

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**FACULTAD DE AGRONOMIA**

**AREA INTEGRADA**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**MANEJO DE LAS POBLACIONES DE BARRENADORES DEL TALLO Y  
COMPLEJO DE PLAGAS DEL SUELO EN EL CULTIVO DE LA CAÑA DE  
AZÚCAR (*Saccharum officinarum* L.), FINCA BUGANVILIA, LA  
DEMOCRACIA, ESCUINTLA.**

**JUAN MANUEL COREA OCHOA**

**GUATEMALA, OCTUBRE DE 2008**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**FACULTAD DE AGRONOMIA**

**AREA INTEGRADA**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**MANEJO DE LAS POBLACIONES DE BARRENADORES DEL TALLO Y COMPLEJO DE PLAGAS DEL SUELO EN EL CULTIVO DE LA CAÑA DE AZUCAR (*Saccharum officinarum* L.), FINCA BUGANVILIA, LA DEMOCRACIA, ESCUINTLA.**

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

**POR**

**JUAN MANUEL COREA OCHOA**

**EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO**

**INGENIERO AGRONOMO**

**EN**

**SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA**

**EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO**

**GUATEMALA, octubre de 2008.**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMIA

RECTOR

LIC. CARLOS ESTUARDO GALVEZ BARRIOS

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO  
VOCAL PRIMERO  
VOCAL SEGUNDO  
VOCAL TERCERO  
VOCAL CUARTO  
VOCAL QUINTO  
SECRETARIO

MSc. Francisco Javier Vásquez Vásquez  
Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes  
Ing. Agr. Walter Arnoldo Reyes Sanabria  
MSc. Danilo Ernesto Dardón Ávila  
Bach. Rigoberto Morales Ventura  
Bach. Miguel Armando Salazar Donis  
MSc. Edwin Enrique Cano Morales

Guatemala, octubre de 2,008

Guatemala, 24 de octubre de 2,008

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

Honorables miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de Graduación realizado en el "Manejo de las Poblaciones de Barrenadores del Tallo y Complejo de Plagas del Suelo en el Cultivo de Caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) en la finca "Buganvilia", La Democracia, Escuintla", como requisito previo a optar al 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"

JUAN MANUEL COREA OCHOA

## ACTO QUE DEDICO

A:

Dios: Por permitirme llegar a este momento, tan especial en la vida, que el logro alcanzado sea para su honra.

Padres: Roberto Corea Ávila y Enma Ochoa de Corea, mi eterna gratitud por sus cuidados y sabias enseñanzas.

Hermanos: Por el apoyo y motivación, fundamental en cada una de las etapas de mi formación.

Sobrinos: Para que este logro los motive a seguir estudiando.

Tíos: Mil gracias por sus sabios consejos.

Amigos (as): Por el valor de su amistad sincera y desinteresada.

Novia: Por su amor y comprensión.

Usted Especialmente: Que me acompaña el día de hoy, como una muestra de su cariño y afecto.

## TRABAJO DE GRADUACIÓN QUE DEDICO

Al personal administrativo, técnico y de campo del Departamento de Investigación Agrícola del Ingenio Magdalena, S.A., La Democracia, Escuintla, para que los resultados aquí presentados sean aprovechados en el manejo de las poblaciones del complejo de plagas del suelo y barrenadores del tallo del cultivo de caña de azúcar.

## AGRADECIMIENTOS

A:

- A Dios todopoderoso, por que nos da la vida.
- A mis padres, Roberto Corea Ávila y Enma Ochoa de Corea, por que sin su apoyo incondicional no hubiera podido alcanzar esta meta.
- A mis hermanas/os gracias por el apoyo, que me brindaron durante mi formación.
- A los ingenieros agrónomos, Edgar Rolando Solares, Juan José Asencio, por abrirme las puertas del departamento de investigación agrícola del Ingenio Magdalena, S.A.
- Al personal de campo y oficina del departamento de investigación agrícola que me permitieron aprender cada día de ellos, éxitos en sus vidas.
- A los ingenieros agrónomos, Marco Vinicio Fernández, Samuel Córdoba, por su asesoría durante la realización de este trabajo de graduación.
- A los Ingenieros Agrónomos, Pedro Peláez Reyes, Manuel Martínez, Ariel Ortiz, Walter Reyes, Álvaro Díaz, Ezequiel López, por sus consejos y enseñanzas en el desarrollo de la carrera.
- Al claustro de catedráticos de la Facultad de Agronomía, por su profesionalismo y entrega en cada una de las cátedras que imparten, esperando que sus enseñanzas sigan contribuyen a crecimiento del Agro-Guatemalteco.
- A mis compañeros de estudio, Edson, Rudy, Pedro, Adolfo, Elmer Aldana, Elmer González, Alejandro, Estuardo, Eric, Rafael Barrios, José, Carlos, Luís Sánchez, Jorge Díaz (+), Luís Antonio, Cesar, por que su amistad, esperó que se mantengan a través del tiempo.

## INDICE GENERAL

INDICE GENERAL .....	i
INDICE DE FIGURAS .....	vi
INDICE DE CUADROS .....	vii
RESUMEN.....	ix

### CAPITULO I

#### DIAGNÓSTICO

#### MANEJO DE LAS POBLACIONES DE BARRENADORES DEL TALLO Y COMPLEJO DE PLAGAS DEL SUELO, EN CULTIVO DE LA CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum officinarum* L.) POR EL PROGRAMA DE PLAGAS Y ENFERMEDADES, INGENIO MAGDALENA, S. A.

<b>1.1</b>	<b>Presentación .....</b>	<b>2</b>
<b>1.2</b>	<b>Marco referencial .....</b>	<b>3</b>
1.2.1	Antecedentes del programa de plagas .....	3
1.2.2	Ubicación geográfica y vías de acceso .....	3
1.2.3	Condiciones agro-ecológicas.....	4
1.2.4	Recursos físicos .....	4
<b>1.3</b>	<b>Objetivos .....</b>	<b>4</b>
1.3.1	Objetivo general.....	4
1.3.2	Objetivos específicos.....	4
<b>1.4</b>	<b>Metodología.....</b>	<b>5</b>
1.4.1	Fase de campo .....	5
1.4.2	Fase de gabinete .....	5
<b>1.5</b>	<b>Resultados y discusión.....</b>	<b>6</b>
1.5.5	Descripción de las actividades del programa de plagas.....	6
1.5.6	Barrenadores del tallo de la caña de azúcar y nivel de daño, zafra 05-06. ....	7
1.5.7	Complejo de plagas del suelo en el cultivo de la caña de azúcar y nivel de daño, zafra 05-06.....	9
<b>1.6</b>	<b>Conclusiones y recomendaciones.....</b>	<b>16</b>
1.6.1	Identificación de los problemas principales, causas y efectos en el manejo de las poblaciones de barrenadores del tallo y complejo de plagas del suelo. ....	16
1.6.2	Estrategias recomendadas para mejorar el manejo de las poblaciones de barrenadores del tallo y complejo de plagas del suelo.....	17
<b>1.7</b>	<b>Bibliografía .....</b>	<b>18</b>



## CAPITULO II

### INVESTIGACIÓN

#### ESTIMACIÓN DE LAS PERDIDAS OCASIONADAS POR EL COMPLEJO DE PLAGAS DEL SUELO, EN EL CULTIVO DE LA CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum officinarum* L.), VARIEDAD CP 881165, SEGUNDA SOCA, FINCA “BUGANVILIA”, LA DEMOCRACIA, ESCUINTLA.

<b>2.1</b>	<b>Presentación .....</b>	<b>20</b>
<b>2.2</b>	<b>Marco teórico .....</b>	<b>22</b>
2.2.1.	Marco Conceptual.....	22
2.2.1.A	Importancia del cultivo de caña de azúcar en Guatemala .....	22
2.2.1.B	Plagas del suelo con importancia económica en Latinoamérica.....	22
2.2.1.C	El complejo de plagas del suelo en el cultivo de la caña de azúcar .....	23
2.2.1.D	Gallina ciega ( <i>Phyllophaga</i> sp.) .....	24
2.2.1.E	Chinche hedionda ( <i>Scaptocoris talpa</i> ) .....	26
2.2.1.F	Gusano alambre (Coleóptera: Elateridae).....	27
2.2.1.G	Estrategia de manejo integrado de plagas de la raíz en caña de azúcar .....	29
2.2.1.H	Dinámica poblacional del complejo de plagas del suelo.....	31
2.2.2.	Marco Referencial.....	32
2.2.2.A	Ubicación geográfica.....	32
2.2.2.B	Condiciones generales para el estrato bajo .....	32
2.2.2.C	Condiciones climáticas.....	32
2.2.2.D	Zona de vida .....	33
2.2.2.E	Región fisiográfica.....	33
2.2.2.F	Características edafológicas .....	33
<b>2.3</b>	<b>Objetivos .....</b>	<b>34</b>
2.3.1	Objetivo general.....	34
2.3.2	Objetivos específicos.....	34
<b>2.4</b>	<b>Metodología.....</b>	<b>35</b>
2.4.1	Determinación del número de unidades de observación (parcelas pareadas).....	35
2.4.1.A	Número de unidades de observación.....	35
2.4.1.B	Patrón de dispersión de la plaga.....	35
2.4.1.C	Distribución de las unidades de observación.....	36
2.4.2	Componentes del muestreo.....	36
2.4.2.A	Técnica de muestreo.....	36
2.4.2.B	Unidad de muestreo .....	36
2.4.3	Ubicación del experimento .....	36
2.4.4	Variables a medir.....	37
2.4.5	Tamaño de la unidad de observación y unidad de muestreo de complejo de plagas del suelo en el cultivo de la caña de azúcar. ....	37
2.4.6	Establecimiento del experimento.....	37
2.4.7	Manejo de las parcelas.....	38
2.4.8	Recolección de datos .....	38

2.4.8.A	Muestreo del desarrollo del cultivo.....	38
2.4.8.B	Muestreo de densidad del complejo de plagas del suelo.....	39
2.4.8.C	Muestreo de porcentaje de pérdida de macollas .....	39
2.4.8.D	Muestreo de pre-cosecha .....	39
2.4.9	Análisis de la información .....	39
<b>2.5</b>	<b>Resultados y discusión.....</b>	<b>40</b>
2.5.1.	Densidad poblacional de individuos del complejo de plagas del suelo, presentes en la finca Buganvilia.....	40
2.5.1.A	Gusano alambre (Coleóptera: Elateridae).....	40
2.5.1.B	Gallina ciega (Coleóptera: Scarabeidae) .....	41
2.5.1.C	Complejo de plagas del suelo presente en la finca Buganvilia .....	42
2.5.2.	Componentes del rendimiento agrícola y su desarrollo en las diferentes etapas fenológicas del cultivo .....	44
2.5.2.A	Diámetro del tallo .....	44
2.5.2.B	Altura del tallo.....	45
2.5.2.C	Población de tallos .....	46
2.5.3	Rendimiento agrícola.....	48
2.5.3.A	Toneladas de caña por hectárea (TCH).....	48
2.5.4	Rendimiento industrial potencial (lb A. T/C) .....	49
2.5.5	Despoblación de macollas.....	50
2.5.6	Análisis de correlación.....	50
2.5.6.A	Correlación densidad larval y los componentes del rendimiento agrícola .....	50
2.5.6.B	Correlación entre densidad larval y rendimiento agrícola .....	52
<b>2.6</b>	<b>Conclusiones .....</b>	<b>53</b>
<b>2.7</b>	<b>Recomendaciones .....</b>	<b>55</b>
<b>2.8</b>	<b>Bibliografía.....</b>	<b>56</b>

### CAPITULO III

#### SERVICIOS PRESTADOS EN EL DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA DEL INGENIO MAGDALENA S.A.

<b>3.1</b>	<b>PRESENTACION.....</b>	<b>62</b>
<b>3.2</b>	<b>OBJETIVO GENERALES.....</b>	<b>63</b>
<b>3.3</b>	<b>INVESTIGACIONES REALIZADAS COMO SERVICIOS EN EL PROGRAMA DE PLAGAS Y ENFERMEDADES, INGENIO MAGDALENA S.A .....</b>	<b>64</b>
<b>3.3.1</b>	<b>EVALUACIÓN DE SIETE INGREDIENTES ACTIVOS PARA EL CONTROL DEL COMPLEJO DE PLAGAS DEL SUELO, EN EL CULTIVO DE LA CAÑA DE AZÚCAR (<i>Saccharum officinarum</i> L.), BAJO CONDICIONES DE CAMPO, FINCA BUGANVILIA, LA DEMOCRACIA, ESCUINTLA.</b>	
<b>3.3.1.A</b>	<b>Definición del problema .....</b>	<b>64</b>
<b>3.3.1.B</b>	<b>Objetivos.....</b>	<b>65</b>

<b>3.3.1.C</b>	<b>Hipótesis</b> .....	<b>65</b>
<b>3.3.1.D</b>	<b>Metodología</b> .....	<b>66</b>
3.3.1.D.a	Ubicación del experimento.....	66
3.3.1.D.b	Tamaño de las parcelas.....	66
3.3.1.D.c	Diseño experimental.....	66
3.3.1.D.d	Tratamientos evaluados.....	66
3.3.1.D.e	Aplicación de tratamientos.....	67
3.3.1.D.f	Toma de datos experimentales.....	67
3.3.1.D.g	Análisis de datos.....	68
<b>3.3.1.E</b>	<b>Resultados y discusión</b> .....	<b>68</b>
3.3.1.E.a	Densidad poblacional del complejo de plagas de la raíz.....	68
3.3.1.E.b	Desarrollo del cultivo.....	70
3.3.1.E.c	Rendimiento agrícola potencial.....	71
<b>3.3.1.F</b>	<b>Conclusiones</b> .....	<b>71</b>
<b>3.3.1.G</b>	<b>Bibliografía</b> .....	<b>73</b>
<b>3.3.2</b>	<b>EVALUACIÓN A NIVEL DE CAMPO DE SEIS OPCIONES DE CONTROL DE BARRENADORES DE LA CAÑA DE AZÚCAR, CON VIRUS DE LA POLIEDROSIS CITOPASMÁTICA (VPC) Y LIBERACIONES DE <i>Trichogramma Exiguum</i>, FINCA SAN JORGE DINAMARCA, PUERTO SAN JOSE, ESCUINTLA</b>	
<b>3.3.2.A</b>	<b>Definición del problema</b> .....	<b>74</b>
<b>3.3.2.B</b>	<b>Objetivos</b> .....	<b>74</b>
<b>3.3.2.C</b>	<b>Hipótesis</b> .....	<b>74</b>
<b>3.3.2.D</b>	<b>Metodología</b> .....	<b>75</b>
3.3.2.D.a	Ubicación.....	75
3.3.2.D.b	Productos de control.....	75
3.3.2.D.c	Cronograma de aplicaciones.....	76
3.3.2.D.d	Análisis de la información.....	76
3.3.2.D.e	Variables medidas.....	76
<b>3.3.2.E</b>	<b>Resultados y discusión</b> .....	<b>77</b>
3.3.2.E.a	Efecto del control de barrenadores.....	77
3.3.2.E.b	Rendimiento Agrícola.....	78
<b>3.3.2.F</b>	<b>Conclusiones</b> .....	<b>79</b>
<b>3.3.2.G</b>	<b>Bibliografía</b> .....	<b>80</b>
<b>3.3.3</b>	<b>EVALUACIÓN A NIVEL DE CAMPO, DE CINCO OPCIONES DE CONTROL DE BARRENADORES DE LA CAÑA DE AZÚCAR (<i>Saccharum officinarum</i> L.), CON LOS INGREDIENTES ACTIVOS VIRUS DE LA POLIEDROSIS CITOPASMÁTICA Y TEBUFENOZIDE, FINCA BUGANVILIA, LA DEMOCRACIA, ESCUINTLA</b>	
<b>3.3.3.A</b>	<b>Definición del problema</b> .....	<b>81</b>
<b>3.3.3.B</b>	<b>Objetivo</b> .....	<b>81</b>
<b>3.3.3.C</b>	<b>Hipótesis</b> .....	<b>82</b>
<b>3.3.3.D</b>	<b>Metodología</b> .....	<b>82</b>
3.3.3.D.a	Establecimiento del experimento.....	82
3.3.3.D.b	Tamaño de la muestra.....	82
3.3.3.D.c	Tratamientos.....	82
3.3.3.D.d	Diseño experimental.....	83
3.3.3.D.e	Toma de datos experimentales.....	83
<b>3.3.3.E</b>	<b>Resultados</b> .....	<b>83</b>
3.3.3.E.a	Daño causado por los barrenadores de la caña de azúcar.....	83
3.3.3.E.b	Disminución del daño de barrenadores por efecto de los i. a. evaluados.....	85

3.3.3.E.c	Rendimiento industrial potencial y rendimiento agrícola .....	85
<b>3.3.3.F</b>	<b>Conclusiones</b> .....	<b>86</b>
<b>3.3.3.G</b>	<b>Bibliografía</b> .....	<b>88</b>
<b>3.3.4</b>	<b>COMPARACION DE DOS METODOLOGIAS DE MUESTREO DE DAÑO DE BARRENADORES DE LA CAÑA DE AZÚCAR (<i>Saccharum officinarum</i> L.), EN LA ETAPA FENOLOGÍCA DE MADURACION, VARIEDAD CP 722086, FINCA SAN JORGE DINAMARCA, PUERTO SAN JOSE, ESCUINTLA</b>	
<b>3.3.4.A</b>	<b>Definición del problema</b> .....	<b>89</b>
<b>3.3.4.B</b>	<b>Objetivo</b> .....	<b>89</b>
<b>3.3.4.C</b>	<b>Metodología</b> .....	<b>90</b>
3.3.4.C.a	Descripción secuencial de las actividades realizadas .....	90
3.3.4.C.b	Metodología de los 5 metros lineales.....	90
3.3.4.C.c	Testigo.....	91
3.3.4.C.d	Metodología de los 10 metros lineales.....	91
<b>3.3.4.D</b>	<b>Resultados y discusión</b> .....	<b>92</b>
3.3.4.D.a	Porcentaje de infestación .....	92
3.3.4.D.b	Porcentaje de intensidad de infestación. ....	92
<b>3.3.4.E</b>	<b>Conclusiones</b> .....	<b>93</b>
<b>3.3.4.F</b>	<b>Bibliografía</b> .....	<b>94</b>

## INDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Esquema de las unidades de observación utilizadas (parcelas apareadas), finca Buganvilia, zafra 06-07. ....	37
Figura 2.2 Fluctuación poblacional del complejo de plagas del suelo, en el cultivo de la caña de azúcar, de las parcelas testigo, junio 2,006 – enero 2,007, finca Buganvilia, La Democracia, Escuintla. ....	44
Figura 3.1 Porcentaje de infestación por tratamiento, marzo 2,007, finca Buganvilia. ....	84
Figura 3.2 Porcentaje de intensidad de infestación por tratamiento, marzo 2,007, finca Buganvilia. ....	84
Figura 3.3 Disminución de daño de los barrenadores por efecto de los tratamientos evaluados.....	85

## INDICE DE CUADROS

Cuadro 1.1 Área total dañada por barrenadores del tallo de la caña, por administración, zafra 05-06.....	9
Cuadro 1.2 Área total con presencia de gallina ciega por administración, zafra 05-06. ....	15
Cuadro 1.3 Área total con presencia de gusano alambre por administración, zafra 05-06. ...	15
Cuadro 2.1 Descripción climática para el estrato bajo de la zona cañera de Guatemala. ....	32
Cuadro 2.2. Análisis de varianza para la variable larvas de gusano alambre/m <sup>2</sup> , en diferentes periodos fisiológicos de la caña de azúcar, finca Buganvilla, junio 2,006 - enero 2,007. ....	40
Cuadro 2.3 Análisis de varianza para la variable larvas de gallina ciega/m <sup>2</sup> , en diferentes periodos fisiológicos de la caña de azúcar, finca Buganvilla, junio 2,006 a enero 2,007. ....	42
Cuadro 2.4 Análisis de varianza para la variable larvas totales/m <sup>2</sup> , en diferentes periodos fisiológicos de la caña de azúcar, finca Buganvilla, junio 2,006 a enero 2,007. ....	43
Cuadro 2.5 Análisis de varianza para la variable diámetro del entrenudo central, en las diferentes etapas fenológicas del cultivo, finca Buganvilla, junio 2,006 a febrero 2,007. ....	45
Cuadro 2.6 Análisis de varianza para la variable altura del tallo, en las diferentes etapas fenológicas del cultivo, finca Buganvilla, junio 2,006 a febrero 2,007. ....	46
Cuadro 2.7 Análisis de varianza para la variable población de tallos molederos por metro lineal, en las diferentes etapas fenológicas del cultivo, finca Buganvilla, junio 2,006 a febrero 2,007. ....	47
Cuadro 2.8 Análisis de varianza para la variable, población de tallos no molederos/metro lineal, en las diferentes etapas fenológicas del cultivo, finca Buganvilla, junio 2,006 a febrero 2,007. ....	47
Cuadro 2.9 Análisis de varianza para la variable; rendimiento agrícola estimado en toneladas de caña por hectárea, finca Buganvilla, febrero 2,007. ....	48
Cuadro 2.10 Análisis de varianza de la variable, rendimiento industrial potencial, en pre-cosecha, finca Buganvilla, febrero 2,007. ....	49
Cuadro 2.11 Análisis de varianza de la variable numero de macollas promedio por metro lineal, en la parcelas tratadas y no tratadas, finca Buganvilla, febrero 2,007. ....	50
Cuadro 2.12 Auto-correlación entre la densidad larval del complejo de plagas del suelo y desarrollo del cultivo de la caña de azúcar, finca Buganvilla, marzo 2,007. ....	51
Cuadro 2.13 Análisis de correlación entre densidad larval y toneladas de caña por hectárea. ....	52

Cuadro 2.14A Lotes de caña renovados en la finca Buganvilia, zafra 05-06. ....	59
Cuadro 2.15A Costo de renovación por hectárea.....	60
Cuadro 3.1 Productos insecticidas evaluados para el control del complejo de plagas de la raíz, finca Buganvilia, La Democracia, Escuintla. ....	66
Cuadro 3.2 Análisis de varianza de la densidad de larvas de gusano alambre por época de muestreo, mayo – diciembre 2,006, finca Buganvilia. ....	68
Cuadro 3.3 % Eficacia de control y % Disminución de la densidad larval de gusano alambre para cada uno de los productos evaluados, diciembre 2,006, finca Buganvilia. ....	69
Cuadro 3.4 Análisis de varianza de la densidad de larvas de gallina ciega por época de muestreo, mayo-diciembre 2,006. ....	69
Cuadro 3.5 % eficacia de control y % disminución de la densidad larval de gallina ciega para cada i.a. evaluado, diciembre 2,006, finca Buganvilia. ....	70
Cuadro 3.6 Análisis de varianza, de las variables de desarrollo del cultivo, diciembre 2,006, finca Buganvilia.....	70
Cuadro 3.7 Análisis de varianza, de la variable ton / ha, diciembre 2,006, finca Buganvilia.	71
Cuadro 3.8 Tratamientos resultantes de la combinación de las estrategias de control, según un programa de aplicaciones con una frecuencia de 15 días.....	76
Cuadro 3.9 Fechas de aplicación de tratamientos, finca San Jorge Dinamarca, marzo 2,006. ....	76
Cuadro 3.10 Porcentaje de disminución de las variables, % infestación y % intensidad de infestación, finca San Jorge Dinamarca, marzo 2,007. ....	77
Cuadro 3.11 Rendimiento agrícola y porcentaje de incremento del rendimiento agrícola, finca San Jorge Dinamarca, marzo 2,007.....	78
Cuadro 3.12 Análisis de varianza para las variables porcentaje infestación, y porcentaje intensidad de infestación, marzo 2,007, finca Buganvilia. ....	83
Cuadro 3.13 Análisis de varianza para las variables rendimiento industrial potencial y rendimiento agrícola, Marzo 2,007, finca Buganvilia. ....	86
Cuadro 3.14 Análisis de varianza de la variable % infestación, finca San Jorge Dinamarca, Diciembre 2,006.....	92
Cuadro 3.15 Análisis de varianza de la variable % intensidad infestación, finca San Jorge Dinamarca, Diciembre 2,006. ....	93

## RESUMEN

El cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) representa el 23.82 % del valor total de la exportación agrícola guatemalteca y 13.65 % de las exportaciones totales del País. En la zafra 04-05 el área cultivada fue aproximadamente 190,000 ha y otras 20,000 ha se encontraban en proceso de establecimiento del cultivo, siendo el rendimiento agrícola promedio de 90.5 TM / ha, con un rendimiento industrial promedio de 229 lb azúcar/TC.

