Saccharum* spp.), del Ingenio Magdalena, S.A, La Democracia, Escuintla. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 58 p.
6. Pec, M. 2015. Preferencia de parasitismo de *Cotesia flavipes* Cameron (Hymenoptera: Braconidae), sobre diferentes instares de *Diatraea crambidoides* Grote (Lepidoptera: Crambidae), diagnóstico y servicios realizados en Ingenio Santa Ana, Escuintla, Guatemala, Centro América. Informe Graduación Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 92 p.
7. Sáenz, E. 2014. Evaluación de cuatro madurantes en caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) en la variedad Mex 79 – 431, diagnóstico y servicios realizados en el Grupo Corporativo Santa Ana, S.A., Escuintla, Guatemala, C.A. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 123 p.
8. Torres, E. 2015. Residualidad de productos químicos utilizados para el control de larvas del barrenador (*Diatraea crambidoides*, Lepidóptera), Escuintla. Tesis Ing. Agro. Guatemala, URL, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas. 39 p.

Vo. B. 
 DOCUMENTOS DE GRADUACIÓN
 TESIS * REVISIÓN * NO. 17

J. ANEXOS

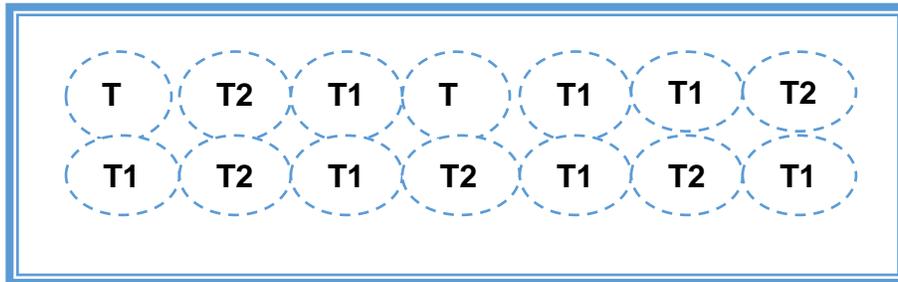


Figura 9 A. Aleatorización del tratamiento y el testigo para evaluación de selectividad.



Figura 10 A. Montaje de la evaluación de selectividad de Coragen® (Chlorantraniliprole) en *Cotesia flavipes*.



Figura 11 A. Equipo utilizado para la aplicación de Coragen® (Chlorantraniliprole) en el ensayo.

3.2.2. Análisis del desarrollo de crisálidas del barrenador del tallo (*Diatraea crambidoides*), según su sexo a través del tiempo.

A. DEFINICION DEL PROBLEMA

El control biológico es una práctica comprendida en el MIP (Manejo Integrado de Plagas) y es definida por la Organización Internacional de Lucha Biológica (OILB) como "la utilización de organismos vivos, o de sus productos, para evitar o reducir las pérdidas o daños causados por los organismos nocivos" (Guédez *et al.*, 2008). Por lo que dentro de este tipo de control, se incluye la técnica del uso de insectos estériles, la cual consiste en liberaciones inundativas o aumentativas de insectos esterilizados con algún tipo de tratamiento, de la misma plaga a controlar, al copular insectos estériles con insectos fértiles, se garantiza la infertilidad del apareamiento entre ambos insectos, por lo tanto disminuir la población de la plaga (CENICAÑA 2006).

Es importante tomar en cuenta la importancia de la liberación de adultos según su sexo (macho o hembra), para evitar la copulación entre adultos estériles y de esta manera disminuir o anular este tipo de control.

Como parte del proyecto de "Esterilización de adultos del barrenador del tallo (*Diatraea crambidoides*)" en el Grupo Corporativo Santa Ana, se realizó el análisis de desarrollo de crisálidas del barrenador del tallo (*Diatraea crambidoides*) según su sexo (machos y hembras) a través del tiempo, para determinar factibilidad de segregación de ambos sexos utilizando el tiempo como determinante o proceder a la implementación de otro tipo de técnicas que garanticen la segregación de sexos y de esta manera garantizar la efectividad del control de la plaga mediante la liberación de adultos estériles.

