

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a circular emblem. It features a central figure of a man in a red and white robe, possibly a scholar or saint, holding a book. Above him is a crown and a cross. The seal is surrounded by Latin text: "CAROLINA ACADEMIA" at the top, "CETEBAS CRBIS CONSPICUA" on the left, and "COACTEMALENSIS INTER" at the bottom. The background of the seal is light blue and green.

TRABAJO DE GRADUACIÓN
RECOMENDACIONES PARA DISMINUIR LA POBLACIÓN DE PLAGAS DE LA RAÍZ
EN CAÑA DE AZUCAR, EN LA FINCA BUGAMBILIA, INGENIO MAGDALENA S.A. EN EL
MUNICIPIO DE LA DEMOCRACIA, ESCUINTLA

JOSE EMILIO HERNANDEZ GUZMAN

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2007

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

TRABAJO DE GRADUACION

**RECOMENDACIONES PARA DISMINUIR LA POBLACIÓN DE PLAGAS DE LA RAÍZ
EN CAÑA DE AZUCAR, EN LA FINCA BUGAMBILIA, INGENIO MAGDALENA S.A. EN EL
MUNICIPIO DE LA DEMOCRACIA, ESCUINTLA**

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

POR

JOSE EMILIO HERNANDEZ GUZMAN

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO

INGENIERO AGRÓNOMO

EN

**SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA
EN EL GRADO ACADÉMICO DE
LICENCIADO**

Guatemala, Noviembre de 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

RECTOR

LIC. CARLOS ESTUARDO GÁLVEZ BARRIOS

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO:	Ing. Agr. FRANCISCO JAVIER VÁSQUEZ VÁSQUEZ
VOCAL PRIMERO:	Ing. Agr. WALDEMAR NUFIO REYES
VOCAL SEGUNDO:	Ing. Agr. WALTER ARNOLDO REYES SANABRIA
VOCAL TERCERO:	Ing. Agr. DANILO ERNESTO DARDÓN ÁVILA
VOCAL CUARTO:	BR. MIRNA REGINA VALIENTE
VOCAL QUINTO:	BR. NERY BOANERGES GUZMÁN
SECRETARIO:	Ing. Agr. EDWIN ENRIQUE CANO MORALES

Guatemala, Noviembre de 2007

Guatemala, noviembre de 2007

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

Honorables Miembros:

De conformidad con las normas establecidas en la Ley Orgánica de la universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de graduación “Recomendaciones para disminuir la población de plagas de la raíz en caña de azúcar, en la finca Bugambilia, Ingenio Magdalena S.A. en el municipio de La Democracia, Escuintla”, como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

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

Atentamente,

José Emilio Hernández Guzmán

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

ACTO QUE DEDICO

A:

- DIOS: Por ser mi guía en todo momento, brindarme fuerzas cuando las necesité y por llenarme de muchas bendiciones diarias, gracias por este triunfo.
- MIS PADRES: Catalina Del Carmen Guzmán y Marco Tulio Hernández Santos. Por su amor sin medida ni condición, gracias por ayudarme a ser el hombre que ahora soy.
- MIS HERMANOS: Nancy Carolina, Elvia Melina, Marco Tulio, Zaulo Roberto y Glenda Maricela. Por demostrarme su aprecio incondicional en todo momento, gracia por todo, los quiero.
- MI ESPOSA: Orfa Noemí Sotoj, por darme continuamente su amor y comprensión.
- MIS HIJOS: José Pablo y Amanda Noemí, por ser la razón de mi eterna felicidad.
- MI TIO: Israel Hernández Santos, por ayudarme en la etapa pre-universitaria.
- MIS AMIGOS: Grupo universitario (Jairo, Mayra, Mario, Luís, Gerson, Renato, y demás compañeros).

TRABAJO DE GRADUACIÓN QUE DEDICO

A:

DIOS

MI PATRIA GUATEMALA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

MI FAMILIA EN GENERAL

AGRADECIMIENTOS

Ing, Agr. Marco Vinicio Fernández, por brindarme su apoyo desde el inicio del Ejercicio Profesional Supervisado, gracias.

Ing. Agr. Álvaro Hernández, por su asesoría en la elaboración de la investigación.

Especialmente al Ing. Agr. Edgar Solares, por darme la oportunidad de realizar mi trabajo de graduación en la finca Bugambilia del ingenio Magdalena, gracias por su amistad.

Ing. Agr. René Martínez, por su asesoría en la parte práctica de la investigación.

A los trabajadores de la finca Bugambilia.

INDICE GENERAL

	Página
INDICE GENERAL	i
INDICE DE CUADROS	iv
INDICE DE FIGURAS	v
INDICE DE GRAFICAS	vi
RESUMEN	vii
I. DIAGNÓSTICO DE LA FINCA BUGAMBILIA DEL INGENIO MAGDALENA S.A. LA DEMOCRACIA, ESCUINTLA.	
1. Introducción	1
2. definición y justificación del problema	1
3. objetivos	2
4. Marco conceptual	3
4.1 Plagas del Suelo	3
4.1.1 Importancia de las plagas de la raíz en caña de azúcar	3
4.1.2 Distribución espacial de plagas de la raíz en caña de azúcar	3
4.2 Gallina Ciega (<i>Phyllophaga sp</i>)	3
4.2.1 Características y descripción	3
4.2.2 Distribución geográfica	4
A. Clasificación taxonómica	4
B. Morfología de las larvas	5
C. Morfología del adulto	5
4.2.3 Biología y ecología	5
A. Ciclo de vida	5
a. Huevo	5
b. Larva	6
c. Pupa o Crisálida	6
d. Imago, Adulto o ron-ron de mayo	6
4.2.4 Especies con un ciclo de vida de dos años	6
4.2.5 Daño e importancia	7
4.2.6 Hospederos	7
4.2.7 Depredadores y parásitos de la gallina ciega	8
4.2.8 Control	8
4.3 Gusanos alambre COLEOPTERA : ELATERIDAE	9
4.3.1 Características y descripción	9

4.3.2 Ciclo de vida, hábitos y apariencia	9
4.3.3 Importancia y tipo de daño	10
4.3.4 Control de gusano alambre	11
5. Marco Referencial	12
5.1 Descripción general del área	12
5.2 Ecología	12
5.3 Condiciones climáticas	12
6. Metodología	13
6.1 Etapa de reconocimiento	13
6.2 Fase de campo	13
6.2.1 Muestreo	14
6.3 Recursos	14
6.4 Interpretación de la información	16
6.5 Resultados	17
7. Conclusiones	19
8. Recomendaciones	19
9. Bibliografía	20

II. **INVESTIGACIÓN** EVALUACIÓN DE CUATRO INGREDIENTES ACTIVOS PARA DISMINUIR LA POBLACIÓN DE PLAGAS DE LA RAÍZ EN CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum officinarum* L).

2.1. Presentación	23
2.2 Definición del problema	24
2.3. Marco teórico	25
2.3.1 Marco Conceptual	25
2.3.1.2 Insecticidas Órgano fosforados y cloronicotinilos	35
2.3.1.3 Análisis económico de experimentos	43
A. que son	43
B. Pasos para la aplicación del enfoque	44
2.3.2 Marco Referencial	50
2.3.2.1 Referencias de prácticas de control	50
2.3.2.2 Localización y Descripción del área experimental	50
A. Ecología	51
B. Condiciones climáticas	51
2.4. OBJETIVOS	53
2.5. HIPÓTESIS	54
2.6. METODOLOGÍA	55
2.6.1 Diseño experimental	55
2.6.2 Tratamientos	55

2.6.3	Número de aplicaciones y dosificación	56
2.6.4	Tamaño de parcela	56
2.6.5	Distribución de tratamientos en el campo	56
2.6.6	Técnica de aplicación	57
2.6.7	Muestreo	57
2.6.7.1	Muestreo sistemático aleatorio	57
2.6.8	Variable respuesta	58
2.6.9	Manejo del experimento	58
2.7.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	59
2.8.	CONCLUSIONES	72
2.9.	RECOMENDACIONES	73
2.10.	BIBLIOGRAFÍA	74
2.11.	ANEXOS	76

III. SERVICIOS PRESTADOS EN EL INGENIO MAGDALENA.

3.1	INTRODUCCION	83
3.2	OBJETIVOS	84
3.3	DESCRIPCION GENERAL DEL AREA	85
3.4	METODOLOGIA	86
3.5	APOYO Y PARTICIPACION INSTITUCIONAL	87
3.6	AREA GEOGRAFICA DE CONCENTRACIÓN DEL TRABAJO	87
3.7	APROVECHAMIENTO DE LOS RECURSOS DISPONIBLES	88
3.7.1	RECURSOS HUMANOS	88
3.7.2	RECURSOS UTILIZADOS	88
3.7.2.1	RECURSOS FISICOS	88
3.7.2.2	RECURSOS MATERIALES	89
3.7.3	RECURSOS FINANCIEROS	89
3.8	DESCRIPCION DE LOS SERVICIOS	90
3.8.1	EVALUACION DEL INSECTICIDA IMIDACLOPRID EN CAÑA	90
3.8.2	EVALUACION DE DOSIS DE FERTILIZANTE FOLIAR EN CAÑA	93
3.8.3	EVALUACION DE HERBICIDAS PARA EL CONTROL DE <i>Rottboelia c.</i>	98
3.9	BIBLIOGRAFIA	101
3.10	ANEXOS	102

ÍNDICE DE CUADROS

		Página
CUADRO1	Área de mayor densidad poblacional de <i>Phyllophaga</i> sp y <i>Agriotes</i> sp en la finca Bugambilia	17
CUADRO2	Jerarquización de lotes con alta densidad poblacional de <i>Phyllophaga</i> sp y <i>Agriotes</i> sp en la finca Bugambilia	18
CUADRO 3	Rangos de infestación de gusano alambre.	33
CUADRO 4	Dosis por hectárea de los productos utilizados en la evaluación.	56
CUADRO 5	Comparación múltiple de medias de producción de caña en los diferentes tratamientos.	66
CUADRO 6	Precio por uso de maquinaria agrícola	67
CUADRO 7	Precio de mano de obra	67
CUADRO 8	Precio de los insecticidas utilizados en la evaluación	67
CUADRO 9	Nivel de uso de los insecticidas evaluados	67
CUADRO 10	Estimación del precio de campo de los insumos	68
CUADRO 11	Estimación de los costos que varían	68
CUADRO 12	Estimación de los precios de campo del producto	68
CUADRO 13	Estimación de los rendimientos ajustados	69
CUADRO 14	Estimación del beneficio neto	69
CUADRO 15	Análisis de dominancia para los tratamientos no dominados	70
CUADRO 16	Tasa de retorno marginal para los tratamientos no dominados	71
CUADRO 17	Análisis de residuos para los tratamientos no dominados	71
CUADRO 18.A	Valor del análisis de correlación de Pearson para la Variable larva-rendimiento	79
CUADRO 19 A	Análisis de varianza del modelo de regresión larvas	79
CUADRO 20 A	Valor del análisis de correlación de Pearson para la Variable brotes de caña/m – producción de caña (Tm/ha)	79
CUADRO 21 A	Análisis de varianza del modelo de regresión brotes de caña – producción de caña (Tm/ha)	80
CUADRO 22 A	Análisis de varianza para la variable larvas vivas de <i>Phyllophaga</i> y <i>Agriotes</i> / m ²	80
CUADRO 23 A	Resultados de la prueba Tukey para la variable larvas vivas de <i>Phyllophaga</i> y <i>Agriotes</i> / m ²	80
CUADRO 24 A	Análisis de Varianza para la variable producción de caña (Tm/ha)	81
CUADRO 25 A	Resultados de la prueba Tukey para la variable rendimiento de caña (Tm/ha)	81
CUADRO 26	Contenido de elementos mayores y menores en caña antes de realizar la aplicación de fertilizante foliar	95
CUADRO 27	Contenido de elementos mayores y menores en caña 15 días después de realizar la aplicación de fertilizante foliar	96

CUADRO 28	Tratamientos que mejor control de <i>Rottboelia</i> tuvieron y sus sus costos por hectárea.	100
CUADRO 29 A	Evaluación periódica del ensayo del insecticida Imidacloprid en finca Bugambilia	102
CUADRO 30 A	Diámetro de tallo de las plantas sometidas a la aplicación de fertilizante foliar	103
CUADRO 31 A	Altura de tallo de las plantas sometidas a la aplicación de fertilizante foliar	103
CUADRO 32 A	Evaluación periódica del ensayo de herbicidas	104
CUADRO 33 A	Evaluación económica de los tratamientos utilizado en el ensayo de herbicidas para el control de <i>Rottboelia</i> c.	105

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1	Distribución de los tratamientos en el campo	56
FIGURA 2	Método de muestreo Sistemático con inicio al azar	58
FIGURA 3	Maquinaria, Implementos y forma de aplicación de insecticidas granulados para el control del complejo de larvas de la raíz de la caña de azúcar.	76
FIGURA 4	Discos rompe-cepas adaptados a una barra fija acoplada a los tres puntos del tractor utilizados en la aplicación de insecticidas granulados al suelo.	76
FIGURA 5	Maquinaria, Implementos y forma de aplicación de insecticidas con formulación líquida para el control del complejo de larvas de la raíz.	77
FIGURA 6	Larvas de <i>Phyllophaga</i> sp y <i>Agriotes</i> sp respectivamente, colectadas en los muestreos realizados después de la aplicación de los insecticidas.	77
FIGURA 7	Brotos sanos de caña de azúcar después de la aplicación de los insecticidas	78
FIGURA 8	Material y equipo Adicional utilizado para las aplicaciones de insecticidas	78

ÍNDICE DE GRÁFICAS

	Página
GRAFICA 1 Comportamiento de la población del complejo larvas de la raíz en los diferentes días de muestreo después de realizar la aplicación de insecticidas	59
GRAFICA 2 Comportamiento del número de brotes sanos de caña en los diferentes días de muestreo después de realizar la aplicación de insecticidas	60
GRAFICA 3 Respuesta de la producción de caña de azúcar frente a la acción de los diferentes ingredientes activos evaluados para reducir la población del complejo larvas de la raíz	62
GRAFICA 4 Efecto de la brotación de los esquejes en la producción de caña de azúcar frente a una considerable reducción de la población del complejo de larvas de la raíz	63
GRAFICA 5 Efecto del insecticida Imidacloprid en caña de azúcar al momento de la siembra	91
GRAFICA 6 Comportamiento del diámetro de tallo en las plantas sometidas a la aplicación de fertilizante foliar	94
GRAFICA 7 Comportamiento de la altura de tallo en las plantas sometidas a la aplicación de fertilizante foliar	94
GRAFICA 8 Comportamiento de los elementos mayores en las plantas previo a La aplicación de fertilizante foliar	95
GRAFICA 9 Comportamiento de los elementos menores en las plantas previo a La aplicación de fertilizante foliar	95
GRAFICA 10 Comportamiento de los elementos menores en las plantas a los 70 días después de la aplicación de fertilizante foliar	96
GRAFICA 11 Comportamiento de los elementos mayores en las plantas a los 70 días después de la aplicación de fertilizante foliar	96

RESUMEN

El presente trabajo de graduación contempla las actividades realizadas durante el desarrollo del Ejercicio Profesional Supervisado –EPSA- con sus respectivos resultados, como parte de la nueva metodología de graduación.

Inicialmente se elaboró el diagnóstico, como parte fundamental de inicio, para conocer, recabar e integrar información sobre los recursos existentes en la finca Bugambilia. La finca cuenta con su respectivo plan de manejo a cargo del Ingenio Magdalena. Las condiciones ambientales del lugar son propicias para el desarrollo de cultivos como la Caña de Azúcar.

Como parte del trabajo mencionado, se realizó la investigación que lleva por nombre **Evaluación de cuatro ingredientes activos para disminuir la población de plagas de la raíz en caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L)**. La evaluación se llevó a cabo en caña de segunda soca. Las Dosis fueron las siguientes, Terbufos 1.95 Kg i.a/ha, Etoprofos 1.5 Kg i.a/ha, Foxim 2.0 Kg i.a/ha, Imidacloprid 0.128 Kg i.a/ha y 0.12 Kg i.a/ha.

Como resultados principales podemos mencionar que el ingrediente activo que tuvo mejor control de insectos que causan daño a la raíz de la caña de azúcar fue Imidacloprid 0,8 GR a una dosis de 0,128 kg/ha. Desde el punto de vista agronómico se observó un incremento del 25% en el número de brotes/metro el cual se vio reflejado en el rendimiento de caña/ha.

Los servicios se enfocaron a las finca Bugambilia y Santa Elisa y estos fueron los siguientes: Determinar el efecto del insecticida Imidacloprid sobre las plagas del suelo que causan daño a los esquejes de caña de azúcar después de la siembra, Evaluación de 2 dosis de fertilizante foliar en una plantación de caña proveniente de meristemas, Evaluación de herbicidas para el control de caminadora en el cultivo de caña de azúcar.



CAPÍTULO I

DIAGNÓSTICO

PROBLEMÁTICA ACTUAL DE GALLINA CIEGA
(Coleóptera: Scarabaeidae) Y GUSANO ALAMBRE (Coleóptera: Elateridae)
EN EL CULTIVO DE LA CAÑA DE AZÚCAR (Saccharum Officinarum L.)
EN LA FINCA BUGAMBILIA DEL INGENIO MAGDALENA S.A.,
LA DEMOCRACIA, ESCUINTLA.

1. INTRODUCCIÓN

El objetivo primordial del departamento de investigación de la empresa Magdalena S.A. es generar la información que sea necesaria para poder incrementar la producción de caña por unidad de área, y azúcar por unidad de peso de caña, de la mejor calidad y al menor costo posible, por lo que existe investigación dirigida al incremento de la producción por ejemplo el uso de madurantes, inhibidores de la floración, investigación sobre suelos y fertilización. Por otro lado existen ciertas limitantes para dicha producción, como lo son las plagas, enfermedades y malezas.

Para el control específico de plagas de la raíz es necesario el conocimiento de las densidades de población que estas presentan para así poder dirigir planes estratégicos de manejo de las mismas reduciendo así las pérdidas económicas al no dirigir en la mejor forma dichos planes de manejo, por concepto de mano de obra en aplicación y sobre uso de agroquímicos.