El presente trabajo de graduación fue elaborado durante la realización del Ejercicio Profesional Supervisado de Agronomía (EPSA); el cual se llevó a cabo en el departamento de investigación agrícola del Ingenio Magdalena, S.A., ubicado en el municipio de La Democracia, Escuintla, durante el periodo febrero-noviembre 2,006, constando de tres etapas principales.

La primera de ellas fue el Diagnóstico, el cual fue realizado en función del manejo de las poblaciones de barrenadores del tallo y complejo de plagas del suelo, en el cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) como parte del programa de plagas y enfermedades del departamento de investigación agrícola, del ingenio Magdalena, S.A. zafra 06-07. Pudiéndose identificar que el problema en el manejo de las poblaciones de barrenadores ha sido la falta de evaluación del programa de aplicaciones del virus de la Poliedrosis Citoplasmática, con liberaciones de *Trichogramma exiguum*.

En cuanto al manejo de las poblaciones del complejo de plagas del suelo se identificó que el problema principal es la falta de estimaciones del daño en caña soca, así como la época de mayor ocurrencia de los diferentes géneros que componen dicho complejo, además de la falta de información sobre el control que pueden ofrecer distintos insecticidas químicos y biológicos.



La segunda etapa de este trabajo la constituyó la Investigación, para lo cual se ejecutó el proyecto “Estimación de las pérdidas ocasionadas por el complejo de plagas del suelo en el cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.)”, donde se logró establecer que en la variedad CP 881165 en segunda soca, en un lote de caña cosechado manualmente a los 13 meses de edad, las pérdidas en rendimiento agrícola alcanzaron un 35.74% del potencial de dicho lote, lo cual fue explicado por la diferencia obtenida por cada uno de los componentes del rendimiento agrícola cuando se aplicó una secuencia de insecticidas para disminuir la presión de plaga ejercida por el complejo presente en la finca Bugarvilía.

Para finalizar la tercera etapa de este trabajo fue la realización de los servicios, que se conformaron en cuatro investigaciones de campo, tomando como base que en la etapa de Diagnóstico se detectaron algunos problemas a los cuales se trataron en la medida de lo posible de dar solución, enfocándose básicamente en evaluar para el caso de barrenadores del tallo las diferentes opciones que pueden ofrecer las combinaciones de aplicaciones de VPC y liberaciones de *Trichogramma exiguum* en cuanto a disminución de la intensidad de infestación, evaluación de opciones sustitutas de control que pueden generar disminución de la intensidad de infestación, complementado con la evaluación de tres metodologías distintas de muestreo de daño de barrenadores del tallo, para caña en pie, que puede ser de utilidad para el monitoreo de daño en las diferentes épocas de cultivo.

Con respecto a los problemas observados en el manejo del complejo de plagas del suelo se realizó un ensayo de campo que consistió en evaluar siete diferentes ingredientes activos sobre el control de las poblaciones de gusano alambre (Coleóptera: Elateridae) y gallina ciega (Coleóptera: Scarabeidae), obteniéndose al final los indicadores de control de cada uno de ellos sobre cada uno de los géneros plaga.

## CAPITULO I

### DIAGNÓSTICO

MANEJO DE LAS POBLACIONES DE BARRENADORES DEL TALLO Y COMPLEJO DE PLAGAS DEL SUELO, EN EL CULTIVO DE LA CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum officinarum* L.) POR EL PROGRAMA DE PLAGAS Y ENFERMEDADES, DEPARTAMENTO DE INVESTIGACION AGRICOLA, INGENIO MAGDALENA, S.A.

## 1.1 Presentación

El cultivo de la caña de azúcar es atacado por diversos insectos plaga desde la siembra o rebrote hasta el momento de la cosecha. Estas plagas reducen el rendimiento e incrementan los costos de producción. Adicionalmente si la estrategia de manejo de plagas no es la adecuada, se causan trastornos ecológicos que ponen en peligro la sostenibilidad de esta actividad.

Las especies o complejo de especies plaga más importantes en caña de azúcar son Chinche Salivosa (*Aeneolamia* spp), Ratas (*Sigmodon hispidus*), Plagas del Suelo (*Scaptocoris talpa*, *Agriotes* sp, *Conoderus* sp, *Phyllophaga* sp), y Barrenadores del Tallo, principalmente del género *Diatraea*. Otras especies pueden ser importantes en ocasiones. Entre estas últimas podemos mencionar las Taltuzas (*Orthogeomys grandis*), Pulgones (*Sipha flava*), Coludo (*Saccharosydne saccharivora*), Ronrón Cornudo (*Podischnus agenor*), Chinche de Encaje (*Leptodictya tabida*), Gusano cogollero (*Spodoptera* sp), Salta Hojas Hawaiano (*Pekinsiella saccharivora*) y otros.

En cuanto a las estrategias empleadas comúnmente en el manejo de las poblaciones de insectos plaga, en caña de azúcar podemos mencionar el empleo del virus de la poliedrosis citoplasmática (VPC), parasitoides de huevos y larvas de barrenador (Pyralidae: *Diatraea* spp) combinado en algunos casos con labores culturales, tal es el caso del entresaque de plantas que presentan síntoma de corazón muerto. Uso de descarne, desaporque y posterior aporque, para el control de huevos de chinche salivosa (Cercopidae: *Aeneolamia postica* y *Prosapia simulans*) y para el control de adultos el uso de trampas con atrayente combinado en algunos casos con el uso de insecticidas y aplicaciones del entomopatógeno *Metarhizium anisopliae*. Y para el caso del control de roedores la práctica que más predomina es el uso de cebos combinado con algunas labores culturales como la quema de rastrojos, eliminación de plantas productoras de semillas, fomento de aves de caza y corredores biológicos.

El presente diagnóstico se realizó en el Ingenio Magdalena, S.A. el cual se encuentra localizado en el municipio de La Democracia, Escuintla. En la actualidad el área de producción de caña de dicha empresa está dividido en seis administraciones distribuidas en el estrato bajo y medio de la zona cañera de Guatemala. El control de plagas es realizado por el departamento de investigación agrícola, a través de su programa de plagas y enfermedades, que se encarga de realizar monitoreos, para luego definir las estrategias de manejo de las poblaciones de plagas, en cada una de las administraciones. Además se encarga de realizar investigación y adaptar nuevas tecnologías, a fin de garantizar el manejo más adecuado de las poblaciones de plagas.

## 1.2 Marco Referencial

### 1.2.1 Antecedentes del Programa de Plagas

El programa de plagas y enfermedades, es uno de los cuatro programas que forman parte del departamento de investigación, el cual fue creado en el año de 1,991, con la finalidad crear y adaptar tecnología agrícola, que permita obtener altos rendimientos en toneladas de caña por hectárea, a un bajo costo.

El programa de plagas y enfermedades cuenta con recurso humano conformado por cinco personas fijas, quienes según el cargo realizan actividades de monitoreo, ingreso de información, análisis de la información, investigación y supervisión de cada una de las actividades relacionadas al manejo de las plagas y enfermedades de la caña de azúcar.

### 1.2.2 Ubicación Geográfica y Vías de acceso

El Ingenio Magdalena, S.A. se encuentra localizado en terrenos de la finca Bugarvilia, en el municipio de La Gomera, Escuintla. En el kilómetro 99.5 carretera a la Gomera, se desvía a 7 km de terracería hacia las instalaciones del Ingenio. La finca esta ubicada a 107 km aproximadamente de la ciudad de Guatemala. Colinda al Norte con finca Santa Marta y Los Amigos, al Sur con finca Santa Ricarda, al Este con Río Achiguate, y al Oeste con finca San Patricio (7).

El departamento de investigación agrícola se encuentra en el edificio de las oficinas administrativas, ubicadas en las instalaciones del Ingenio Magdalena, S.A.

### 1.2.3 Condiciones Agro-ecológicas

La Finca Buganvilia, está situada a 14° 07' 10" latitud norte y 90° 55' 48" a 50 msnm con una precipitación pluvial de 1500 mm/año y una temperatura que oscila entre 20 y 30 °C. Ubicada en la zona del bosque sub-tropical húmedo. Según el mapa de suelos del ingenio Magdalena, la finca Buganvilia cuenta con suelos Entisoles, que se pueden describir como no evolucionados de perfil AC, muy permeables, de textura gruesa. Presenta déficit de agua en época seca (7).

### 1.2.4 Recursos físicos

Los recursos físicos con que cuenta el Programa de Plagas son:

- 1 vehículo tipo Pick-up diesel
- 1 motocicleta
- 3 computadoras
- 2 oficinas

## 1.3 Objetivos

### 1.3.1 Objetivo General

Describir el manejo de las poblaciones de Barrenadores del Tallo y Complejo de Plagas del Suelo de la caña de azúcar, por el programa de plagas y enfermedades, del departamento de investigación agrícola, para identificar los problemas principales, causas y efectos en el manejo de dichas plagas.

#### 1.3.1.1 Objetivos Específicos

- Describir el manejo actual del Complejo de Plagas del Suelo en el cultivo de caña de azúcar, por el programa de plagas y enfermedades del departamento de

investigación agrícola, para conocer sus principales problemas y plantear alternativas de manejo de dichos problemas.

- Describir el manejo actual de la plaga Barrenadores de Tallo de la caña de azúcar, por el programa de plagas y enfermedades del departamento de investigación agrícola, para conocer sus principales problemas y plantear alternativas de manejo de dichos problemas.

## 1.4 Metodología

### 1.4.1 Fase de Campo

Consistió en obtener información primaria por medio de entrevistas al personal del programa de plagas y enfermedades, para conocer cada una las actividades que realizan. Se obtuvo información sobre los problemas que se tienen con el manejo de las poblaciones de Barrenadores del Tallo y Complejo de Plagas del Suelo, así como la importancia que tiene el encontrar las estrategias de manejo y control más apropiadas desde el punto de vista económico y amigable con el medio ambiente. Además se observó la metodología de muestreo de plagas y el tipo de daño que ocasionan, realizado al momento de la cosecha de la caña. La anterior fase fue complementada con información secundaria, a través de revisión de literatura sobre trabajos de investigación realizados por el Centro Guatemalteco de Capacitación e Investigación de la Caña de Azúcar, sobre los barrenadores del tallo y el complejo de plagas de la raíz de la caña de azúcar.

### 1.4.2 Fase de Gabinete

Se recopiló y analizó la información sobre los muestreos de barrenadores de la caña de azúcar, realizados al momento de la cosecha de los lotes de caña, utilizando la base de datos del departamento de investigación. Lo anterior se realizó con la finalidad de estimar el nivel de daño alcanzado por dicha plaga e identificar áreas con mayor presencia de la plaga.

Se recopiló y analizó la información sobre los muestreos del complejo de plagas del suelo en el cultivo de la caña de azúcar, realizados al momento de la cosecha, utilizando la base de datos del departamento de investigación. Lo anterior se realizó con la finalidad de

estimar la presencia el complejo de plagas de la raíz e identificar áreas con mayor presencia de la plaga.

Y por ultimo se elaboro el informe del diagnostico a partir de la información obtenida en las entrevistas con el personal del departamento de investigación agrícola, la cual en algunos casos tuvo que ser complementada con información proveniente de la revisión de la literatura.

## 1.5 Resultados y Discusión

### 1.5.5 Descripción de las Actividades del Programa de Plagas

La persona responsable de dicho programa cuenta con el apoyo de un supervisor de las actividades de campo y un digitador de los datos provenientes de los muestreos. Entre las actividades que se realizan están;

- Monitoreo del daño y/o densidad de individuos plaga: Esta actividad es realizada por personal de campo denominada plagueros, quienes son coordinadas por un supervisor de plagas o el mayordomo de labores varias, según sea el caso.
- Entrega de las boletas de muestreo y presentación de reporte de actividades de plaguero realizadas en cada lote de caña, por parte del mayordomo de labores varias o el supervisor de plagas.
- Digitación de los datos de cada uno de los monitoreos (muestreos), por parte del digitador de datos.
- Análisis y divulgación de la información de los datos de los monitoreos, por parte del responsable del programa de plagas.
- Toma de decisiones, por parte del responsable del programa de plagas en coordinación con el administrador de la zona cañera.

### 1.5.6 Barrenadores del Tallo de la caña de azúcar y nivel de daño, zafra 05-06.

#### a) Especies de importancia económica en Guatemala

Corresponden al género *Diatraea*, especialmente *D. saccharalis* y *D. nr. Crambidoides*. Otras especies reportadas como *Subida dentineatella* y *Phasus phalerus*, están en el estrato alto de la zona cañera Guatemalteca. El daño es el resultado de la actividad alimenticia del estado larvario que provoca la muerte del meristemo apical (corazón muerto) en la etapa de germinación y macollamiento o bien la perforación de los tallos y la construcción de galerías en las etapas fenológicas de elongación y maduración de la caña. Aunque la reducción en tonelaje no parece ser evidente, la calidad del jugo se ve disminuida ya que en las galerías prolifera el hongo *Colletotrichum falcatum*, responsable del muermo rojo que ocasiona una reducción en pol, brix y aumenta el porcentaje de fibra (3).

#### b) Distribución Geográfica de los Barrenadores del Tallo

El Comité de Manejo Integrado de Plagas de la Caña de Azúcar, encontró que *Phasus phalerus* tiene una abundancia relativa de 29 por ciento, en el estrato alto pero no así en los estratos medio y bajo, donde no parece ser de mucha importancia. *Diatraea nr. Crambidoides* mostró una abundancia relativa de 28, 56, 41 por ciento para los estratos alto, medio y bajo, respectivamente, lo que muestra su amplia distribución en cada uno de estos ambientes. Para el caso de *D. saccharalis*, fue evidente su mayor distribución y abundancia en el estrato bajo, no así en el estrato alto y medio, con 30, 3 y 3 por ciento, respectivamente (3).

#### c) Pérdidas Ocasionadas por los Barrenadores del Tallo

Para las condiciones del estrato bajo de la zona cañera del Ingenio Magdalena, S.A. se confirmó que el deterioro del jugo de los tallos dañados por barrenador alcanzaron un índice de 0.69 y 0.78 libras de azúcar por tonelada de caña por cada 1 por ciento de intensidad de infestación, en las variedades CP - 7222086 y PR 87-2080, datos que



pueden ser utilidad para estimar las pérdidas en rendimiento de caña, que pueden estar ocurriendo por dicha plaga y poder tomar las medidas correctivas correspondientes (4).

#### d) Fluctuación Poblacional de los Barrenadores del Tallo

En un estudio realizado en el estrato bajo de la zona cañera de Guatemala, se encontró que el porcentaje de tallos dañados se incrementa a partir del mes de septiembre con valores promedio de 20 por ciento y se mantiene en este nivel hasta noviembre, para luego tener otro incremento en diciembre con un valor de 28 por ciento. A pesar de los altos valores de infestación, la intensidad de infestación no aumentó en la misma proporción, lo que hace suponer que las larvas emigran constantemente hacia tallos cercanos y no hacen grandes galerías en los tallos. Con esta alta actividad en la etapa de maduración de la caña de azúcar, las medidas culturales como el manejo de residuos de cosecha son necesarias para reducir la fuente de infestación a la nueva cepa que surge después del corte de la caña de azúcar (5).

#### e) Estrategias de manejo de las poblaciones de Barrenadores del Tallo

El manejo integrado de barrenadores, hace uso de enemigos naturales como *Trichogramma exiguum*, el cual es parasitoide de huevos de lepidópteros. Se liberan 1.2 gr de huevos por hectárea, lo que equivale aproximadamente a 25 mil avispitas por hectárea, VPC (virus de la poliedrosis citoplasmática) aplicado a una dosis de 0.5 kg/ha, realizándose un máximo de 3 aplicaciones con una frecuencia de 15 días, en los primeros tres meses de cultivo. Ambas prácticas son realizadas en todos aquellos lotes de caña que al momento de la cosecha presentan una intensidad de infestación superior a 1.5 por ciento (umbral de daño), combinado con algunas prácticas culturales como son el entresaque de los tallos jóvenes (corazones muertos) en la etapa fenológica de macollamiento e inicio de la elongación, disminución de la altura de corte de los tallos al momento de la cosecha, así como el manejo de los residuos (requema) a fin de disminuir la fuente de infestación del próximo ciclo de cultivo.

Sin embargo cabe mencionar que actualmente el programa de liberaciones de

*Trichogramma exiguum* y las aplicaciones de VPC no han sido evaluado con la finalidad de determinar la época apropiada, así como su mejor relación beneficio / costo.

f) Nivel de daño de barrenadores del tallo zafra 05-06

Hasta el día 6 de marzo de 2,006, el total de hectáreas arriba del umbral económico son 8,879 ha. con un promedio general de la empresa de 3.6 % intensidad de infestación. Siendo la administración Reynosa la que representa el mayor área de daño (34% del área total dañada), con un 4.9 % intensidad de infestación. Velásquez es la administración que presenta el menor área con daño (1% del área total dañada), con un promedio de 2.3 % intensidad de infestación como podemos apreciar en el siguiente cuadro.

Cuadro 1.1 Área total dañada por Barrenadores del Tallo de la caña, por administración, zafra 05-06.

Administración	Area dañada (ha)	% Intensidad Infestación	% Infestación	% en relación área dañada
Reynosa	2,982	4.9	30.1	34
Santa Maria	2,169	3.6	25.4	24
Buganvilia	1,973	4.8	22	22
Agropesa	1,432	4	24.9	16
Barranquilla	199	2.6	17.6	2
Velásquez	124	2.3	12.1	2
Promedio		3.7	22.02	
Total	8,879			

### 1.5.7 Complejo de Plagas del Suelo en el cultivo de la caña de azúcar y nivel de daño, zafra 05-06

a) El Complejo de Plagas del Suelo en el cultivo de la caña de azúcar

En el cultivo de la caña de azúcar en Guatemala, las plagas del suelo de mayor importancia económica son: Gusano Alambre (*Agriotes sp.*), Gallina Ciega (*Phyllophaga sp.*) y Chinche Hedionda (*Scaptocoris talpa*). Algunos muestreos del Comité de Manejo integrado de las Plagas de la Caña de Azúcar (CAÑAMIP) indican que Chinche Hedionda es la plaga más abundante en los estratos alto y medio, con valores promedios de 72 y 58 insectos/metro<sup>2</sup> respectivamente con valores máximos de 233 y 122 insectos/metro<sup>2</sup>. Gallina Ciega es más abundante en áreas del estrato bajo con promedios de 33 larvas/m<sup>2</sup>,

seguido por el estrato alto y medio con 8 y 7 larvas/m<sup>2</sup> respectivamente. Las poblaciones de Gusano Alambre son mayores en el estrato bajo con 18 larvas/m<sup>2</sup>, seguido por el estrato medio y alto con 6 y 3 larvas/m<sup>2</sup>, en promedio (1).

b) Gallina Ciega (Coleóptera: *Scarabaeidae*)

En Guatemala se han reportado algunos géneros de la familia *Scarabaeidae*, subfamilia *Melolonthinae*, como: *Phyllophaga*, *Anómala*, *Cyclocephala* y *Lingyrus*. Coto (1) indica que solo las especies rizófagas estrictas, como sucede con la mayoría de las especies del género *Phyllophaga*, son las que causan daño en los cultivos agrícolas. Según Márquez (6), cuatro son las especies de mayor importancia: *P. Menetriesi*, *P. Vicina*, *P. Elenans* y *P. Parvisetis*. Existen variaciones en los hábitos alimenticios, clasificándose en rizófagos (raíces), saprófagos (materia orgánica muerta) o facultativos (raíces y materia orgánica muerta). Los adultos se alimentan de hojas y brotes tiernos, néctar y los botones de las flores (1).

c) Daño causado por Gallina Ciega en la caña de azúcar

La magnitud del daño depende del número de larvas que afecten la cepa de caña. Cuando se producen infestaciones severas es frecuente observar grandes cavidades en el interior de la cepa al dejarla desprovista de raíces, se reduce la capacidad de absorción de agua y minerales y por ello se retarda el crecimiento. Las cepas pierden anclaje y el viento o la maquinaria las arrancan fácilmente, produciéndose en consecuencia una disminución de la población de tallos en caña soca. Al ocasionar heridas facilita el ingreso de agentes infecciosos como hongos, bacterias y nemátodos (1).

d) Estimación de las pérdidas causadas por Gallina Ciega

En un estudio realizado en la finca limones, ubicada en La Gomera, Escuintla, a una altitud de 46 msnm, se encontró que el rendimiento de caña fue disminuido en 11.98 toneladas métricas de caña/ha, equivalente a un 16 por ciento del potencial. En relación al efecto sobre el desarrollo del cultivo, se determinó que después de 270 días de edad, los

tallos fueron significativamente más altos en las parcelas tratadas que en las no tratadas, es decir una reducción promedio de 4.8 % en la altura de la planta y por ende en el peso de los tallos, provocado por los niveles de infestación de la plaga. Sin embargo, el diámetro de planta no fue afectado significativamente (6).

La pérdida en rendimiento (TM/ha) fue altamente correlacionada con la alta densidad promedio de gallina ciega y el número total de insectos plaga. Para cuantificar la relación se realizó el análisis de regresión, se encontró la ecuación  $Y = 0.62 (x)$ , que en forma práctica indica que por cada larva de gallina ciega que se incremente la población en el campo, se espera una pérdida en cosecha de 0.60 Ton/ha. Este valor es menor al encontrado en el estudio realizado en área del ingenio Tzululá, en donde el coeficiente de pérdida fue de 0.88 Tm/ha, no obstante recordemos que estos valores pueden variar dependiendo del ambiente, densidad poblacional, especie y la variedad (6).

#### e) Chinche Hedionda (*Scaptocoris talpa*)

Chinche hedionda pertenece al orden Hemiptera y familia Cydnidae. El adulto se caracteriza por poseer un exoesqueleto ancho, extenso, redondeado o triangular, con el ápice aplastado y generalmente de color café oscuro o negro. Afecta cerca de 5,100 hectáreas del área cañera de Guatemala y su distribución geográfica se extiende a México, Panamá y Honduras (2).

Las hembras ponen huevos cerca de las raíces de la caña y otras plantas silvestres; las ninfas recién nacidas se movilizan a través de la tierra y llegan al sistema radicular para succionar la savia, lo que provoca un crecimiento lento y delgado de los tallos. Los adultos pasan fácilmente de una cepa a otra sin salir del suelo, debido a sus patas típicamente excavadoras. Una alta infestación en caña de 2 a 4 meses de edad produce un amarillamiento del follaje y la muerte paulatina de las mismas. Estudios de fluctuación poblacional indican que la mayor densidad poblacional de adultos se observa en el periodo de mayo a septiembre (2) Aquellas áreas con mayor incidencia de esta plaga, deben muestrearse hasta una profundidad de 60 cm, ya que con ello se garantiza un sondeo de más del 75 % de las ninfas (1).

f) Estimación de las pérdidas causadas por Chinche Hedionda

Los efectos sobre el cultivo de caña de azúcar, están muy relacionados a la ocurrencia de Gallina Ciega, de manera que en el reciente estudio realizado en el Ingenio El Baúl-Pantaleón, se determinó que las pérdidas en rendimiento de caña se expresan mejor por la Ecuación  $Y = -6.67 + 1.07 (X1) + 0.053 (X2)$ , en donde X1 y X2 representan a la población promedio ocurrida por el ciclo de cultivo de gallina ciega, las pérdidas por chinche hedionda serán de 0.053 t/ ha por cada individuo por metro cuadrado. De esto se deriva que se haya determinado un umbral técnico de 50 insectos/m<sup>2</sup> para esta plaga (5).

g) Gusano Alambre (Coleóptera: *Elateridae*)

Pertenece al orden Coleóptera y familia Elateridae. En el estrato alto del ingenio El Baúl el género más abundante es *Agriotes* sp en un 95 %, en tanto que *Conoderus* sp únicamente se observó con una frecuencia del 5 %. La fluctuación poblacional indica que la mayor densidad de larvas ocurre en los meses de mayo a julio (2).