B. OBJETIVOS

a. General

Evaluar el desarrollo de crisálidas del barrenador del tallo (*Diatraea crambidoides*) según su sexo a través del tiempo.

b. Específicos

Determinar la cantidad de días necesarios que presente la media del porcentaje de desarrollo de crisálidas (hembras y machos), del barrenador del tallo (*Diatraea crambidoides*).

Determinar la cantidad de días necesarios que presente la media del porcentaje de desarrollo de crisálidas (machos), del barrenador del tallo (*Diatraea crambidoides*).

Determinar la cantidad de días necesarios que presente la media del porcentaje de desarrollo de crisálidas (hembras), del barrenador del tallo (*Diatraea crambidoides*).

Determinar la importancia de la implementación de personal para realizar la segregación de crisálidas machos y hembras del barrenador del tallo (*Diatraea crambidoides*) dentro del proceso de esterilización de adultos de dicho insecto.

C. METODOLOGIA

a. Selección del Material

Para obtener el material de estudio, se procedió a seleccionar larvas del barrenador del tallo (*Diatraea crambidoides*), las cuales son producidas en el laboratorio de parasitoides, las larvas seleccionadas correspondían al instar V, las cuales se encuentran a punto de pasar a su estado de crisálida.

b. Preparación del Material

La evaluación se llevó a cabo en las instalaciones del laboratorio de parasitoides a una temperatura de 28 grados centígrados.

Las larvas seleccionadas fueron colocadas individualmente en cajas de poliestireno, dentro de las cajas de poliestireno también se colocó un cubo de 3 cm^3 de dieta elaborada en el laboratorio, esto con la finalidad de proporcionarle alimento a la larva durante su paso a su estado de crisálida.

Posteriormente las cajas de poliestireno fueron tapadas con su respectiva tapa, para evitar el escape de las larvas. Y por último las cajas de poliestireno conteniendo las larvas, fueron colocadas dentro de una gaveta plástica, la cual fue trasladada a la sala de desarrollo de crisálidas, la cual poseía una temperatura de 25 grados centígrados, esta temperatura contribuye al desarrollo de larva para su paso a crisálida.

Para realizar la presente evaluación, fueron seleccionadas un total de 3,456 larvas del barrenador de tallo (*Diatraea crambidoides*).

c. Toma de Datos

Después de 24 horas de haber colocado las larvas dentro de las cajas de poliestireno, se procedió a revisar cada una de las cajas que contenían las larvas del barrenador del tallo (*Diatraea crambidoides*), en las cuales se toma nota de los siguientes datos:

- **Crisálidas:** se procedió a tomar nota de la cantidad de crisálidas encontradas dentro de las cajas de poliestireno, debido a la metamorfosis de la larva.
- **Sexado:** posteriormente a determinar la cantidad de crisálidas obtenidas luego de 24 horas, se procedió a tomar cada una de las crisálidas, para con la ayuda de un microscopio realizar el sexado (determinar el sexo) de cada una de las crisálidas obtenidas. De esta manera se obtenía el dato del número de crisálidas macho y hembras obtenidas en el día.
- **Descarte:** el descarte consistió en eliminar todo aquel material (larvas), que se encontraban contaminadas con hongos o bacterias. Así mismo las crisálidas que se encontraban deformes fueron descartas ya que estas no figuran con la emergencia de adultos del barrenador del tallo (*Diatraea crambidoides*), efectivas para el proceso del control de la plaga con adultos estériles del mismo género. Sin embargo se tomó nota de la cantidad de larvas y crisálidas descartadas.