Así el presente trabajo consistió en investigar la densidad poblacional que presentan la Gallina Ciega (Coleóptera: Scarabaeidae) y Gusano Alambre (Coleóptera: Elateridae) en la finca Bugambilia del ingenio Magdalena.

2. JUSTIFICACIÓN

Los esfuerzos económicos, uso de recurso humano, de tiempo y otros, que se hacen para el control de plagas son grandes, que al final conllevan a las pérdidas económicas, al incrementarse los costos y reducirse la producción de caña.

Actualmente en la caña de azúcar las 2 plagas de la raíz más importante para la empresa Magdalena son la Gallina Ciega y el Gusano Alambre, y uno de los principales problemas de estas plagas es la densidad poblacional que presentan, lo cual permite implementar las estrategias más acertadas de control.

Por lo cual es necesario investigar dichas densidades poblacionales para saber con mayor exactitud las áreas sembradas que son foco de estas plagas.

3. OBJETIVOS

3.1 GENERAL

Diagnosticar la situación actual que represente la gallina ciega (Coleóptera: Scarabaeidae) y el gusano alambre (Coleóptera: Elateridae) en el cultivo caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), en la finca Bugambilia del ingenio Magdalena S.A.

3.2 ESPECIFICOS

A. Determinar las áreas con mayor densidad poblacional de gallina ciega (Coleóptera: Scarabaeidae) y gusano alambre (Coleóptera: Elateridae) en la finca Bugambilia del ingenio Magdalena S.A.

B. Jerarquizar los lotes con mayor densidad poblacional de plagas de la raíz para priorizar su control.

4. MARCO CONCEPTUAL

4.1 Plagas del suelo

4.1.1 Importancia de las plagas de la raíz en caña de azúcar

Rojas citado por Pérez (15), estima que el conocimiento de insectos y otras especies de animales del suelo es de suma importancia para la entomología económica y científica mundial ya que permite lo siguiente: 1) Tomar en cuenta la necesidad de establecer el control de una especie perjudicial al cultivo. 2) Valorizar la importancia del método de control. 3) Correlacionar las poblaciones de insectos de una especie con el grado de daño causado. 4) Correlacionar las poblaciones de insectos de una especie con las características ecológicas o agrícolas; cubierta vegetal, humedad, acidez o alcalinidad, textura del suelo, estructura del suelo, sistema de rotación de cultivo, temperatura, precipitación, etc. 5) Determinar la tendencia de las poblaciones a aumentar o disminuir con los años. 6) Estimar niveles críticos de población.

4.1.2 Distribución espacial de plagas de la raíz en caña de azúcar

Los insectos plaga de la raíz en el cultivo de la caña de azúcar presentan un patrón de distribución en conglomerados, es decir, que se distribuyen formando grupos poblacionales localizados al azar en el campo. (12)

4.2 Gallina Ciega (COLEOPTERA: SCARABAEIDAE)

4.2.1 Características y descripción

Las larvas de la familia Scarabaeidae (Coleóptera) se conocen como Gallina Ciega, se alimenta de las raíces de las plantas, especialmente de las gramíneas, y los adultos son los llamados escarabajos o ronrones de mayo.

King citado por Macz (12) ha reportado para Guatemala los géneros de la subfamilia *Melolonthinae*, *Anómala*, *Cyclocephala* y *Phyllophaga*. Entre las distintas especies de *Phyllophaga spp.* identificadas existen hábitos alimenticios: rizófagos (raíces) y saprófagos (materia orgánica en descomposición). Los adultos se alimentan de hojas, brotes tiernos, botones y néctar de las flores. Para los rizófagos estrictos, la materia

orgánica puede actuar como un fago-estimulante y como un atrayente para alimentarse de las raíces de las plantas y causar daño.

El daño que causan las larvas de Gallina Ciega en las raíces, se manifiesta con mayor intensidad en los meses de agosto, septiembre y octubre, que es cuando la larva se encuentra en el tercer estadio. (el más voraz), dura mucho tiempo y está adaptada a condiciones ambientales adversas).

4.2.2 Distribución Geográfica

Ha sido reportada en casi todos los países del continente americano sobre el cultivo de la caña de azúcar. Su distribución es amplia en los cañaverales de países que son productores de este cultivo (13).

A. Clasificación Taxonómica

La Gallina Ciega, también conocida como joboto, chobote, oronto, chorontoco y en estado adulto como abeja de mayo, chucote, mayate y ronron; se encuentra clasificada taxonómicamente así:

Reino:	Animal
Phyllum:	Arthropoda
Clase:	Insecta
Orden:	Coleóptera
Familia:	Scarabaeidae
Subfamilia:	Melolonthinae
Género:	<i>Phyllophaga</i>
Especies:	<i>menetriesi, elenans, aequata, caragá, dasypoda, hondura, latipes, absoleta, rorulenta, rubella, setigera</i> y otras Especies.

Otros géneros: *Anómala* y *Cyclocephalla*.

B. Morfología de las larvas

Son larvas con tres estadios larvales. El tercero reúne los caracteres taxonómicos más confiables para su determinación. Son típicas larvas escarabeiformes (curvadas) de color blanco cremoso, blanco amarillento o blanco grisáceo; con la cabeza anaranjada o castaño-rojizo y tres pares de patas amarillentas cerca de la cabeza. Su longitud varía entre 15 y 70 mm con ancho torácico de 3 a 10 mm.

C. Morfología del adulto

La forma del cuerpo de *Phyllophaga* sp. en proporciones dentro de un contorno ovalado alargado, con sección subcilíndrica. La relación ancho-largo obtenida para los machos y hembras, según Moran citado por España (5) ofrece un valor medio de 2.27. Esto es que en la mayoría de las especies de longitud total del cuerpo es un poco mayor del doble del ancho humeral.

La coloración generalmente es pardo-amarillenta o pardo-rojiza, aunque incluye toda una gama de tonos que abarcan el castaño oscuro, el castaño-rojizo, pardo acanelado. Algunas especies son negras e incluso existen otras con coloraciones metálicas (5).

4.2.3 Biología y ecología

A. Ciclo de vida

El ciclo de vida se completa de 1 a 3 años en climas fríos extremos, ya que el factor temperatura es uno de los determinantes principales para la duración del ciclo vital y la especie (14).

a. Huevo

Después de la copulación, el macho se muere y la hembra busca el suelo para poner sus huevos. Los huevos blancos opacos y pequeños, son depositados húmedo, normalmente al final de la época seca o inicio de la época lluviosa a la sombra de las plantas huésped o en zonas con alta concentración de materia orgánica, a una profundidad de 0.1 a 0.2 m, en un área aproximada de 0.2 m². El número de huevos promedio, depositados es de 7 a 28 por hembra. Su eclosión ocurre de 2 a 6 semanas después (14)..

b. Larva

La eclosión de los huevos da lugar a las pequeñas larvas del primer estadio, las cuales se alimentan activamente de raíces finas, tallos subterráneos blandos, bulbos o materia orgánica, durante un período que varía entre 20 y 60 días, hasta aumentar de 15 a 20 veces su peso inicial

antes del cambio para el segundo estadio, durante el cual incrementará de 5 a 7 veces su biomasa (14).

c. Pupa o crisálida

Cuando la gallina ciega ha terminado de crecer se entierra a 0.2 o 0.3 metros del suelo y se transforma en pupa. La etapa de pupa transcurre durante 30 a 45 días, entre marzo y abril, para luego dar lugar al imago o adulto (14).

d. Imago, Adulto

En el mes de mayo cuando comienzan las lluvias, emerge el adulto o ron-ron de mayo, el cual ha permanecido en la celda que utilizó la pupa. En este tiempo ha madurado su aparato reproductor. Al incrementar la humedad y la temperatura el adulto recibe un estímulo que lo induce a salir. En condiciones naturales la longevidad del adulto varía entre 8 y 30 días. Las hembras de algunas especies pueden sobrevivir más de 60 días (5).

4.2.4 Especies con un ciclo de vida de dos años

El ciclo inicial es similar, pero al terminar su segundo instar, la larva entra en una fase de latencia en una celda en el suelo. Al iniciar las lluvias de nuevo, muda y en el tercer instar se alimenta de las raíces, entre mayo y septiembre. El período pupal termina entre febrero y marzo.

Conforme la humedad superficial del suelo va disminuyendo, las larvas se profundizan y forman celdillas de tierra del tamaño de una nuez para transformarse en una crisálida. Nunca se sabe exactamente donde aparecerá el insecto, pero siempre es más probable que se presente en terrenos con un porcentaje mayor de materia orgánica en donde abundan los zacates. Los ataques del insecto normalmente son esporádicos, localizados y difíciles de predecir. Un ataque severo puede eliminar una siembra o parte de una siembra enteramente (13).

4.2.5 Daños e Importancia

El daño depende del número de larvas que se encuentren atacando a una cepa de caña. Las plantas cuyas raíces han sido podadas por las larvas, no crecen bien, muestran síntomas de deficiencia de agua y nutrientes. El daño tiende a ser más frecuente cerca de los pastos, las plantaciones de café, los cercos que contienen plantas alimenticias preferidas por los insectos adultos y en suelos bien drenados.

Los adultos se comen las hojas comenzando desde la orilla. Debido a su tipo de vida gregario pueden introducir en ciertas plantas defoliación severa y en otras plantas cercanas poco ataque, causando daño de importancia económica en cultivos como el jocote, cítricos jóvenes y plantas ornamentales (13).

Las larvas comen las raíces de los trozos de caña recién sembrada, las yemas del tallo y el sistema radicular, causando graves daños que ocasionan gastos de resiembra y la pérdida de muchas cepas, reducen el crecimiento de la planta y el rendimiento de caña por hectárea. Generalmente, esta plaga puede ser de importancia local esporádica en cultivos hortícolas, e inmediatamente después de arar un terreno que tenía pasto (13).

4.2.6 Hospederos

Los adultos tienen una notable preferencia por el follaje de las fagáceas principalmente del género *Quercus*, con una preferencia del 23.7%, las leguminosas arbustivas en un 17.7%, las pináceas en un 11.8%. Las larvas prefieren las raíces de las gramíneas en un 35.7%, las leguminosas en un 14.2% y las rosáceas en un 14.2%, sobre los otros grupos vegetales (5).

4.2.7 Depredadores y parásitos de la gallina ciega

Los adultos de la gallina ciega son depredados por varias especies de mamíferos, aves, reptiles, anfibios, hormigas y arañas. Las larvas pueden ser depredadas por aves, insectos y algunos mamíferos.

Entre los insectos parasitoides de las larvas se han citado los Hymenópteros de la familia Tiphidae, Scolidae y Pelecimidae (Según Berberet y Helms 1970; Richards y Davies 1977, citados por España) (5).

El Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (ICTA), en 1990 utilizó una cepa microbiana y un nemátodo entomófago de la familia Diplogasteridae, para el control de gallina ciega (5).

4.2.8 Control

Dupont, citado por Urzua (17), indica que existen diversos tipos de control entre los cuales están el control cultural, biológico, físico y químico. Entre algunos de los controles culturales tenemos la rotación de cultivos, cultivación temprana de la tierra, aplicación de cal a suelos ligeramente ácidos. Control biológico se ha mencionado que pollos, cerdos y muchos pájaros silvestres comen la gallina ciega. Siendo también atacada por varios insectos parásitos, especialmente las larvas de ciertas avispa las cuales a veces reducen grandemente sus cantidades, y cuyos cocones a veces son abundantes en los campos infestados de gallina ciega. Los pájaros, especialmente los cuervos y mirlos, a veces siguen el arado, atrapando las gallinas ciegas a medida que son sacadas en el surco. El control químico se efectúa aplicando al suelo algunos pesticidas tales como foxim, parathion metílico, terbufós, clorpirifós, que bajan las poblaciones.

A demás se debe combinar control cultural; como volteo de los suelos (dejando expuestas las larvas a la radiación solar directa y a enemigos naturales) con un químico. Es importante realizar muestreos de campo a fin de mantener informaciones reales de las poblaciones del insecto y en donde se detecten altas poblaciones; además, es recomendable una preparación más profunda del terreno, de manera que salga a la superficie el mayor número posible de larvas.

4.3 Gusano Alambre (COLEÓPTERA: ELATERIDAE)

4.3.1 Características y descripción

Comúnmente se conoce a las larvas de la familia Elateridae (Coleóptera) como gusanos alambre, nombrados así porque son de cuerpo duro, alargado, cilíndrico y de color café-rojizo, lo cual los asemeja aun pedazo de alambre

de cobre o bronce. Los gusanos alambre llegan a ser tan perjudiciales que destruyen completamente las semillas e impiden su germinación; atacan las raíces, pueden barrenar las partes subterráneas del tallo de las plantulas y facilitan la entrada de enfermedades en las plantas atacadas.

4.3.2 Ciclo de vida, hábitos y apariencia

Lone y Stone, Citados por Garza (7) indican que los gusanos alambre Tienen un ciclo de vida de 4 a 5 años, aunque se menciona que generalmente el ciclo de vida de los Elateridos varía de 2 a 6 años, como en el caso del gusano alambre del trigo, *Agriotes mancus*, que tiene un ciclo de vida de 3 años.

Garza (7) concluye que el ciclo de vida de las diversas especies de gusanos alambre puede variar de 1 a 6 años. La ubicación de los gusanos alambre en el suelo, se ve afectada por las condiciones de humedad y temperatura del suelo.

A. Larvas

Las larvas son generalmente café oscuro, variando en longitud de 1.25 a 3.75 cm cuando están desarrollados. Metcalf y Flint (11) indican que las larvas que incuban pasan de 2 a 6 años en el suelo alimentándose de las raíces de los pastos y otras plantas. A medida que el suelo se vuelve caliente y seco, las larvas emigran hacia abajo, de tal manera que a veces es difícil encontrarlas durante los veranos secos, aún en los campos infestados severamente. La mayoría de las especies cambian a una pupa desnuda, suave, y en unas semanas más al estado adulto, en celdas en la tierra, durante fines los del verano o el otoño del año en el cual alcanzaron su desarrollo completo.

B. Adultos

Los adultos que comúnmente miden más o menos 1.25 cm de largo, permanecen enterrados en el suelo hasta la primavera siguiente. El invierno es pasado principalmente en los estadíos larvarios y adulto, en el suelo. A principio de la primavera los adultos se vuelven activos y vuelan, algunas especies son atraídas fuertemente por lo dulce; estos se pueden capturar en grandes cantidades colocando unas cuantas gotas de jarabe en la parte de arriba de los postes de las cercas, u otros lugares expuestos a los exteriores. Ellos son escarabajos de concha dura, generalmente de color café, grisáceo o casi negro, un tanto alargados, aerodinámicos con el cuerpo adelgazándose más o menos hacia los extremos. La cabeza y el tórax se ajustan cercanamente contra la cubierta de las alas, lo que protege la parte posterior del abdomen. La unión justamente en el frente de las

cubiertas de las alas es fuerte y flexible, y cuando los escarabajos son volteados o caen sobre sus dorsos, ellos golpean la parte media del cuerpo contra el suelo, de tal manera que se avientan hacia el aire por varios centímetros. Las hembras de las especies que son más perjudiciales al maíz, hacen galerías en el suelo y ponen sus huevos principalmente alrededor de las raíces de los pastos. Los adultos viven de 10 a 12 meses, la mayor parte de cuyo tiempo, y todo el de los otros estados, es pasado en el suelo. Poco después de aparearse mueren los machos y las hembras durante la primavera o a principios del verano, cuando la oviposición ha terminado (11).

Garza (7) menciona que muy pocos gusanos alambre pasan al estado de adulto en un año, como *Conoderus amplicollis*, *Conoderus vespertinus*; esto depende de las condiciones favorables de alimentación, suelo y temperatura.

4.3.3 Importancia y tipo de daño

Metcalf y Flint (11) indican que en la zona templada los gusanos alambre se encuentran entre los insectos más difíciles de combatir, los cuales están catalogados como las plagas más destructivas y más ampliamente distribuidas en el maíz (*Zea mays*), caña (*Saccharum spp.*), granos pequeños, pasto, *papa (Solanum tuberosum)*, hortalizas y flores. Los cultivos que son atacados por los gusanos de alambre, a veces fallan en su germinación, puesto que los insectos comen el germen de las semillas o las ahuecan por completo, dejando solo la cutícula. El cultivo puede no brotar bien, o puede empezar bien y después ponerse ralo y desigual a medida que los gusanos alambre barrenan en las partes subterráneas del tallo, ocasionando que la plantilla se marchite y muera, aunque ellos no la corten completamente. más tarde en la temporada, los gusanos continúan alimentándose de las raíces pequeñas de muchas plantas.

Sus daños son generalmente más severos en los cultivos sembrados en terreno de césped o al segundo año después de este.

Garza (7) menciona que el daño de los gusanos alambre es más severo en terrenos donde anteriormente se sembraron pastizales, aunque en general, están ampliamente distribuidos y catalogados entre los insectos más destructivos y más difíciles de combatir.

Peairs y Davidson citados por Garza (7) indican que no se conoce cultivo que sea completamente inmune a su ataque:

1. Plantas que son comúnmente atacadas, severamente dañadas, en la que los gusanos de alambre pueden desarrollarse satisfactoriamente, como maíz (*Z. mays*), algodón (*Gossypium sp*), garbanzo (*Cicer arietinum*) y papa (*S. tuberosum*).
2. Plantas que son frecuentemente atacadas, pero rara vez dañadas seriamente por varias razones, particularmente por el hecho de que se desarrollan durante el período, en que los gusanos de alambre emigran en el suelo hacia abajo, porque no tienen condiciones adecuadas de temperatura y humedad, como tomate (*L. esculentum*), espárrago (*A. Officinarum*), sandía (*Cucumis spp*), ayote (*Cucumis spp*), maní (*Aris spp*), avena (*Avena fatua*), frijol (*Phaseolus spp*).
3. Plantas que son ligeramente atacadas y no permiten el desarrollo satisfactorio de los gusanos de alambre, como el col (*Brassica sp*), trébol (*Trifolium sp*) y bambú briar (*Bambusa sp*).