Las larvas son largas, cilíndricas, cuerpo endurecido y de color amarillo marrón a café. Los adultos son alargados y cuando se les coloca de espaldas pueden dar un salto de varios centímetros y producir al mismo tiempo un fuerte cric. Las larvas siempre viven en el suelo y se alimentan de las raíces hasta transformarse en pupas. Después de 3 a 4 semanas, emergen a la superficie como adultos. El ciclo biológico generalmente comprende de 2 a 3 años.

El daño lo causan las larvas, mediante la destrucción de las yemas germinativas, perforaciones en brotes de caña soca y del punto de crecimiento de los tallos jóvenes. Esto produce una reducida germinación que obliga a realizar resiembras que aumentan los costos del establecimiento del cultivo (1).

h) Géneros de Gusano Alambre presentes en el estrato bajo

Se encontró que para un total de ocho fincas del estrato bajo de la zona cañera de Escuintla el género de mayor presencia es *Dipropus* sp. Representando un 92 %, el género *Horistonotus* sp. 3 , *Agrypnus* sp. 3 % y por ultimo el género *Dilobitarsus* sp. representando un 1.94 % de la población de elatéricos. El mismo autor observó que el patrón de distribución para los géneros de elatéricos en su mayoría de los caso es uniforme (8).

i) Estimación de las perdidas causadas por Gusano Alambre en caña de azúcar

En el trabajo realizado en la finca Limones, La Gomera, Escuintla, para determinar los daños causados por Gallina Ciega y Gusano Alambre, encontraron que la densidad promedio de Gallina Ciega fue altamente correlacionada ( $r = 0.92$ ) con la pérdida de rendimiento (TM/ha), mientras que la densidad del Gusano Alambre no tiene una relación determinante en la composición total de insectos. Esto hace suponer que las perdidas están más determinadas por las larvas de Gallina Ciega que por Gusano Alambre. La misma tendencia se observa en el análisis de regresión múltiple, para la variable Gusano Alambre ( $Pr > T = 0.26$ ), por lo que el modelo no lo debe incluir (6).

j) Dinámica poblacional del complejo de plagas del suelo

En el estudio realizado en la finca Limones, localizada en el municipio de La Gomera, Escuintla, a una altitud de 46 msnm, en un periodo de evaluación comprendido de mayo a noviembre de 2002, con el propósito de cubrir las etapas principales de desarrollo del cultivo y la influencia del ambiente sobre el comportamiento de la población de plagas de la caña de azúcar. Se encontró abundancia significativa Gallina Ciega en los instares L1 y L2 en los meses de mayo, junio y julio, producto de las oviposiciones de los adultos. Una distribución bimodal es evidente, donde un pico poblacional ocurre en julio con 25 larvas/m<sup>2</sup>, en tanto que el otro es en noviembre con promedio de 18 larvas/m<sup>2</sup>. Una mayor abundancia de larvas L3 es evidente a partir de julio y se mantiene casi constante hacia finales de la cosecha, con alguna tendencia a reducirse en septiembre. Debido a que las larvas L3 son las más voraces y que determinan el nivel real de daño al sistema radicular y desarrollo del cultivo, los monitoreos deben procurar medir ésta población, especialmente

en los meses de octubre a noviembre.

La mayor actividad del complejo de plagas del suelo se observó al inicio del periodo de lluvias, en los meses de mayo, junio y julio, constituido por los incrementos de Gallina Ciega y niveles altos de larvas de Gusano Alambre. Las larvas de Gusano Alambre fueron más abundantes en los periodos de sequía o de menor precipitación como mayo y junio pero se reducen hacia septiembre cuando las lluvias son mayores, con incrementos nuevamente a partir de octubre. Este comportamiento nos indica que la mayor probabilidad de encontrar altas poblaciones de Gusano Alambre está en la época seca, cuando ocurre la cosecha y la siembra de las renovaciones de caña de azúcar. El monitoreo del Gusano Alambre deberá realizarse por tanto luego del corte del cultivo y revisando entre las raíces de las macollas, otro incremento significativo de las poblaciones se observó a partir de octubre después del período de lluvia (5).

k) Estrategias empleadas para el manejo del Complejo de Plagas del suelo en el cultivo de la caña de azúcar

El manejo del complejo de plagas del suelo, por parte del programa de plagas y enfermedades, se enfoca básicamente en la aplicación del insecticida Jade a una dosis de 16 Kg / ha en lotes que en el monitoreo realizado durante la cosecha presentaron más de 8 larvas / m<sup>2</sup> y que serán renovados debido a que su rendimiento agrícola (ton. Caña / ha) ha disminuido significativamente, debido a la despoblación de macollas, como a la edad de este, medido en el número de cortes. Sin embargo la anterior práctica se combina con el uso de trampas luz, para la captura de adultos de Scarabeidae, en muy pocas ocasiones.

l) Nivel de daño por Complejo de Plagas del suelo, zafra 05-06

Hasta el día 8 de marzo de 2,006, el total de hectáreas con un umbral arriba de 8 larvas/ m<sup>2</sup> de Gallina Ciega (Coleóptera: *Scarabidae*), fueron 265.77 ha, con un promedio general de la empresa de 19 larvas/m<sup>2</sup>. Agropesa es la administración que representa el mayor área de daño (160.06 ha), con un promedio de 21 larvas/m<sup>2</sup>, y la administración que representa la menor área de daño es Velásquez (11.67 ha) con 23 larvas/m<sup>2</sup> en promedio,

como se puede observar en el siguiente cuadro.

Cuadro 1.2 Área total con presencia de Gallina Ciega por Administración, zafra 05-06.

Administración	Area dañada (ha)	Gallina Ciega (larvas/m <sup>2</sup> )	% en relación área dañada
Agropesa	160	21.3	60
Buganvilia	87	15.8	33
Santa María	7	16.3	3
Velásquez	12	23.4	4
Promedio		19.2	
Total	266		

Para el caso de Gusano Alambre (Coleóptera: *Elateridae*), hasta el día 13 de marzo de 2,006, el total de hectáreas arriba del umbral de daño económico son 1,119.52 ha con un promedio general de la empresa de 17 larvas/m<sup>2</sup>. Buganvilia es la administración que representa la mayor área arriba del umbral de daño económico (567.14 ha), con un promedio de 14 larvas/m<sup>2</sup> y la administración que representa el menor área arriba del umbral de daño económico es Barranquilla (6.33 ha), con un promedio de 13 larvas/m<sup>2</sup>, según se puede observar el cuadro 3.

Cuadro 1.3 Área total con presencia de Gusano Alambre por Administración, zafra 05-06.

Administración	Area dañada (ha)	Gusano Alambre (larvas/m <sup>2</sup> )	% en relación área dañada
Buganvilia	567	14.5	51
Velásquez	264	15.5	23
Santa María	167	22.3	15
Agropesa	107	17.8	10
Barranquilla	6	12.7	1
Promedio		16.56	
Total	1,111		



## 1.6 Conclusiones y Recomendaciones

1.6.1 Identificación de los problemas principales, causas y efectos en el manejo de las poblaciones de Barrenadores del Tallo y Complejo de Plagas del suelo en el cultivo de la caña de azúcar.

### a) Barrenadores del Tallo

Como problema principal que se encontró, fue que el programa de aplicación de VPC en conjunto con liberaciones de *Trichogramma exiguum* no ha sido evaluado para encontrar la combinación de los factores que proporcione la mejor relación beneficio/costo. Pudiendo mostrarse como efecto de lo anterior la existencia sectores del área cultivada por el Ingenio Magdalena, que presentan altos índices de intensidad de infestación, tal es el caso de la administración Reynosa en la cual hasta el día 6 de marzo de 2,006 mostraba 2,982 ha con una intensidad de infestación de 5 % y una infestación de 30 %. Por otro lado considerando que no se ha evaluado la mejor etapa de aplicación de los productos de control que disminuyan las poblaciones de barrenadores a niveles que no generen daño económico, como una de las causas principales.

### b) Complejo de plagas del suelo

El problema principal detectado fue que en algunos sectores de la administración Buganvilia existen altas infestaciones de larvas de Gusano Alambre y Gallina Ciega, siendo algunos de sus efectos el volcamiento y despoblación de macollas, así como la disminución del rendimiento agrícola (ton. caña/ha) de algunos lotes de la administración Buganvilia, y ciclos de renovación más cortos. Algunas de las causas pueden ser que no existen estudios de fluctuación poblacional de los diferentes géneros de Gusano Alambre y Gallina Ciega, para poder plantear la mejor estrategia para el manejo de las poblaciones, acompañado del bajo número de productos insecticidas que puedan ofrecer buenas relaciones beneficio/costo.

## 1.6.2 Estrategias recomendadas para mejorar el manejo de las poblaciones de Barrenadores del Tallo y Complejo de Plagas del suelo.

### a) Manejo de Barrenadores del Tallo

Realizar un ensayo de campo, que permita evaluar las combinaciones de aplicaciones de VPC y liberaciones de *Trichogramma exiguum*, por ciclo de cultivo y que generen la mejor relación beneficio/costo. Lo anterior se complementaría con un estudio de la época en que podría estar sucediendo el mayor daño.

Realizar ensayo de campo para evaluar productos insecticidas ya sean químicos o biológicos sustitutos, que permitan disminuir las poblaciones de los Barrenadores del Tallo y que generen la mejor relación beneficio/costo.

### b) Complejo de plagas del suelo en el cultivo de la caña de azúcar

La principal estrategia es la estimación de las pérdidas ocasionadas por el complejo de plagas de la raíz, con la finalidad de conocer su influencia sobre el rendimiento agrícola (ton. Caña/ha). Conocimiento de la dinámica poblacional de los géneros de Gusano Alambre y Gallina Ciega, como indicativo de la época más eficaz de aplicación de productos insecticidas. Y Por último la evaluación de productos insecticidas químicos y biológicos, que permitan reducir las poblaciones del complejo de plagas de la raíz, y que muestren la mejor relación beneficio/costo.

## 1.7 Bibliografía

1. CENGICAÑA (Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar, GT). 2000. Plagas de la raíz en caña de azúcar. Boletín CAÑAMIP no. 2.4:1-8.
2. Macz, LV. 1999. Fluctuación poblacional y distribución vertical de especies de chinche hedionda, gallina ciega y gusano alambre de 1995 a 1998 en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum* sp.). Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 47 p.
3. Márquez, JM. *et al.* 2001. Distribución y abundancia de los barrenadores del tallo y parasitoides nativos en la zona cañera. *In* Presentación de resultados de investigación de la zafra 2,000-2,001 (2001, GT). Memorias. Guatemala, Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar. p. 45-49
4. Márquez, JM. *et al.* 2003. Estimación de las pérdidas causadas por el barrenador del tallo (*Diatraea* spp.) en las variedades CP 72-2086 y PR 87-2080. *In* Presentación de resultados de investigación zafra 2,002-2,003 (2003,GT). Memoria. Guatemala, Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar. P.109-115
5. Márquez, JM. *et al.* 2004. Dinámica poblacional de las principales plagas en el cultivo de la caña de azúcar, finca Limones, Pantaleón. *In* Presentación de resultados de investigación zafra 2,003-2,004 (2004, GT). Memoria. Guatemala, Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar. p. 55-58
6. Márquez, JM. *et al.* 2004. Efecto de gallina ciega y gusano alambre sobre el rendimiento de caña de azúcar en Guatemala. *In* Presentación de resultados de investigación zafra 2004-2005 (2005, GT). Memoria. Guatemala, Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar. p. 67-72
7. Orozco, H. *et al.* 1995. Estratificación preliminar de la zona de producción de la caña de azúcar (*Saccharum* sp.) en Guatemala con fines de investigación en variedades. Guatemala, Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar, Documento Técnico no. 6, p. 33.
8. Valle, FI. 2004. Determinación y distribución poblacional de los géneros de gusano alambre (Col.: Elateridae), asociados a caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), en el estrato bajo de la zona cañera de Escuintla, Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. p. 33-110.

## CAPITULO II

### INVESTIGACION

ESTIMACIÓN DE LAS PÉRDIDAS OCASIONADAS POR EL COMPLEJO DE PLAGAS DEL SUELO, EN EL CULTIVO DE LA CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum officinarum* L.), VARIEDAD CP 881165, SEGUNDA SOCA, FINCA BUGANVILIA, LA DEMOCRACIA, ESCUINTLA, Zafra 06-07.

### INVESTIGATION

ESTIMATION OF THE LOST CAUSED BY THE PLAGUES COMPLEX OF THE SOIL, IN THE CULTURE OF THE SUGAR CANE (*Saccharum officinarum* L.), VARIETY CP 881165, SECOND SPROUTING, AT "LA BUGANVILIA" FARM, LA DEMOCRACIA, ESCUINTLA, FROM THE JUNE 2007 SUGAR CANE CROP

## 2.1 Presentación

En la finca “Buganvilla”, La Democracia, Escuintla, ubicada en el estrato bajo de la zona cañera de Guatemala (<100 msnm), se estimaron las pérdidas causadas por el complejo de plagas del suelo, en un lote de caña de la variedad CP 881165, con dos cortes, cultivado manualmente. Algunos sectores de la finca, han mostrado antecedentes de alta ocurrencia del complejo de plagas del suelo que afectan la caña, principalmente gusano alambre y gallina ciega, observándose además problemas de acáme y despoblación de macollas. La despoblación de macollas obliga a acortar el ciclo de renovación de los lotes de caña, incurriendo en aumentos de costos de producción, debido al establecimiento del nuevo ciclo de cultivo.

Para tal estimación se planteó un diseño estadístico de parcelas apareadas, distribuidas en el contorno del lote, donde las variables a medir fueron; la densidad de individuos por m<sup>2</sup>, altura de tallo desde la base hasta la lígula visible de la primer hoja, el diámetro del tallo en el entrenudo central, la población de tallos, el número de macollas perdidas en la cosecha, el peso del total de tallos en un metro lineal y la calidad del jugo,

Cada una de las variables del desarrollo de la planta fueron asociadas a la densidad promedio de individuos del complejo de plagas del suelo, detectados en la finca “Buganvilla”, presentes en cada etapa fenológica. Las variables número de macollas perdidas, producción y rendimiento fueron asociadas con la densidad promedio de todo el ciclo del cultivo. Se estimó que una densidad promedio de 14.77 larvas/metro<sup>2</sup> durante el periodo de evaluación pudo haber causado una pérdida de 36 por ciento en el rendimiento agrícola, sin embargo su efecto en el rendimiento industrial no fue significativo.

La composición promedio de este complejo indica que el 85 por ciento de las larvas encontradas fuerón de gusano alambre. Por otro lado, en la fase de diagnóstico realizada durante el EPS se detectó que la administración donde se encuentra ubicada dicha finca cuenta con 567 hectáreas con poblaciones de larvas de gusano alambre arriba del umbral de daño económico (8 larvas / m<sup>2</sup>), utilizado por el programa de plagas y enfermedades del

Ingenio Magdalena, S.A., con un promedio de 14.5 larvas / m<sup>2</sup>; por otro lado la misma administración cuenta con 87 hectáreas con un promedio de 16 larvas/m<sup>2</sup> de gallina ciega, siendo esta la que representa el mayor área de daño de la empresa.

En la finca “Buganvilia”, el presente año se renovaron 165 ha de caña de azúcar, siendo en su mayoría lotes con 2 cortes, con un costo de renovación por hectárea de Q 4,181 (cuadro 2.15 A), los cuales presentaron un promedio de 29 ton/ha menos de lo estimado por la administración de dicha finca (cuadro 2.16 A). También se observan ciclos de renovación relativamente cortos, situación que está siendo motivada por las siguientes razones; principalmente la pérdida de macollas, la baja en la productividad, y en menor importancia el número de cortes etc.

Razón por la cual se planteó el presente estudio con el propósito de estimar las pérdidas ocasionadas por el complejo de plagas del suelo, así como la época en que pueda estar ocurriendo el daño, y la plaga que pueda estar causando el mayor daño, elementos básicos para orientar las decisiones técnicas y obtener beneficios económicos derivados de la estrategia de control.

## 2.2 Marco Teórico

### 2.2.1. Marco Conceptual

#### 2.2.1.A Importancia del cultivo de caña de azúcar en Guatemala

El cultivo de la caña de azúcar representa el 23.82 % del valor total de la exportación agrícola guatemalteca y 13.65 % de las exportaciones totales del país. En la zafra 04-05 el área cultivada fue de 190,000 ha más 20,000 ha en proceso de establecimiento del cultivo, siendo el rendimiento agrícola promedio de 90.5 TM / ha, con un rendimiento industrial promedio de 229 Lb. / TC.

La industria azucarera es el segundo sector económico que más divisas genera en nuestro país. Durante el año 2005, el azúcar y la melaza produjeron un ingreso de US\$ 497.5 millones. La agroindustria azucarera guatemalteca, que representa alrededor del 3% del PIB nacional, genera 300,000 empleos directos e indirectos, 33,000 corresponden a cortadores de caña (1).

#### 2.2.1.B. Plagas del suelo con importancia económica en Latinoamérica

Las plagas del suelo de mayor importancia para el sector agropecuario se agrupan en los órdenes Isóptera, Hemíptera, Homóptera, Lepidóptera y Coleóptera. Dentro del orden Hemíptera se destacan los géneros *Scaptocoris* y *Cyrtoneurus*, ambos de la familia Cydnidae. Estos insectos, que han venido cobrando importancia en los últimos años, succionan la sabia de las raíces de varias plantas cultivadas. *Scaptocoris* es un género que ha causado daño a las raíces de plátano en el Estado de Tabasco (México) y ha mostrado susceptibilidad al hongo *Metarhizium anisopliae* (4).

Otro grupo grande dentro de las plagas del suelo es el orden Coleóptera. Dentro de este se destacan las familias Elateridae (gusano alambre), Curculionidae (gorgojo de los Andes, picudos del plátano), Chrysomelidae y Scarabaeidae (gallina ciega). En este grupo

de insectos con excepción de los Chrysomélidos, se ha venido trabajando con hongos entomopatógenos con posibilidades altas para su manejo. Dentro de estos microorganismos los más comunes son *Metarhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana* y *B. Brogniartii* (4).

#### 2.2.1.C El complejo de plagas del suelo en el cultivo de la caña de azúcar

En el cultivo de la caña de azúcar en Guatemala, las plagas de la raíz de mayor importancia económica son: gusano alambre (*Agriotes* sp.), gallina ciega (*Phyllophaga* spp.) y chinche hedionda (*Scaptocoris talpa*). La abundancia de cada estrato de la zona cañera. Los muestreos recientes del CAÑAMIP indican que chinche hedionda es la plaga más abundante en los estratos alto y medio, con valores promedios de 71.91 y 58.49 insecto/metro<sup>2</sup> respectivamente y valores máximos de 233 y 122 insecto/metro<sup>2</sup>. Gallina ciega es más abundante en áreas del estrato bajo con promedios de 32.63 larvas/m<sup>2</sup>, seguido por el estrato alto y medio con 8.43 y 6.70, respectivamente. Las poblaciones de gusano alambre son mayores en el estrato bajo con 18.09 larvas/m<sup>2</sup>, seguido por el estrato medio y alto con 6.39 y 3.16 larvas/m<sup>2</sup>, en promedio (3).

El control para estas plagas se hace difícil debido a que las mismas se refugian entre las raíces, los estratos profundos del suelo y en restos de cosecha. Cuando suceden infestaciones severas se observan síntomas externos de amarillamiento y retardo en el crecimiento normal del cultivo. Es por ello, que el comité de manejo integrado de plagas en caña de azúcar (CAÑAMIP) ha considerado que la estrategia de control debe basarse en los principios del manejo integrado de plagas (MIP), implementado una serie de técnicas fundamentadas en la biología y fluctuación poblacional de las plagas, de forma que no ocurran infestaciones sorpresivas. El monitoreo de las poblaciones es una actividad importante ha implementar en la agroindustria con el propósito de hacer un uso racional de los insecticidas, reduciendo el uso de estos a únicamente para mantener a la población por debajo de los niveles de daño económico. Las medidas preventivas asociadas a las labores mecanizadas, determinación del umbral económico, así como la búsqueda e implementación del control biológico, serán las líneas de investigación a corto y mediano plazo que deben impulsar (3).



### 2.2.1.D Gallina ciega (*Phyllophaga* sp.)

#### a) Géneros presentes en la zona cañera de Guatemala

En Guatemala se han reportado algunos géneros de la familia Scarabaeidae, subfamilia Melolonthidae, como: *Phyllophaga*, *Anómala*, *Cyclocephala* y *Lingyrus* (5). Coto (4) indica que solo las especies rizófagas estrictas, como sucede con la mayoría de las especies del género *Phyllophaga*, son las que causan daño en los cultivos agrícolas. Según King (5), las especies de mayor importancia: *P. Menetriesi*, *P. Vicina*, *P. Elenans* y *P. Parvisetis*.

#### b) Hábitos alimenticios

Existen variaciones en los hábitos alimenticios, clasificándose en rizófagos (raíces), saprófagos (materia orgánica muerta) o facultativos (raíces y materia orgánica muerta). Los adultos se alimentan de hojas y brotes tiernos, néctar y los botones de las flores (3).

Dependiendo de la especie de gallina ciega, el ciclo de vida varía entre 8 y 16 meses; sin embargo, en algunos casos puede llegar hasta 24 meses. Las larvas permanecen en el suelo, especialmente en los primeros 30 cm de profundidad, alimentándose de las raíces (3).

Las larvas atraviesan por tres estadios, cuyo tamaño varía con la edad se ubican principalmente en el área de raíces de la planta donde permanecen de 6-7 meses. La pupa, que es exarata o descubierta, está protegida por una cámara pupal elaborada con tierra y excretas, constituida mediante la compactación que hace la larva con movimientos circulares. En este estado se localiza a profundidades entre 70 cm y un metro, donde permanece hasta la llegada de las lluvias. Observaciones de laboratorio indican que el estado pupal dura entre 40-60 días, según la especie y, si hay humedad suficiente en el suelo, el adulto sale a volar.

En relación con los meses del año se espera la aparición de adultos entre marzo y

abril; siguiendo este patrón, que esta íntimamente relacionado con las lluvias se tendrá huevos en el suelo durante el mes de abril. De este modo se encontrarán larvas durante los meses de mayo a noviembre y pupas de diciembre a marzo (6).

El daño se manifiesta con mayor intensidad en los meses de agosto a octubre, cuando las larvas se encuentran en el tercer estadio, que es el más voraz. Los adultos emergen de sus cápsulas en el suelo y aparecen en los campos de cultivo en el periodo de abril a junio, que coincide con el establecimiento de la época lluviosa. Salen en forma masiva a copular y en grupos de 10 a 14 huevos en el suelo a una profundidad de 2 a 10 cm, cada hembra tiene potencial para ovipositar hasta 200 huevos, aproximadamente. Los adultos pueden vivir hasta dos meses y son fuertemente atraídos por la luz artificial, característica que se aprovecha para su captura (7).

c) Daño causado por gallina ciega en caña de azúcar

La magnitud del daño depende del número de larvas que afecten la cepa de caña. Cuando se producen infestaciones severas es frecuente observar grandes cavidades en el interior de la cepa al dejarla desprovista de raíces, se reduce la capacidad de absorción de agua y minerales y por ello se retarda el crecimiento. Las cepas pierden anclaje y el viento o la maquinaria las arrancan fácilmente, produciéndose en consecuencia una disminución de la población de tallos en caña soca. Al ocasionar heridas facilita el ingreso de agentes infecciosos como hongos, bacterias y nemátodos (3).

d) Estimación de las pérdidas causadas por gallina ciega

En un estudio realizado en la finca Limones, ubicada en La Gomera, Escuintla, a una altitud de 46 msnm, se encontró que el rendimiento de caña fue disminuido en 12 toneladas métricas de caña/ha, equivalente a un 16 por ciento del potencial. En relación al efecto sobre el desarrollo del cultivo, se determinó que después de 270 días de edad, los tallos fueron significativamente más altos en las parcelas tratadas que en las parcelas testigo, es decir una reducción promedio de 4.8 por ciento en la altura de la planta y por ende en el peso de los tallos, provocado por los niveles de infestación de la plaga. Sin

embargo, el diámetro de planta no fue afectado significativamente (10).