Para la toma de datos posteriores, se realizó cada 24 horas después de la última revisión, esta consistió en revisar cada una de las larvas contenidas dentro de las cajas de poliestireno. La toma de datos se realizó durante 7 días, esto debido a que fue el tiempo necesario para que el 100% de la población evaluada, pasara a su etapa de crisálida.

d. Análisis de Datos.

Los datos obtenidos respecto a la cantidad de crisálidas hembras y machos, fueron analizados mediante la regresión probit.

D. RESULTADOS

a. Cantidad de días necesarios para obtener la media del porcentaje de desarrollo de crisálidas (machos), del barrenador del tallo.

En el cuadro 19, se presenta el desarrollo de las crisálidas (machos), en los diferentes días, en los cuales se realizó la toma de datos y el valor probit para el cálculo de la media del porcentaje de desarrollo de crisálidas (macho).

Cuadro 19 Porcentaje de crisálidas (macho) del Barrenador del tallo (*Diatraea crambidoides*) y transformación de datos a valores probit, Ingenio Santa Ana, Escuintla.

No. Días	No. Pupas	No. Machos	Acumulado Machos	%Machos	Probit
1	22	8	8	0.473	2.42376
2	55	28	36	2.126	2.96604
3	200	135	171	10.100	3.72395
4	440	251	422	24.926	4.32266
5	627	304	726	42.882	4.82143
6	610	268	994	58.712	5.21944
7	497	200	1194	70.526	5.53845

En la figura 12, se observa el comportamiento del desarrollo de crisálidas (macho), de acuerdo a la cantidad de días del desarrollo del total de crisálidas de la población de barrenador del tallo (*Diatraea crambidoides*) que fueron evaluadas.

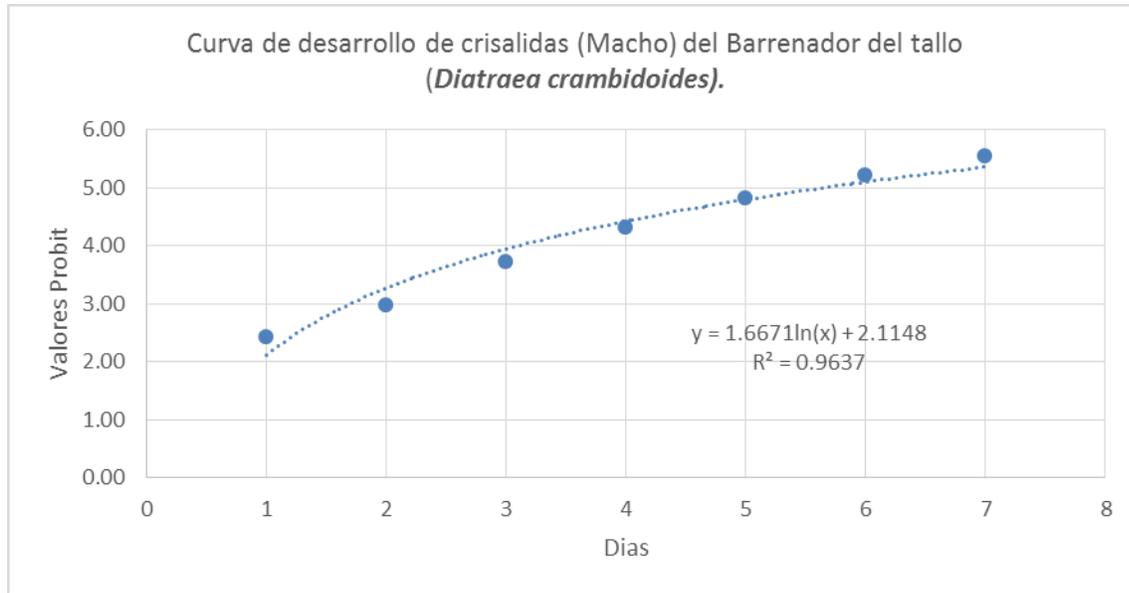


Figura 12 . Regresión probit para la curva de desarrollo de crisálidas (macho) del barrenador del tallo (*Diatraea crambidoides*), en siete días de evaluación.