4.3.4 Control de gusano alambre

Metcalf y Flint (11) las prácticas culturales de combate son difíciles de aplicar para el gusano de alambre, debido a su ciclo de vida relativamente grande y a la necesidad de adaptarlos a cada región y cultivo. Ciertas especies de gusano alambres son abundantes solo en suelos mal drenados. El drenaje adecuado de dichos suelos, puede evitar por completo el daño por estas especies. En los distritos irrigados, todos los estados de los gusanos alambre pueden ser aniquilados inundando la tierra, de manera que el agua se estanque a unos cuantos centímetros de profundidad durante una semana en la época de calor, cuando la temperatura del suelo a un a profundidad de 14 cm promedia 21°C o más. Permitiendo que los 45 cm superiores del suelo se sequen mucho durante varias semanas en el verano, cuando menos una vez cada 6 años, también es una medida recomendada en la parte del pacífico noroeste. Las rotaciones más efectivas, los métodos de barbecho, las fechas de siembra y otras prácticas agrícolas, deben ser estudiadas para cada región agrícola, con referencia especial a las especies de plantas deseadas y las especies particulares de gusanos alambres presentes. Según Morales citado por Macz (12) Los ingenios azucareros del país efectúan un control químico utilizando diferentes insecticidas como: Curater (Carbofuran), Furadan (Carbofuran), Temik (Aldicarb), entre otros.

5. MARCO REFERENCIAL

5.1 DESCRIPCION GENERAL DEL ÁREA

La finca Bugambilia está ubicada geográficamente en el municipio de La Democracia, al Suroeste de Escuintla a 106 Kilómetros de la ciudad capital. Esta finca está ubicada a una altura de 48 msnm, con una latitud Norte de 14°06'14'', longitud oeste de 90°57'39'' (4). Sus colindancias son al norte con la finca San Patricio, al sur con la finca Santa Ricarda, al este con la finca Santa Mónica y al oeste con la carretera de terracería que conduce al parcelamiento "Los Angeles".

El acceso al ingenio es por medio de una carretera asfaltada hasta la aldea Ceiba Amelia (Km 99) y de esta hacia la finca por medio de una carretera de terracería (7 Km).

5.2 ECOLOGÍA

De acuerdo a la clasificación ecológica de Holdridge, se encuentra dentro de la zona de vida subtropical cálida.

Está caracterizada por una precipitación que va de 2000 a 4000 mm. anuales y una temperatura mayor a los 24°C (8).

Está ubicada naturalmente en la cuenca del río Achiguate de la vertiente del Pacífico, La fisiografía predominante es de gran paisaje, perteneciente a las llanuras costeras del pacífico

5.3 CONDICIONES CLIMÁTICAS

El clima de la región, según Thornthwaite, presenta las características siguientes:

Cálido sin estación fría bien definida, húmedo y con invierno seco.

Las características climáticas de la región contemplan una temperatura media anual de 27 a 28°C (10).

Los suelos de la región según Simmons, pertenecen a los suelos del litoral del Pacífico, los cuales son suelos arenosos bien drenados de la serie de suelos Mollisoles y Andisoles. (10)

5.3.1 Suelos Mollisoles

Están asociados con los suelos Andisoles y se distinguen por su buen drenaje, por su textura franca o más gruesa y por sus subsuelos café.

El suelo superficial, a una profundidad aproximada de 35 centímetros, es franco, de café oscuro a café muy oscuro. El contenido de materia orgánica es alrededor del 5 al 10%. La estructura es granular fina poco desarrollada y la reacción es neutra, pH alrededor de 7.0.

5.3.1.Suelos Andisoles

Es suelo superficial, a una profundidad alrededor de 40 centímetros, es franco arcilloso suave de color gris muy oscuro a gris oscuro. Es plástico cuando está húmedo. La estructura granular está mal desarrollada. La reacción es neutra o casi neutra, pH 6.5 a 7.0.

6. METODOLOGÍA

6.1 ETAPA DE RECONOCIMIENTO

Se realizaron caminamientos por los pantes que en años anteriores han tenido altas densidades poblacionales, así como también en los pantes cercanos a quineles en la finca Bugambilia con el propósito de poder establecer las áreas de posibles focos de gallina ciega y gusano alambre realizando en estas áreas los muestreos.

6.2 FASE DE CAMPO

Se utilizó el muestreo completamente al azar, realizando caminamientos por cada pante sin una ruta previamente establecida. El número de muestras que se sacaron por pante se determinó en base al maestro de lotes (folder que contiene la extensión de cada pante por finca).

Este indica que para el muestreo de plagas del suelo se toma una muestra/ha.

El muestreo se realizó cubriendo el 25% del área que posee en su totalidad la finca Buganvilia.

6.2.1 MUESTREO

Cada muestra se obtuvo de la siguiente forma:

Se realizó una pequeña calicata utilizando el método de la milésima de hectárea., y las plantas de caña que quedaron dentro de ésta fueron removidas para extraer el suelo y realizar la lectura de insectos.

El suelo extraído se colocó en una manta blanca y teniendo cuidado se despolvoreó con las manos para hacer el conteo de larvas.

La extracción de suelo, incluyó también porciones de raíz y esquejes dañados por las larvas, estos fueron partidos para observar la presencia o ausencia de larvas en los mismos. Luego se relacionó la unidad de muestreo con el área total, para hacer un estimado de la población total.

A. VARIABLES MEDIDAS

Las variables medidas en los muestreos fueron: número de larvas de gallina ciega/m², número de larvas de gusano alambre/m². Estos datos fueron tomados por medio de una boleta de campo con el esquema que se muestra a continuación.

FINCA _____

LOTE _____

LOTE _____
 PANTE _____
 FECHA _____

AREA _____

NUMERO DE PANTE	NUMERO DE LARVAS DE GALLINA CIEGA / m ²				NUMERO DE LARVAS DE GUSANO ALAMBRE / m ²			
	L1	L2	L3	L4	L1	L2	L3	L4
Total de insectos/ m ²								

6.4 INTERPRETACIÓN DE LA INFORMACIÓN

Se dividieron las poblaciones encontradas en cada lote, por rangos, los cuales han sido establecidos por el área de plagas del departamento de investigación del ingenio, con la finalidad de clasificar las poblaciones en base al daño que causan o pueden causar las diferentes densidades de la población.

En base a los resultados obtenidos de los muestreos se han podido determinar las áreas con mayor porcentaje de larvas de gallina ciega y de gusano alambre generando así información para poder tomar una decisión en cuanto al control basándose en sus respectivos umbrales económicos (Gusano alambre. = 3 larvas m²) Gallina ciega = 2 larvas/planta).

6.5 RESULTADOS

De acuerdo a los muestreos realizados en la finca Bugambilia, se logró establecer los lotes que presentan mayor densidad poblacional de Gallina Ciega (Coleóptera: Scarabeidae) y Gusano Alambre (Coleóptera: Elateridae), como se presenta en el cuadro 1.

CUADRO 1 ÁREAS DE MAYOR DENSIDAD POBLACIONAL DE GALLINA CIEGA Y GUSANO ALAMBRE EN LA FINCA BUGAMBILIA

Lote	Hectáreas muestreadas	Promedio de larvas de gallina ciega/m ²	Promedio de larvas de gusano alambre/m ²	Insectos/m ²
110101	6.76	5.56	142.46	148.02
110102	6.17	13.42	137.96	151.38
110103	6.88	10.71	120.63	131.34
110104	7.45	17.13	132.41	149.54
110108	12.48	5.04	15.51	20.55
110118	14.48	5.96	64.26	70.22
110119	14.44	19.25	63.49	82.74
110120	15.26	18.15	83.7	101.85
110121	10.16	19.44	76.39	95.83
110122	8.69	8.33	47.22	55.55
110130	5.72	2.78	67.22	70
110131	3.27	15.28	75.93	91.21
110203	13.03	3.85	41.67	45.52
110205	13.33	7.11	13.7	20.81
110208	6.23	17.59	49.07	66.66
110209	19.5	9.26	19.91	29.17
110212	12.3	26	112	138
110301	7.62	6.25	85.07	91.32
110306	10.3	42	110	152
110307	10.5	10	19	29

De acuerdo a las densidades de población de gallina ciega y gusano alambre, se estableció que para la finca Bugambilia el 100% de los lotes sobrepasan el umbral económico, entre estos; 4 lotes presentaron una baja densidad poblacional de insectos plaga de la raíz.

A los lotes de la finca Bugambilia que se les debe dar mayor cuidado son los que se muestran en el cuadro 2.

CUADRO 2 JERARQUIZACIÓN DE LOTES CON ALTA DENSIDAD POBLACIONAL DE GALLINA CIEGA Y GUSANO ALAMBRE EN LA FINCA BUGAMBILIA

Lote	Hectáreas muestreadas	Promedio de larvas de gallina ciega/m ²	Promedio de larvas de gusano alambre/m ²	Insectos/m ²
110306	10.3	42	110	152
110102	6.17	13.42	137.96	151.38
110104	7.45	17.13	132.41	149.54
110101	6.76	5.56	142.46	148.02
110103	6.88	10.71	120.63	131.34
110120	15.26	18.15	83.7	101.85
110121	10.16	19.44	76.39	95.83
110301	7.62	6.25	85.07	91.32

7. CONCLUSIONES

Las áreas infestadas de gallina ciega y gusano alambre en la finca Bugambilia, son lotes que se encuentran cercanos a quineles, áreas bajo riego o cercanas a lotes que son foco de plagas del suelo.

Para la finca Bugambilia, de los lotes muestreados el 100% ha alcanzado umbrales económicos por encima de los 20 insectos/ m². Los lotes 110306 y 110102 alcanzaron niveles de hasta 152 insectos/m².

8. RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar aplicaciones periódicas de insecticidas dirigidos al suelo para mantener bajas las poblaciones de plagas de la raíz de la caña de azúcar.

También se deben realizar muestreos mensuales para determinar el comportamiento de dichas plagas después de realizar las aplicaciones de insecticidas.

9. BIBLIOGRAFIA

1. Flores, S. 1976. Manual de caña de azúcar. Guatemala, INTECAP. 124 p.
- 1 Garza, GR. 1983. Los gusanos de alambre como plagas del suelo. *In* Mesa redonda sobre plagas del suelo (2., 1983, México). Chapingo, México, Sociedad Mexicana de Entomología. p. 40-60.
- 2 Holdridge, L. 1979. Ecología basada en zonas de vida. Turrialba, Costa Rica, IICA. 490 p.
- 3 Hruska, AJ; Rosset, PM. s.f. Estimación de los niveles de daño económico para plagas insectiles. Turrialba, Costa Rica, CATIE, Manejo Integrado de Plagas. 30 p.



**CAPÍTULO II
INVESTIGACIÓN**

**EVALUACIÓN DE CUATRO INGREDIENTES ACTIVOS PARA DISMINUIR LA
POBLACION DE PLAGAS DE LA RAIZ EN CAÑA DE AZÚCAR
(*Saccharum officinarum* L)**

**EVALUATION OF FOUR ACTIVE INGREDIENTS TO CONTROL INSECT PEST
IN THE ROOT OF SUGARCANE (*Saccharum officinarum* L)**

RESUMEN

El estudio se realizó en caña de segundo corte, la aplicación de insecticidas se efectuó en los meses de marzo y abril debido a que es la etapa en que las raíces de las macollas de caña se ven afectadas por los insectos del suelo.

Los ingredientes activos y dosis evaluadas en kg/ha fueron las siguientes: **al suelo** a) Terbufos 1,95 b) Etoprofos 1,5 c) Imidacloprid 0,128 **al follaje** a) Imidacloprid 0,120 b) Foxim 2,0

Los ingredientes activos aplicados al suelo fueron tuvieron un mejor control de *Phyllophaga* sp. y *Agriotes* sp. en comparación con los que se aplicaron al follaje. Según el ANDEVA la población de insectos del suelo/m² disminuyó en todos los tratamientos con respecto al testigo absoluto.

Luego de realizar la aplicación de insecticidas y muestreos con intervalos de tiempo de 15 días, se obtuvo que la población del complejo de larvas de la raíz/m² disminuyó en todos los tratamientos con respecto al testigo.

Como resultados principales podemos mencionar que el ingrediente activo que tuvo mejor control de insectos del suelo que causan daño a la raíz de la caña de azúcar fue Imidacloprid 0,8 GR a una dosis de 0,128 kg/ha. Desde el punto de vista agronómico se observó un incremento del 25% en el número de brotes/metro el cual se vio reflejado en el rendimiento de caña/ha.

Se determinó que existe correlación entre el número de larvas de gallina ciega y gusano alambre/m² y la reducción en la producción de caña/ha

2.1 PRESENTACIÓN

El cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum* sp.) representa una importante fuente generadora de divisas al país generando US\$259.1 millones y 250,000 empleos aproximadamente. En general se constituye como uno de los mayores soportes de la economía nacional. Ocupando el primer lugar en productividad en base a TAH¹ en la región centroamericana con producciones de 11.7 y 12.4 toneladas de azúcar por hectárea (2).

Al transcurrir el proceso productivo, la caña de azúcar se ve afectada por una serie de factores tanto bióticos como abióticos, los cuales finalmente influyen directamente sobre la producción de caña de azúcar, en toneladas de caña por hectárea, e indirectamente en el rendimiento de azúcar por tonelada de caña.

Entre los factores bióticos tenemos las plagas que atacan la raíz, entre ellas la gallina ciega (*Phyllophaga* sp.) que causa daño a las pequeñas raíces que forma la plantilla, y el gusano alambre (*Agriotes* sp. y *Conoderus* sp.) el cual causa daño alimentándose de yemas y raíces tanto en caña “plantilla” como en caña “soca”.

Según el diagnóstico realizado hasta la fecha en la finca Bugambilia por los encargados del área de plagas perteneciente al departamento de investigaciones del ingenio Magdalena, las poblaciones de larvas de gallina ciega (*Phyllophaga* sp) y gusano alambre (*Agriotes* sp. y *Conoderus* sp.) en conjunto ascienden a rangos que van desde 21 larvas/m² hasta 189 larvas/m² sobrepasando así el umbral que maneja el ingenio previo a la aplicación de insecticida que es de 15 larvas/m².

El presente estudio consistió en una evaluación de cinco insecticidas para el control eficiente de gallina ciega (*Phyllophaga* sp.) y gusano alambre (*Agriotes* sp. y *Conoderus* sp.) en caña de azúcar en estado “soca” en la finca Bugambilia del ingenio Magdalena.

TAH¹ = Tonelaje de Azúcar por Hectárea

2.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Las plagas de la raíz que afectan el cultivo de la caña de azúcar representan un problema serio en la producción.

En los últimos años, el complejo de plagas del suelo ha incrementado sus poblaciones en diferentes áreas de la zona cañera de Guatemala, siendo la gallina ciega (*phyllophaga sp*) y gusano alambre (*Agriotes sp* y *Conoderus sp*) las de mayor abundancia. Promediando en el estrato medio (6.64 y 5.29 larvas/m²) respectivamente y en el estrato bajo (33.02 y 17.85 larvas/m²) afectando en forma directa el sistema radical de los principales cultivos de la zona (2).

Entre las causas u origen podemos mencionar que las plagas del suelo han existido desde que el hombre aprendió a cultivar la tierra y muestran variaciones de acuerdo a la época climática, el cultivo y estado fenológico del cultivo. Como consecuencia del ataque de dichas plagas, la caña de azúcar muestra pérdidas considerables tanto en tonelaje como en rendimiento, lo cual significa pérdidas económicas de hasta Q 78.75 por hectárea (16).

Para minimizar el daño que causan las plagas de la raíz al cultivo de la caña de azúcar en estado soca, se hizo necesario realizar aplicaciones de insecticidas.

La evaluación de diferentes insecticidas para el control de plagas del suelo permitió conocer los insecticidas que presentaron los mejores resultados en el control de dichas plagas, así como el más rentable para la empresa y de esta forma contribuir a bajar los costos de aplicación de insecticidas.

2.3 MARCO TEÓRICO

2.3.1 MARCO CONCEPTUAL

2.3.1.2 Plagas del suelo

A. Importancia de las plagas de la raíz en caña de azúcar

El conocimiento de insectos y otras especies de animales del suelo es de suma importancia para la entomología económica y científica mundial ya que permite lo siguiente: 1) Tomar en cuenta la necesidad de establecer el control de una especie perjudicial al cultivo. 2) Valorizar la importancia del método de control. 3) Correlacionar las poblaciones de insectos de una especie con el grado de daño causado. 4) Correlacionar las poblaciones de insectos de una especie con las características ecológicas o agrícolas; cubierta vegetal, humedad, acidez o alcalinidad, textura del suelo, estructura del suelo, sistema de rotación de cultivo, temperatura, precipitación, etc. 5) Determinar la tendencia de las poblaciones a aumentar o disminuir con los años. 6) Estimar niveles críticos de población.

Pérez (16).

B. Distribución espacial de plagas de la raíz en caña de azúcar

Los insectos plaga de la raíz en el cultivo de la caña de azúcar presentan un patrón de distribución en conglomerados, es decir, que se distribuyen formando grupos localizados al azar en el campo (13).

C. Gallina Ciega, *Phyllophaga* sp.

a. Características y descripción

Las larvas de la familia Scarabaeidae (Coleóptera) se conocen como gallina ciega, se alimenta de las raíces de las plantas, especialmente de las gramíneas, y los adultos son los llamados escarabajos o ronrones de mayo.

Se han reportado para Guatemala los géneros de la subfamilia *Melolonthinae*, *Anómala*, *Cyclocephala* y *Phyllophaga*. Entre las distintas especies de *Phyllophaga* spp. identificadas existen hábitos alimenticios: rizófagos

(raíces) y saprófagos (materia orgánica en descomposición). Los adultos se alimentan de hojas, brotes tiernos, botones y néctar de las flores. Para los rizófagos estrictos, la materia orgánica puede actuar como un fago-estimulante y como un atrayente para alimentarse de las raíces de las plantas y causar daño.