La pérdida en rendimiento (TM/ha) estuvo altamente correlacionada con la alta densidad promedio de gallina ciega y el número total de insectos plaga. Para cuantificar la relación se realizó el análisis de regresión, se encontró la ecuación  $Y = 0.62 (x)$ , que en forma práctica indica que por cada larva de gallina ciega que se incremente la población en el campo, se espera una pérdida en cosecha de 0.62 TM/ha. Este valor es menor al encontrado en el estudio realizado en área del ingenio Tululá, en donde el coeficiente de pérdida fue de 0.88 TM/ha, no obstante estos valores pueden variar dependiendo del ambiente, densidad poblacional, especie y la variedad de caña de azúcar cultivada (10).

#### 2.2.1.E. Chinche hedionda (*Scaptocoris talpa*)

El adulto se caracteriza por poseer un exoesqueleto ancho, extenso, redondeado o triangular, con el ápice aplastado y generalmente de color café oscuro o negro. Las hembras ponen huevos cerca de las raíces de la caña y otras plantas silvestres; las ninfas recién nacidas se movilizan a través de la tierra y llegan al sistema radicular para succionar la savia, lo que provoca un crecimiento lento y delgado de los tallos. Los adultos pasan fácilmente de una cepa a otra sin salir del suelo, debido a sus patas típicamente excavadoras. Una alta infestación en caña de 2 a 4 meses de edad produce un amarillamiento del follaje y la muerte paulatina de las mismas (3).

Estudios de fluctuación poblacional realizados en el estrato bajo (<100 msnm) indican que la mayor densidad poblacional de adultos se observa en el periodo de mayo a septiembre (7). Aquellas áreas con mayor incidencia de esta plaga, deben muestrearse hasta una profundidad de 60 cm, ya que con ello se garantiza un sondeo de más del 75 % de las ninfas (3).

#### a) Estimación de las pérdidas causadas por chinche hedionda

Sus efectos sobre el cultivo de caña de azúcar, están muy relacionados a la ocurrencia de Gallina Ciega, de manera que en el reciente estudio realizado en el Ingenio

El Baúl-Pantaleón, se determinó que las pérdidas en rendimiento de caña se expresan mejor por la Ecuación  $Y = - 6.67 + 1.07 (X1) + 0.053 (X2)$ , en donde X1 y X2 representan a la población promedio ocurrida por el ciclo de cultivo de Gallina Ciega, las pérdidas por Chinche Hedionda serán de 0.053 t/ ha por cada individuo por metro cuadrado. De esto se deriva que se haya determinado un umbral técnico de 50 insectos/m<sup>2</sup> para esta plaga (10).

#### 2.2.1.F Gusano alambre (Coleóptera: Elateridae)

En el estrato alto del ingenio El Baúl el género más abundante es *Agriotes* sp en un 95 %, en tanto que *Conoderus* sp únicamente se observó con una frecuencia del 5 %. La fluctuación poblacional indica que la mayor densidad de larvas ocurre en los meses de mayo a julio (7).

Las larvas son alargadas, cilíndricas, cuerpo endurecido y de color amarillo marrón a café. Los adultos son alargados y cuando se les coloca de espalda pueden dar un salto de varios centímetros y producir al mismo tiempo un fuerte sonido. Las larvas siempre viven en el suelo y se alimentan de las raíces hasta transformarse en pupas. Después de 3 a 4 semanas, emergen a la superficie como adultos. El ciclo biológico generalmente comprende de 2 a 3 años.

El daño lo causan las larvas, mediante la destrucción de las yemas germinativas, perforaciones en brotes de caña soca y del punto de crecimiento de los tallos jóvenes. Esto produce una reducida germinación que obliga a realizar resiembras que aumentan los costos del establecimiento del cultivo (3).

##### a) Géneros presentes en el estrato bajo

Se encontró que para un total de ocho fincas del estrato bajo de la zona cañera de Escuintla el género de mayor presencia es *Dipropus* representando un 92 %, los géneros *Horistonotus* 3 % , *Agrypnus* 3 % y por último el género *Dilobitarsus* representando un 2

% de la población de elatéridos. Valle (15) observó que el patrón de distribución para los géneros de elatéridos en su mayoría de los casos es uniforme.

#### b) Daño económico

Algunas larvas se alimentan del endospermo de la semilla en germinación, resultando en plántulas débiles o semillas abortadas. Las larvas también se alimentan de las raíces, debilitando o matando la planta, minan los tubérculos de algunos cultivos hortícolas reduciendo su calidad y apariencia. La hembra hace galerías en el suelo y pone sus huevos principalmente alrededor de las raíces de los pastos. Los adultos pueden vivir de 10 a 12 meses, la mayor parte del tiempo habitan en el suelo. Son dañinas principalmente en gramíneas como maíz y sorgo, donde pueden ocasionar severas pérdidas en el rendimiento (8).

La mayoría de las larvas de elatéridos toman tres años para mudar, aunque algunas de las especies más pequeñas pueden completar su ciclo de vida en uno o dos años. Ahora bien, si las condiciones no son adecuadas, el ciclo de vida puede extenderse más de tres años. Normalmente hay tres instares larvales (8).

También se ha determinado que las poblaciones de Gusano Alambre son mayores en suelos donde se ha quemado el rastrojo, suelos con un porcentaje alto de materia orgánica y suelos trabajados bajo labranza mínima (8).

#### c) Estimación de las pérdidas causadas por gusano alambre

En el trabajo realizado en la finca Limones, La Gomera, Escuintla, para determinar los daños causados por gallina ciega y gusano alambre (10), encontraron que la densidad promedio de gallina ciega fue altamente correlacionada ( $r = 0.92$ ) con la pérdida de rendimiento (TM/ha), mientras que la densidad del gusano alambre no tiene una relación determinante en la composición total de insectos. Esto hace suponer que las pérdidas están más determinadas por las larvas de gallina ciega que por gusano alambre. La misma

tendencia se observa en el análisis de regresión múltiple, para la variable gusano alambre ( $Pr > T = 0.2646$ ), por lo que el modelo no lo debe incluir (10).

#### 2.2.1.G. Estrategia de manejo integrado de plagas de la raíz en caña de azúcar

El manejo integrado de las plagas de la raíz en caña de azúcar incluye las medidas culturales preventivas, uso de trampas de luz, cultivos trampa, control químico y el control biológico (3).

##### a) Cuantificación de poblaciones

Los monitoreos en el periodo de julio a octubre deben implementarse mediante muestreos con unidades de 30 x 30 cm de superficie y 30 cm de profundidad, debajo de la cepa de caña (3). La proporción mínima recomendada es de 2 muestras/ha, registrando el total de formas biológicas de los insectos. El reporte de la densidad poblacional es mediante el número de larvas/m<sup>2</sup>. En el caso de semilleros, renovaciones y áreas nuevas es necesario hacer muestreos previos al establecimiento del cultivo para decidir si requiere de la incorporación de insecticida. En estos casos, será necesario ampliar la unidad de muestreo a 80 x 60 cm y con una profundidad de 40 cm, utilizando la misma proporción de 2 muestras/ha, con distribución al azar (3).

##### b) Medidas preventivas

Dependiendo de las características físicas del suelo, se recomiendan las labores de arado profundo y barbecho prolongado para que el terreno se meteorice, dejando un periodo mínimo de 8 días entre el volteo y la rastra. Estas prácticas permiten una reducción de las poblaciones hasta en un 80 %, por exposición de las larvas a la radiación solar y enemigos naturales (3).

##### c) Trampas de luz

El uso de los diferentes tipos de trampas de luz, han sido eficientes en la captura

de hasta 20,000 adultos por noche. Debe implementarse con las primeras lluvias y con un periodo de exposición entre las 19 y 21 horas (3).

#### d) Cultivos trampa

Los adultos de Gallina Ciega tienen preferencia alimenticia por el follaje de la Fabaceas y Leguminosas arbustivas (*Caesalpinia pulcherrima*), jocote jobo (*Spondias purpurea*), de los que se pueden utilizar en cercos y áreas improductivas de forma estratégica para atraer a los adultos. Por la noche y con base en monitoreos previos, se asperjan las copas de estos árboles con una solución de insecticida (Metil-paration), utilizando para ello un cañón de riego (3).

#### e) Uso de insecticidas

El empleo de insecticidas granulados al momento de la siembra, es una práctica común, sin embargo solo permite proteger las yemas germinativas de la acción del gusano alambre y no tienen persistencia suficiente para eliminar las primeras infestaciones de larvas de gallina ciega y chinche hedionda que se producen con las primeras lluvias. El uso de nuevas formulaciones con características de liberación lenta o sistémico aplicado al pie de las cepas, pueden ser opciones que mejoren la eficacia de los insecticidas (3).

#### f) Control biológico

El control químico es poco eficiente porque requiere que el producto haga contacto con la larva que está en el suelo a profundidades entre 25 y 60 cm. Las investigaciones de otros países indican que el control biológico de tipo microbiano tiene mayor probabilidad de éxito, en un futuro cercano. En los estudios sobre los factores de mortalidad natural, Londoño (6) identificó varios agentes causales como: *Bacillus popilliae*, *Metarhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana*, *Beauveria brogniartii*, Nemátodos del orden Rhabditida y algunos parasitoides. Sin embargo, *Bacillus popilliae*, parece ser el de mayor incidencia natural y el de mayor importancia. El monitoreo de estos agentes de control, su aislamiento y las pruebas de virulencia, serán necesarias en el futuro para el control de plagas de la

raíz en el cultivo de la caña de azúcar en Guatemala (3).

#### 2.2.1.H. Dinámica poblacional del complejo de plagas del suelo

En el estudio realizado sobre dinámica poblacional de las principales plagas de la caña de azúcar en la finca Limones, localizada en el municipio de La Gomera, Escuintla, a una altitud de 46 msnm, en un periodo de evaluación comprendido de mayo a noviembre de 2002, con el propósito de cubrir las etapas principales de desarrollo del cultivo y la influencia del ambiente sobre el comportamiento de la población de plagas de la caña de azúcar. Se encontró abundancia significativa de gallina ciega en los instares L1 y L2 en los meses de mayo, junio y julio, producto de las oviposiciones de los adultos. Una distribución bimodal es evidente, donde un pico poblacional ocurre en julio con 25 larvas/m<sup>2</sup>, en tanto que el otro es en noviembre con promedio de 18 larvas/m<sup>2</sup>. Una mayor abundancia de larvas en su tercer ínstar es evidente a partir de julio y se mantiene casi constante hacia finales de la cosecha, con alguna tendencia a reducirse en septiembre. Debido a que las larvas del tercer ínstar son las más voraces y que determinan el nivel real de daño al sistema radicular y desarrollo del cultivo, los monitoreos deben procurar medir ésta población, especialmente en los meses de octubre a noviembre (11).

La mayor actividad del complejo de plagas del suelo se observó al inicio del periodo de lluvias, en los meses de mayo, junio y julio, constituido por los incrementos de gallina ciega y niveles altos de larvas de gusano alambre. Las larvas de gusano alambre fueron más abundantes en los periodos de sequía o de menor precipitación como mayo y junio pero se reducen hacia septiembre cuando las lluvias son mayores, con incrementos nuevamente a partir de octubre. Este comportamiento indica que la mayor probabilidad de encontrar altas poblaciones de gusano alambre está en la época seca, cuando ocurre la cosecha y la siembra de las renovaciones de caña de azúcar. El monitoreo del gusano alambre deberá realizarse por tanto luego del corte del cultivo y revisando entre las raíces de las macollas, otro incremento significativo de las poblaciones se observó a partir de octubre después del periodo de lluvia (11).



## 2.2.2. Marco Referencial

### 2.2.2.A. Ubicación Geográfica

La finca Buganvilla se encuentra ubicada en jurisdicción de La Democracia, Escuintla a 106 kilómetros de la ciudad capital. Colinda al Norte con la finca “Los Amigos” y Finca “Santa María”, al Este con aldea “Llanitos”, al Oeste con finca “Quien Sabe” y al Sur con finca “Santa Ricarda”. Se encuentra en las coordenadas  $14^{\circ} 07' 13''$  latitud norte y  $90^{\circ} 55' 43''$  longitud oeste, con una altura de 48 msnm. Un rango de precipitación anual de 250 a 400 mm. La temperatura oscila entre los 27 y 32 °C. Precipitación pluvial del año 2005 fué 2,284.6 mm (15).

### 2.2.2.B. Condiciones generales para el Estrato Bajo

Con base a datos representativos para el estrato bajo de la zona cañera de Guatemala, las condiciones climáticas para el área.

Cuadro 2.1 Descripción climática para el Estrato Bajo de la zona cañera de Guatemala.

Variable	Diciembre-Abril	Mayo-Agosto	Agosto-Noviembre
Cantidad de lluvia (mm y días)	90/10 orografía convectiva	860/62 ITC ondas del este	800/50
Cantidad anual de evapotranspiración (Hargreaves)	788 (evapotranspiración, mm)	5533 (evapotranspiración, mm)	512 (evapotranspiración, mm)
Temperatura Maximas-minimas	12/40 (min-max C)	16/39 (min-max C)	15/39 (min-max C)
Brillo solar	1250 hrs	735 hrs	720 hrs

Fuente: Departamento de agrometeorología CENGICAÑA

### 2.2.2.C. Condiciones climáticas

El clima según la metodología de Thornthwaite, es cálido, sin estación fría bien definida, clima húmedo, vegetación característico: bosque, el tipo de distribución de lluvia: con invierno seco, con precipitación total anual de 3,142 mm (14).

#### 2.2.2.D Zona de vida

La finca “Buganvilia” se encuentra en la Zona de vida conocida como Sub-tropical Húmeda, con zonas de transición de la zona Sub-húmeda con partes de humedad Semiárida (14).

#### 2.2.2.E Región fisiográfica

La zona de estudio se ubica en la región fisiográfica de la Llanura Costera del pacífico. Dentro de tal provincia se encuentra comprendido el material aluvial cuaternario, que cubre estratos de la plataforma continental, los ríos que corren desde el altiplano volcánico, arrastran gran cantidad de materiales; que al cambiar de pendiente son depositados, formando una planicie de poca ondulación y de aproximadamente unos cincuenta kilómetros a lo largo de la costa del pacífico (14).

#### 2.2.2.F Características edafológicas

Según el mapa de suelos del ingenio “Magdalena”, la finca “Buganvilia” cuenta con suelos entisoles, que se pueden describir como no evolucionados de perfil AC, muy permeables, de textura gruesa. Presenta déficit de agua en verano (14).

## 2.3 Objetivos

### 2.3.1 Objetivo general

Estimar las pérdidas en rendimiento agrícola y rendimiento industrial potencial, provocadas por el complejo de plagas del suelo, en el cultivo de caña de azúcar, variedad CP 881165, segunda soca, en la finca “Buganvilia”, La Democracia, Escuintla.

### 2.3.2 Objetivos específicos

- Estimar el número individuos/m<sup>2</sup> del complejo de plagas del suelo en cada etapa fenológica del cultivo, bajo condiciones de infestación natural y tratamiento de insecticida.
- Estimar el efecto en cada uno de los componentes del rendimiento agrícola, causado por el complejo de plagas del suelo, en cada etapa fenológica del cultivo.
- Estimar las pérdidas en rendimiento agrícola provocado por el complejo de plagas del suelo.
- Estimar las pérdidas en rendimiento industrial causado por el complejo de plagas del suelo.
- Estimar la despoblación de macollas causado por el complejo de plagas del suelo.

## 2.4 Metodología

### 2.4.1 Determinación del número de unidades de observación (parcelas apareadas).

Se realizó un pre-muestreo en el lote seleccionado para determinar el número de unidades de observación y estimar la distribución de la plaga en este lote. La selección del lote se hizo en base al número de cortes que este presentaba, así como la edad con que contaba hasta el momento del pre-muestreo.

#### 2.4.1.A Número de Unidades de Observación

Para estimar el número de unidades de observación (n) se utilizó la ecuación propuesta por Pedigo (12) para el estudio de poblaciones biológicas, la cual depende del nivel de precisión deseado (en investigación se utiliza entre 10% y 15%). Utilizando un 15 % de precisión, se determinó utilizar 20 unidades de observación las cuales, debieron ser distribuidas en el contorno del lote.

$$N = \left( \frac{S}{E * \bar{X}} \right)^2$$

Donde;

N = Número de unidades de observación

S = Desviación estándar de las muestras preliminares

$\bar{X}$  = Media estimada de las muestras preliminares

E = Nivel de precisión requerido (fracción decimal)

#### 2.4.1.B Patrón de Dispersión de la plaga.

Para determinar el patrón de dispersión se relacionó la media ( $\mu$ ) y la desviación estándar (S) de la muestra así; (12).

$S^2 > \bar{X} = \text{Agrupado}$

$S^2 = \bar{X} = \text{Al Azar}$

$S^2 < \bar{X} = \text{Uniforme}$

Se encontró que la plaga se distribuye de forma agrupada, lo que indica que es muy probable encontrar pequeños conglomerados en el contorno de las macollas de caña de azúcar.

#### 2.4.1.C Distribución de las Unidades de Observación.

Se establecieron 10 unidades de observación en la parte norte y las otras 10 unidades de observación en la parte sur del mismo, a una distancia de 15-20 del borde de la calle, y a una distancia de 15 surco una de otra.

#### 2.4.2 Componentes del Muestreo

##### 2.4.2.A Técnica de Muestreo

Conteo de individuos totales en una calicata de (0.9 m X 0.6 m X 0.4 m), sobre el surco de caña.

##### 2.4.2.B Unidad de Muestreo

Por tratarse de un muestreo destructivo la unidad de muestreo fue la subdivisión no traslapable del universo a muestrear, volumen de suelo (0.216 m<sup>3</sup>).

#### 2.4.3 Ubicación del experimento

Finca: Buganvilía

Localidad: La Democracia, Escuintla

Variedad: CP 881165

No. Cortes: 2

Área: 13.07 ha

Lote: 110203

No. Unidades de Observación: 20 parcelas apareadas.

#### 2.4.4 Variables a medir

1. Densidad del complejo de plagas del suelo en No. de individuos / m<sup>2</sup>.
2. Altura de la planta (cm.).
3. Diámetro en el entrenudo central (cm.).
4. Población de tallos en 2 metros lineales.
5. Toneladas de caña por ha (Producción).
6. Libras de azúcar por tonelada de caña.
7. Porcentaje de despoblación de macollas.

#### 2.4.5. Tamaño de la unidad de observación y unidad de muestreo de complejo de plagas del suelo en el cultivo de la caña de azúcar.

En la figura 2.1 se muestra el diseño de las unidades de observación que consistieron en 20 metros de largo por 3 surcos de ancho, las cuales fueron utilizadas para correlacionar el efecto de la fluctuación poblacional del complejo de plagas del suelo con las variables respuesta, rendimiento agrícola (TCH), rendimiento industrial potencial (Lbs. A. T/C), y cada uno de los componentes del rendimiento agrícola.

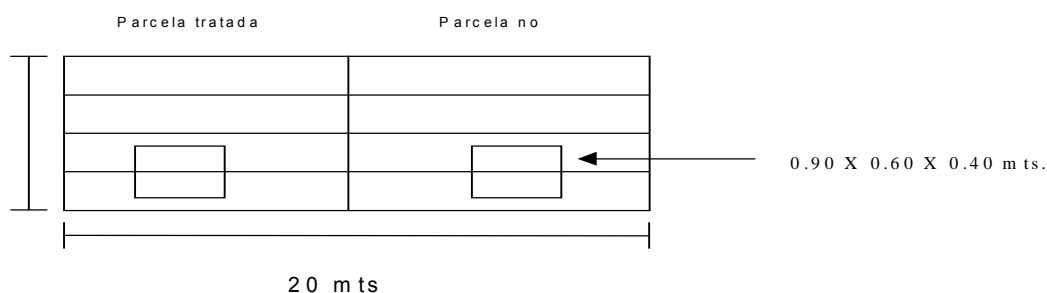


Figura 2.1 Esquema de las unidades de observación utilizadas (parcelas apareadas), finca Buganvilia, zafra 06-07.

#### 2.4.6. Establecimiento del experimento

- Se marcaron 20 unidades de observación, siguiendo la dirección de los surcos,

colocando 10 unidades en la parte Norte y las otras 10 unidades en la parte Sur del lote de caña.

- Se identificaron cada una de las parcelas de cada unidad de observación, como tratada y no tratada.

#### 2.4.7. Manejo de las parcelas

Con la finalidad de mantener bajas densidades poblacionales de individuos del complejo de plagas del suelo se realizarón 4 aplicaciones de insecticida en cada una de las parcelas denominadas tratadas. La primera se realizó cuando el cultivo contaba con 85 días después del corte, el i. a. aplicado fue Terbufos a una dosis de 11 Kg. /ha. La segunda se realizó cuando el cultivo contaba con 155 días, y el i. a. aplicado fue Imidacloprid, a una dosis de 16 Kg. /ha, luego fuerón realizadas 2 aplicaciones consecutivas del i. a. Fipronil, a una dosis de 500 cc/ ha, la primera de ellas se realizó cuando el cultivo contaba con 175 y la segunda cuando el cultivo contaba con 295 días.

#### 2.4.8. Recolección de datos

##### 2.4.8.A. Muestreo del desarrollo del cultivo

Para evaluar el desarrollo de las plantas en cada una de las parcelas, se establecieron puntos fijos de muestreo a los cuales se les denominó “Unidades fijas de observación de muestreo de desarrollo del cultivo”. Dichos puntos consistieron en los dos metros de surco de caña más poblados, donde fueron seleccionados cinco tallos primarios, se marcaron y fueron muestreados hasta llegar a la cosecha. El desarrollo fue medido en función a la altura del tallo medido desde la base del tallo hasta la lígula de la primer hoja visible, diámetro del tallo en el entrenudo central, y la población de tallos en los dos metros lineales de surco de caña, diferenciando entre tallos molederos y no molederos, siendo los primeros todos aquellos tallos primarios y secundarios que sobrepasaban un metro de alto. Se realizó un muestreo al final de la etapa de macollamiento cuando se estableció el experimento, cuatro muestreos en la etapa de elongación y dos en la etapa de maduración.

#### 2.4.8.B. Muestreo de densidad del complejo de plagas del suelo.

Se realizó un muestreo en cada una de las parcelas tratadas y no tratadas, por época de muestreo, contando el total de individuos del complejo de plagas del suelo en una calicata (0.90 m X 0.60 m X 0.40 m) realizándolos sobre los surcos adyacentes al surco central en cada una de las parcelas pareadas.

#### 2.4.8.C Muestreo de porcentaje de pérdida de macollas

Se contó el número de macollas en la cosecha cada una de las unidades fijas de observación de cada una parcelas tratadas y no tratadas.

#### 2.4.8.D Muestreo de pre-cosecha.

- a. El rendimiento agrícola se estimó pesando el total de tallos en los dos metros lineales, de cada una de las unidades fijas de muestreo.
- b. El rendimiento industrial se estimó a través de una muestra por parcela tratada y no tratada que fue analizada por el laboratorio de pre-cosecha del Ingenio Magdalena, S.A.

#### 2.4.9. Análisis de la información

- a) Pruebas de T para parcelas apareadas para las variables densidad poblacional del complejo de plagas del suelo, desarrollo del cultivo, en las etapas de macollamiento, elongación y maduración y cosecha.
- b) Pruebas de T para parcelas apareadas para las variables Rendimiento Agrícola y Rendimiento Industrial en etapa de pre-cosecha.
- c) Pruebas de T para parcelas apareadas para la variable, macollas perdidas en pre-cosecha.
- d) Análisis de correlación múltiple, para la densidad promedio anual del complejo de plagas del suelo, desarrollo del cultivo, rendimiento agrícola, rendimiento industrial y pérdida de macollas.