Al determinar el modelo de regresión, se verificó que el 50% de la población de machos del barrenador del tallo (*Diatraea crambidoides*) evaluadas, desarrollan su fase de crisálida a los 5.64 días.

b. Cantidad de días necesarios para obtener la media del porcentaje de desarrollo de crisálidas (machos), del barrenador del tallo.

En el cuadro 20, se presenta el desarrollo de las crisálidas (hembra), en los diferentes días, en los cuales se realizó la toma de datos y el valor probit para el cálculo de la media del porcentaje de desarrollo de crisálidas (hembra).

Cuadro 20 . Porcentaje de crisálidas (hembra) del Barrenador del tallo (*Diatraea crambidoides*) y transformación de datos a valores probit, Ingenio Santa Ana, Escuintla.

No. Dias	No. Pupas	No. Hembras	Acumulado Hembras	%Hembras	Probit
1	22	14	14	0.794	2.59
2	55	27	41	2.326	3.00
3	200	65	106	6.012	3.44
4	440	189	295	16.733	4.03
5	627	323	618	35.054	4.62
6	610	342	960	54.453	5.11
7	497	297	1257	71.299	5.56

En la figura 13, se observa el comportamiento del desarrollo de crisálidas (hembra), de acuerdo a la cantidad de días del desarrollo del total de crisálidas de la población de barrenador del tallo (*Diatraea crambidoides*) que fueron evaluadas.

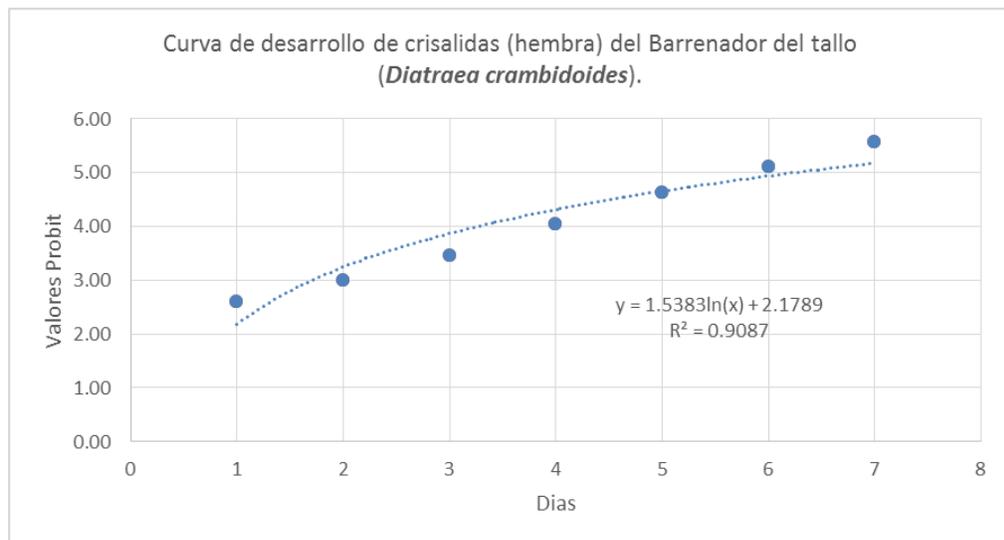


Figura 13 . Regresión probit para la curva de desarrollo de crisálidas (hembra) del barrenador del tallo (*Diatraea crambidoides*), en siete días de evaluación.

Al determinar el modelo de regresión, se verificó que el 50% de la población de machos del barrenador del tallo (*Diatraea crambidoides*) evaluadas, desarrollan su fase de crisálida a los 6.26 días.

c. Cantidad de días necesarios para obtener la media del porcentaje de desarrollo de crisálidas (machos y hembras), del barrenador del tallo.