El daño que causan las larvas de gallina ciega en las raíces, se manifiesta con mayor intensidad en los meses de agosto, septiembre y octubre, que es cuando la larva se encuentra en el tercer estadio (el más voraz), dura mucho tiempo y está adaptada a condiciones ambientales adversas (13).

b. Distribución Geográfica

Ha sido reportada en casi todos los países del continente americano sobre el cultivo de la caña de azúcar. Su distribución es amplia en los cañaverales de países que son productores de este cultivo (14).

c. Clasificación Taxonómica

La gallina ciega, también conocida como joboto, chobote, oronto, chorontoco y en estado adulto como abeja de mayo, chucote, mayate y ronron; se encuentra clasificada taxonómicamente así:

Reino: Animal
 Phylum: Arthropoda
 Clase: Insecta
 Orden: Coleóptera
 Familia: Scarabaeidae
 Subfamilia: Melolonthinae
 Género: *Phyllophaga*
 Especies: *menetriesi, elenans, aequata, caragá, dasypoda, hondura, latipes, absoleta, rorulenta, rubella, setigera* y otras
 Especies.
 Otros géneros: *Anómala y Cyclocephalla.*

d. Morfología de las larvas

Son larvas con tres estadios larvales. El tercero reúne los caracteres taxonómicos más confiables para su determinación. Son típicas larvas escarabeiformes (curvadas) de color blanco cremoso, blanco amarillento o blanco grisáceo; con la cabeza anaranjada o castaño-rojizo y tres pares de patas amarillentas cerca de la cabeza. Su longitud varía entre 15 y 70 mm con ancho torácico de 3 a 10 mm (15)

e. Morfología del adulto

La forma del cuerpo de Phyllophaga sp. en proporciones dentro de un contorno ovalado alargado, con sección subcilíndrica. La relación ancho-largo obtenida para los machos y hembras, según Moron (15) ofrece un valor medio de 2.27. Esto es que en la mayoría de las especies de longitud total del cuerpo es un poco mayor del doble del ancho humeral.

La coloración generalmente es pardo-amarillenta o pardo-rojiza, aunque incluye toda una gama de tonos que abarcan el castaño oscuro, el castaño-rojizo, pardo acanelado. Algunas especies son negras e incluso existen otras con coloraciones metálicas (15).

f. Biología y ecología

Ciclo de vida

El ciclo de vida se completa de 1 a 3 años en climas fríos extremos, ya que el factor temperatura es uno de los determinantes principales para la duración del ciclo vital y la especie (15).

Huevo

Después de la copulación, el macho se muere y la hembra busca el suelo para poner sus huevos. Los huevos blancos opacos y pequeños, son depositados húmedo, normalmente al final de la época seca o inicio de la época lluviosa a la sombra de las plantas huésped o en zonas con alta concentración de materia orgánica, a una profundidad de 0.1 a 0.2 m, en un área aproximada de 0.2 m².

El número de huevos promedio, depositados es de 7 a 28 por hembra. Su eclosión ocurre de 2 a 6 semanas después (15).

Larva

La eclosión de los huevos da lugar a las pequeñas larvas del primer estadio, las cuales se alimentan activamente de raíces finas, tallos subterráneos blandos, bulbos o materia orgánica, durante un período que varía entre 20 y 60 días, hasta aumentar de 15 a 20 veces su peso inicial antes del cambio para el segundo estadio, durante el cual incrementará de 5 a 7 veces su biomasa (15).

Pupa o crisálida

Cuando la gallina ciega ha terminado de crecer se entierra a 0.2 o 0.3 metros del suelo y se transforma en pupa. La etapa de pupa transcurre durante 30 a 45 días, entre marzo y abril, para luego dar lugar al imago o adulto (15).

Imago, Adulto o ron-ron de mayo

En el mes de mayo cuando comienzan las lluvias, emerge el adulto o ron-ron de mayo, el cual ha permanecido en la celda que utilizó la pupa. En este tiempo ha madurado su aparato reproductor. Al incrementar la humedad y la temperatura el adulto recibe un estímulo que lo induce a salir.

En condiciones naturales la longevidad del adulto varía entre 8 y 30 días. Las hembras de algunas especies pueden sobrevivir más de 60 días (15).

Especies con un ciclo de vida de dos años

El ciclo inicial es similar, pero al terminar su segundo instar, la larva entra en una fase de latencia en una celda en el suelo. Al iniciar las lluvias de nuevo, muda y en el tercer instar se alimenta de las raíces, entre mayo y septiembre. El período pupal termina entre febrero y marzo. Conforme la humedad superficial del suelo va disminuyendo, las larvas se profundizan y forman celdillas de tierra del tamaño de una nuez para transformarse en una crisálida. Nunca se sabe exactamente donde aparecerá el insecto, pero siempre es más probable que se presente en terrenos con un porcentaje mayor de materia orgánica en donde abundan los zacates. Los ataques del insecto

normalmente son esporádicos, localizados y difíciles de predecir. Un ataque severo puede eliminar una siembra o parte de una siembra enteramente (14).

Daños e Importancia

El daño depende del número de larvas que se encuentren atacando a una cepa de caña. Las plantas cuyas raíces han sido podadas por las larvas, no crecen bien, muestran síntomas de deficiencia de agua y nutrientes. El daño tiende a ser más frecuente cerca de los pastos, las plantaciones de café, los cercos que contienen plantas alimenticias preferidas por los insectos adultos y en suelos bien drenados.

Los adultos se comen las hojas comenzando desde la orilla. Debido a su tipo de vida gregario pueden introducir en ciertas plantas defoliación severa y en otras plantas cercanas poco ataque, causando daño de importancia económica en cultivos como el jocote, cítricos jóvenes y plantas ornamentales (14).

Las larvas comen las raíces de los trozos de caña recién sembrada, las yemas del tallo y el sistema radicular, causando graves daños que ocasionan gastos de resiembra y la pérdida de muchas cepas, reducen el crecimiento de la planta y el rendimiento de caña por hectárea. Generalmente, esta plaga puede ser de importancia local esporádica en cultivos hortícolas, e inmediatamente después de arar un terreno que tenía pasto (14).

Hospederos

Las larvas prefieren las raíces de las gramíneas en un 35.7%, las leguminosas en un 14.2% y las rosáceas en un 14.2%, sobre los otros grupos vegetales. Los adultos tienen una notable preferencia por el follaje de las fagáceas principalmente del género *Quercus*, con una preferencia del 23.7%, las leguminosas arbustivas en un 17.7%, las pináceas en un 11.8% (5).

Control

Existen diversos tipos de control entre los cuales están el control cultural, biológico, físico y químico. Entre algunos de los controles culturales tenemos la rotación de cultivos, cultivación temprana de la tierra, aplicación de cal a suelos ligeramente ácidos. Control biológico se ha

mencionado que pollos, cerdos y muchos pájaros silvestres comen la gallina ciega. Siendo también atacada por varios insectos parásitos, especialmente las larvas de ciertas avispa las cuales a veces reducen grandemente sus cantidades, y cuyos cocones a veces son abundantes en los campos infestados de gallina ciega. Los pájaros, a veces siguen el arado, atrapando las gallinas ciegas a medida que son sacadas en el surco. El control químico se efectúa aplicando al suelo algunos pesticidas tales como foxim, parathion metílico, terbufós, clorpirifós, que bajan las poblaciones.

A demás se debe combinar control cultural; como volteo de los suelos (dejando expuestas las larvas a la radiación solar directa y a enemigos naturales) con un químico. Es importante realizar muestreos de campo a fin de mantener informaciones reales de las poblaciones del insecto y en donde se detecten altas poblaciones; además, es recomendable una preparación más profunda del terreno, de manera que salga a la superficie el mayor número posible de larvas (18).

D. Gusano Alambre, (*Agriotes spp* y *Conoderus spp.*)

a. Características y descripción

Comúnmente se conoce a las larvas de la familia Elateridae (Coleóptera) como gusanos alambre, nombrados así porque son de cuerpo duro, alargado, cilíndrico y de color café-rojizo, lo cual los asemeja aun pedazo de alambre de cobre o bronce. Los gusanos alambre llegan a ser tan perjudiciales que destruyen completamente las semillas e impiden su germinación; atacan las raíces, pueden barrenar las partes subterráneas del tallo de las plantulas y facilitan la entrada de enfermedades en las plantas atacadas.

b. Ciclo de vida, hábitos y apariencia

Los gusanos alambre tienen un ciclo de vida de 4 a 5 años, aunque se menciona que generalmente el ciclo de vida de los Elateridos varía de 2 a 6 años, como en el caso del gusano alambre del trigo, *Agriotes mancus*, que tiene un ciclo de vida de 3 años.

El ciclo de vida de las diversas especies de gusanos alambre puede variar de 1 a 6 años. La ubicación de los gusanos alambre en el suelo, se ve afectada por las condiciones de humedad y temperatura del suelo (8).

Larvas

Las larvas son generalmente café oscuro, variando en longitud de 1.25 a 3.75 cm cuando están desarrollados. Metcalf y Flint (12) indican que las larvas que incuban pasan de 2 a 6 años en el suelo alimentándose de las raíces de los pastos y otras plantas. A medida que el suelo se vuelve caliente y seco, las larvas emigran hacia abajo, de tal manera que a veces es difícil encontrarlas durante los veranos secos, aún en los campos infestados severamente. La mayoría de las especies cambian a una pupa desnuda, suave, y en unas semanas más al estado adulto, en celdas en la tierra, durante fines los del verano o el otoño del año en el cual alcanzaron su desarrollo completo.

Adultos

Los adultos que comúnmente miden más o menos 1.25 cm de largo, permanecen enterrados en el suelo hasta la primavera siguiente. El invierno es pasado principalmente en los estadíos larvarios y adulto, en el suelo. A principio de la primavera los adultos se vuelven activos y vuelan, algunas especies son atraídas fuertemente por lo dulce; estos se pueden capturar en grandes cantidades colocando unas cuantas gotas de jarabe en la parte de arriba de los postes de las cercas, u otros lugares expuestos a los exteriores. Ellos son escarabajos de concha dura, generalmente de color café, grisáceo o casi negro, un tanto alargados, aerodinámicos con el cuerpo adelgazándose más o menos hacia los extremos. La cabeza y el tórax se ajustan cercanamente contra la cubierta de las alas, lo que protege la parte posterior del abdomen. La unión justamente en el frente de las cubiertas de las alas es fuerte y flexible, y cuando los escarabajos son volteados o caen sobre sus dorsos, ellos golpean la parte media del cuerpo contra el suelo, de tal manera que se avientan hacia el aire por varios centímetros. Las hembras de las especies que son más perjudiciales al maíz, hacen galerías en el suelo y ponen sus huevos principalmente alrededor de las raíces de los pastos. Los adultos viven de 10 a 12 meses, la mayor parte de cuyo tiempo, y todo el de los otros estados, es pasado en el suelo. Poco después de aparearse mueren los machos y las hembras durante la primavera o a principios del verano, cuando la oviposición ha terminado (12), Garza (8)

menciona que muy pocos gusanos alambre pasan al estado de adulto en un año, como *Conoderus amplicollis*, *Conoderus vespertinus*; esto depende de las condiciones favorables de alimentación, suelo y temperatura.

c. Importancia y tipo de daño

Metcalf y Flint, indican que en la zona templada los gusanos alambre se encuentran entre los insectos más difíciles de combatir, los cuales están catalogados como las plagas más destructivas y más ampliamente distribuidas en el maíz (*Zea mays*), caña (*Saccharum spp.*), granos pequeños, pasto, *papa* (*Solanum tuberosum*), hortalizas y flores. Los cultivos que son atacados por los gusanos de alambre, a veces fallan en su germinación, puesto que los insectos comen el germen de las semillas o las ahuecan por completo, dejando solo la cutícula. El cultivo puede no brotar bien, o puede empezar bien y después ponerse ralo y desigual a medida que los gusanos alambre barrenan en las partes subterráneas del tallo, ocasionando que la plantilla se marchite y muera, aunque ellos no la corten completamente. más tarde en la temporada, los gusanos continúan alimentándose de las raíces pequeñas de muchas plantas.

Sus daños son generalmente más severos en los cultivos sembrados en terreno de césped o al segundo año después de este.

El daño de los gusanos alambre es más severo en terrenos donde anteriormente se sembraron pastizales, aunque en general, están ampliamente distribuidos y catalogados entre los insectos más destructivos y más difíciles de combatir.

No se conoce cultivo que sea completamente inmune a su ataque:

1. Plantas que son comúnmente atacadas, severamente dañadas,

en la que los gusanos de alambre pueden desarrollarse satisfactoriamente, como maíz (*Z. mays*), algodón (*Gossypium sp*), garbanzo (*Cicer arietinum*) y papa (*S. tuberosum*).

2. Plantas que son frecuentemente atacadas, pero rara vez dañadas seriamente por varias razones, particularmente por el hecho de que se desarrollan durante el período, en que los gusanos de alambre emigran en el suelo hacia abajo, porque no tienen condiciones adecuadas de temperatura y humedad, como tomate (*L. esculentum*), espárrago (*A. Officinarum*), sandía (*Cucumis spp*), ayote (*Cucumis spp*), maní (*Aris spp*), avena (*Avena fatua*), frijol (*Phaseolus spp*).

3. Plantas que son ligeramente atacadas y no permiten el desarrollo satisfactorio de los gusanos de alambre, como el col (*Brassica sp*), trébol (*Trifolium sp*) y bambú briar (*Bambusa sp*). Se establecen 4 rangos de infestación y algunos cultivos que pueden tolerar a éstos rangos en el cuadro 1.

CUADRO 1. Rangos de infestación y algunos cultivos que los toleran

R.I. ²	POBLACION	GRADO DE DAÑO
1.	< 50 gusanos alambre por m ² .	Generalmente no causa daño a los cultivos
2.	51 a 75 gusanos alambre por m ² .	Es moderado, permite que muchos cultivos se establezcan y que las condiciones de crecimiento sean buenas. Es alto y el riesgo de fracaso considerable solo se puede sembrar en invierno trigo temprano, centeno y frijol.
3.	76 a 150 gusanos alambre por m ² .	Es muy alto, solo crecen cultivos resistentes como chícharo, linaza y mostaza.
4.	> 151 gusanos alambre por m ² .	

d. Control de gusano alambre

Las prácticas culturales de combate son difíciles de aplicar para el gusano alambre, debido a su ciclo de vida relativamente grande y a la necesidad de adaptarlos a cada región y cultivo. Ciertas especies de gusano alambres son abundantes solo en suelos mal drenados. El drenaje adecuado de dichos suelos, puede evitar por completo el daño por estas especies. En los distritos irrigados, todos los estados de los gusanos alambre pueden ser aniquilados inundando la tierra, de manera que el agua se estanque a unos cuantos centímetros de profundidad durante una semana en la época de calor, cuando la temperatura del suelo a una profundidad de 14 cm promedia 21°C o más. Permitiendo que los 45 cm superiores del suelo se sequen mucho durante varias semanas en el verano, cuando menos una vez cada 6 años, también es una medida recomendada en la parte del pacífico noroeste. Las rotaciones más efectivas, los métodos de barbecho, las fechas de siembra y otras prácticas agrícolas, deben ser estudiadas para cada región agrícola, con referencia especial a las especies de plantas deseadas y las especies particulares de gusanos alambres presentes. Los ingenios azucareros del país efectúan un control químico utilizando diferentes insecticidas como: Curater (Carbofuran), Furadan (Carbofuran), Temik (Aldicarb), entre otros (13).

² Rango de Infestación

2.3.1.3 INSECTICIDAS ORGANOFOSFORADOS Y CLORONICOTINILOS

A. Insecticidas Órgano fosforados (OF)

Son compuestos derivados del Acido fosfórico, cuyo elemento base es el Fósforo, fueron desarrollados y puestos al mercado durante las décadas 50 y 60. Estos han reemplazado a los órganoclorados y en la actualidad es el grupo más importante de los que se encuentran disponibles en el mercado.

Pueden penetrar al insecto por contacto a través de la cutícula, por ingestión o por inhalación. Su modo de acción, se realiza actuando sobre el sistema nervioso central por la acción inhibitoria de la colinesterasa (5).

Las característica principales son:

Son compuestos con poca persistencia en el ambiente.

Bastante tóxicos a los animales vertebrados.

Son de acción rápida sobre los insectos.

El mal uso de este grupo de insecticidas, puede inducir a la generación de resistencia en los insectos.

a. Volatón

Nombre Común

Foxim

Descripción del producto

Clase:	Insecticida
Grupo Químico:	Órgano fosforado
Ingrediente Activo:	Foxim
Concentración:	50 %
Formulación:	Concentrado Emulsionable (EC)

Modo de acción: Contacto e Ingestión

Dosis: 1 a 2 L/ha.

Indicaciones generales

Intervalo de aplicación: 7 a 14 días.

Intervalo entre la última aplicación y la cosecha: 21 días.

Intervalo de reingreso al área tratada: 24 horas.

Fitotoxicidad: no es fitotóxico a las dosis recomendadas.

Compatibilidad: es compatible con la mayoría de productos fitosanitarios.

Toxicología:

DL 50 Oral >2000 mg/k. pc (rata)

DL 50 Dermal >5000 mg/k. pc (rata)

Tóxico para abejas

Antídoto:

Sulfato de Atropina

Propiedades físicas y químicas:

Fórmula molecular: C₁₂H₁₅N₂O₃PS

Peso molecular: 298.18

Nombre IUPAC: 2-(dietoxyfosfinothioyloxyimino)-2-phenylacetonitrilo

Residualidad: Presenta una vida media de 65 días

Apariencia: Líquido viscoso de color amarillento

Solubilidad en agua: 7 mg/L

Estabilidad: estable a pH ácido

Gravedad específica: 1.176 (20° C)

Punto de fusión: 5 – 6 ° C

b. MocapNombre Común**Ethoprophos****Descripción del producto**

Clase:	Insecticida - Nematicida
Grupo Químico:	Órgano fosforado
Ingrediente Activo:	Ethoprophos
Concentración:	15 %
Formulación:	Granulado (GR)
Modo de acción:	Contacto
Dosis:	21 kg/ha.

Indicaciones generales

Intervalo entre la última aplicación y la cosecha: 30 días.

Intervalo de reingreso al área tratada: 24 horas.

Fitotoxicidad: no es fitotóxico a las dosis recomendadas.

Compatibilidad: Debe aplicarse solo.

Toxicología

DL 50 Oral 239 mg/k. pc (rata)

DL 50 Dermal 2000 mg/k. pc (conejo)

Tóxico para abejas

Antídoto

Sulfato de Atropina

Propiedades físicas y químicas

Fórmula molecular: C₈H₁₉O₂PS₂

Peso molecular: 242.307

Nombre IUPAC: O – etil S,S – dipropyl fosforodithioato

DL50: 1.6 mg/Kg

Residualidad: Presenta una vida media de 60 días

Formulación: Granulado (GR)

c. Counter

Nombre Común

Terbufos**Descripción del producto**

Clase: Insecticida - Nematicida
Grupo Químico: Órgano fosforado
Ingrediente Activo: Terbufos
Concentración: 15 %
Formulación: Granulado (GR)
Modo de acción: Sistémico, Contacto y estomacal
Dosis: 13 kg/ha.