## 2.5 Resultados y Discusión

2.5.1. Densidad poblacional de individuos del complejo de plagas del suelo, presentes en la finca Buganvilla.

### 2.5.1.A Gusano alambre (Coleóptera: Elateridae)

El comportamiento de las densidades larvales registradas en el testigo nos indica que el Gusano Alambre disminuye naturalmente mientras transcurre la época de lluvias, estabilizándose al principio de la época seca donde se observaron 6.85 y 5.83 larvas/metro<sup>2</sup> para los meses de diciembre y enero respectivamente. Lo anterior es similar a lo reportado por Márquez (11), en el estudio realizado en la finca Limones (46 msnm), obteniéndose las mayores densidades de larvas durante la época seca, coincidiendo con la cosecha y la renovación de lotes de caña; razón por la cual se debe considerar que cualquier estrategia de control de la plaga debe estar orientada hacia los primeros meses de cultivo y en el momento del establecimiento de la época de lluvias, que para las condiciones de la finca Buganvilla corresponde al mes de Mayo (cuadro 2.2).

Cuadro 2.2. Análisis de varianza para la variable larvas de Gusano Alambre/m<sup>2</sup>, en diferentes periodos fisiológicos de la caña de azúcar, finca Buganvilla, junio 2,006 - enero 2,007.

Epóca de muestreo	Días despues del corte	Fecha de muestreo	Larvas por metro cuadrado		Alfa	Significación	Diferencia	% disminución presión plaga	
			Testigo	Tratamiento					
Amacollamiento	100	07-Jun-06	27.31	9.63	0.000001	**	17.69	64.75	
Elongación	137	14-Jul-06	20.83	10.37	0.00041	**	10.46	50.22	
Elongación	179	25-Ago-06	12.13	4.91	0.00009	**	7.22	59.54	
Elongación	233	18-Oct-06	9.44	1.94	0.0025	**	7.50	79.41	
Elongación	281	05-Dic-06	6.85	1.94	0.0017	**	4.91	71.62	
Maduración	329	22-Ene-07	5.83	1.76	0.00005	**	4.07	69.84	
							Promedio	8.64	65.90

Referencia:

Alfa  $\leq$  0.05 significativo

\*=significativo, \*\*=altamente significativo, N. S.= no significativo.

En la etapa de macollamiento, la densidad larval de gusano alambre fué de 27.31 y 9.63 larvas/metro<sup>2</sup> para el testigo y el tratamiento respectivamente, en la etapa de

elongación se obtuvieron 9.85 y 4.79 larvas/m<sup>2</sup> en promedio para el testigo y el tratamiento respectivamente.

En la etapa de maduración se obtuvieron 5.83 y 1.76 larvas/m<sup>2</sup> en promedio para el testigo y el tratamiento, existiendo diferencia estadística significativa en cada una de la etapas fenológicas. Lo anterior muestra el efecto de disminución de las larvas/metro<sup>2</sup> causadas por la primera aplicación de insecticida, donde se alcanzó una reducción de la presión de la plaga de 64.75 %, manteniéndose la misma tendencia a lo largo del experimento; sin embargo se realizaron otras aplicaciones a fin de mantener densidades larvales lo más bajo posible, logrando disminuir en 65.90 % la presión de la plaga, durante la etapa experimental.

#### 2.5.1.B Gallina Ciega (Coleóptera: Scarabeidae)

El estudio de la fluctuación de larvas de Gallina Ciega en las parcelas testigo muestra que el pico poblacional natural ocurrió en el mes de julio, disminuyendo paulatinamente mientras el invierno fue transcurriendo hasta alcanzar 5.9 larvas / metro<sup>2</sup> en el mes de enero. Lo anterior motiva a pensar que la época de mayor actividad alimenticia de esta plaga es cuando la época de lluvias ya está establecida en los meses de junio-julio.

Por otro lado, Márquez (11) reporta, la existencia de una distribución bimodal de las densidades de larvas de Gallina Ciega a través del año, correspondiendo el primer pico poblacional para el mes de julio y el otro en el mes de noviembre, comportamiento que no se observó en el ensayo de la finca Buganvilia pues solamente se obtuvo un pico poblacional que correspondió al mes de julio.

Es importante considerar de que la mejor época para implementar cualquier estrategia para controlar y reducir el daño causado por las larvas de Gallina Ciega, se debe de realizar en los primeros meses de cultivo y principalmente antes de que el invierno se establezca, que para las condiciones de la finca Buganvilia, corresponde al mes de mayo y antes de que se alcance la mayor densidad poblacional del mes de julio, en donde ocurre

mayor presencia de larvas L2 y L3.

La densidad de larvas de Gallina Ciega fluctuó a través de las etapas fenológicas del cultivo, obteniéndose en la etapa de macollamiento 12.59 y 3.43 larvas/metro<sup>2</sup> en promedio para el testigo y el tratamiento; en la etapa de elongación 11.02 y 5.04 larvas/metro<sup>2</sup>, y en la etapa de maduración 5.9 y 2.2 larvas/metro<sup>2</sup> en promedio para el testigo y el tratamiento respectivamente, existiendo diferencia estadística significativa en cada una, como se observa en el cuadro 2.3.

Cuadro 2.3 Análisis de varianza para la variable larvas de Gallina Ciega/m<sup>2</sup>, en diferentes periodos fisiológicos de la caña de azúcar, finca Buganvilla, junio 2,006 a enero 2,007.

Epoca de muestreo	Días después del corte	Fecha de muestreo	Larvas por metro cuadrado		Alfa	Significación	Diferencia	% disminución presión plaga	
			Testigo	Tratamiento					
Macollamiento	100	07-Jun-06	12.59	3.43	0.01	*	9.17	72.79	
Elongación	137	14-Jul-06	14.26	6.39	0.0001	**	7.87	55.19	
Elongación	179	25-Ago-06	11.67	7.13	0.02	*	4.54	38.89	
Elongación	233	18-Oct-06	9.54	3.52	0.004	**	6.02	63.11	
Elongación	281	05-Dic-06	8.61	3.15	0.0002	**	5.46	63.44	
Maduración	329	22-Ene-07	5.9	2.2	0.0003	**	3.70	62.50	
							Promedio	6.13	59.32

Referencia:

Alfa ≤ 0.05 significativo

\*=significativo, \*\*=altamente significativo, N. S.= no significativo.

Lo anterior muestra el efecto de disminución de las larvas de gallina ciega/metro<sup>2</sup> causadas por la primera aplicación de insecticida, donde se alcanzó una reducción de la presión de la plaga de 72.79 %, manteniéndose la misma tendencia a lo largo del experimento; sin embargo se realizaron otras aplicaciones a fin de mantener densidades larvales lo más bajo posible, logrando disminuir en 59.32 % la presión de la plaga, durante la etapa experimental.

#### 2.5.1.C Complejo de plagas del suelo presente en la finca “Buganvilla”

El complejo de plagas del suelo, en la finca “Buganvilla” esta compuesto básicamente por la presencia de larvas de gusano alambre y gallina ciega. Parece ser que chinche hedionda no es una plaga propia del lugar, pues su presencia fue nula en el periodo de evaluación.

La densidad de larvas totales por metro<sup>2</sup> del complejo fue de 39.91 y 13.06 larvas/metro<sup>2</sup> para las parcelas testigo y tratadas, en la etapa de macollamiento. En la etapa de elongación la densidad promedio fue de 23.33 en el testigo y 9.83 en el tratamiento, y en la etapa de maduración la diferencia fue de 7.78 larvas/metro<sup>2</sup> entre las parcelas testigo y el tratamiento, existiendo significancia estadística en cada una de las etapas de observación cuadro 2.4.

Cuadro 2.4 Análisis de varianza para la variable larvas totales/m<sup>2</sup>, en diferentes periodos fisiológicos de la caña de azúcar, finca Buganvilla, junio 2,006 a enero 2,007.

Epóca de muestreo	Dias despues del corte	Fecha de Muestreo	Larvas Totales		Alfa	Significación	Diferencia	% disminución presión plaga
			Testigo	Tratamiento				
Macollamiento	100	07-Jun-06	39.91	13.06	0.000034	**	26.85	67.29
Elongación	137	14-Jul-06	35.09	16.76	0.000003	**	18.33	52.24
Elongación	179	25-Ago-06	23.80	12.04	0.000074	**	11.76	49.42
Elongación	233	18-Oct-06	18.98	5.46	0.000248	**	13.52	71.22
Elongación	281	05-Dic-06	15.46	5.09	0.000017	**	10.37	67.07
Maduración	329	22-Ene-07	11.76	3.98	0.000003	**	7.78	66.14
Promedio							14.77	62.23

Referencia:

Alfa  $\leq$  0.05 significativo

\*=significativo, \*\*=altamente significativo, N. S.= no significativo.

Al analizar el efecto de la aplicaciones de insecticida se obtuvo un 62.23 % de disminución de la presión de la plaga en el periodo de evaluación, con valores que oscilan entre 49.42 % y 71.22 %, lo que significa que aunque se realizarón cuatro aplicaciones sucesivas, con diferentes i. a. no se consiguió disminuir al 100 % la presión de la plaga, característica importante para definir estrategias de manejo de las poblaciones de larvas del complejo de plagas de la raíz, en la finca Buganvilla.

En la etapa de macollamiento gusano alambre fué más abundante que gallina ciega, coincidiendo con la época de mayor disponibilidad de brotes laterales y nuevos puntos de crecimiento de donde se alimenta en mayor proporción. En la etapa de elongación la proporción entre gusano alambre y gallina ciega fué muy similar, debido al incremento de la densidad de larvas de Gallina Ciega por la eclosión de las oviposiciones del ciclo de lluvias anterior, situación que puede tener relación con la mayor disponibilidad de alimento por el

incremento del sistema radicular de la caña de azúcar. El muestreo realizado en la época de maduración indica que la proporción de gusano alambre y gallina ciega fué casi de 1.08 : 1 aunque en niveles de infestación muy bajos (11.76 larvas del complejo de plagas del suelo/metro<sup>2</sup>) comparados con las otras etapas fenológicas del cultivo.

El análisis de la fluctuación poblacional de larvas del complejo de plagas del suelo, finca Bugarvilia (grafico 2.2), sugiere que cualquier estrategia de control, debería de ser implementada en los meses de mayo-junio, pues es cuando se encuentran las mayores densidades larvales de gusano alambre y gallina ciega, coincidiendo con el poco desarrollo del cultivo y mayor disponibilidad de humedad en el suelo indispensable para el buen funcionamiento de los productos insecticidas de control utilizados.

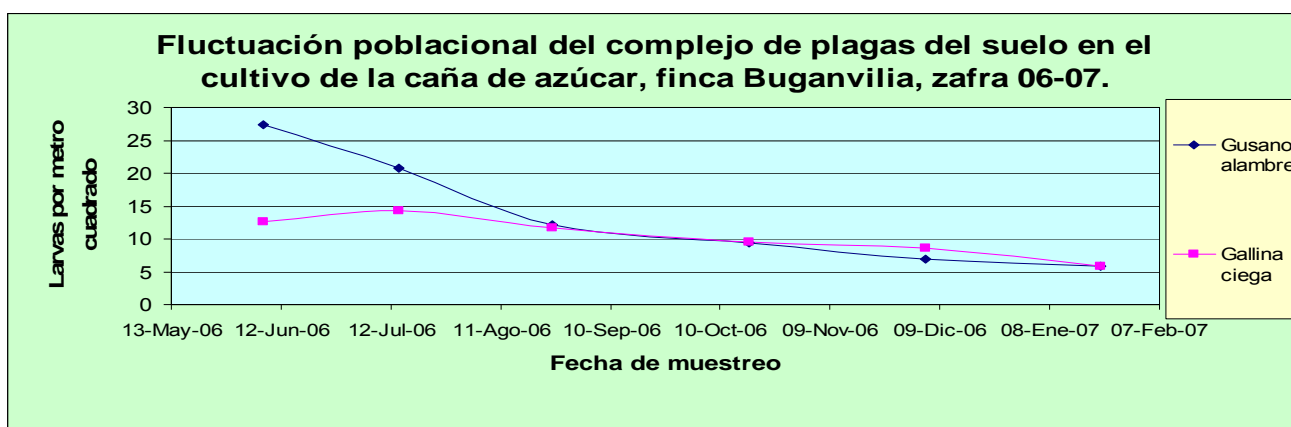


Figura 2.2 Fluctuación poblacional del complejo de plagas del suelo, en el cultivo de la caña de azúcar, de las parcelas testigo, junio 2,006 – enero 2,007, finca Bugarvilia, La Democracia, Escuintla.

## 2.5.2. Componentes del rendimiento agrícola y su desarrollo en las diferentes etapas fenológicas del cultivo

### 2.5.2.A Diámetro del tallo

El muestreo inicial (99 días después del corte) que correspondió a la etapa de macollamiento, indica de que el diámetro promedio del entrenudo central fue de 2.89 cm en el testigo y 2.86 cm para el tratamiento, cuya diferencia no es significativa. A partir del

tercer muestreo (183 días después del corte) realizado en la etapa de elongación, se observó que el diámetro promedio del tratamiento fué 2.97 cm y el del testigo 2.58 cm, existiendo diferencia significativa. La tendencia se mantuvo hasta la época de maduración y cosecha en donde el diámetro promedio del tratamiento fué de 2.86 cm comparado con 2.57 cm del testigo, con evidencia estadística de existir diferencia entre ambos (cuadro 2.5).

Cuadro 2.5 Análisis de varianza para la variable diámetro del entrenudo central, en las diferentes etapas fenológicas del cultivo, finca Buganvilla, junio 2,006 a febrero 2,007.

Epóca de Muestreo	Días despues del corte	Fecha	Promedio diametro (cm)		Alfa	Significación	Diferencia (cm)
			Tratamiento	Testigo			
Amacollamiento	99	06-Jun-06	2.86	2.89	0.57	N.S.	-0.03
Elongación	135	12-Jul-06	2.92	2.96	0.36	N.S.	-0.04
Elongación	183	29-Ago-06	2.97	2.58	0.0002	**	0.39
Elongación	231	16-Oct-06	2.94	2.58	1.54E-07	**	0.36
Elongación	275	29-Nov-06	2.87	2.64	0.014	**	0.23
Maduración	324	17-Ene-07	3.00	2.59	0.0001	**	0.41
Maduración	343	05-Feb-07	2.86	2.57	0.0001	**	0.29

Referencia:

Alfa  $\leq$  0.05 significativo

\*=significativo, \*\*=altamente significativo, N. S.= no significativo.

Márquez (9) reporta en el estudio realizado en la finca "Limonés" (46 msnm) que el diámetro del tallo fue superior en las parcelas tratadas, sin ser significativo. En el ensayo de la finca "Buganvilla", la diferencia promedio entre los niveles de infestación del complejo de plagas de la raíz de las parcelas tratadas y no tratadas (14.77 larvas totales/metro<sup>2</sup>), afecto significativamente el diámetro de los tallos en el entrenudo central en 0.29 cm. Tal diferencia de diámetro influyó de forma negativa en el rendimiento agrícola de las parcelas testigo.

#### 2.5.2.B Altura del tallo

Al momento del primer muestreo (99 días después del corte) que correspondió a la etapa de macollamiento, las parcelas tratadas tuvieron una altura del tallo promedio de 142.01 cm y las parcelas testigo 141.82 cm sin ser estadísticamente diferentes. En el tercer muestreo (183 días después del corte) realizado en la etapa de elongación, el promedio de Altura de Tallo de las plantas provenientes de las parcelas tratadas mostraron 263.68 cm y las parcelas testigo 250.16 cm cuya diferencia si fue significativa. Al momento

de la cosecha la Altura de Tallo Promedio fue de 328.7 cm para las parcelas tratadas y 306.6 cm para las parcelas testigo, (cuadro 2.6).

Cuadro 2.6 Análisis de varianza para la variable altura del tallo, en las diferentes etapas fenológicas del cultivo, finca "Buganvilia", junio 2,006 a febrero 2,007.

Época de Muestreo	Dias despues del corte	Fecha	Promedio altura (cm)		Alfa	Significación	Diferencia
			Tratamiento	Testigo			
Amacollamiento	99	06-Jun-06	142.06	141.82	0.91	N.S.	0.24
Elongación	135	12-Jul-06	210.04	215.21	0.12	N.S.	-5.17
Elongación	183	29-Ago-06	263.68	250.16	0.0083	**	13.52
Elongación	231	16-Oct-06	288.60	268.06	0.000343	**	20.54
Elongación	275	29-Nov-06	306.01	295.02	0.057	*	10.99
Maduración	324	17-Ene-07	315.09	287.52	0.0005	**	27.57
Maduración	343	05-Feb-07	328.72	306.57	0.0044	**	22.15

Referencia:

Alfa  $\leq$  0.05 significativo

\*=significativo, \*\*=altamente significativo, N. S.= no significativo.

Lo anterior hace suponer que la diferencia entre los niveles de infestación del complejo de plagas del suelo, de las parcelas tratadas y no tratadas (14.77 larvas por metro cuadrado), redujo altura del tallo en 22.2 cm en promedio al momento de la cosecha. La anterior diferencia afectó de forma negativa el rendimiento agrícola de las parcelas testigo.

#### 2.5.2.C Población de tallos

La población de tallos molederos fue estimada en el metro lineal más poblado de cada unidad fija de muestreo de desarrollo, tomando como tallos molederos los tallos que ya sobrepasaban un metro de alto. Las parcelas tratadas mostraron en la época de macollamiento una población promedio de 18.68 tallos molederos/metro lineal comparada con 18.65 tallos molederos/metro lineal de las parcelas testigo sin existir diferencia significativa entre tratamientos.

Sin embargo a partir del cuarto muestreo la población de las parcelas tratadas fue significativamente diferente a las parcelas testigo, tendencia que se mantuvo hasta la época de maduración - cosecha donde la población de las parcelas tratadas fue de 21.60

tallos molederos/metro lineal comparado con los 17.23 tallos molederos/metro lineal de las parcelas testigo, existiendo diferencia estadística (cuadro 2.7).

Cuadro 2.7. Análisis de varianza para la variable población de tallos molederos por metro lineal, en las diferentes etapas fenológicas del cultivo, finca "Buganvilia", junio 2,006 a febrero 2,007.

Época de Muestreo	Días después del corte	Fecha	Promedio de tallo molederos		Alfa	Significación	Diferencia
			Tratamiento	Testigo			
Amacollamiento	99	06-Jun-06	18.68	18.25	0.66	N.S.	0.425
Elongación	135	12-Jul-06	13.60	13.23	0.61	N.S.	0.375
Elongación	183	29-Ago-06	18.45	17.35	0.20	N.S.	1.10
Elongación	231	16-Oct-06	15.88	12.78	6.9E-05	**	3.10
Elongación	275	29-Nov-06	14.45	12.78	0.050	**	1.68
Maduración	324	17-Ene-07	21.03	19.58	0.039	**	1.45
Maduración	343	05-Feb-07	21.60	17.13	0.014	**	4.48

Referencia:

Alfa  $\leq$  0.05 significativo

\*=significativo, \*\*=altamente significativo, N. S.= no significativo.

Por otro lado, la población de tallos no molederos solo fue significativamente diferente durante la etapa de la época de elongación donde la población de tallos no molederos/metro lineal de las parcelas tratadas mostrarán 16.83 tallos no molederos y 10.28 tallos no molederos en promedio de las parcelas testigo (cuadro 2.8).

Cuadro 2.8. Análisis de varianza para la variable, Población de Tallos no Molederos/metro lineal, en las diferentes etapas fenológicas del cultivo, finca "Buganvilia", junio 2,006 a febrero 2,007.

Época de Muestreo	Días después del corte	Fecha	Promedio de tallo no molederos		Alfa	Significación	Diferencia
			Tratamiento	Testigo			
Elongación	183	29-Ago-06	13.73	12.43	0.07	N.S.	1.30
Elongación	231	16-Oct-06	16.83	10.28	0.000001	**	6.55
Elongación	275	29-Nov-06	20.68	19.25	0.24	N.S.	1.43
Maduración	324	17-Ene-07	12.73	11.23	0.30	N.S.	1.50
Maduración	343	05-Feb-07	11.13	10.93	0.88	N.S.	0.20

Referencia:

Alfa  $\leq$  0.05 significativo

\*=significativo, \*\*=altamente significativo, N. S.= no significativo.

Cada uno de los factores del rendimiento agrícola fue afectado negativamente por las densidades de larvas del complejo de plagas del suelo registradas a lo largo de las etapas



fenológicas, observándose a partir del tercer mes de establecido el experimento, tendencia que se mantuvo hasta la época de maduración – cosecha.

### 2.5.3 Rendimiento agrícola

#### 2.5.3.A Toneladas de caña por hectárea (TCH)

El rendimiento agrícola en toneladas de caña por hectárea fue estimado a partir en la cosecha de cada una de los puntos fijos de muestreo, diferenciando entre tallos primarios molederos (todos aquellos que brotaron en la etapa de macollamiento y que alcanzaron la cosecha) y tallos secundario molederos (todos aquellos tallos que brotaron en la etapa de elongación y que alcanzaron la cosecha).

En el cuadro 2.9, se observa un incremento de 32.86 % en peso de los tallo primarios molederos cuando se compara las parcelas tratadas con insecticida y las parcelas testigo. Además se observa que el peso de los tallos molederos secundarios fué 38.66 % superior en las parcelas tratadas comparadas con las parcelas testigo.

Cuadro 2.9 Análisis de varianza para la variable; rendimiento agrícola estimado en toneladas de caña por hectárea, finca “Buganvilia”, febrero 2,007.

Tipo de tallo	Tratamiento ton/ha	Testigo ton/ha	Alfa	Significación	Diferencia	%Incremento
Tallos primarios molederos	109	82	0.003	**	27	32.86
Tallos secundarios molederos	112	81	0.02	*	31	38.66
Tallos Totales molederos	221	163	0.002	**	58	35.74

Referencia:

Alfa  $\leq$  0.05 significativo

\*=significativo, \*\*=altamente significativo, N. S.= no significativo.

Las pérdidas alcanzaron 35.74 % en rendimiento agrícola de tallos totales molederos, dato mayor a lo obtenido por Márquez (10) en el estudio realizado en la finca Limones, en la variedad CP 722086, que reporta una disminución del 16 % del rendimiento agrícola por efecto 24.27 larvas por metro<sup>2</sup> promedio de 270 días de observación.

El rendimiento agrícola real obtenido en la cosecha del lote de caña fue de 87.89

toneladas por hectárea, considerando que comercialmente no se realizó ninguna práctica para el control del complejo de plagas del suelo. Utilizando un 35.74 % de incremento en rendimiento agrícola por el efecto de disminución de 14.77 larvas totales en promedio del complejo presente en la finca “Buganvilia”, se estima que el rendimiento agrícola pudo ser de 119.30 toneladas de caña por hectárea si comercialmente se hubiese realizado algún tipo de control para dicha densidad larval promedio.

#### 2.5.4. Rendimiento industrial potencial (lb A. T/C)

El rendimiento industrial en libras de azúcar por tonelada de caña molida fue determinado a partir de muestras extraídas en pre-cosecha en cada una de las unidades fijas de observación del desarrollo de las plantas. Como se aprecia en el cuadro 2.10, el rendimiento industrial potencial de las parcelas tratadas mostró ser superior a las parcelas testigo en 17 libras de azúcar por tonelada de caña promedio. Sin embargo el análisis de varianza muestra que entre ambos promedios no hubo diferencia estadística significativa.

La densidad promedio de 14.77 larvas totales ocurridas en la etapa experimental no causó pérdidas en el rendimiento industrial, aunque los promedios de cada uno de los componentes de dicho rendimiento fuerán superiores en las parcelas tratamiento que en las parcelas testigo, a excepción de las variables humedad caña y fibra caña donde el testigo fue mayor.

Cuadro 2.10 Análisis de varianza de la variable, rendimiento industrial potencial, en pre-cosecha, finca Buganvilia, febrero 2,007.