En el cuadro 21, se presenta el desarrollo de las crisálidas (machos y hembras), en los diferentes días, en los cuales se realizó la toma de datos y el valor probit para el cálculo de la media del porcentaje de desarrollo de crisálidas (hembra).

Cuadro 21. Porcentaje de crisálidas (machos y hembras) del Barrenador del tallo (*Diatraea crambidoides*) y transformación de datos a valores Probit, Ingenio Santa Ana, Escuintla.

No. Dias	No. Pupas	Acumulado Pupas	% Pupas	Probit
1	22	22	0.637	2.49
2	55	77	2.228	2.99
3	200	277	8.015	3.59
4	440	717	20.747	4.18
5	627	1344	38.889	4.72
6	610	1954	56.539	5.16
7	497	2451	70.920	5.55

En la figura 14, se observa el comportamiento del desarrollo de crisálidas (hembra), de acuerdo a la cantidad de días del desarrollo del total de crisálidas de la población de barrenador del tallo (*Diatraea crambidoides*) que fueron evaluadas.

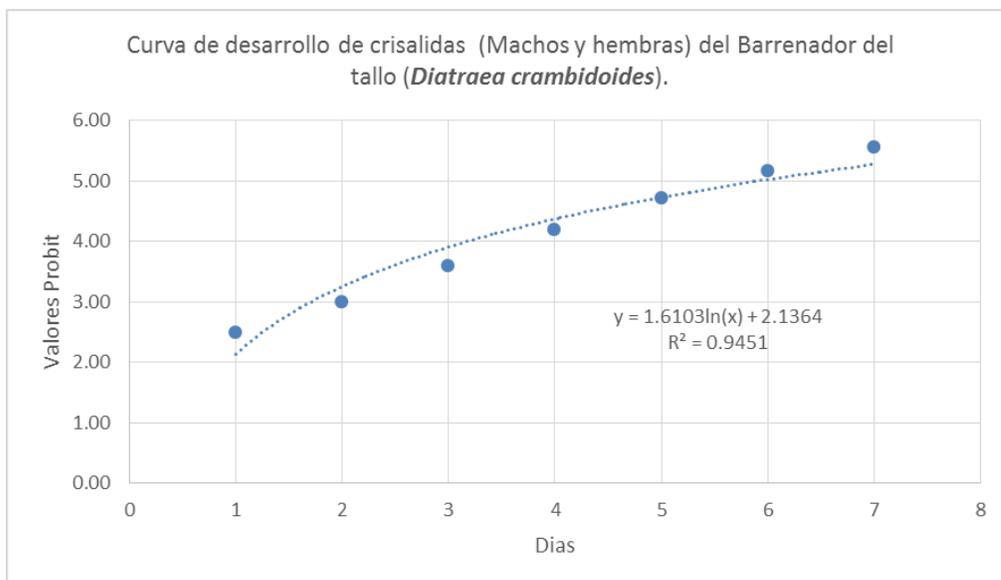


Figura 14 . Regresión Probit para la curva de desarrollo de crisálidas (hembra) del barrenador del tallo (*Diatraea crambidoides*), en siete días de evaluación.

Al determinar el modelo de regresión, se verifico que el 50% de la población de machos y hembras del barrenador del tallo (*Diatraea crambidoides*) evaluadas, desarrollan su fase de crisálida a los 5.92 días.

Por otra parte se determinó que del total de la población evaluada de crisálidas del barrenador del tallo (*Diatraea crambidoides*), el 49% de la población total corresponde a crisálidas del genero macho y el 51% restante corresponde a crisálidas del genero hembra.

Por lo que se determina con el análisis realizado, que el desarrollo de crisálidas del género macho no presenta diferencias significativas en el tiempo respecto al desarrollo de crisálidas del género hembra. Lo cual indica la importancia de la técnica del sexado en esta fase de desarrollo del insecto, para evitar para evitar la copulación entre adultos del barrenador del tallo (*Diatraea crambidoides*), esterilizados con irradiación. Lo cual disminuiría o anularía la el control de la plaga utilizando este método de control.