Indicaciones generales

Intervalo entre la última aplicación y la cosecha:

Intervalo de reingreso al área tratada:

Fitotoxicidad:

Compatibilidad:

Toxicología

DL 50 Oral

DL 50 Dermal

Antídoto

No existe. En caso de intoxicación administrar tratamiento sintomático.

B. Insecticidas Cloronicotinilos

Estos insecticidas pueden penetrar al insecto en forma sistémica, por ingestión y por contacto. En la planta el producto tiene excelente efecto sistémico acropetal.

a. Jade

Nombre Común

Imidacloprid

Descripción del producto

Clase:	Insecticida
Grupo Químico:	Cloronicotinilo
Ingrediente Activo:	Imidacloprid
Concentración:	0.8 %
Formulación:	Granulado (GR)
Modo de acción:	Sistémico, Contacto e Ingestión
Dosis:	16 kg/ha.

Indicaciones generales

Fitotoxicidad: no es fitotóxico a las dosis recomendadas.

Compatibilidad: Debe aplicarse solo.

Toxicología

DL 50 Oral >2500 mg/k. pc

DL 50 Dermal >2000 mg/k. pc

Tóxico para abejas

Antídoto

No existe. En caso de intoxicación administrar tratamiento sintomático.

Propiedades físicas y químicas

Formula molecular: C₉H₁₀ClN₅O₂

Peso molecular: 255.7

Nombre IUPAC: 1-(6-cloro-3-piridilmetil)-N-nitroimidazolidin-2-ylidamina

Residualidad: Presenta una vida media en el suelo de 48 –90 días.

Solubilidad en agua: 0.51 gr/L

Punto de fusión: 136.4 – 143.8 ° C

Estabilidad: estable a hidrólisis a pH 5 – 11

b. PluralNombre Común**Imidacloprid****Descripción del producto**

Clase:	Insecticida
Grupo Químico:	Coronicotinilo
Ingrediente Activo:	Imidacloprid
Concentración:	20 %
Formulación:	Solución líquida (SL)
Modo de acción:	Sistémico, Contacto e Ingestión
Dosis:	0.6 L/ha.

Indicaciones generales

Intervalo entre la última aplicación y la cosecha: Sin restricción.

Intervalo de reingreso al área tratada: Sin restricción.

Fitotoxicidad: no es fitotóxico a las dosis recomendadas.

Toxicología

Con el fin de proteger la fauna terrestre y acuática utilice este producto únicamente de acuerdo a lo indicado en la etiqueta y panfleto.

Antídoto

No existe. En caso de intoxicación administrar tratamiento sintomático.

Propiedades Físicas y químicas

Formula molecular: C₉H₁₀ClN₅O₂

Peso molecular: 255.7

Nombre IUPAC: 1-(6-cloro-3-piridilmethyl)-N-nitroimidazolidin-2-ylidreamina

Residualidad: Presenta una vida media en el suelo de 48 –90 días.

Solubilidad en agua: 0.51 gr/L

Punto de fusión: 136.4 – 143.8 ° C

Estabilidad: estable a hidrólisis a pH 5 – 11

2.3.1.4 ANALISIS ECONOMICO DE EXPERIMENTOS UTILIZANDO PRESUPUESTOS PARCIALES (17).

A. Que son los presupuestos parciales y cuando se usan

Existen experimentos que no permiten desarrollar superficies de respuesta para identificar los niveles óptimos de los insumos, ya sea porque las variables que representan los factores no tienen expresión continua o porque sus tratamientos son cualitativamente diferentes. Si los tratamientos tienen medias de rendimiento que son significativamente diferentes, muestran diferencias de costos, y en general presentan una relación directa entre costos y beneficios, es decir, en la medida que aumentan los costos aumentan los beneficios, el enfoque a emplear puede ser el de presupuestos parciales.

Se llama presupuestos parciales, porque con este enfoque solamente se toman en consideración los costos asociados con la decisión de usar o no un tratamiento. Estos son los costos que permiten diferenciar un tratamiento del otro, y se denominan “Costos que Varían”, y se llaman así porque varían de un tratamiento a otro. El resto de costos no se ven afectados por la decisión de usar un tratamiento en particular, y permanecen constantes. Por esta razón se denominan costos fijos. Por ejemplo, si se trata de una evaluación de insecticidas, los costos que están directamente asociados con la decisión de usar o no un tratamiento son los costos por el insecticida, la mano de obra para la aplicación del insumo, el agua si es un insumo que hay que llevar al campo, y el alquiler del equipo para aplicar el biocida, cuando el equipo es rentado. El resto de los costos como la preparación del terreno, la siembra, la fertilización, y el control de malezas, se consideran como costos fijos, pues no varían de un tratamiento a otro.

Respecto a cuando usar este enfoque, la lista es inagotable, no obstante, se pueden enumerar los siguientes casos: evaluación de herbicidas, fuentes de nutrientes, Sistemas de cultivo (arreglos topológicos y densidades de siembra), tipos de materias orgánicas, tipos de silos o almacenamientos, tipos de labranzas, programas de control de enfermedades, programas fitosanitarios, programas de fertilización, etc.

Los presupuestos parciales se desarrollaron para formular recomendaciones a partir de datos agronómicos, por tanto, el proceso de aplicación de este enfoque debe generar una recomendación para los agricultores o agroindustrias.

B. PASOS PARA LA APLICACIÓN DEL ENFOQUE

Como algoritmo para usar este enfoque en el análisis de experimentos se deben seguir doce pasos. Estos son:

a. Identificación de los rubros de costos relevantes: Esto no es más que identificar fuentes de costos que varían. Si el experimento es de evaluación insecticidas, los costos que varían son como ya se mencionó; los costos por el insecticida, la mano de obra para la aplicación del insumo, el agua si es un insumo que hay que llevar al campo, y el alquiler del equipo para aplicar el biocida, cuando el equipo es rentado. El investigador debe hacer un ejercicio para identificar los costos relevantes antes de analizar económicamente el experimento.

b. Estimación de los precios de campo de los insumos: El precio de campo de un Insumo es aquel precio que alcanza puesto en el terreno donde se usará. Por lo tanto, el precio de campo de un insumo cualquiera, es igual a su precio en el mercado más los costos incurridos para llevarlo al campo. Estos son aquellos como transporte al terreno y almacenamiento, si debe comprarse con suficiente antelación. Entonces, el precio de campo para el j-ésimo insumo se puede plantear,

$$PC_{ij} = PM_{ij} + CUC_j$$

En donde:

PC_{ij} es el precio de campo del j-ésimo insumo

PM_{ij} es el precio de mercado del j-ésimo insumo

CUC_j son los costos unitarios de llevar el j-ésimo insumo al campo de cultivo

- c. Estimación de los costos que varían: Esto se logra multiplicando los precios de campo de los insumos relevantes por sus niveles de uso en cada tratamiento y luego sumando un total. Para el i-ésimo tratamiento, esto es,

n

$$CV_i = \sum_{j=1}^n PC_{lij} N_{ij}$$

J=1

En donde:

CV_i es el costo que varía del i-ésimo tratamiento

PC_{lij} es el precio del j-ésimo insumo empleado en el i-ésimo tratamiento

N_{ij} es el nivel de empleo del j-ésimo insumo en el i-ésimo tratamiento

- d. Estimación de los precios de campo del producto: El precio del producto a nivel de campo es aquel a que podría vender la producción antes de cosecharla. Esto se conoce como venta de la producción en pie. Para estimar los precios de campo del producto es necesario sustraer del precio de mercado, todos los costos unitarios de cosecha y comercialización. Entonces, el precio de campo del producto se obtiene de la manera siguiente:

$$PCQ = PMQ - CUCYC$$

En donde:

PCQ es el precio de campo del producto

PMQ es el precio de mercado del producto

$CUCYC$ son los costos unitarios de cosecha y comercialización

Este mecanismo facilita el análisis posterior, pues de no hacerse así, en la estimación de los costos que varían deberían adicionarse los costos de cosecha y comercialización.

- e. Estimación de los rendimientos ajustados: Los rendimientos experimentales tienen cuatro fuentes que los hacen mucho más altos que los obtenidos por los agricultores (CIMMYT, 1988). Primero, el manejo del experimento lo hace un técnico, lo cual le provee mayores elementos científicos para obtener niveles más altos de rendimiento. Segundo, las parcelas netas de los experimentos usualmente son pequeñas, lo cual puede sobreestimarlos, no sólo por las mayores facilidades del manejo que ofrecen parcelas pequeñas, sino por la mayor uniformidad observada en el suelo en áreas chicas. Esto se hace más evidente cuando se refieren los datos de kilos por unos cuantos metros cuadrados a kilos por hectárea. Tercero, mayor exactitud en la fecha de cosecha; y cuarto, mayor eficiencia en la cosecha de áreas chicas. Por estas razones, se recomienda reducir los rendimientos experimentales en un porcentaje que va del 5 al 30%, para acercarse a los rendimientos obtenidos por los agricultores. Siguiendo esta recomendación, los rendimientos ajustados, son:

$$\text{Rend Ajustado}_i = \text{Rendimiento experimental}_i * (1 - \text{tasa de ajuste})$$

En este paso no se debe olvidar representar con la misma media a aquellos tratamientos que no registren diferencias significativas entre sus medias de rendimiento. La ausencia de significancia autoriza emplear el mismo promedio en estos tratamientos, pues la no significancia de las diferencias entre las medias de estos tratamientos indica que son nulas (cero), en otras palabras, indica que estos tratamientos tienen el mismo promedio. Estos rendimientos pueden denominarse “rendimientos experimentales corregidos”.

- f. Estimación de los beneficios brutos de campo: Como beneficio bruto de campo se conoce el valor bruto de producción, el cual se calcula multiplicando el precio de campo del producto por el rendimiento ajustado. Esto es,

$$\text{BB}_i = \text{PCQ} * \text{Rend Ajustado}_i$$

En donde:

BB_i es el beneficio bruto de campo del i-ésimo tratamiento

Las otras dos ya fueron definidas en las fórmulas anteriores.

- g.** Estimación de los beneficios netos de campo: Estos se obtienen de sustraer de los beneficios brutos de campo, los costos que varían, esto es,

$$BN_i = BB_i - CV_i$$

En donde:

BN_i = es el beneficio neto de campo del i -ésimo tratamiento

Las otras dos ya fueron definidas en las fórmulas anteriores

- h.** Realización del análisis de dominancia: Este es una simplificación del análisis de dominancia estocástica, y se utiliza para seleccionar los tratamientos que en términos de ganancias ofrecen la posibilidad de ser escogidos para recomendarse a los agricultores. Se dice que un tratamiento es dominado cuando como resultado de un incremento en los costos, su empleo no conduce a un incremento en los beneficios netos. Es dominado porque al menos existe un tratamiento de menor o igual costo que genera mayores beneficios. Para realizar éste análisis, se deben organizar los tratamientos de acuerdo con un orden creciente de los costos que varían, y luego comparar si al aumentar los costos ocurre un incremento en los beneficios netos, si esto ocurre el tratamiento es no dominado, si ocurre lo contrario es dominado y no debe tomarse en cuenta en los análisis posteriores. Este análisis también se puede realizar con la curva de beneficios netos, esta se construye en dos dimensiones, en donde la abscisa representa a los costos que varían y la ordenada a los beneficios netos. La curva de beneficios netos es la curva envolvente que se forma con los pares ordenados que muestran los mayores niveles de beneficios netos. Es una curva de frontera que se forma con los tratamientos más rentables. Todos los pares ordenados que estén por debajo de ésta curva envolvente son los tratamientos dominados.

i. Cálculo de la tasa de retorno marginal (TRM): Con los tratamientos no Dominados, siempre organizados de menor a mayor de acuerdo con sus costos que varían se obtienen los incrementos de costos y beneficios netos que resultan al cambiar de tratamiento. Luego, al dividir, el incremento de beneficios por su respectivo incremento de costos, se obtiene la tasa de retorno marginal.

La fórmula de la TRM es,

$$TRM = (\Delta BN / \Delta CV) * 100$$

La TRM indica el porcentaje de retorno en términos de ganancias que se obtienen por cada unidad monetaria en que se incrementan los costos como resultado de cambiar de un tratamiento a otro.

Hasta el momento, todavía no se sabe cual es el tratamiento más rentable, solamente se tienen las tasas de retorno marginal.

j. Cálculo de la tasa mínima de retorno (TAMIR): Como tasa mínima de retorno se conoce a la tasa que representa al costo del capital de trabajo que se usa para financiar el tipo de práctica que se evalúa en el experimento. Esta tasa resulta del retorno mínimo que se obtendría en otro cultivo alternativo y del costo del capital en el mercado financiero donde opera el agricultor. Según Perrin *et al* (1976), el retorno mínimo aceptable obtenible en otro cultivo alternativo es del 40%. Por otro lado, una buena referencia del costo del capital en el mercado financiero informar se puede obtener en los expendios de agroquímicos, del recargo en el precio de los insumos que se deben pagar cuando se obtienen a crédito y pagaderos al final de la cosecha. Este recargo usualmente es mayor que las tasas activas del mercado financiero formal, y ello resulta de la incorporación de una prima por riesgo y del poder monopólico de estos proveedores informales de crédito. La suma de estas dos tasas, produce la TAMIR, o sea el retorno mínimo que se puede esperar de un desembolso productivo hecho por el agricultor. Solamente si la práctica genera un retorno mayor o igual que la TAMIR, vale la pena emplearla. En estos términos, la TAMIR es un indicador del costo unitario de los costos que varían.

- k. Determinación del tratamiento más rentable: Esta actividad se realiza comparando la TMR con la TAMIR. En la serie de tratamientos no dominados, el más rentable es el último para el cual se cumple el siguiente criterio:

$$TMR \geq TAMIR$$

- l. Análisis de residuos: Se conoce como residuos, al remanente que queda del beneficio neto después de sustraer el costo de oportunidad del capital de trabajo empleado para financiar las prácticas evaluadas en el experimento. Los residuos son un análisis que se hace para corroborar los hallazgos realizados con la TRM y la TAMIR. Como regla general, el tratamiento más rentable identificado con la TRM y la TAMIR, acusa los mayores residuos.

La fórmula de los residuos es,

$$RES_i = BN_i - [(TAMIR/100) * CV_i]$$

En donde:

RES_i es el residuo del i-ésimo tratamiento

Las otras variables ya fueron descritas anteriormente

2.3.2 MARCO REFERENCIAL

2.3.2.1 REFERENCIAS DE PRACTICAS DE CONTROL

En el ingenio Magdalena, para el control de plagas de la raíz en caña de azúcar, manejan lo siguiente: como control cultural han practicado el arado profundo y barbecho prolongado para modificar el medio ambiente, el control biológico no ha sido enfocado a plagas del suelo, pero si a plagas del follaje y como control químico, han incorporado insecticida Terbufós al suelo para mantener bajas las poblaciones de Gusano Alambre (*Agriotes* sp y *Conoderus* Sp) y Gallina Ciega (*Phyllophaga* sp). Sin mencionar a la Chinche Hedionda (*Scaptocoris talpa*), debido a que la mayoría de las fincas están ubicadas en el estrato bajo de la zona cañera (0-100 msnm), no reportan mayor presencia de dicha plaga.

2.3.2.2 LOCALIZACION Y DESCRIPCION DEL AREA EN ESTUDIO

La finca Bugambilia está ubicada geográficamente en el municipio de la Democracia, al Sur-oeste de Escuintla a 105 Kilómetros de la ciudad capital. Esta finca está localizada a una altura de 48 metros sobre el nivel del mar, lo cual la ubica en el estrato bajo de la zona cañera con una latitud Norte de 14°06'14", longitud oeste de 90°57'39" (4).

La finca Bugambilia esta constituida por 3 sectores con un total de 299 lotes distribuidos de la siguiente manera:

Sector 1 : 132 lotes

Sector 2 : 77 lotes

Sector 3 : 90 lotes

Extensión total: 973.14 hectáreas.

El acceso a la finca es por medio de una carretera asfaltada hasta la aldea Ceiba Amelia (Km 99) y de esta hacia la finca por medio de una carretera de terracería (6 Km.).

A. ECOLOGIA

La zona de vida en esta región es: subtropical cálida. La finca está ubicada naturalmente en la cuenca del río Achiguate de la vertiente del Pacífico, la fisiografía predominante es de gran paisaje, perteneciente a las Llanuras Costeras del Pacífico. (9)

B. CONDICIONES CLIMATICAS

El clima de la región, según Thornthwaite, presenta las características siguientes: Cálido sin estación fría bien definida, húmedo y con invierno seco. (9)

Las características climáticas de la región contemplan una temperatura media anual de 27 a 28°C, con una precipitación promedio anual de 2000 a 4000 mm anuales. (10).

C. SUELOS

Los suelos de la región según Simmons, pertenecen a los suelos del litoral del Pacífico, los cuales son suelos arenosos bien drenados de origen volcánico de la clasificación Mollisoles y Andisoles. (4).

a. Características de los Mollisoles:

Están asociados con los suelos Andisoles y se distinguen por su buen drenaje, por su textura franca o más gruesa y por sus subsuelos cafés. El suelo superficial, a una profundidad aproximada de 35 centímetros, es franco, de café oscuro a café muy oscuro. El contenido de materia orgánica es alrededor del 5 al 10%. La estructura es granular fina poco desarrollada y la reacción es neutra, pH alrededor de 7.0.

b. Características de los Andisoles:

Son suelos superficiales, a una profundidad alrededor de 40 centímetros, es franco arcilloso suave de color gris muy oscuro a gris oscuro. Es plástico cuando está húmedo. La estructura granular está mal desarrollada. La reacción es neutra o casi neutra, pH 6.5 a

D. ÉPOCA

El estudio se llevó a cabo de febrero de 2004 a marzo de 2005.

E. VARIEDAD

La variedad de caña utilizada fue CP – 722086, que es la más utilizada, debido a su alta resistencia a plagas y refleja un alto rendimiento de caña, llegando a alcanzar las 118 Toneladas métricas por hectárea.