Variable	Parcela Tratamiento	Parcela Testigo	Alfa	Significación	Diferencia
Libras de azúcar / tons. Caña	263	249	0.14	N.S.	14
Brix jugo	17.33	16.7	0.21	N.S.	0.63
Pol jugo	15.2	14.6	0.27	N.S.	0.6
% Jugo	74.4	73.7	0.07	N.S.	0.7
Pureza jugo	87.8	87.3	0.6	N.S.	0.5
Brix caña	15.71	14.98	0.09	N.S.	0.73
Pol caña	13.14	12.46	0.14	N.S.	0.68
Pureza de caña	83.47	83.01	0.61	N.S.	0.46
Humedad caña	73.01	73.45	0.38	N.S.	-0.44
Fibra caña	11.27	11.58	0.07	N.S.	-0.31

Referencia:

Alfa  $\leq$  0.05 significativo,

\*=significativo, \*\*=altamente significativo, N. S.= no significativo.

### 2.5.5. Despoblación de macollas

No se registró ningún arranque de cepa ni pérdida de macollas, en las unidades fijas de observación, por lo que la variable despoblación de macollas no pudo ser relacionada con la densidad de larvas totales que ocurrieron durante la etapa experimental. El problema de arranque de cepas posiblemente necesite de áreas más extensas para poderse observar y puesto que el tamaño de las unidades fijas de muestreo es tan pequeño, no se presentó dicha situación en ninguna de las parcelas apareadas, (cuadro 2.11).

Cuadro 2.11 Análisis de varianza de la variable numero de macollas promedio por metro lineal, en la parcelas tratadas y no tratadas, finca "Buganvilia", febrero 2,007.

Estadístico	Inicio Tratamiento	Inicio Testigo	Inicio Testigo	Final Testigo	Inicio Tratamiento	Final Tratamiento
Promedio	2.2	2.13	2.13	2.08	2.2	2.18
Alfa	0.56		0.16		0.33	
Significación	N. S.		N. S.		N. S.	

Referencia:

Alfa  $\leq$  0.05 significativo

\*=significativo, \*\*=altamente significativo, N. S.= no significativo.

### 2.5.6. Análisis de correlación

#### 2.5.6.A Correlación densidad larval y los componentes del rendimiento agrícola

Con la finalidad de estimar el desarrollo del cultivo, en relación a las diferentes densidades larvales a través del tiempo se realizó un análisis de auto correlación, donde se puede observar aunque no de forma tan evidente algunas tendencias sobre la relación entre los componentes del rendimiento agrícola y las densidades de larvas del complejo registradas durante la etapa experimental (cuadro 2.12).

La relación que interesa en este tipo de estudio es de tipo inversa, es decir, que a mayores densidades larvales se esperarían menor desarrollo de las plantas; basado en lo anterior se pudo observar que en la transición de las etapas de amacollamiento - elongación las densidades larvales de gusano alambre estuvieron muy relacionados con la

población de tallos, caso contrario es el de gallina ciega que mostró relación con el diámetro y la altura de la planta. En la siguiente etapa de transición elongación-elongación, gusano alambre estuvo más relacionado con altura de los tallos, y gallina ciega con la población de tallos.

Cuadro 2.12 Auto-correlación entre la densidad larval del complejo de plagas del suelo y desarrollo del cultivo de la caña de azúcar, finca “Buganvilia”, marzo 2,007.

Transición	Variable	Gusano alambre	Gallina Ciega	Larvas Totales
junio-julio (m acollam iento- elongación)	Diam etro	0.22	-0.18	-0.02
	Altura	0.28	-0.20	-0.01
	Población de tallo	-0.27	0.20	0.01
julio-agosto (elongación elongación)	Diam etro	-0.20	0.06	-0.09
	Altura	-0.18	0.17	-0.01
	Población de tallo	0.18	-0.17	0.01
ago sto -o ctubre (elongación -e longación)	Diam etro	0.15	-0.22	-0.02
	Altura	0.18	-0.04	0.10
	Población de tallo	-0.18	0.04	-0.10
o ctubre -diciem bre (elongación -e longación)	Diam etro	0.06	-0.23	-0.11
	Altura	0.10	-0.01	0.07
	Población de tallo	-0.10	0.00	-0.07
diciem bre -e nero (e longación -m aduración)	Diam etro	-0.17	-0.46	-0.44
	Altura	-0.37	-0.09	-0.27
	Población de tallo	0.37	0.08	0.27

Ejemplo -0.27 correlación negativa significa una relación inversa 27 % entre variables.

Las siguientes dos etapas de transición (elongación – elongación) se observó que gusano alambre estuvo más relacionado con población de tallos y gallina ciega se relacionó mejor con altura de tallo y diámetro del tallo. La etapa de transición elongación – maduración estuvo marcada por cierta diferencia, pues gusano alambre mostró más relación con diámetro y altura de tallo; posiblemente en esta etapa cambia su sitio de alimentación (yemas) hacia otros puntos de crecimiento activos como pueden ser las pequeñas raicillas adventicias, abundantes en debido al incremento de la biomasa del ciclo vegetativo del cultivo. Gallina ciega muestra relación con diámetro del tallo y altura del tallo en esta ultima etapa. Es decir que la población de tallos fué influenciada de forma negativa al incrementarse la población de gusano alambre, factor que puede ser determinante en el rendimiento agrícola obtenido al final del experimento; por otro lado el diámetro y la altura de los tallos fueron influenciados de forma negativa por las poblaciones de gallina ciega

registradas, debido al hábito de alimentación de dichas larvas, que disminuyen el área de asimilación de nutrientes de la planta.

A pesar de la tendencia antes discutidas sobre la densidad larval y el desarrollo del cultivo, ninguna de las relaciones analizadas ofrecen ser aptas para la determinación de modelos de regresión que predigan el comportamiento del desarrollo de la planta en función de las diferentes densidades larvales, razón por la cual no se realizó el análisis de regresión respectivo.

#### 2.5.6.B Correlación entre densidad larval y rendimiento agrícola

El análisis de correlación entre la densidad larval promedio de la etapa experimental y las toneladas de caña por hectárea indica que la plaga que más influyó sobre el rendimiento agrícola fué gusano alambre en un 50 %. Gallina ciega mostró un 12% de relación con el rendimiento agrícola y larvas totales (gusano alambre y gallina ciega), con un 39 % de relación con el rendimiento agrícola (cuadro 2.13).

Cuadro 2.13 Análisis de correlación entre densidad larval y toneladas de caña por hectárea.

Variable	Toneladas por hectarea	% Relación
<i>Gusano Alambre</i>	-0.50	50%
<i>Gallina Ciega</i>	-0.12	12%
<i>Larvas Totales</i>	-0.39	39%

Referencia:

Alfa  $\leq$  0.05 significativo

\*=significativo, \*\*=altamente significativo, N. S.= no significativo.

Con las relaciones anteriores, no es posible obtener modelos de regresión que predigan de forma confiable el rendimiento agrícola, a partir de densidades larvales promedio. El rendimiento industrial no fue correlacionado con la densidad larval promedio, pues no se encontró diferencia significativa entre las parcelas testigo y las parcelas tratadas; por lo que se puede interpretar que el complejo de plagas del suelo no afectó el rendimiento industrial potencial. Por otro lado, puesto que no se reportó problemas de arranque y pérdida de macollas en ninguna de las parcelas, no se realizó ningún análisis de correlación entre densidad de individuos del complejo de plagas de la raíz y porcentaje de despoblación de macollas.

## 2.6 Conclusiones

- La población natural por metro cuadrado de larvas de gusano alambre en la finca “Buganvilia”, fluctúa a través de cada una de las etapas fisiológicas del cultivo, presentando su mayor población en la etapa de macollamiento (junio), que en la etapa de elongación (julio-diciembre), encontrándose su menor población hacia la etapa de maduración (enero-marzo).
- La población natural por metro cuadrado de larvas de gallina ciega en la finca “Buganvilia”, también fluctúa a través de las etapas fisiológicas del cultivo, presentando su mayor población en las etapas de macollamiento (junio) y elongación (julio-diciembre), disminuyendo hacia la etapa de maduración (enero-marzo).
- La presión de la plaga se disminuyó en 62.23 % por efecto de las aplicaciones de insecticida que se realizaron durante la etapa experimental.
- El diámetro de los tallos en la variedad CP 881165, en su segunda soca disminuyó por efecto, del complejo de plagas del suelo, presente en la finca “Buganvilia”, siendo significativo a partir de la etapa de elongación (julio-diciembre), manteniéndose hasta la etapa de maduración (enero-marzo).
- La altura de planta en la variedad CP 881165, en su segunda soca, disminuye por efecto del complejo de plagas del suelo, presente en la finca Buganvilia, siendo significativa a partir de la etapa de elongación (julio-diciembre), manteniéndose hasta la etapa de maduración (enero-marzo).
- La población de tallos molederos por metro lineal en la variedad CP 881165, disminuyó por efecto del complejo de plagas del suelo, presente en la finca Buganvilia, siendo significativo hacia el final de la etapa de elongación (octubre-diciembre) y se mantuvo hasta la etapa de maduración (enero-marzo).

- La población de tallos no molederos por metro lineal en la variedad CP 881165, no disminuyó por el complejo de plagas del suelo, presente en la finca “Buganvilia”, pues esta reducción solo fue significativa hacia el final de la etapa de elongación (octubre), pero no se mantuvo hasta la etapa de maduración.
- Las pérdidas causadas por el complejo de plagas del suelo en el cultivo de la caña de azúcar en la finca Buganvilia, significaron una disminución en el rendimiento agrícola potencial de la variedad CP 881165, segunda soca, de 35.74 % por unidad de área.
- El rendimiento industrial potencial de la variedad CP 881165, segunda soca, en la finca Buganvilia, no disminuyó significativamente por el complejo de plagas del suelo, presente en la finca Buganvilia.
- El complejo de plagas del suelo, presente en la finca Buganvilia no causó despoblación de macollas, en la variedad CP 881165, segunda soca.

## 2.7 Recomendaciones

- Se recomienda evaluar diferentes insecticidas que aplicados al suelo, permitan disminuir la presión de plaga causada por el complejo de plagas del suelo, presentes en la finca Bugarvilia, a fin de disminuir las pérdidas que estas provocan en el rendimiento agrícola del cultivo de la caña de azúcar, variedad CP 881165, en caña soca.
- Estimar el nivel de daño económico causado por el complejo de plagas del suelo, en el cultivo de la caña de azúcar, para cada una de las variedades cultivadas comercialmente en la finca “Bugarvilia”.
- Se recomienda realizar las aplicaciones de insecticidas para el control de plagas del suelo en el cultivo de la caña de azúcar, en la etapa fenológica de macollamiento, cuando ocurren las mayores poblaciones de gusano alambre y se incrementan las de gallina ciega, con la finalidad de disminuir las pérdidas en rendimiento agrícola que estas provocan en dicho cultivo.



## 2.8 Bibliografía

- 1 AZASGUA (Asociación de Azucareros de Guatemala, GT). 2005. Estadísticas de producción de la agroindustria azucarera Guatemalteca, zafra 04-05 (en línea). Guatemala. Consultado 10 mar 2006. Disponible en [www.azúcar.com.gt](http://www.azúcar.com.gt).
- 2 CENGICAÑA (Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar, GT). 2002. Memoria presentación de resultados de investigación: zafra 2001-2002. Guatemala. p. 47-53.
3. \_\_\_\_\_. 2000. Plagas de la raíz en caña de azúcar. Turrialba, Costa Rica, Boletín CAÑAMIP no. 2.4:1-8.
- 4 Coto, D. 1994. Diagnostico de las principales plagas del suelo de la familia Melolonthidae (*Phyllophaga*). In Seminario-taller Centroamericano sobre biología y control de *Phyllophaga*. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 132 p. Citado por: CENGICAÑA (Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar, GT). 2000. Plagas de la raíz en caña de azúcar. Turrialba, Costa Rica, Boletín CAÑAMIP no. 2.4, p. 1-8.
- 5 King, A. 1994. Biología, identificación y distribución de especies de *Phyllophaga* spp. en América Central. In Seminario-taller Centroamericano sobre biología y control de *Phyllophaga*. Turrialba, Costa Rica, CATIE. p. 50-61. Citado por: CENGICAÑA (Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar, GT). 2000. Plagas de la raíz en caña de azúcar. Turrialba, Costa Rica, Boletín CAÑAMIP no. 2.4:1-8.
- 6 Londoño, M. 1996. Manejo integrado de plagas del suelo con énfasis en control biológico. In Simposio Nacional de las Plagas de la Caña de Azúcar (1, 1996, Guatemala). Memoria. Guatemala, CENGICAÑA. p. 196-213.
- 7 Macz, LV. 1999. Fluctuación poblacional y distribución vertical de especies de chinche hedionda, gallina ciega y gusano alambre de 1995 a 1998 en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum* sp.). Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 47 p.
- 8 Manejo integrado de plagas invertebradas en Honduras (en línea). 1999. Honduras, Zamorano Academic Press. Consultado 12 feb 2007. Disponible en [www.zamorano.edu.hn](http://www.zamorano.edu.hn).
- 9 Márquez, JM; Motta, V; Barrios, C. 2004. Efecto de la reinfestación del gusano alambre (Coleoptera: Elateridae) sobre el desarrollo y rendimiento en peso de caña plantía, finca Río Azul, ingenio La Unión. In Presentación de resultados de la zafra 2003-2004. Memoria. Guatemala, CENGICAÑA. p. 104-111.
- 10 Márquez, JM; Ralda, G. 2004. Efecto de gallina ciega y gusano alambre sobre el rendimiento de caña de azúcar en Guatemala. In Presentación de resultados de investigación zafra 2004-2005. Memoria. Guatemala, CENGICAÑA. p. 67-72.

- 11 Márquez, JM; Ralda, G; Chajil, E. 2003. Dinámica poblacional de las principales plagas en el cultivo de la caña de azúcar. *In* Presentación de resultados de investigación zafra 2003-2004. Memoria. Guatemala. p. 8.
- 12 Pedigo, LP. 1989. Entomology and pest management. US, Macmillan Publishing. 646 p.
- 13 Posada, OL; Rolandia, IZ; Arévalo, IS; Saldarriaga, ER; García, A; Cárdenas, V. 1976. Lista de insectos dañinos y otras plagas en Colombia. 3 ed. Bogotá, Colombia, Editorial ICA. 484 p. (Boletín Técnico no. 43).
- 14 Orozco, H; Soto, GJ; Pérez, O; Ventura, R; Recinos, M. 1995. Estratificación preliminar de la zona de producción de la caña de azúcar (*Saccharum* sp.) en Guatemala con fines de investigación en variedades. Guatemala, Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar. p. 33. (Documento Técnico no. 6).
- 15 Valle, FI. 2004. Determinación y distribución poblacional de los géneros de gusano alambre (Col.: Elateridae), asociados a caña de azúcar (*Saccharum* spp.), en el estrato bajo de la zona cañera de Escuintla, Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. p. 33-110.

## Anexos

### Anexo 1. Cuadros

Cuadro 2.14A Lotes de caña renovados en la finca Buganvilla, zafra 05-06.

Lote	No. ha	Toneladas/ha.	Tons. Estimadas/ha.	Diferencia real	Cortes antes renovación
110103	20.01	99.6	138.64	-39.04	1
110101	10.98	99.1	118.59	-19.49	2
110102	8.66	91.6	113.7	-22.1	2
110113	8.76	95.5	128.62	-33.12	2
110118	9.68	30.3	123.6	-93.3	2
110119	9.31	117.6	138.58	-20.98	2
110120	8.21	105.4	123.57	-18.17	2
110121	11.41	101.4	128.61	-27.21	2
110131	13.62	116.8	133.63	-16.83	2
110130	7.21	118.4	153.57	-35.17	3
110112	20.72	119.4	128.64	-9.24	4
110117	14.29	98.3	128.56	-30.26	4
110128	10.31	119.1	133.58	-14.48	5
110115	11.39	103.6	133.61	-30.01	9
Area total (ha)		Promedio (Tn/ha)		Promedio (cortes)	
164.56		101.15		3	

Cuadro 2.15A Costo de renovación por hectárea

<b>Rubro</b>	<b>Monto en quetzales por hectárea</b>
Subsolador	Q. 300
Arado	Q. 345
Rastra	Q. 230
Surqueo	Q. 300
Estaquillado	Q. 150
Siembra	Q. 1,300
Semilla	Q. 1,250
Insecticida	Q. 306
<b>Costo Total por hectárea</b>	<b>Q. 4,181</b>

Fuente: elaboración propia

### CAPITULO III

SERVICIOS PRESTADOS EN EL DEPARTAMENTO DE  
INVESTIGACIÓN AGRICOLA, INGENIO MAGDALENA S.A.

### 3.1 Presentación

El presente trabajo constituye el resumen de las actividades realizadas como servicios del Ejercicio Profesional Supervisado de Agronomía (EPSA); en el departamento de investigación agrícola del Ingenio Magdalena, S.A., ubicado en el municipio de La Democracia, Escuintla, durante el periodo febrero-noviembre 2,006.

Dichos servicios fueron planteados para ofrecer algunas soluciones a los problemas observados en la fase de Diagnóstico del Manejo de las Poblaciones de Barrenadores del Tallo y el Complejo de Plagas del Suelo, en el cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) por parte del programa de plagas y enfermedades del departamento de investigación agrícola, del Ingenio Magdalena, S.A. durante la zafra 06-07”.

En virtud de lo anterior se pudo detectar que el problema principal en el manejo de las poblaciones del complejo de plagas del suelo, es la falta de información sobre el efecto del control de las plagas del suelo por parte de algunos ingredientes activos disponibles en el mercado. Es por esto que el primer ensayo de campo consistió en evaluar siete diferentes ingredientes activos sobre el control de las poblaciones de Gusano Alambre (Coleóptera: Elateridae) y Gallina Ciega (Coleóptera: Scarabeidae), obteniéndose al final los indicativos de control sobre cada uno de los géneros que componen dicho complejo.

Para el caso de los Barrenadores del Tallo, también se detecto que los problemas principales son la falta de evaluación del programa comercial de aplicaciones de VPC y liberaciones de *Trichogramma exiguum* en cuanto a disminución del daño causado por esta plaga. Además con la finalidad de evaluar algunas alternativas de control como es el caso del ingrediente activo Tebufenozide, se montó un segundo ensayo para conocer su respuesta a nivel de campo, comparado con VPC, ambos en diferentes frecuencias de aplicación. Por ultimo se planteo la evaluación de tres metodologías de muestreo de daño de Barrenadores del Tallo, para caña en pie, que puede ser de utilidad para el monitoreo de daño en las diferentes épocas de cultivo.

## 3.2 Objetivos Generales

- Evaluar el efecto del ingrediente activo Imidacloprid, utilizado comercialmente en el Ingenio Magdalena S.A. para el control del complejo de plagas de suelo, comparado con seis ingredientes activos diferentes, bajo condiciones de campo, en el cultivo de caña de azúcar.
- Estimar la reducción en el daño causado por los Barrenadores del Tallo, por la implementación de un programa conjunto de aplicaciones de VPC y liberaciones de *Trichogramma exiguum*.
- Evaluar los ingredientes activos Tebufenocide y VPC para el control de barrenadores de la caña de azúcar así como la frecuencia de aplicación que garantice la mayor reducción del daño causado por la plaga.
- Evaluar dos metodologías de muestreo de daño de barrenadores en la etapa fenológica de maduración, para caña en pie.



### 3.3 INVESTIGACIONES REALIZADAS COMO SERVICIOS EN EL PROGRAMA DE PLAGAS Y ENFERMEDADES, INGENIO MAGDALENA S.A. ZAFRA 06-07.

#### 3.3.1 EVALUACIÓN DE SIETE INGREDIENTES ACTIVOS PARA EL CONTROL DEL COMPLEJO DE PLAGAS DEL SUELO, EN EL CULTIVO DE LA CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum officinarum* L.), BAJO CONDICIONES DE CAMPO, FINCA BUGANVILIA, LA DEMOCRACIA, ESCUINTLA.

##### 3.3.1.A Definición del Problema

El cultivo de la caña de azúcar es afectado por un complejo de plagas que se alimentan del sistema radicular, reduciendo el desarrollo del cultivo, promoviendo el acame y pérdida de macollas. La composición de este complejo varía en función de las condiciones climáticas de la zona cañera, siendo Chinche Hedionda (Hemíptera: Cydnidae) la especie con mayor ocurrencia en el estrato alto, mientras que Gusano Alambre (Coleóptera: Elateridae) y Gallina Ciega (Coleóptera: Scarabaeidae) muestran mayor ocurrencia en el estrato medio y bajo. En la zafra 2002-2003 fueron detectadas áreas en los municipios de La Gomera y La Democracia con poblaciones crecientes de Gusano Alambre, desde 42 larvas/macolla en sectores de la finca Río Azul hasta variaciones de 80 y 166 larvas/m<sup>2</sup> en finca Buganvilia (promedió de 50.4 larvas/m<sup>2</sup>) (1). No obstante, el estudio de pérdidas realizado en Finca Río Azul, no mostró efectos perjudiciales en rendimiento de caña, para una población promedio de larvas de 17.59 m<sup>2</sup>.

Otros estudios de CENGICAÑA-CAÑAMIP han demostrado que las poblaciones de Gallina Ciega, constituyen la plaga de mayor importancia dentro del complejo ya que el área del ingenio Tululá y con 12.50 a 16.20 larvas/m<sup>2</sup> las reducciones en peso de caña fueron de 5.95 a 9.62 por ciento (3). Esto también fue evidente en el estudio de pérdidas realizado en conjunto con el Departamento de Investigación de ingenio Pantaleón en la finca Limones, en donde la pérdida estimada alcanzó el 16 por ciento del potencial de rendimiento de caña con coeficientes de pérdida de 0.62 t/ha, por cada larva de Gallina

Ciega por metro<sup>2</sup> de incremento en campo (2).

El uso de productos químicos ha sido el método tradicional de control, sin embargo no han mostrado los beneficios esperados debido a que han utilizado sin considerar aspectos bioecológicos de las plagas, como el periodo de mayor ocurrencia, la formulación y modo de acción. Ante esta situación, se plantea la necesidad de seleccionar algún producto que aplicado en soca permita reducir las poblaciones en áreas críticas de alta infestación, de manera que luego se pueda implementar un manejo integral en el que se incluyan opciones de entomopatógenos, combinado con practicas culturales de cultivos intercalados, mecanización, trampas de luz y atrayentes.

### 3.3.1.B OBJETIVOS

- Evaluar el efecto del ingrediente activo Imidacloprid, utilizado comercialmente en el Ingenio Magdalena S.A. para el control del complejo de plagas de suelo, comparado con otros seis ingredientes activos, bajo condiciones de campo, en el cultivo de caña de azúcar.
- Obtener el rendimiento agrícola del cultivo de la caña de azúcar, bajo cada uno de los tratamientos de insecticidas para plagas del suelo evaluados.

### 3.3.1.C HIPÓTESIS

- El ingrediente activo Imidacloprid, mostrará el mejor efecto de control del complejo de plagas del suelo, en el cultivo de la caña de azúcar, finca Buganvilia.
- El ingrediente activo Imidacloprid, mostrará el mayor incremento del rendimiento agrícola en toneladas de caña por hectárea.
-

### 3.3.1.D METODOLOGÍA

#### 3.3.1.D.a Ubicación del experimento

El ensayo fué establecido en la finca Buganvilia, específicamente en el lote 110108, pante 6, cultivado con la variedad CP 731547, el cual cuenta con 2 cortes, y con una edad hasta el establecimiento del cultivo de 4 meses de edad.

#### 3.3.1.D.b Tamaño de las parcelas

Se utilizarón parcelas de 8 surcos de ancho y 40 mts de largo, colocadas en el extremo sur de dicho pante.

#### 3.3.1.D.c Diseño Experimental

El modelo propuesto fue de bloques completos al azar, con 3 repeticiones por cada uno de los tratamientos evaluados.

#### 3.3.1.D.d Tratamientos Evaluados

Los productos seleccionados se describen en el cuadro 3.1, con su ingrediente activo, dosis por hectárea y la cantidad de producto por bomba de mochila o surco, según se aplicó líquido o granulado para un tamaño de parcela de 8 surcos de 40 metros de longitud (480 m<sup>2</sup>).

Cuadro 3.1 Productos insecticidas evaluados para el control del complejo de plagas de la raíz, finca Buganvilia, La Democracia, Escuintla.