E. CONCLUSIONES

1. Se determinó que la cantidad de días necesarios para obtener la media del porcentaje de desarrollo de crisálidas (macho), del barrenador del tallo (*Diatraea crambidoides*) es de 5.64 días.
2. Se determinó que la cantidad de días necesarios para obtener la media del porcentaje de desarrollo de crisálidas (hembra), del barrenador del tallo (*Diatraea crambidoides*) es de 6.26 días.
3. En cuanto a la cantidad de días necesarios para obtener la media del porcentaje de desarrollo de crisálidas (machos y hembras) del barrenador del tallo (*Diatraea crambidoides*), se determinó que son necesarios 5.92 días.
4. Luego de realizar el análisis del desarrollo de crisálidas del barrenador del tallo, se determinó que el tiempo no incide en cuanto a la obtención de crisálidas del género macho como primera instancia o viceversa en cuanto a crisálidas del género hembra. Por lo que para realizar la segregación de sexos en las crisálidas es necesaria la implementación de personal que realice el sexado de las crisálidas.

F. BIBLIOGRAFÍA

1. CENICAÑA (Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia, Colombia). 2006. La cría de *Diatraea saccharalis* para la producción masiva de sus enemigos naturales. Colombia. 30 p.
2. Gómez, L; Vargas, G. 2014. Los barrenadores de la caña de azúcar, *Diatraea* spp., en el valle del río Cauca. Colombia, CENICAÑA. 133 p.
3. Pec, M. 2015. Preferencia de parasitismo de *Cotesia flavipes* Cameron (Hymenoptera: Braconidae), sobre diferentes instares de *Diatraea crambidoides* Grote (Lepidoptera: Crambidae), diagnóstico y servicios realizados en Ingenio Santa Ana, Escuintla, Guatemala, Centro América. Informe Graduación Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 92 p.

Vo. 
SISTEMA DE DOCUMENTOS DE GRADUACIÓN
FAUSAC 761
* REVISIÓN *

G. ANEXOS

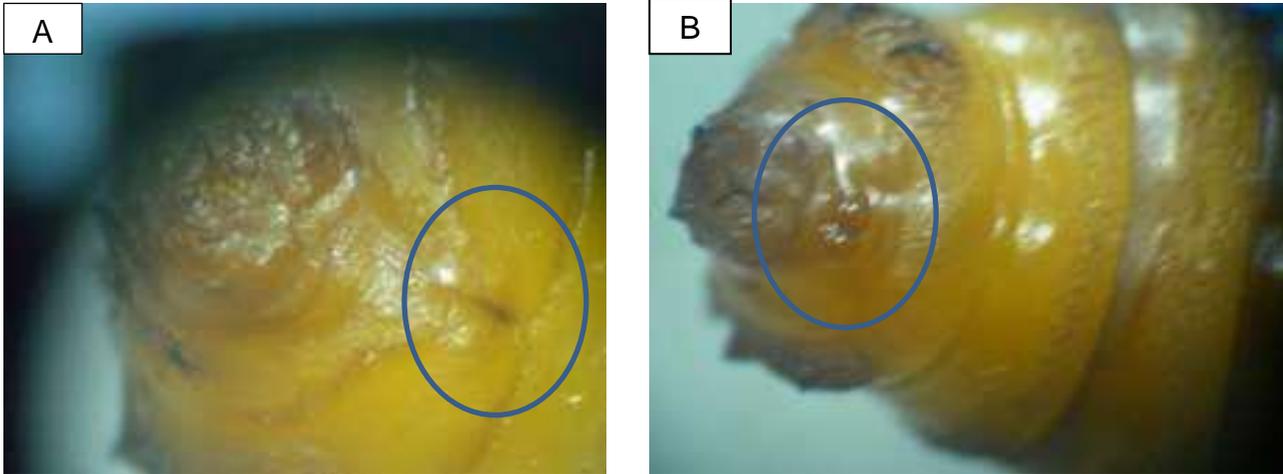


Figura 15 A Diferenciación de crisálidas hembras y machos en base a su aparato reproductor externo: A. hembra y B. macho