2.4 OBJETIVOS

GENERAL:

Evaluar 5 insecticidas para el control de la población de gallina ciega (*Phyllophaga* sp) y gusano alambre (*Agriotes* sp y *Conoderus* sp) en el cultivo de la caña de azúcar de segunda soca.

ESPECIFICOS:

Determinar si los insecticidas a evaluar, bajan considerablemente las poblaciones de gallina ciega (*Phyllophaga* sp) y gusano alambre (*Agriotes* sp y *Conoderus* sp).

Correlacionar la población de larvas de Gallina Ciega (*Phyllophaga* sp) y Gusano Alambre (*Agriotes* sp y *Conoderus* sp) presentes en el suelo con el número de brotes de caña establecidos en un metro lineal 60 días después de la aplicación .

Monitorear durante los primeros 60 días después de la aplicación de insecticidas, el efecto de los mismos sobre el complejo de larvas de la raíz.

Determinar el insecticida que permita menor pérdida en el número de brotes de caña por metro lineal.

Realizar un análisis económico para determinar la rentabilidad de los insecticidas a utilizar para el control de plagas del suelo.

2.5 HIPOTESIS

Los insecticidas del grupo químico de los Cloronicotinilos permite una reducción en el porcentaje de la población de gallina ciega (*Phyllophaga* sp.) y gusano alambre (*Agriotes* sp y *Conoderus* sp),

Existe una correlación entre la variable larvas vivas/m² de gallina ciega (*Phyllophaga* sp.) y gusano alambre (*Agriotes* sp y *Conoderus* sp) y la cantidad de brotes sanos de caña establecidos a través del tiempo.

Los insecticidas granulados evitan pérdidas en el número de brotes sanos de caña por metro lineal.

El análisis económico de presupuestos parciales permitirá determinar el mejor tratamiento para reducir la población de gallina ciega (*Phyllophaga* sp.) y gusano alambre (*Agriotes* sp y *Conoderus* sp) a menor costo.

2.6 METODOLOGIA

2.6.1 DISEÑO EXPERIMENTAL

Para la realización de la evaluación de cinco insecticidas para el control de Gallina ciega (*Phyllophaga* sp.) y gusano alambre (*Agriotes* sp. y *Conoderus* sp.) se utilizó un diseño de Bloques al Azar con 6 tratamientos y 3 repeticiones. Se utilizó este diseño debido a que el área donde se estableció el experimento, muestra variación en cuanto a las características físicas y químicas del suelo; siendo esta de menos a más arenoso.

2.6.2 TRATAMIENTOS

Se evaluaron 6 tratamientos con 3 repeticiones, los cuales se mencionan a continuación:

NOMBRE COMERCIAL	NOMBRE COMUN
1. TESTIGO ABSOLUTO	sin aplicación
2. COUNTER 15 GR	Terbufos (testigo relativo)
3. MOCAP 15 GR	Ethoprofos
4. JADE 0.8 GR	Imidacloprid
5. VOLATON 50 EC	Foxim
6. PLURAL 20 SL	Imidacloprid

2.6.3 NÚMERO DE APLICACIONES Y DOSIFICACION

Se realizó una sola aplicación en una soca a los 15 ddc (días después del corte), tomando en cuenta la dosificación comercial para cada producto, la cual se describe a continuación:

CUADRO 2. Dosis por hectárea de los productos utilizados en el experimento.

PRODUCTO	DOSIS	PRODUCTO	DOSIS
1. TESTIGO	-----	4. JADE 0.8 G.R	16Kg/ha
2. COUNTER 15 G.R	13 Kg/ha	5. VOLATON 50 EC	4 L/ha
3. MOCAP	15 Kg/ha	6. PLURAL 20 SL	0.6 L/ha

2.6.4 TAMAÑO DE LA PARCELA

La parcela experimental ocupó un área de 3060 m², equivalente a 24 surcos de 85 m de largo, con un distanciamiento entre surcos de 1.5 m (1)

El total del área del experimento fue de 55,080 m² equivalente a 5.5 has.

2.6.5 DISTRIBUCION DE TRATAMIENTOS

2	1	5	3	6	4
3	4	6	2	5	1
5	2	1	4	3	6

FIGURA 1. Croquis de campo.

2.6.6 TÉCNICA DE APLICACIÓN

La aplicación se efectuó con aguilón y bombas de mochila de 16 litros de capacidad para los productos líquidos y con bomba granuladora tipo Gandy con discos rompe-cepas adaptados a una barra fija al tractor para los productos granulados; realizando previamente la calibración correspondiente para 30 metros lineales y posteriormente se distribuyó el producto en forma homogénea a lo largo de los surcos.

2.6.7 MUESTREO

2.6.7.1 Muestreo sistemático aleatorio

Se tomó una cantidad de 3 muestras de 0.027 m^3 ($0.3 \times 0.3 \times 0.3\text{m}$), cada 15 días hasta alcanzar 60 días, debido a la residualidad de los productos utilizados, para la toma de muestras nos ubicamos en una macolla de caña y levantándolo completamente haciendo la calicata exactamente por debajo de donde se ubicaba dicha macolla, cada 3 surcos y cada 20 metros de diferencia en longitud entre macolla y macolla, se ubicaba el siguiente punto a muestrear. Distribuyendo los sitios de muestreo en el campo de la mejor manera posible, siguiendo un patrón escalonado, como se observa en la figura 2.

Cada día de muestreo el inició se realizó en un punto diferente al muestreo realizado anterior.

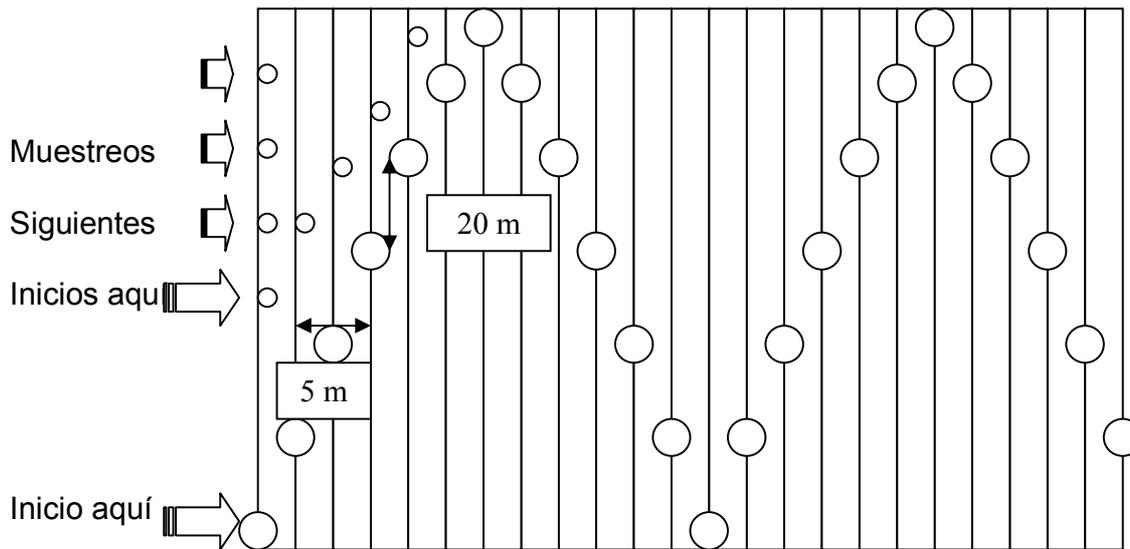


Figura 2. Método de muestreo “sistemático aleatorio”

2.6.8 VARIABLE RESPUESTA

- Densidad de población de insectos plaga de la raíz (insectos/m²).
- Número de brotes sanos de caña establecidos a los 15, 30, 45, 60 dda (días después de la aplicación) y también a los 4, 5 y 6 meses dda. en 1 metro lineal.

2.6.9 MANEJO DEL EXPERIMENTO

El manejo del experimento se basó en el paso de la rastra chinchera de 2 a 5 días después del corte, muestreo de suelo antes de la aplicación de los insecticidas, aplicación de los tratamientos después del primer riego, riego con frecuencia de 15 días, muestreos de larvas y de brotes de caña cada 15 días iniciando después de la aplicación hasta un máximo de 60 días después de la aplicación, la fertilización a los 45 días después del corte.

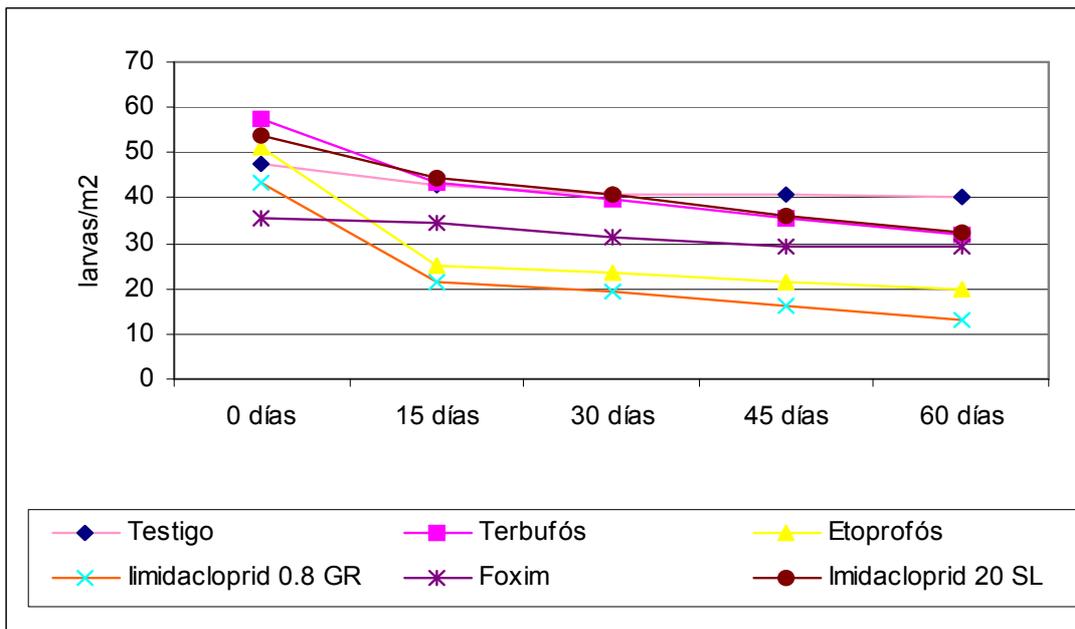
2.7 RESULTADOS Y DISCUSION

2.7.1 Reducción de la población de plagas de la raíz

Luego de realizar la aplicación de insecticidas y muestreos con intervalos de tiempo de 15 días, se obtuvo que la población del complejo de larvas de la raíz/m² disminuyó en todos los tratamientos con respecto al testigo.

En la gráfica 1 se observó que el patrón de comportamiento de gallina ciega y gusano alambre frente a los diferentes insecticidas es notorio.

El Imidacloprid 0.8 GR y el Etoprofós mantienen las poblaciones por debajo de 25 larvas/m² desde el día 15 después de aplicado el producto hasta el día 60 con un promedio de 12 larvas/m². mientras que en el testigo la población se mantiene en un rango que va de 45 a 35 larvas/m² en los días 15 hasta el día 60 después de la aplicación.



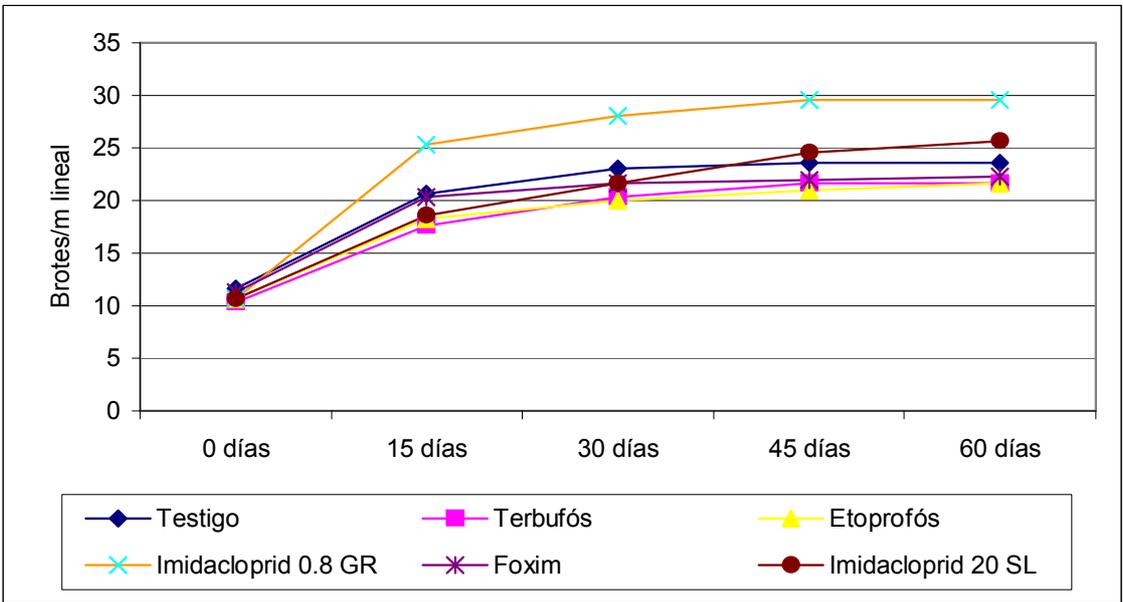
Gráfica 1 Comportamiento de la población del complejo de larvas de la raíz en los días de muestreo después de realizar la aplicación de insecticidas. La Democracia, Escuintla, Mayo de 2004.

2.7.2 Perdida de brotes

Paralelamente al comportamiento de la población de larvas de la raíz, se realizaron muestreos para determinar la perdida de brotes en las macollas de caña ocasionada por la plaga en el tiempo. La pérdida de brotes fué evidente en algunos tratamientos.

En la gráfica 2 se observa que el número de brotes de caña/m lineal frente a los diferentes insecticidas es también notorio.

El Imidacloprid 0.8 GR mantiene los brotes/m lineal por encima de 25 desde el día 15 después de aplicado el producto hasta el día 60 con un promedio de 30 brotes/m lineal, mientras que en el testigo se mantienen en un rango que va de 17 a 21 brotes/m lineal en los días 15 hasta el día 60 después de la aplicación.



Gráfica 2 Comportamiento del número de brotes sanos de caña de azúcar en los días de muestreo después de realizar la aplicación de insecticidas. La Democracia, Escuintla, Mayo de 2004.

2.7.3 Control de la plaga vs Producción de caña

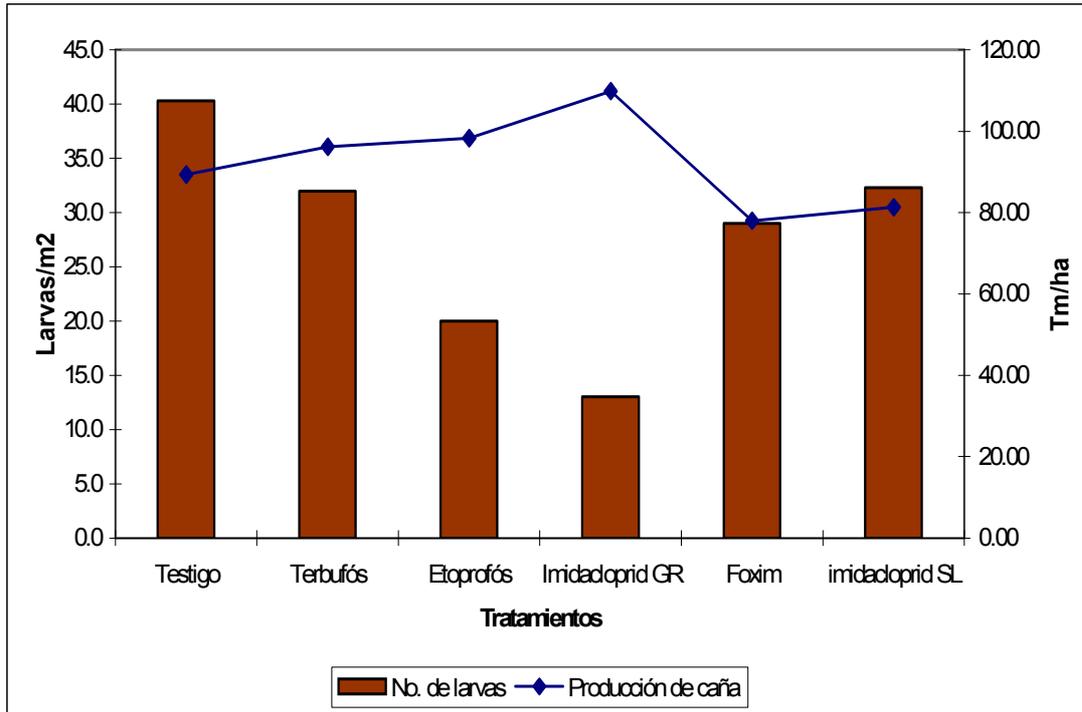
Una reducción en la población de plagas de la raíz por medio de algunos insecticidas tiene como resultado un incremento en la producción de caña de azúcar.

En la gráfica 3 se observa que la producción de caña varió de acuerdo a los insecticidas evaluados. El Imidacloprid 0.8 GR muestra una reducción del 67.7% en el número de larvas/m² y como consecuencia un incremento de 20.53 Tm de caña/ha sobre el testigo.

El Etoprofós una reducción del 50% del número de larvas/m² y un incremento de 8.96 Tm/ha y el Terbufós una reducción del 20.6% del número de larvas y un incremento de 6.89 Tm/ha; mientras que los insecticidas Foxim e Imidacloprid SL presentaron bajas en el rendimiento debido al bajo control ejercido sobre la plaga, la causa es que dichas plagas han desarrollado resistencia al Foxim, esto debido a que dicho ingrediente activo ya no causa ningún efecto de repelencia como tampoco así en el tracto intestinal del complejo de larvas de la raíz en caña de azúcar. Cuadros 5.A.