Producto	Ingrediente Activo	Dosis/Ha	Cantidad de producto por parcela
Testigo	Ninguno	Ninguno	Ninguno
Regent 20 SC	Fipronil	0.50 lt	24 mL / 8 mL/ bomba
Volatón 50 EC	Foxim	2 lt	96 mL / 32 mL / bomba
Lorsban 75	Clorpirifos etil	2 kg	96 gr/ 12 gr / surco
Diazinon	Diazinon	2 lt	96 mL / 32 mL / bomba
Jade 0.8 gr	Imidacloprid	11 Kg	528 gr/ 66 gr / surco
Cascade	Flufenoxuron	300 mL	14.4 mL / 5 mL/Bomba
Beauveria sp. Metarhizium sp.	Beauveria sp. 5*10 <sup>11</sup> , Metarhizium a. 5* 10 <sup>11</sup>	0.1 lt	4.8 mL/ 2 mL/ bomba

Los tratamientos se evaluarán bajo el diseño experimental de Bloques Completos al Azar con 3 repeticiones.

#### 3.3.1.D.e Aplicación de tratamientos

Para estandarizar la aplicación, aquellos productos que se aplican como líquidos se hicieron con un volumen de 30 litros por parcela, es decir, distribuir los 16 litros de una bomba de mochila sin boquilla en 3 surcos de 40 metros. Con ello, se garantiza que todas las macollas de la unidad experimental serán tratadas con el producto. Los productos granulados se dosificarán según el comportamiento de la población de insectos, se realizó una nueva aplicación de los productos, utilizando como base el umbral de 12 larvas/metro<sup>2</sup> (Gallina Ciega o Gusano Alambre).

#### 3.3.1.D.f Toma de datos experimentales.

##### a) Población de insectos del suelo y desarrollo del cultivo

Se elaboró un programa de muestreos cada meses, iniciando con el de pre-aplicación, mediante una muestra por repetición con un tamaño de muestra de 0.90 x 0.6 x 0.4 (profundidad) en metros, anotando la cantidad de insectos de cada especie. Se muestreo el desarrollo del cultivo al momento de la cosecha del ensayo, tomando dos muestras por cada repetición, para las variables diámetro del tallos en el entrenudo central, altura de la planta, y población de tallos por metro lineal.

##### b) Rendimiento agrícola

El rendimiento agrícola de cada una de las repeticiones de los tratamientos fue estimado a través del peso del metro más poblado de tallos molederos, realizando dos sub-muestras dentro de cada repetición, para luego promediar el peso obtenido por repetición.

### 3.3.1.D.g Análisis de datos.

- Análisis de varianza entre localidades y dentro de localidades para la densidad poblacional de las plagas de la raíz ocurrido en cada época de muestreo.
- Análisis de varianza para las variables de altura, diámetro y población en 5 metros estimada al momento de la cosecha.
- Análisis de la dinámica poblacional de insectos de la raíz, ocurrida en el testigo en las tres etapas fenológica.
- Comparación de medias de tratamiento y eficiencia de control asociado a los productos evaluados.

### 3.3.1.E Resultados y Discusión.

#### 3.3.1.E.a Densidad poblacional del complejo de plagas de la raíz

##### a) Gusano Alambre

El análisis de varianza realizado a cada uno de los tratamientos evaluados por época de muestreo (cuadro 3.2), muestra que no se obtuvieron diferencias significativas entre tratamientos, en cuanto a la variable densidad de larvas de Gusano Alambre por metro<sup>2</sup> se refiere.

Cuadro 3.2 Análisis de varianza de la densidad de larvas de Gusano Alambre por época de muestreo, mayo – diciembre 2,006, finca Buganvilía.

Muestreo	Epoca	Flufenoxuron	Diazinón	Imidacopric	Clorpirifos etil	Beauberia sp Metarhizium	Fipronil	Ninguno	Foxim	Alfa	Significación
Inicial	29-May-06	34	53	43	54	43	42	69	81	0.32	NS
05-Jun-06		Primer aplicación de productos químicos insecticidas									
1ra. Post-apli.	05-Jul-06	31	4	20	20	17	6	25	10	0.13	NS
06-Jul-06		Segunda aplicación de productos químicos insecticidas									
2da. Post-apli.	06-Ago-06	15	7	10	14	5	4	27	7	0.53	NS
3ra. Post-apli.	06-Sep-06	25	7	12	5	27	4	15	10	0.14	NS
4ta. Post-apli.	05-Oct-06	6	4	9	4	9	1	17	3	0.07	NS
5ta. Post-apli.	06-Nov-06	13	11	16	12	10	1	20	12	0.6	NS
6ta. Post-apli.	06-Dic-06	23	19	21	19	11	7	15	13	0.60	NS

Referencia:

N. S. = no significativo, \* = significativo, \*\* = altamente significativo.

Adicional al análisis de varianza se obtuvo el porcentaje de eficacia de control

(cuadro 3.3) de cada uno de los productos con respecto al testigo absoluto, donde se observa que Fipronil alcanzo un 194 %, y Flofenoxuron mostró el menor porcentaje de control con un 28 %.

La tendencia anterior se mantiene cuando se analiza el porcentaje de disminución de la densidad larval con respecto a si mismo para cada uno de los productos, en donde Fipronil alcanzo un 1,256 % y Flofenoxur n solamente disminuyó 108 % después de realizadas dos aplicaciones de insecticida.

Cuadro 3.3 % Eficacia de control y % Disminución de la densidad larval de Gusano Alambre para cada uno de los productos evaluados, diciembre 2,006, finca Bugarvilia.

Estadístico	Flufenoxuron	Diazinón	Imidacloprid	Clorpirifos etil	Beauberia sp. Metarhizium a.	Fipronil	Ninguno	Foxim
Promedio General	21	15	19	18	17	9	27	20
% Eficacia Control	28.0	77.6	42.5	45.9	54.2	194.3	0	36.7
Promedio post-apli.	16.3	9.6	13.6	10.7	12.3	3.1	18.8	9.1
% Disminución	-108	-453	-218	-406	-246	-1256	-264	-785

#### b) Gallina Ciega

El análisis de varianza (cuadro 3.4) indica que no existió efecto significativo de ninguno de los i.a. evaluados, para cada época de muestreo, en cuanto a disminución de la densidad de larvas de gallina ciega se refiere.

Cuadro 3.4 Análisis de varianza de la densidad de larvas de Gallina Ciega por época de muestreo, mayo-diciembre 2,006.

Muestreo	Epoca	Flufenoxuron	Diazinón	Imidacloprid	Clorpirifos etil	Beauberia sp. Metarhizium a.	Fipronil	Ninguno	Foxim	Alfa	Significación
Inicial	29-May-06	4	12	14	25	6	41	33	25	0.34	NS.
05-Jun-06		Primer aplicación de productos químicos insecticidas									
1ra. Post-apli.	05-Jul-06	24	20	10	20	12	12	9	15	0.84	NS.
06-Jul-06		Segunda aplicación de productos químicos insecticidas									
2da. Post-apli.	06-Ago-06	2	23	18	10	7	20	20	10	0.29	NS.
3ra. Post-apli.	06-Sep-06	4	12	14	13	17	25	10	7	0.59	NS.
4ta. Post-apli.	05-Oct-06	10	17	4	9	6	15	4	7	0.58	NS.
5ta. Post-apli.	06-Nov-06	7	2	3	4	9	20	15	8	0.25	NS.
6ta. Post-apli.	06-Dic-06	6	11	10	4	9	18	15	51	0.27	NS.

Referencia:

N. S. = no significativo, \* = significativo, \*\* = altamente significativo.

El análisis del porcentaje de control de cada uno de los productos evaluados con respecto al testigo (cuadro 3.5) indica que Flofenoxuron alcanzo un 86 % de eficacia de control y Fipronil obtuvo un -30 % de eficacia de control, lo que indica de que su efecto

residual para el control de las larvas de gallina ciega es muy corto, pues se observó una tendencia a un incremento de la densidad de larvas hacia el final de la época de muestreos. Por otro lado, se consideró el porcentaje de disminución de la densidad larval obtenido por cada producto con respecto así mismo, y donde se observa que después de dos aplicaciones de insecticida el i. a. Clorpirifos etil alcanzó un 211 % de disminución, y considerando que la densidad de larvas de gallina ciega disminuyó naturalmente un 157%, como el producto de mayor efecto residual para el control larvas de Gallina Ciega.

Cuadro 3.5 % Eficacia de control y % Disminución de la densidad larval de Gallina Ciega para cada i.a. evaluado, diciembre 2,006, finca Buganvilía.

Estadístico	Flufenoxuron	Diazinón	Imidacloprid	Clorpirifos etil	Beauberia sp. Metarhizium a.	Fipronil	Ninguno	Foxim
Promedio General	8	14	10	12	9	21	15	18
% Eficacia Control	86	8	44	22	61	-30	0	-14
Promedio post-apli.	5.8	13.0	10.0	8.1	9.5	19.4	12.7	16.7
% Disminución	36	5	-36	-211	35	-110	-157	-48

### 3.3.1.E.b Desarrollo del cultivo

El desarrollo del cultivo fue medido a través de las variables diámetro del tallo en el entrenudo central, altura del tallo, entrenudos por tallo y población de los diferentes tallos por metro lineal. Como se observa en el cuadro 3.6, las variables diámetro del tallo medido en el entrenudo central, altura de tallo, entrenudos por tallo, tallos molederos por metro lineal, mamonos no molederos por metro lineal no mostraron significancia para ninguno de los tratamientos evaluados. La población de mamonos molederos por metro lineal si muestra significancia en cuanto a los tratamientos.

Cuadro 3.6 Análisis de varianza, de las variables de desarrollo del cultivo, diciembre 2,006, finca Buganvilía.

Producto \ Variable	Diametro del tallo (cm)	Altura del tallo (cm)	Entrenudos por tallo	Tallos molederos por metro lineal	Mamonos molederos por metro lineal	Mamonos no molederos por metro lineal
Flufenoxuron	2.61	261	26	10	5	2
Diazinón	2.60	265	25	9	4	1
Imidacloprid	2.66	270	25	12	4	1
Clorpirifos etil	2.60	261	26	9	3	2
Beauberia sp. Metarhizium a.	2.53	267	26	9	4	1
Fipronil	2.63	254	23	11	6	1
Ninguno	2.55	261	23	10	7	1
Foxim	2.69	277	27	9	4	1
Alfa	0.98	0.94	0.38	0.60	0.04	0.23
Significación Tratamientos	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	*	N.S.
Alfa	0.416	0.40	0.01	0.67	0.35	0.19
Significación Bloques	N.S.	N.S.	**	N.S.	N.S.	N.S.

Referencia:

N. S. = no significativo, \* = significativo, \*\* = altamente significativo.

### 3.3.1.E.c Rendimiento agrícola potencial

El rendimiento agrícola fué estimado al momento de la cosecha, para cada uno de los tratamientos evaluados y sus respectivas repeticiones. Según se observa en el cuadro 3.7, no existió significancia para ningunos de los ingrediente activos evaluados.

Cuadro 3.7 Análisis de varianza, de la variable ton / ha, diciembre 2,006, finca Buganvilla.

Variable Producto	Tallos molederos ton/ha	Mamones molederos ton/ha	Total tallos molederos ton/ha
Flufenoxuron	65	99	164
Diazinón	82	73	155
Imidacloprid	85	71	156
Clorpirifos etil	79	72	151
Beauberia sp. Metarhziu m a.	64	75	139
Fipronil	67	105	172
Ninguno	68	95	163
Foxim	71	80	151
Alfa	0.63	0.60	0.92
Significación Tratamientos	N.S.	N.S.	N.S.
Alfa	0.00	0.05	0.00
Significación Bloques	**	*	**

Referencia:

N. S. = no significativo, \* = significativo, \*\* = altamente significativo.

Cabe mencionar que algunos productos mostrarón tendencia a incrementar la población de mamones molederos, situación que se ve reflejada en un promedio de toneladas mayor debido al incremento del peso por parte de los mamones molederos.

### 3.3.1.F Conclusiones

- Ninguno de los productos evaluados disminuyó significativamente la densidad larval de Gusano Alambre después de realizadas dos aplicaciones de producto, en ninguna época de muestreo.
- Ninguno de los productos evaluados disminuyó significativamente la densidad larval de Gallina Ciega después realizadas dos aplicaciones de producto, en ninguna época de muestreo.
- El ingrediente activo fipronil mostró el mayor porcentaje de eficacia de control y mayor



porcentaje de disminución de la densidad larval de Gusano Alambre.

- El ingrediente activo Flofenoxuro mostró el mayor porcentaje de eficacia de control de larvas de Gallina Ciega y el i. a. clorpirifos-etil mostró el mayor porcentaje de disminución de la densidad de larvas de Gallina Ciega.
- Ninguno de los productos mostró efecto sobre ninguna de las variables de desarrollo evaluadas.
- El rendimiento agrícola no mostró incremento por la aplicación de ningún i.a. evaluados.

### 3.3.1.G BIBLIOGRAFÍA

1. Márquez, JM; Motta, VH; Barrios, C. 2004. Efecto de la re-infestación del gusano alambre (Coleoptera: Elateridae) sobre el desarrollo y rendimiento en peso de caña plantía, finca Río Azul, ingenio La Unión. *In* Presentación de resultados de investigación zafra 2004-2005 (2005, GT). Memoria. Guatemala, CENGICAÑA. p. 104-109.
2. Márquez, JM; Ralda, G. 2005. Efecto de gallina ciega (*Phyllophaga* spp.) y gusano alambre (*Dipropus* spp.) sobre el rendimiento de caña de azúcar en Guatemala. *In* Presentación de resultados de investigación zafra 2004-2005 (2005, GT). Memoria. Guatemala, CENGICAÑA. p. 67-72
3. Márquez, JM; Sandoval, F. 2003. Avances sobre las pérdidas causadas por gallina ciega (*Phyllophaga* spp.) en el cultivo de la caña de azúcar. *In* Presentación de resultados de investigación zafra 2002-2003 (2003, GT). Memoria. Guatemala, CENGICAÑA. p. 104-108.

### 3.3.2 EVALUACIÓN A NIVEL DE CAMPO DE SEIS OPCIONES DE CONTROL DE BARRENADORES DE LA CAÑA DE AZÚCAR, CON VIRUS DE LA POLIEDROSIS CITOPLASMÁTICA (VPC) Y LIBERACIONES DE *Trichogramma exiguum*, FINCA SAN JORGE DINAMARCA, PUERTO SAN JOSE, ESCUINTLA.

#### 3.3.2.A Definición del Problema

Estudios recientes de CENGICAÑA-CAÑAMIP han mostrado que bio-insecticidas como el virus de la poliedrosis nuclear tiene capacidad para reducir hasta un 78 % los daños causados por las larvas de ambas especies de *Diatraea* (1). Una variante de estos virus es el de la poliedrosis citoplasmática (VPC) del cual el ingenio Magdalena necesita verificar su eficiencia en campo acoplado a un programa que incluye la liberación de *Trichogramma exiguum* (Himenóptera: Trichogrammatidae). Las avispas de *Trichogramma* parasitan las masas de huevos mientras que el VPC debe ingerirse para provocar mortalidad en larvas de segundo y tercer instar.

#### 3.3.2.B Objetivos

- Determinar la reducción en el daño debido a la implementación de un programa conjunto de aplicaciones de VPC y liberaciones de *Trichogramma exiguum*.

#### 3.3.2.C Hipótesis

- Las aplicaciones de VPC y liberaciones de *Trichogramma exiguum*, en los primeros meses del cultivo de la caña de azúcar, reducirán los daños por Barrenadores mejor que otros

métodos de control.

### 3.3.2.D Metodología

#### 3.3.2.D.a Ubicación

Finca: San Jorge Dinamarca

Localidad: Puerto San José, Escuintla.

Ingenio: Magdalena, S.A.

Variedad: CP 722086

#### 3.3.2.D.b Productos de control

Los productos evaluados fueron:

- a) *Trichogramma exiguum*: Con liberaciones consistentes en avispas emergidas y de previa copulación con una proporción de 1.2 gramos por hectárea.
  
- b) Virus de la poliedrosis citoplasmática (VPC): Un producto en polvo que el Ingenio Magdalena, S.A. evaluó a una dosis de 0.50 kg. de producto comercial en un volumen de 200 litros de mezcla por hectárea.

Debido a que *Trichogramma exiguum* parasitan huevos colocados por los adultos del barrenador en las hojas del cultivo y que el VPC es para larvas del segundo o tercer instar la combinación de ambos en un programa de control debe estar orientado a las primeras etapas de desarrollo del cultivo, cuando el follaje no es exuberante y las aplicaciones de bioinsecticidas son más eficientes. Los tratamientos son por lo tanto, una combinación de las dos estrategias, iniciando con las aplicaciones de VPC y luego las liberaciones del parasitoide en tres períodos de 15 días (o menos) según se especifica en el siguiente cuadro.

Cuadro 3.8 Tratamientos resultantes de la combinación de las estrategias de control, según un programa de aplicaciones con una frecuencia de 15 días.

Tratamiento	Lote	Area aplicación	semana 1	semana 2	semana 3	semana 4	semana 5	semana 6
3 aplicaciones completas	350102	4.68	VPC	Trich.	VPC	Trich.	VPC	Trich.
3 aplicaciones de VPC	350105	7.88	VPC		VPC		VPC	
3 liberaciones de Trichogramma	350202	4.58		Trich.		Trich.		Trich.
2 aplicaciones completas	350101	4.94	VPC	Trich.	VPC	Trich.		
2 aplicaciones completas + VPC	350103	5.28	VPC	Trich.	VPC	Trich.	VPC	
2 aplicaciones completas + Trichogramma	350201	4.35	VPC	Trich.	VPC	Trich.		Trich.

### 3.3.2.D.c Cronograma de aplicaciones

Se asignaron los tratamientos al azar a cada pante (unidad experimental) y en cada uno se establecieron dos secciones, la primera de ellas correspondió al área tratada y la segunda al área sin tratamiento (testigo), con el propósito de estimar el efecto de cada tratamiento con respecto a su testigo, y a partir de las cuales se estimó el daño causado por la plaga así como el rendimiento agrícola potencial. En cuanto a la asignación de los tratamientos en la realidad se muestra el cuadro 3.9, en donde se observa que el esquema inicial propuesto fue modificado, quedando de la siguiente manera.

Cuadro 3.9 Fechas de aplicación de tratamientos, finca San Jorge Dinamarca, marzo 2,006.

Lote	Tratamiento	Días transcurridos hasta la aplicación después del corte					
		VPC	Trichogramma	VPC	Trichogramma	VPC	Trichogramma
350101	2 aplicaciones completas	56	62	70	117		
350102	3 aplicaciones completas	56	62	70	117	88	124
350103	2 aplicaciones completas + VPC	55	61	69	116	87	
350105	Solo VPC	53		67		85	
350201	2 aplicaciones completas + Trichogramma	53	59	67	114		121
350202	Solo Trichogramma		58		113		120

### 3.3.2.D.d Análisis de la información

Para el presente estudio se planteó utilizar el porcentaje de disminución de la intensidad de infestación y % de disminución de tallos dañados en cada uno de los tratamientos con respecto a su testigo. Lo anterior fue complementado con la estimación de rendimiento agrícola de cada sección de tratamientos y testigos, así como el % de incremento de dicho rendimiento.

### 3.3.2.D.e Variables medidas

El porcentaje de infestación y el porcentaje de intensidad de infestación fue obtenido a través de un total de 4 muestras obtenidas en cada tratamiento y su testigo respectivo, tomando 20 tallos en 10 metros de chorra de caña al momento de la cosecha. El rendimiento agrícola fue estimado a partir de los pesos obtenidos en bascula por cada una de las secciones de tratamientos y testigo.

### 3.3.2.E Resultados y discusión

#### 3.3.2.E.a Efecto del control de barrenadores

La eficacia de la aplicación de cada uno de los tratamientos evaluados sobre el control de las poblaciones de barrenadores se refleja en el porcentaje de disminución de infestación de tallos y en el porcentaje de disminución de la intensidad de infestación con respecto a su testigo, lo cual se muestra en el cuadro 3.10.

Cuadro 3.10 Porcentaje de disminución de las variables, % infestación y % intensidad de infestación, finca San Jorge Dinamarca, marzo 2,007.

Tratamiento	Promedio % I.	Promedio % I.I.	% Disminución I.	% Disminución I. I.
2 aplicaciones completas	56.3	6.7	-9.8	40.8
Testigo	51.3	11.4		
3 aplicaciones completas	48.8	10.3	4.9	0.7
Testigo	51.3	10.4		
2 aplicaciones completas + VPC	47.5	7.6	9.5	22.1
Testigo	52.5	9.8		
3 aplicaciones de VPC	45.0	8.6	-24.1	-39.3
Testigo	36.3	6.2		
2 aplicaciones completas + Trichogramma	58.8	7.7	-34.3	-76.4
Testigo	43.8	4.4		
3 liberaciones de Trichogramma	36.3	3.0	14.7	11.0
Testigo	42.5	3.3		

El mayor porcentaje de disminución de tallos dañados se obtuvo con el tratamiento de 3 liberaciones de Trichogramma (15 % disminución de tallos infestados) a pesar de que existió un intervalo de 55 días entre la primera y la segunda liberación, y dado que Trichogramma es parasitoide de huevos de lepidópteros, se puede considerar que la disminución en el porcentaje de tallos infestados se debió a un evento fortuito y no a un cese de la actividad alimenticia como puede causar VPC. Por otro lado los tratamientos

que incluirán 3 aplicaciones de VPC, mostrarán disminuir la infestación de tallos, lo que hace suponer que el ciclo de 3 aplicaciones de VPC con intervalos de 15 a 20 días entre cada uno de ellos puede reducir el número de tallos infestados hasta el momento de la cosecha.

En cuanto a la disminución de la intensidad de infestación, el tratamiento de dos aplicaciones de VPC y dos liberaciones de trichogramma disminuyó en 41 por ciento la intensidad de infestación, seguido de tres aplicaciones de VPC y dos liberaciones de trichogramma con 22 por ciento de disminución de la intensidad de infestación; sin embargo otros tratamientos como el de tres aplicaciones de VPC no mostrarán reducir el daño causado por la plaga.

### 3.3.2.E.b Rendimiento Agrícola

Se estimó el rendimiento agrícola de cada uno de los tratamientos y el porcentaje de incremento del mismo. El cuadro 3.11 muestra que el tratamiento de tres aplicaciones de VPC con intervalos de 15-20 días, tuvo un incremento de 28 por ciento del rendimiento agrícola, seguido del tratamiento dos aplicaciones de VPC y dos liberaciones de trichogramma con 26 por ciento de incremento rendimiento agrícola.

Cuadro 3.11 Rendimiento Agrícola y porcentaje de incremento del Rendimiento Agrícola, finca San Jorge Dinamarca, marzo 2,007.

Tratamiento	Rendimiento Agrícola (ton/ha)	% Incremento ton / ha
2 aplicaciones completas	168	26
Testigo	124	
3 aplicaciones completas	146	-8
Testigo	158	
2 aplicaciones completas + VPC	145	3
Testigo	141	
3 aplicaciones de VPC	138	28
Testigo	99	
2 aplicaciones completas + Trichogramma	128	0
Testigo	129	
3 liberaciones de Trichogramma	170	-1
Testigo	173	

Es importante considerar que la tendencia de que a mayor número de aplicaciones de VPC se reduce la intensidad de infestación no se mantuvo ya que el tratamiento de tres

aplicaciones de VPC y tres de *Trichogramma* mostró una reducción del rendimiento agrícola, con respecto a su testigo, lo que nos indica que el diferencial de rendimiento obtenido con algunos tratamientos con respecto a su testigo se debe a efecto de sitio y no a efecto del control de la plaga.

### 3.3.2.F Conclusiones

- Los tratamientos que incluyeron tres aplicaciones consecutivas de VPC mostraron tendencia a reducir el porcentaje de tallos infestados.
- Los tratamientos que incluyeron tres aplicaciones consecutivas de VPC y dos liberaciones de *Trichogramma* mostraron tendencia a reducir la intensidad de infestación.
- El incremento del rendimiento agrícola esta poco relacionado con el efecto de control de las poblaciones de barrenadores de la caña de azúcar.