FACULTAD DE AGRONOMÍA -FAUSAC-
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS
Y AMBIENTALES -IIA-



REF. Sem. 57/2016

EL TRABAJO DE GRADUACIÓN TITULADO:

“EVALUACIÓN DE CUATRO TIPOS DE TRAMPAS A ALTURAS DIFERENTES PARA LA CAPTURA DE ADULTOS DEL BARRENADOR DEL TALLO (*Diatraea crambidoides*), EN EL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR, ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A.”

DESARROLLADO POR EL ESTUDIANTE:

CÉSAR ROLANDO
HERNÁNDEZ REYES

CARNE:

200918324

HA SIDO EVALUADO POR LOS PROFESIONALES:

Ing. Agr. Samuel Córdova
Ing. Agr. Alvaro Hernández
Dr. Adalberto B. Rodríguez García

Los Asesores y la Dirección del Instituto de Investigaciones Agronómicas y Ambientales de la Facultad de Agronomía, hace constar que ha cumplido con las Normas Universitarias y el Reglamento de este Instituto. En tal sentido pase a la Dirección del Área Integrada para lo procedente.

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



Dr. Adalberto B. Rodríguez García
SUPERVISOR-ASESOR

Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes
DIRECTOR DEL IIA



WNR/nm
c.c. Archivo

Ref. SAIEPSA.63. 2018
Guatemala, 31 de octubre de 2018

TRABAJO DE GRADUACIÓN: EVALUACIÓN DE CUATRO TIPOS DE TRAMPAS A ALTURAS DIFERENTES PARA LA CAPTURA DE ADULTOS DEL BARRENADOR DEL TALLO (*Diatraea crambidoides*), EN EL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR, DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN INGENIO SANTA ANA, ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A.

ESTUDIANTE: CÉSAR ROLANDO HERNÁNDEZ REYES

No. CARNÉ: 200918324

Dentro del Trabajo de Graduación se presenta el Capítulo II que se refiere a la Investigación Titulada:

“EVALUACIÓN DE CUATRO TIPOS DE GRAMPAS A ALTURAS DIFERENTES PARA LA CAPTURA DE ADULTOS DEL BARRENADOR DEL TALLO (*Diatraea crambidoides*), EN EL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR, ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A.”

LA CUAL HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Samuel Córdova

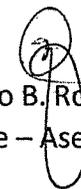
Ing. Agr. Alvaro Hernández

Dr. Adalberto B. Rodríguez García

Los Asesores de Investigación, Docente Asesor de EPSA y la Coordinación del Área Integrada, hacen constar que ha cumplido con las normas universitarias y Reglamento de la Facultad de Agronomía. En tal sentido, pase a Decanatura.

“Id y Enseñad a Todos”



X 
Dr. Adalberto B. Rodríguez García
Docente – Asesor de EPS

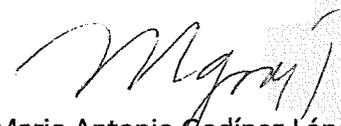

Vo. Bo. Ing. Agr. Silveira A. Plata Gramajo
Coordinador Área Integrada



No. 77-2018

Trabajo de Graduación:	“EVALUACIÓN DE CUATRO TIPOS DE TRAMPAS A ALTURAS DIFERENTES PARA LA CAPTURA DE ADULTOS DEL BARRENADOR DEL TALLO (<i>Diatraea crambidoides</i>), EN EL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR, DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN INGENIO SANTA ANA, ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A.”
Estudiante:	César Rolando Hernández Reyes
Carné:	200918324

“IMPRÍMASE”


Ing. Agr. Mario Antonio Godínez López
DECANO