CUADRO 22A. Análisis de varianza para la variable larvas vivas de gallina ciega y gusano alambre /m²

Fuente De Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F.C.	F tab (5,10,0.05)	C.V.
Insecticidas	5	1432.5	286.5	17.2 **	3.3	14.68
Bloques	2	9.33	4.66			
Error	10	166.67	16.67			
Total	17	1608.5				



Gráfica 3 Respuesta de la producción de caña frente a la acción de los diferentes ingredientes activos evaluados para reducir la población del complejo de larvas de la raíz.

La Democracia, Escuintla, Mayo de 2004.

2.7.4 Control de la plaga y efecto en la brotación

Una reducción en la población de plagas de la raíz por medio de algunos insecticidas tiene como resultado un efecto positivo en comparación con el umbral que es de 20 brotes de caña/metro lineal y por consiguiente en la producción de caña.

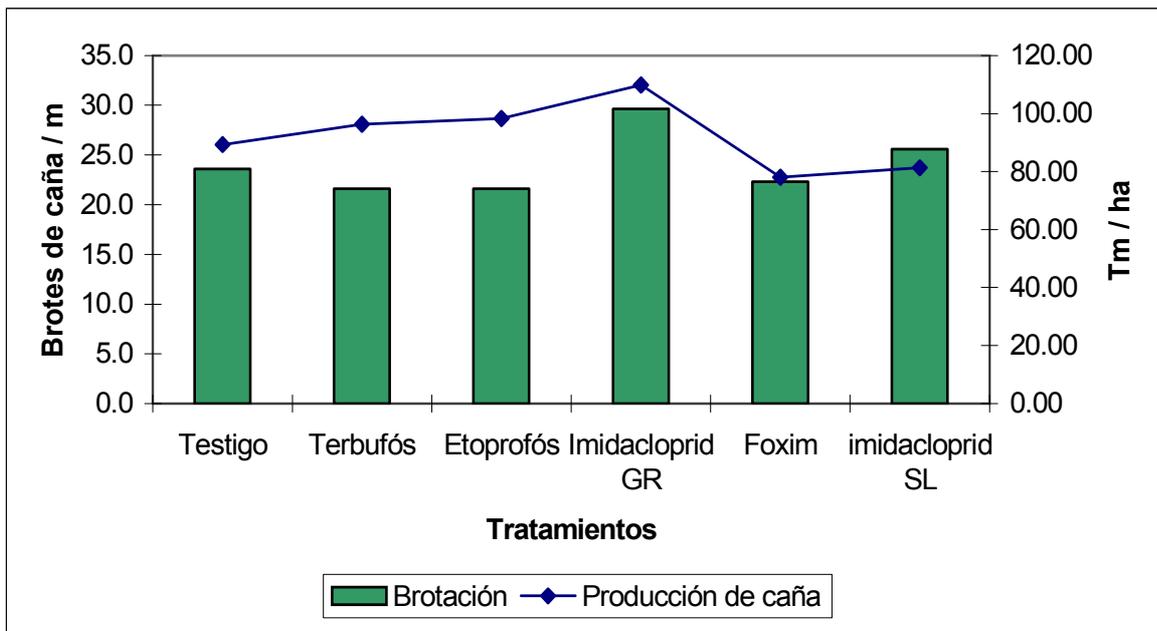
El Imidacloprid 0.8 GR presenta un incremento del 25% en el número de brotes/m sobre el testigo, y esto se vio reflejado en el rendimiento de caña/ha.

El Imidacloprid SL mostró un incremento del 8% en el número de brotes/m sobre el testigo, pero no reflejó ningún resultado positivo en el rendimiento de caña.

Los otros ingredientes activos evaluados reflejaron una pérdida en el número de brotes/m lineal con respecto al testigo.

CUADRO 24A. Análisis de varianza para la variable Brotes de caña Producción (Tm/ha)

Fuente De Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F.C.	F tab (5,10,0.05)	C.V.
Insecticidas	5	1953.14	390.63	19.6 **	3.3	4.83
Bloques	2	18.11	9.05			
Error	10	198.37	19.83			
Total	17	2169.62				



Gráfica 4 Brotación de los esquejes en la producción de caña de azúcar frente al efecto en la reducción de larvas producidos por la aplicación de diferentes ingredientes activos. La Democracia, Escuintla, Mayo de 2004.

2.7.5 Correlación Larvas/Producción

Una vez realizado el análisis de correlación y corrido mediante el programa estadístico se obtuvo el siguiente modelo:

$$Y = 104.12 - 0.3437 X$$

Se determinó que existe correlación entre el número de larvas de gallina ciega y gusano alambre/m² y la reducción en la producción de caña/ha. Cuadros 1A y 2A.

CUADRO 18A. Coeficiente de Pearson del modelo de correlación larvas – rendimiento

COEFICIENTE DE PEARSON
0.72634

CUADRO 19A. Análisis de varianza del modelo de correlación larvas – rendimiento

Fuente De variación	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F.C.	P<0.05	C.V.	R ²
Modelo	1	1469.32	1469.32	13.78	0.0004 *	11.19	0.1355
Error	88	9377.26	106.55				
Total	89	10846.58					

El parámetro 0.3437, en la ecuación indica que por cada larva/m² de incremento en el campo, se pierden 0.34 Tm/ha de caña.

2.7.6 Correlación Brotes de caña/Producción de caña

Una vez realizado el análisis de correlación en el programa estadístico se determinó que las variables brotes de caña y producción no están correlacionadas, esto se debió a que el número de brotes que llegan sanos a la cosecha, no es el mismo en comparación con el inicial en el amacollamiento, entre las causas podemos mencionar el serio ataque de barrenador del tallo (Diatraeae sp) que como su nombre lo indica, barrenan los tallos causandoles la muerte. Cuadros 20A y 21A

Conociendo que solamente las larvas de gallina ciega y gusano alambre mostraron una relación estrecha y significativa, ésta se consideró como la variable principal que logró explicar las variaciones en la reducción de la producción.

CUADRO 20A. Valor de análisis de correlación de PEARSON para la variable brotes de caña/m – producción de caña (Tm/ha)

COEFICIENTE DE PEARSON
- 0.61673

CUADRO 21A. Análisis de varianza del modelo de regresión brotes de caña/m – producción de caña (Tm/ha)

Fuente De variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F.C.	P<0.05	C.V.	R ²
Modelo	1	226.49	226.49	1.87	0.1742 ns	11.91	0.02
Error	88	10620.09	120.68				
Total	89	10846.58					

2.7.7 ANÁLISIS ECONOMICO (Presupuestos parciales) para el presente estudio

2.7.7.1 Metodología

Con el propósito de desarrollar una recomendación para el control de plagas de la raíz en el cultivo de caña de azúcar en el municipio de La Democracia, Escuintla. Se condujo éste experimento que consideró las siguientes aplicaciones de insecticidas químicos:

T1. TESTIGO (sin aplicación)

T2. COUNTER 10 GR (15 Kg/ha)

T3. JADE 0.8 GR (16 Kg/ha)

T4. MOCAP 10 GR (15 Kg/ha)

T5. VOLATON 50 EC (4.0 L/ha)

T6. PLURAL 20 SL (0.6 L/ha)

El experimento se condujo con un diseño de bloques al azar. En el análisis de varianza se determinó que al menos una de las medias de los tratamientos es diferente del resto, y la prueba de Tukey para comparación múltiple de medias identificó tres grandes grupos que se presentan en el siguiente cuadro.

A continuación se resumen los resultados representados a través de una media de producción, donde se observa que la producción; estos al no aplicar ningún insecticida alcanzan valores de 89 TM/ha. Mientras que al aplicar los insecticidas se eleva desde los 86 hasta los 109 TM/ha.

CUADRO 5. Comparación múltiple de medias de producción de caña de azúcar, La Democracia, Escuintla, Mayo de 2004.

Tratamiento	Media (TM/ha)	Comparación Tukey al 5%
JADE (16 Kg/ha)	109.85	A
MOCAP (15 Kg/ha)	98.28	A
COUNTER (13 Kg/ha)	96.22	AB
TESTIGO(sin aplicación)	89.32	BC
PLURAL (0.6 L/ha)	81.33	BC
VOLATON (4.0 L/ha)	78.01	C

2.7.7.2 Aplicación del enfoque de presupuestos parciales

A. Identificación de los costos relevantes

CUADRO 6. Precio por uso de maquinaria agrícola

Maquinaria/Implemento	Precio/hora (Q)
Tractor case 80 Hp	71.93
Carretón	28.45
Bomba Gandy	46.55
Descarnador	30.85
Aguilón	48.80
Bomba granuladora Suissmex	3.42

CUADRO 7. Precio de mano de obra

Mano de obra	Precio (Q)
Jornal	37.78

CUADRO 8. Precio de insecticidas utilizados en la evaluación

Insumos (Insecticidas)	Unidad de medida	Precio prod. comercial (Q)
Counter 10 GR	kg	24.54
Jade 0.8 GR	kg	28.60
Mocap 15 GR	kg	24.10
Plural 20 SL	L	395.80
Volatón 50 EC	L	131.08

CUADRO 9. Nivel de uso de los insecticidas evaluados

Insecticidas	Nivel de uso (kg/ha)
Counter 10 GR	13
Jade 0.8 GR	16
Mocap 15 GR	15
Plural 20 SL	0.6
Volatón 50 EC	4.0

Cuadro 10. Estimación del precio de campo de los insumos

Insumo	PCI (Q)
COUNTER	74.74
JADE	78.79
PLURAL	445.99
MOCAP	74.29
VOLATON	181.28

PCI = Precio de campo del insumo

$$\text{PCI} = \text{PMI} + (71.93 + 28.45)/2$$

Cuadro 11. Estimación de los costos que varían:

Insumo	PCI (Q)	CV
COUNTER	74.73	971.49
JADE	78.79	1260.64
PLURAL	445.99	267.59
MOCAP	74.29	1114.35
VOLATON	181.27	725.08

CV Costos que varían

$$\text{CV} = \text{PCI} * \text{Nivel de insumo}$$

Cuadro 12. Estimación de los precios de campo del producto

Producto	PCQ (Q)
Caña de azúcar	73.50 - 85.75

PCQ= Precio de campo del producto

PCQ= Venta de producción en pie de caña de azúcar por tonelada métrica

Cuadro 13. Estimación de los rendimientos ajustados

Tratamiento	Rend experimental (Tm/ha)	Tasa de ajuste del 5 %	Rend ajustado (Tm/ha)
Testigo (t1)	89.32	(1-0.05)	84.85
Counter (t2)	96.22	(1-0.05)	91.41
Jade (t3)	109.86	(1-0.05)	104.38
Plural (t4)	81.33	(1-0.05)	77.26
Mocap (t5)	98.29	(1-0.05)	93.77
Volatón (t6)	78.01	(1-0.05)	74.11

Rend ajustado = Rend experimental * Tasa de ajuste

B. Obtención de los beneficios brutos y beneficios netos

Multiplicando el rendimiento ajustado por el precio de campo del producto (Q79.62/TM), esto según el precio que fija la asociación de azucareros que es de Q 0.42/Lb de azúcar, obteniéndose así un precio por tonelada con un valor tope de 175 Lb de azúcar.

Se obtuvo el beneficio bruto, y luego sustrayendo de éste último los costos que varían se obtuvo el beneficio neto.

Cuadro 14. Estimación del Beneficio Neto

Tratamiento	Rend ajustado	Beneficio bruto	Costo Variable	Beneficio neto
Testigo	84.85	6755.75	0	6755.75
Counter	91.41	7278.06	1205.881	6072.18
Jade	104.38	8310.73	1495.03	6815.7
Plural	77.26	6151.44	505.35	5646.09
Mocap	93.77	7434.2	1348.74	6085.46
Volatón	74.11	5900.63	828.08	5072.55

C. Realización del análisis de dominancia

Para realizar este análisis se organizaron los datos de costos que varía y beneficios netos de acuerdo con un orden creciente de los costos que varían, es decir, de menor a mayor. Luego determinar si los tratamientos son dominados o no.

Cuadro 15. Análisis de dominancia para los tratamientos evaluados

Tratamiento	CV	BN	Observación de cambio de tratamiento	conclusión de la observación
Testigo	0	6755.75		No Dominado
Plural	505.35	5646.09	De T1 a T4	Dominado
Volatón	828.08	5072.55	De T1 a T6	Dominado
Counter	1205.88	6072.18	De T1 a T2	Dominado
Mocap	1348.74	6085.46	De T1 a T5	Dominado
Jade	1495.03	6815.70	De T1 a T3	No Dominado

Para determinar la dominancia, por definición, el primer tratamiento fué no dominado. Enseguida se observó si al pasar del tratamiento 1 al tratamiento 4 no aumentan los beneficios, entonces, el tratamiento 4 es dominado. Como el tratamiento 4 fue dominado, se sigue empleando el tratamiento 1 como referencia del cambio, en seguida se observa si al pasar del tratamiento 1 al tratamiento 6, aumentan los beneficios, como esto no ocurre, el tratamiento 6 es dominado. Enseguida se observa si al pasar del tratamiento 1 al tratamiento 3 aumentan los beneficios, como esto si ocurre, entonces, el tratamiento 3 es No dominado.

Los tratamientos dominados fueron Volatón 0.8 GR, Plural 20 SL, Counter 10 GR y Mocap 50 EC.

D. Cálculo de la tasa de retorno marginal (TRM)

Con los tratamientos “no dominados” se calculan los incrementos en los costos que varían y beneficios netos derivados del cambio de un tratamiento de costo variable menor a uno de costo mayor. Luego se calcula la TRM.

Cuadro 16. Tasa de retorno marginal para los tratamientos No Dominados

Tratamiento	BN	CV	Δ BN (e)	Δ CV (f)	TRM(%) (e/f)100
Testigo	6755.75	0			
Jade	6815.70	1495.03	59.95	1495.03	4.01

E. Calculo de la tasa mínima de retorno (TAMIR)

Las tasas de interés en el mercado financiero informal en la costa sur de Guatemala andan más o menos en 60 % por temporada de cultivo, lo cual al sumarse con el 40 % de retorno mínimo exigido a la agricultura, da una TAMIR de 100 %.

F. Selección del tratamiento más rentable

Usando el criterio de optimalidad, “el tratamiento más rentable es el último para el cual se cumple la condición:

$TMR < TAMIR$ ”, se observa que ésta se cumple para T3, por tanto, este tratamiento es el más rentable y constituye la recomendación para los agricultores.

G. Análisis de residuos

Sustrayendo de los beneficios netos el costo de oportunidad de los costos variables, se tiene los residuos. Con lo cual se corrobora que el tratamiento T3 es el más rentable.

Cuadro 17. Análisis de residuos para los tratamientos No Dominados

Tratamiento	CV	BN	Costo de oportunidad de los CV *	Residuo
Testigo	0	6755.75	0	6755.75
Jade	1495.03	6815.70	1495.03	6815.70

- $COCVi = CVi (TAMIR/100)$

2.8 CONCLUSIONES

El insecticida Imidacloprid 0.8 GR aplicado al suelo a una dosis de 16 kg/ha es el que muestra un mejor control frente al complejo de insectos plaga de la raíz de la caña de azúcar en el segmento de segunda soca.

También permitió menor pérdida de brotes de caña por metro lineal debido a su efecto de control sobre las larvas ya que presentó un incremento del 25% en el número de brotes/m sobre el testigo, y esto se vio reflejado en el rendimiento de caña/ha.

Se determinó que el patrón de comportamiento de gallina ciega y gusano alambre frente a los diferentes insecticidas es efectivo debido a que la población del complejo de larvas del suelo/m² disminuyó en cuanto a todos los tratamientos con respecto al testigo.

Esto mediante lecturas continuas con intervalos de 15 días llegando hasta los 60 días posterior a la aplicación.

Se determinó que existe correlación entre el número de larvas de gallina ciega y gusano alambre/m² y la reducción en la producción de caña, por medio de la ecuación

$$Y = 104.12 - 0.3437 X.$$

El parámetro de -0.3437 , determinado mediante el análisis de correlación; significa que por cada larva/m² de incremento en el campo, se pierden 0.34 Tm/ha de caña.

Determinándose que las variables brotes de caña/m lineal y rendimiento no están correlacionadas.

Según el análisis económico el producto más rentable de los insecticidas es el

Imidacloprid 0.8 GR con un precio de Q 28.60/kg y un control de larvas de 67.7% sobre el testigo absoluto. En segundo lugar el Etoprofos/kg con un precio de Q 24.10/kg. y un control de larvas de 50% sobre el testigo absoluto.

2.9 RECOMENDACIONES

Aplicar el insecticida Imidacloprid 0.8 GR a dosis de 16 Kg/ha para mantener bajos los niveles de larvas que afectan la raíz de la caña de azúcar.

Implementar trabajos similares al presente con el fin de evaluar diferentes ingredientes activos que permitan conocer el comportamiento de las plagas de la raíz frente a ellos en las diferentes zonas del área sembrada con caña de azúcar.

Evaluar los diferentes ingredientes activos contemplados en esta investigación para el control de chinche hedionda (*Scaptocoris talpa*), debido a que ésta plaga de la raíz no se encontró presente en el área en que se concentró este trabajo debido a que el área pertenece al estrato bajo de la zona cañera donde esta plaga no está reportada.

Realizar evaluaciones con insecticidas para el control del complejo de insectos plaga de la raíz de la caña de azúcar en época seca aplicando diferentes láminas de riego debido a que el % de humedad del suelo es una variable determinante para la acción de los diferentes productos en su mayoría granulados.