### 3.3.2.G Bibliografía

1. Márquez, JM *et al.* 2005. Evaluación de Tebufenozide, virus de la poliedrosis nuclear (VPN) y *Basillus thurigiensis* (Bt) en el control alternativo del barrenador mayor de la caña de azúcar, bajo condiciones de campo, ingenio Magdalena-CENGICAÑA. *In* Resultados zafra 04-05, memoria. Guatemala, CENGICAÑA. p. 78-88
2. Márquez, JM *et al.* 2005. Evaluación de la mortalidad provocada por bioinsecticidas, en larvas de dos especies del barrenador del tallo, bajo condiciones de laboratorio, ingenio Magdalena-CENGICAÑA. *In* Resultados zafra 04-05, memoria. Guatemala, CENGICAÑA. p. 73-77

### 3.3.3 EVALUACIÓN A NIVEL DE CAMPO, DE CINCO OPCIONES DE CONTROL DE BARRENADORES DE LA CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum officinarum* L.), CON LOS INGREDIENTES ACTIVOS VIRUS DE LA POLIEDROSIS CITOPLASMÁTICA Y TEBUFENOZIDE, FINCA BUGANVILIA, LA DEMOCRACIA, ESCUINTLA, ZAFRA 06-07.

#### 3.3.3.A Definición del Problema

En la finca Buganvilia, se evaluarán 2 productos bioinsecticidas para el control de Barrenadores de la caña. Ambos productos mostrarán ser promisorios para el control de barrenadores de la caña de azúcar en la prueba realizada durante la zafra 2004-2005, en la finca La Felicidad, en la cual los tratamientos a) 2 aplicaciones de Tebufenocide (200 cc/ha) y b) 4 aplicaciones de VPN (1 Kg/ha) fueron los que mejor control ejercieron sobre dicha plaga con respecto al testigo absoluto. Por otro lado actualmente, el programa de control de barrenadores que se utiliza en el Ingenio Magdalena, S.A., está basado en la aplicación de VPC (0.5 Kg/ha) en las primeras etapas de cultivo, con una frecuencia de 15 días entre cada aplicación, combinado en algunos casos con liberaciones *Trichogramma exiguum*.

Lo anteriormente expuesto motiva a evaluar las frecuencias de aplicación de los productos VPC y de Tebufenocide, a fin de encontrar la mejor relación beneficio/costo que nos pueda brindar cada uno de los productos y que garantice la reducción de la plaga y que permita entregar a la fábrica cañas de buena calidad.

#### 3.3.3.B Objetivo

- Evaluar los i. a. Tebufenocide y VPC para el control de barrenadores de la caña de azúcar así como la frecuencia de aplicación que garantice la mayor reducción del daño causado por la plaga.

### 3.3.3.C Hipótesis

- El programa de control de Barrenadores del Tallo que actualmente se usa en el Ingenio Magdalena, S.A. y que consiste en 3 aplicaciones de VPC (0.5 Kg/ha) con una frecuencia de 15 días entre cada aplicación disminuye en mayor porcentaje el daño causado por dicha plaga.

### 3.3.3.D Metodología

#### 3.3.3.D.a Establecimiento del experimento

El experimento se estableció en la Finca Buganvilia, a 48 msnm, en el lote 110204, con un área de 13.28 ha, cultivadas con la variedad CP 722086, segundo corte, con una edad de 113 días en el momento de realizar la primera aplicación.

#### 3.3.3.D.b Tamaño de la muestra

La unidad de muestreo fue 10 metros lineales, tomado 20 tallos al azar y seleccionando el surco muestreado de forma sistemática.

#### 3.3.3.D.c Tratamientos

Los productos se aplicarán utilizando asperjadoras motorizadas de espalda, iniciando en la etapa de elongación siendo los siguientes tratamientos a evaluar, con intervalos de 15 días entre cada aplicación.

T<sub>1</sub> = 2 Aplicaciones de VPC (0.5 Kg/ha)

T<sub>2</sub> = 3 Aplicaciones de VPC (0.5 Kg/ha)

T<sub>3</sub> = 2 Aplicaciones de Mimic (200 cc/ha)

T<sub>4</sub> = 3 Aplicaciones de Mimic (200 cc/ha)

T<sub>5</sub> = Testigo Absoluto

### 3.3.3.D.d Diseño Experimental

Para la evaluación se planteó el diseño de Bloques Completos al Azar con 4 repeticiones.

### 3.3.3.D.e Toma de Datos Experimentales

Se realizó la evaluación de los daños causados por barrenadores en la cosecha, en la cual se extrajeron 20 tallos al azar de la chorra de caña, realizado 4 muestras por tratamiento, contando el numero de tallos totales, el numero de entrenudos por tallo y entrenudos dañados, con los cuales se obtuvieron las variables % de infestación (i. %) y % de intensidad de infestación (i.i. %).

## 3.3.3.E Resultados

### 3.3.3.E.a Daño causado por los barrenadores de la caña de azúcar

El daño causado por los barrenadores de la caña fue medido en la cosecha a través del porcentaje de infestación de tallos y del porcentaje de intensidad de infestación de los mismos.

Cuadro 3.12 Análisis de varianza para las variables porcentaje infestación, y porcentaje intensidad de infestación, marzo 2,007, finca Buganvilla.

Variable \ Tratamiento	2 Tebufenocide	Testigo	3VPC	3Tebufenocide	2VPC	Alfa	Significación
%Infestación	41.25	52.5	33.75	32.5	42.5	0.12	NS.
%Intensidad de Infestación	3.43	5.15	2.66	4.49	3.87	0.11	NS.

Referencia:

N.S. = no significativo, \* = significativo, \*\* = altamente significativo

En el cuadro 3.12, se observa que el tratamiento de 3 aplicaciones de Tebufenocide mostró un 32.5 por ciento de tallos dañados por barrenadores, mientras que el testigo que representó la condición natural mostró un 52.5 por ciento de tallos dañados por

barrenadores. Es evidente la tendencia a disminución del % de infestación de tallos al incrementar de 2 a 3 aplicaciones para cada uno de los i. a. evaluados (figura 3.1), lo que nos hace suponer que el ciclo biológico de las larvas de barrenador se rompe, con el esquema de 3 aplicaciones consecutivas y con un intervalo de 15 días entre cada aplicación, por lo cual disminuyen el daño que estos causan.

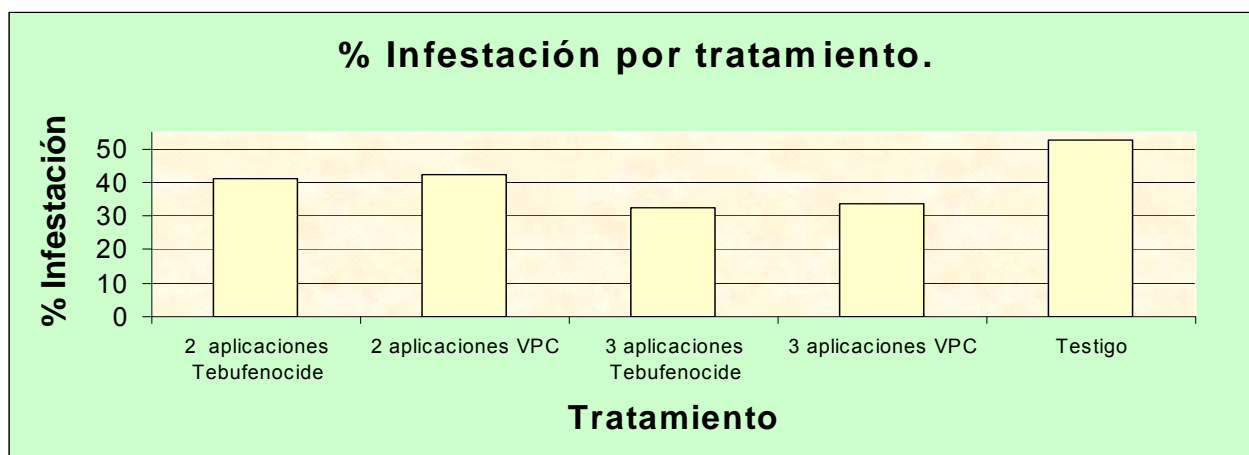


Figura 3.1 Porcentaje de infestación por tratamiento, marzo 2,007, finca Buganvilla.

El tratamiento de 3 aplicaciones de VPC mostró 2.66 por ciento de intensidad de infestación, mientras que el testigo representó la condición natural, mostró 5.15 por ciento de intensidad de infestación (cuadro 3.12). El tratamiento 3 aplicaciones consecutivas de VPC muestra una tendencia a disminuir en mayor porcentaje la intensidad de infestación que los otros tratamientos evaluados. Sin embargo en ninguna de las dos variables medidas en cada tratamiento se encontró que existiera diferencia estadística significativa.

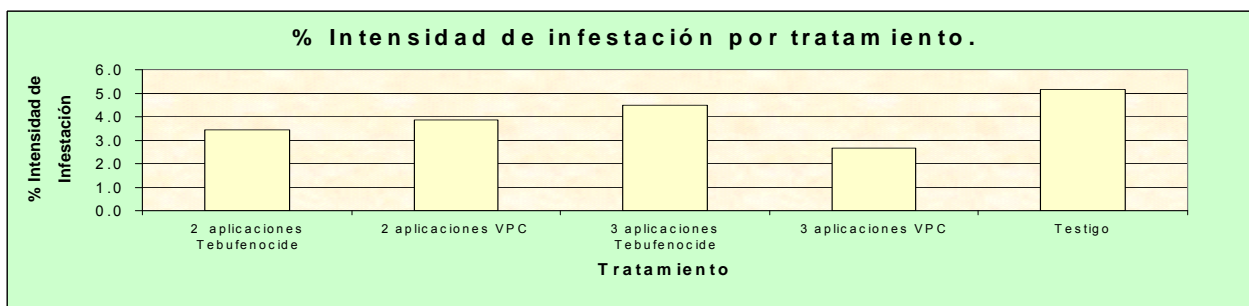


Figura 3.2 Porcentaje de intensidad de infestación por tratamiento, marzo 2,007, finca Buganvilla.

### 3.3.3.E.b Disminución del daño de Barrenadores por efecto de los i. a. evaluados.

Para conocer la disminución del daño provocado por los barrenadores, por efecto de la aplicación de cada uno de los tratamientos, se comparó el porcentaje de infestación y el porcentaje de intensidad de infestación de cada uno de los tratamientos con respecto al testigo, donde se observa (figura 3.3) que el tratamiento 3 aplicaciones consecutivas de VPC, alcanzó un 93.9 % de disminución de la intensidad de infestación, con un 55.6 % de disminución de tallos dañados. Por otro lado el tratamiento 2 aplicaciones consecutivas de VPC solo disminuyó en 33.1 % la intensidad de infestación con 23.5 % de disminución de tallos dañados.

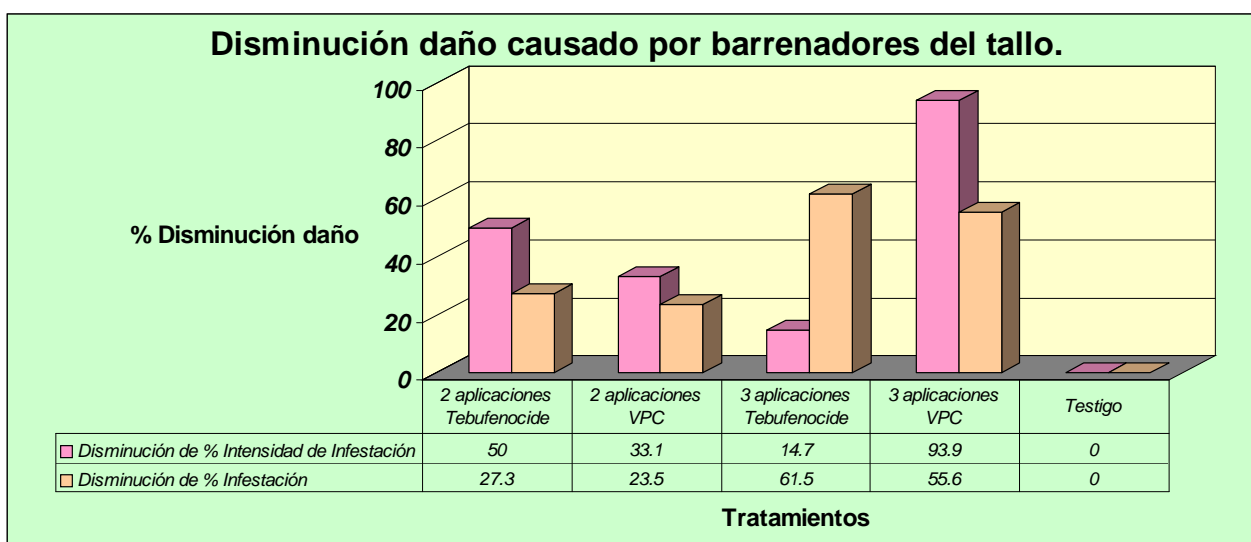


Figura 3.3 Disminución de daño de los barrenadores por efecto de los tratamientos evaluados.

### 3.3.3.E.c Rendimiento industrial potencial y rendimiento agrícola

El rendimiento industrial potencial en libras de azúcar por tonelada de caña, para cada uno de los tratamientos no fue significativo para ningunos de los tratamientos evaluados como se observa en el cuadro 3.13. El tratamiento 2 aplicaciones consecutivas de Tebufenocide mostró un promedio de 335.34 libras de azúcar por tonelada de caña. El tratamiento 2 aplicaciones de VPC tuvo un promedio de 311.94 libras de azúcar por

tonelada de caña.

Cuadro 3.13 Análisis de varianza para las variables Rendimiento Industrial Potencial y Rendimiento Agrícola, Marzo 2,007, finca Buganvilla.

Variable \ Tratamiento	2 Tebufenocide	Testigo	3 VPC	3 Tebufenocide	2 VPC	Alfa	Significación
Brix Jugo	22.38	21.97	21.78	21.37	21.67	0.32	N.S.
Pol Jugo	20.36	19.97	19.67	19.28	19.04	0.06	N.S.
Pureza Jugo	90.95	90.88	90.28	90.24	87.92	0.02	*
% Jugo	72.38	72.66	72.91	72.70	72.01	0.66	N.S.
Brix caña	18.77	18.49	18.39	17.99	18.07	0.45	N.S.
Pol caña	16.77	16.51	16.31	15.95	15.60	0.07	N.S.
Pureza caña	89.34	89.27	88.68	88.64	86.36	0.02	*
Humedad caña	68.11	68.52	68.74	69.03	68.63	0.26	N.S.
% Fibra	13.12	12.99	12.87	12.97	13.30	0.66	N.S.
Rendimiento Industrial Potencial (lb. azúcar/ton.	335.34	330.22	326.17	319.01	311.94	0.07	N.S.
Rendimiento Agrícola (ton. caña / ha)	108.8	116.9	110.2	129.7	104.9	no realizado	no realizado

Referencia:

N.S. = no significativo, \* = significativo, \*\* = altamente significativo

El rendimiento agrícola tampoco mostró significancia en ninguno de los tratamientos, donde el tratamiento 3 aplicaciones de Tebufenocide obtuvo un rendimiento de 129.7 toneladas por hectárea y el tratamiento 2 aplicaciones de VPC obtuvo 104.9 toneladas por hectárea. Por otra parte el rendimiento agrícola parece no ser afectado por la aplicación de estos insecticidas pues el testigo fue el que mostró el segundo mejor rendimiento agrícola.

### 3.3.3.F Conclusiones

- Ninguno de los tratamientos evaluados estadísticamente mostró disminuir el porcentaje de infestación de Tallos.
- Ninguno de los tratamientos evaluados estadísticamente mostró disminuir el porcentaje de intensidad de infestación de Tallos.
- El tratamiento 3 aplicaciones del i. a. V. P. C. mostró redujo en 93.9 por ciento la intensidad de infestación.

- El tratamiento 3 aplicaciones del i. a. Tebufenozide mostró reducir el 61.5 por ciento la infestación de tallos.
- El rendimiento Industrial potencial no fué afectado por ninguno de los tratamientos evaluados.
- El mayor rendimiento agrícola se obtuvo con el tratamiento 3 aplicaciones del i. a. Tebufenozide, sin embargo este efecto parecer ser causado por una gradiente de fertilidad en el suelo.



### 3.3.3.G Bibliografía

1. Márquez, JM; Solares, E. 2004. Evaluación de Tebufenozide, virus de la poliedrosis nuclear (VPN) y *Bacillus thuringiensis* (Bt) en el control alternativo del barrenador mayor de la caña de azúcar, bajo condiciones de campo, ingenio Magdalena-CENGICAÑA. *In* Presentación de resultados zafra 2004-2005 (2005, GT). Memoria. Guatemala, CENGICAÑA. p. 78-88.

### 3.3.4 COMPARACION DE DOS METODOLOGIAS DE MUESTREO DE DAÑO DE BARRENADORES DE LA CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum officinarum* L.), EN LA ETAPA FENOLOGÍCA DE MADURACION, VARIEDAD CP 722086, FINCA SAN JORGE DINAMARCA, PUERTO SAN JOSE, ESCUINTLA, ZAFRA 06-07.

#### 3.3.4.A Definición del Problema

Una de las primeras etapas del manejo de las poblaciones de barrenadores consiste en el monitoreo del daño a fin de determinar la presencia de la plaga así como su nivel de daño, medido a través del Porcentaje de Infestación y el Porcentaje de Intensidad de Infestación, razón por la cual se necesita de una metodología de muestreo confiable. La evaluación se realizó en la variedad CP 722086 en la etapa fenológica de maduración por ser esta la mas próxima a la cosecha, y donde se ha observado la mayor actividad de los barrenadores. Se utilizó un testigo por cada punto de muestreo que consistió en el total de tallos en 5 metros lineales del surco de caña, el cual se asume que es representativo de la proporción de tallos dañados en toda el área cultivada. Y luego se comparo los datos de la media del testigo con cada una de las medias de los dos tipos de muestreos propuestos. De lo anterior se observó que el muestreo de 20 tallos al azar en 10 metros de caña, ofrece datos bastante reales.

#### 3.3.4.B Objetivo

- Evaluar 2 metodologías de muestreo de daño de barrenadores en la etapa fenológica de maduración, para caña en pie.

### 3.3.4.C Metodología

#### 3.3.4.C.a Descripción secuencial de las actividades realizadas

Se procedió a identificar un lote con alta infestación, que se encontrara en etapa de maduración. Luego se establecieron 5 puntos de muestreo distribuidos en el área del lote con mayor daño de barrenadores, aplicando en cada uno de ellos los siguientes pasos.

Paso 1: Se midieron 5 metros lineales del surco de caña, limpiando la basura de las hojas secas (desvajerado), se buscaron los tallos que a simple vista mostrarán perforaciones causadas por barrenadores, y se cortaron y rajaron para obtener los siguientes datos, tallos totales, tallos dañados, entrenudos de los tallos dañados, entrenudos de los tallos dañados (metodología de los 5 metros lineales)

Paso 2: Se procedió a cortar y rajar el total de los tallos de los 5 metros lineales, obteniendo los siguientes datos, tallos totales, tallos dañados, entrenudos totales, entrenudos dañados, para cada una de las variables se les incluyo los datos obtenidos en el paso 1. Lo anterior se realizo para tener los valores reales en los 5 metros de caña, que se convierte en nuestro testigo.

Paso 3: En el surco contiguo se realizó el segundo tipo de muestreo que consiste en medir 10 metros lineales del surco de caña, luego se extraen 20 cañas al azar, de donde se obtienen los siguientes datos, total de tallos (20 tallos), tallos dañados (en relación a los 20 tallos), entrenudos totales (de los 20 tallos) y entrenudos dañados (de los 20 tallos).

Paso 4: Consistió en la obtención de los porcentaje de infestación y porcentaje de intensidad de infestación, descritos a continuación para cada una de las metodologías.

#### 3.3.4.C.a Metodología de los 5 metros lineales.

$$\% I. = (\text{Tallos dañados} / \text{Tallos totales}) * 100$$

Factor intensidad = (Entrenudos de las cañas dañadas / Entrenudos Totales de las cañas dañadas)\*100

$$\% I. I. = (\% I. * \text{Factor intensidad}) / 100$$

### 3.3.4.C.c Testigo

$$\% I. = (\text{Tallos dañados} / \text{Tallos totales}) * 100$$

Nota: Se incluyeron los tallos extraídos en el paso 1

$$\% I. I. = (\text{Entrenudos dañados} / \text{Entrenudos totales}) * 100$$

Nota: Se incluyeron los tallos extraídos en el paso 1

### 3.3.4.C.d Metodología de los 10 metros lineales

$$\% I. = (\text{Tallos dañados} / \text{Tallos totales}) * 100$$

Nota: el calculo se realiza en base a los 20 tallos, es decir tallos totales = 20, tallos dañados en relación a los encontrados en los 20 tallos.

$$\% I. I. = (\text{Entrenudos dañados} / \text{Entrenudos totales}) * 100$$

Nota: el calculo se realiza en base a los 20 tallos, es decir el número de entrenudos en los 20 tallos y entrenudos dañados de los 20 tallos.

### 3.3.4.D Resultados y Discusión

Para encontrar cual de las dos metodologías es más exacta, se compararon cada una de ellas con el testigo, utilizando una prueba de “T” pareada.

#### 3.3.4.D.a Porcentaje de Infestación

El promedio del % Infestación de la metodología de muestreo de los 10 metros lineales, se aproximó al promedio del % Infestación del testigo absoluto con una probabilidad de 66 %, lo cual se puede considerar bastante aceptable para la estimación del valor real en campo. En cuanto a la metodología de los 5 metros lineales empleada en caña en pie puede ofrecer valores muy poco confiables, ya que se pudo observar que solamente se aproximó al valor del testigo con una probabilidad menor del 1 %, como se puede observar en el siguiente cuadro.

Cuadro 3.14 Análisis de varianza de la variable % Infestación, finca San Jorge Dinamarca, Diciembre 2,006.

Tratamiento	% Infestación	% Diferencia Testigo- Tratamiento	Estadístico t	Valor crítico de t	Alfa	Significación
Testigo	52.21					
10 mts	57	-9.2	-0.47	2.78	0.66	N. S.
5 mts	16.48	68.4	7.79	2.78	0.001	**

Nota: Alfa < 0.05 = significativo, N. S.= no significativo, \* = significativo, \*\* = altamente significativo

#### 3.3.4.D.b Porcentaje de Intensidad de Infestación.

En el siguiente cuadro se observa que el promedio de la metodología de que consiste en la extracción de 20 tallos en 10 metros lineales se aproxima al testigo con una probabilidad de 82 por ciento, cuando se comparan las medias de cada uno, sin embargo la metodología de los 5 metros lineales se aproxima muy poco al valor del testigo, con una probabilidad menor de 1 por ciento, lo que indica su poca confiabilidad para estimar el porcentaje de Intensidad de Infestación en campo mediante esta metodología.

Cuadro 3.15 Análisis de varianza de la variable %Intensidad Infestación, finca San Jorge Dinamarca, Diciembre 2,006.

Tratamiento	% Intensidad Infestación	% Diferencia Testigo - Tratamiento	Estadístico t	Valor crítico de t	Alfa	Significación
Testigo	15.83					
10 mts	14.74	6.9	0.2	2.78	0.82	N. S.
5 mts	4.96	68.7	7.0	2.78	0.00	**

### 3.3.4.E Conclusiones

- La metodología de los 10 metros lineales, tomando 20 tallos al azar, muestra resultados más aceptables en la determinación del Porcentaje de Infestación.
- La metodología de los 10 metros lineales, tomando 20 tallos al azar, muestra resultados más aceptables en la determinación del Porcentaje de Infestación de Infestación.

### 3.3.4.F Bibliografía

- 1 Mendoza, L *et al.* 1999. Metodología de muestreo para evaluar el daño de barrenadores en caña de azúcar. *In* Presentación de resultados de investigación zafra 98-99 (1999, GT). Memoria. Guatemala, CENGICAÑA. p. 70-76.