2.10 BIBLIOGRAFIA

1. Álvarez Cajas, VM. 1982. Determinación del tamaño óptimo de parcela experimental en caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) bajo condiciones de la finca Bulbuxya. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 49 p.
2. CENGICAÑA (Centro Guatemalteco de Investigación para la Caña de Azúcar, GT).1997. Presentación de resultados de zafra 1996-1997; memoria de resúmenes. Santa Lucia Cotzumalguapa, Escuintla, Guatemala. p. 6.
3. Cisnero, VF. 1980. Principios del control de plagas agrícolas. Perú, Universidad Nacional Agraria La Molina. 180 p.
4. Dell, WO. 1995. Estudio taxonómico de malezas en el área cultivada con caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.). Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 53 p.
5. Demon.CO, UK. 1998. The compendium of pesticide common names (en línea). United Kingdom. Consultado 5 mar. 2004. Disponible en [http://: www.hclrssdemon.co.uk](http://www.hclrssdemon.co.uk)
6. España, E. 1994. Determinación de los géneros del ronron de mayo Coleóptera, familia Scarabidae, en el cantón Chacalte Sis, Cuyotenango, Suchitepéquez. Investigación inferencial EPSA. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 59 p.
7. Flores, S. 1976. Manual de caña de azúcar. Guatemala, INTECAP. 124 p.
8. Garza, GR. 1983. Los gusanos de alambre como plagas del suelo. *In* Mesa redonda sobre plagas del suelo (2., 1983, México). Chapingo, México, Sociedad Mexicana de Entomología. p. 40-60.
9. Holdridge, L. 1979. Ecología basada en zonas de vida. Turrialba, Costa Rica, IICA. 490 p.
10. Hruska, AJ; Rosset, PM. s.f. Estimación de los niveles de daño económico para plagas insectiles. Turrialba, Costa Rica, CATIE, Manejo Integrado de Plagas. 30 p.
11. Macz, LV. 1998. Evaluación de las fluctuaciones poblacionales, distribución vertical y disposición espacial de chinche hedionda (*Scaptocoris talpa*), gallina ciega (*Phyllophaga* sp.) y gusano alambre (*Agriotes* sp. y *Conoderus* sp.) período 1995-1997, en el cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) en la finca El Baúl, Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla. Investigación Inferencial EPSA. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 56 p.
12. Metcalf, CL; Flint, JL. 1985. Insectos destructivos e insectos útiles; sus costumbres y su control. Trad. por Alonso Valdés. 4 ed. México, CECSA. 1208 p.
13. Morales, R. 1993. Evaluación de seis insecticidas para el control de la gallina ciega (*Phyllophaga* spp.) y gusano alambre (*Agriotes* spp.) en caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) en la finca Bouganvilia de la agroindustria azucarera ingenio Magdalena S.A., La Democracia, Escuintla. EPS. Mazatenango, Guatemala, USAC, Centro Universitario de Sur-Occidente. 39 p.

14. Moron, MA. 1986. El género *Phyllophaga* en México. México, Instituto de Ecología. 33 p.
15. Nufio R, W. 1982. Caracterización preliminar de la cuenca del río Achiguate. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 166 p.
16. Pérez y Pérez, P. 1992. Análisis de modelos estadísticos en el estudio de poblaciones de gallina ciega (*Phyllophaga* spp.) y su relación con el ambiente en Santa Apolonia, Chimaltenango. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 35 p.
17. Reyes Hernández, M. 2001. Análisis económico de experimentos agrícolas con presupuestos parciales: reenseñando el uso de este enfoque. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. Boletín Informativo CIAGROS no. 1:4 - 55.
18. Suquen, J. 2004. Muestreo de plagas del suelo en caña de azúcar (entrevista personal). Guatemala, Escuintla, ingenio Magdalena S.A., Departamento de Investigaciones.
19. Urzúa, CA. 1994. Evaluación de 7 insecticidas de diferente grupo toxicológico para el control de gallina ciega (Col: Scarabaeidae) y gusano alambre (*Agriotes* spp. y *Conoderus* spp.) (Col: Elateridae), en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) ingenio Pantaleón, Siquinalá, Escuintla. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 52 p.

2.11 ANEXOS



Figura 3. Maquinaria, Implementos y forma de aplicación de insecticidas granulados para el control del complejo de larvas de la raíz de la caña de azúcar.



Figura 4. Discos rompe-cepas adaptados a una barra fija acoplada a los tres puntos del tractor utilizados en la aplicación de insecticidas granulados al suelo.



Figura 5. Maquinaria, Implementos y forma de aplicación de insecticidas con formulación líquida para el control del complejo de larvas de la raíz.



Figura 6. Larvas de Gallina ciega (*Phyllophaga* sp) y Gusano alambre (*Agriotes* sp) respectivamente, colectadas en los muestreos realizados después de la aplicación de los insecticidas.



Figura 7. Brotes sanos de caña de azúcar después de la aplicación de los insecticidas



Figura 8. Material y equipo Adicional utilizado para las aplicaciones de insecticidas

CUADRO 18A. Valor de análisis de correlación de PEARSON para la variable larva- rendimiento

COEFICIENTE DE PEARSON
0.72634

CUADRO 19A. Análisis de varianza del modelo de regresión larvas-rendimiento

Fuente De variación	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F.C.	P<0.05	C.V.	R ²
Modelo	1	1469.32	1469.32	13.78	0.0004 *	11.19	0.1355
Error	88	9377.26	106.55				
Total	89	10846.58					

Parámetro estimado: - 0.3437

$$Y = 104.12 - 0.3437 X$$

Se determinó una correlación significativa entre el número de larvas de gallina ciega y gusano alambre/m² y la reducción en rendimiento de caña.

Un parámetro de - 0.3437, significa que por cada larva/m² de incremento en el campo, se pierden 0.34 Tm/ha de caña.

CUADRO 20A. Valor de análisis de correlación de PEARSON para la variable brotes de caña/m producción de caña (Tm/ha)

COEFICIENTE DE PEARSON
- 0.61673

CUADRO 21A. Análisis de varianza del modelo de regresión brotes de caña/m – producción de caña (Tm/ha)

Fuente De variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F.C.	P<0.05	C.V.	R ²
Modelo	1	226.49	226.49	1.87	0.1742 ns	11.91	0.02
Error	88	10620.09	120.68				
Total	89	10846.58					

Parámetro estimado: 0.2710

Conociendo que solamente las larvas de gallina ciega y gusano alambre mostraron una relación estrecha y significativa, ésta se consideró como la variable principal que logró explicar las variaciones en la reducción del rendimiento.

CUADRO 22A. Análisis de varianza para la variable larvas vivas de gallina ciega y gusano alambre /m²

Fuente De Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F.C.	F tab (5,10,0.05)	C.V.
Insecticidas	5	1432.5	286.5	17.2 **	3.3	14.68
Bloques	2	9.33	4.66			
Error	10	166.67	16.67			
Total	17	1608.5				

CUADRO 23A. Resultados de la prueba TUKEY para la variable larvas vivas de gallina ciega y gusano alambre/m²

INSECTICIDA	PROMEDIO	GRUPO TUKEY
Imidacloprid 0.8 GR	13.0	A
Etoprofós 15 GR	20.0	A
Foxim 50 EC	29.3	AB
Terbufós 13 GR	32.0	AB
Imidacloprid 20 SL	32.3	BC
Testigo	40.3	C

CUADRO 24A. Análisis de varianza para la variable Brotes de caña Producción (Tm/ha)

Fuente De Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F.C.	F tab (5,10,0.05)	C.V.
Insecticidas	5	1953.14	390.63	19.6 **	3.3	4.83
Bloques	2	18.11	9.05			
Error	10	198.37	19.83			
Total	17	2169.62				

CUADRO 25A. Resultados de la prueba TUKEY para la variable rendimiento de caña (Tm/ha).

INSECTICIDA	PROMEDIO	GRUPO TUKEY
Imidacloprid 0.8 GR	109.85	A
Etoprofós 15 GR	98.28	A
Terbufós 13 GR	96.22	AB
Testigo	89.32	BC
Imidacloprid 20 SL	81.33	BC
Foxim 50 EC	78.01	C



3.1 INTRODUCCIÓN

El presente documento expone los resultados de los servicios que se realizaron por el estudiante de EPSA, en las finca Bugambilia y Santa Elisa del ingenio Magdalena, los cuales son; Determinar el efecto del insecticida Imidacloprid sobre las plagas del suelo que causan daño a los esquejes de caña de azúcar después de la siembra, realizar una evaluación de 2 dosis de fertilizante foliar en una plantación de caña proveniente de meristemas; realizar una evaluación de herbicidas para el control de caminadora en el cultivo de caña de azúcar; elaborar un manual que facilite el manejo de equipo y la aplicación de agroquímicos en el cultivo de caña de azúcar.

Cada servicio corresponde a la priorización conforme al tiempo de recursos disponibles, estableciéndose para cada actividad la metodología adecuada de ejecución.

Los servicios realizados están enfocados a proponer alternativas de control y mejoramiento de algunas labores desarrolladas en el proceso de cultivo de la caña de azúcar, por consiguiente mejorar las condiciones tecnológicas, para aumentar la producción, ya que el desarrollo de una industria se mide por su avance técnico y la adopción de nuevas técnicas que permitan mejorar los niveles de producción.

3.2 OBJETIVOS

GENERAL

Brindar apoyo técnico a la institución Bayer S.A. por medio de la evaluación de productos agroquímicos para la protección de cultivos en campos de caña administrados por el ingenio Magdalena S.A.

Proponer alternativas consideradas de importancia para la protección y mejoramiento de condiciones de crecimiento y desarrollo de la caña de azúcar.

3.3 DESCRIPCION GENERAL DEL AREA

El ingenio Magdalena S.A., se encuentra ubicado en el municipio de la Democracia, Escuintla a una latitud de 14°7'12", longitud 90°57'58" y a una altura sobre el nivel del mar de 50 a 60 mts., con una precipitación media anual entre los 2,000 a 3,000 mm, la temperatura media anual va de los 27 a 28 °C y humedad relativa entre los 70 a 80 %.

La zona de vida de la región corresponde al Bosque Húmedo subtropical cálido siendo su principal actividad la producción de caña de azúcar.

Las vías de acceso al Ingenio Magdalena, S. A. Son:

por el cruce al parcelamiento Los Angeles hacia la finca Bugambilia, otro camino parte del municipio de la Democracia, pasa por finca Kabanú y finca los Amigos y llega al Ingenio. El medio de comunicación más utilizado en la empresa es el radio de onda corta, además todas las oficinas cuentan con teléfono, correo electrónico y fax. La Democracia, cabecera municipal, se encuentra a 17 Kilómetros del ingenio, siendo 11 Kilómetros de carretera asfaltada y 5.5 kilómetros de terracería. La ciudad capital se encuentra a 105.5 kilómetros del Ingenio Magdalena, siendo 99 kilómetros asfaltados y 6.5 kilómetros de terrecería.

3.4 METODOLOGIA

La forma en que se jerarquizaron los servicios fue en base a las necesidades de Bayer CropScience las cuales fueron expresadas por el jefe del departamento técnico de protección de cultivos, también se plantearon servicios por medio de la realización del diagnóstico.

El servicio de “Efecto del insecticida Imidacloprid aplicado al momento de la siembra” nació de la observación de los registros de rendimiento donde la aplicación del mismo, en el año anterior produjo un incremento en la producción de los lotes aplicados.

La “evaluación de 2 dosis de fertilizante foliar en una plantación de caña de azúcar proveniente de meristemas” se planteó en una entrevista realizada con el jefe del departamento técnico de protección de cultivos de Bayer CropScience, ya que en éste segmento de caña aún no se tiene conocimiento de la adición de los macro y micro nutrientes y su efecto en la fase de amacollamiento y desarrollo.

El servicio de evaluación de mezclas de herbicidas fue a petición de la institución financiante.

3.5 APOYO Y PARTICIPACION INSTITUCIONAL

Para poder llevar a cabo los servicios, se contó con el apoyo de las siguientes Instituciones:

La Facultad de agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, la cual brindó supervisión y asesoría, así como también apoyo por medio del laboratorio de Suelo-Agua-Planta que brindó los servicios de los análisis foliares de caña de azúcar en la evaluación de fertilizantes foliares.

Bayer CropScience, brindó el financiamiento y asesoría. El ingenio Magdalena, brinda apoyo y asesoría.

3.6 AREA GEOGRAFICA DE CONCENTRACION DEL TRABAJO

La realización del trabajo se concentró en las fincas Bugambilia y Santa Elisa propiedad del ingenio Magdalena, las que se encuentran ubicadas en el municipio de la Democracia, Escuintla.

La finca Bugambilia se encuentra ubicada a 14°07'12" Latitud Norte y a 90°57'58" Longitud Oeste, mientras que la finca Santa Elisa a una Latitud Norte de 14°10'0" y 91°57'58" Longitud Oeste.

3.7 APROVECHAMIENTO DE LOS RECURSOS DISPONIBLES

3.7.1 RECURSOS HUMANOS

En la colaboración con el estudiante de EPS, para la realización de los servicios se contó con la asesoría por parte de la Universidad de San Carlos, por medio del supervisor de EPS, el encargado del laboratorio de suelo, agua y planta de la facultad de Agronomía y otros profesores. Por parte de Bayer CropScience se contó con la asesoría del jefe del departamento técnico de protección de cultivos y el apoyo de técnicos de la empresa. Por parte del ingenio, se contó con la asesoría y apoyo del jefe del departamento de investigación agrícola, el administrador y mayordomo de cada finca, así como también se contó con la colaboración de los empleados de la finca, tractoristas y trabajadores de la finca.

La participación de cada una de las personas que colaboraron en las actividades de los diferentes servicios realizados, fue fundamental para su buena realización, y se agradece a todos su ayuda en estas actividades.

3.7.2 RECURSOS UTILIZADOS

3.7.2.1 RECURSOS FISICOS

Instalaciones de la finca Bugambilia
Instalaciones de la finca Santa Elisa
Instalaciones del ingenio (oficina)
Instalaciones de Bayer CropScience (oficina)
Instalaciones de la FAUSAC
Laboratorio de suelo, agua y planta de la FAUSAC

3.7.2.2 RECURSOS MATERIALES

Equipo de aplicación de agroquímicos

Equipo de medición (peso, volumen, tiempo)

Palas

Piochas

Machetes

3.7.3 RECURSOS FINANCIEROS

Los costos incurridos en la realización de los servicios, fueron cubiertos por tres entidades: Bayer CropScience, El ingenio Magdalena y el estudiante de EPS.

3.8 DESCRIPCION DE LOS SERVICIOS

3.8.1 Evaluación del insecticida Imidacloprid en caña de azúcar

a. DESCRIPCION DEL PROBLEMA

Como es del conocimiento de los cañicultores las plagas del suelo causan serios daños a la caña de azúcar, haciéndose éste más grande en el período posterior a la siembra. La aplicación de insecticida imidacloprid en algunos lotes permite obtener mayor producción mientras que en otros lotes no se observa lo mismo, debido a que se carece de información con respecto a éste tema se tomó la decisión de determinar el efecto del insecticida.

b. OBJETIVOS

Determinar el efecto de Imidacloprid aplicado al suelo al momento de la siembra de la caña de azúcar para observar el comportamiento frente a las larvas de gusano alambre y gallina ciega para así poder hacer recomendaciones sobre su uso.

c. MANEJO DEL EXPERIMENTO

Ubicación del área experimental.

El experimento se ubicó en la finca Bugambilia, en el sector II, lote110205, pante 93.

Determinación de la densidad de la plaga.

Se realizó un muestreo de suelo para determinar la población de larvas/m² presentes en el suelo previo a la aplicación del insecticida, encontrándose un promedio de 32 larvas/m² de gusano alambre y gallina ciega.

Determinación del equipo de aplicación.

El equipo de aplicación fue mochilas granuladoras marca Swissmex.

Calibración del equipo.

La calibración se efectuó con respecto a la relación de espacio contra tiempo y volumen.

Aplicación.

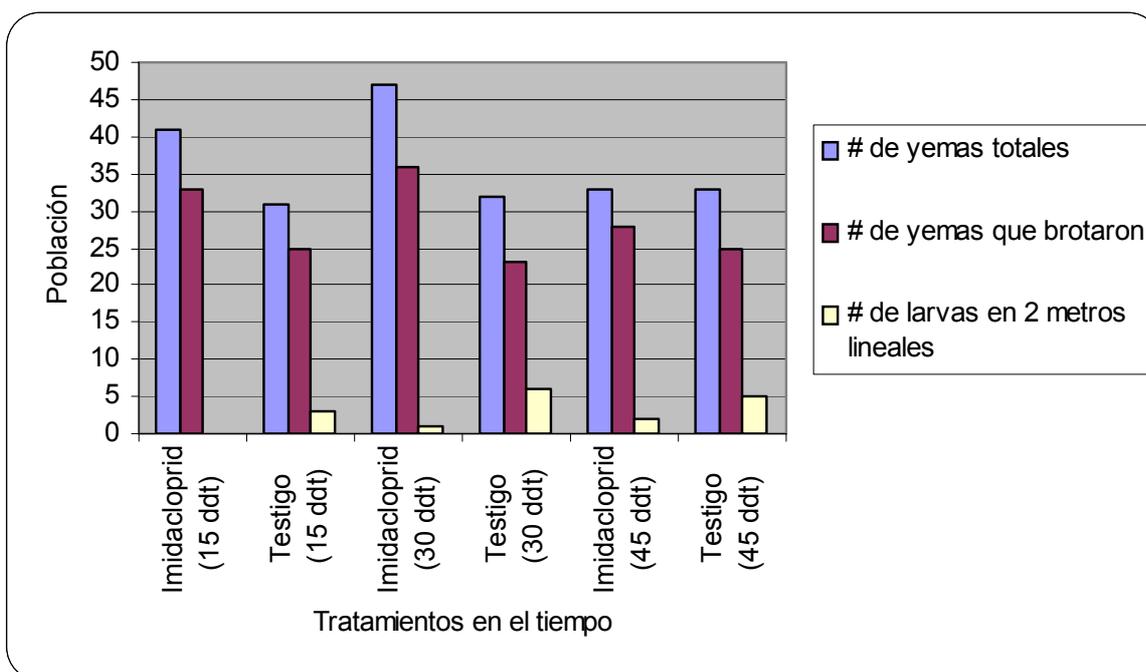
Una vez calibrado el equipo, se procedió a la aplicación, que consistió en depositar el producto en el fondo de los surcos después de colocar la semilla de caña, la dosis aplicada fue de 128 gr. de ingrediente activo/ha.

Control.

Se realizaron conteos de larvas de gusano alambre y gallina ciega presentes en una distancia de 2 metros lineales, así como también de yemas brotadas y no brotadas en dicha distancia.

d. RESULTADOS

Se logró establecer que el insecticida Imidacloprid tiene un efecto repelente sobre las larvas de gusano alambre y gallina ciega, manteniéndolas alejadas de las yemas de los esquejes durante la fase de brotación, permitiendo así un mayor desarrollo de brotes por metro lineal (gráfico 1).



Gráfica 5. Efecto de insecticida Imidacloprid en caña de azúcar aplicado al momento de la siembra.

Fuente: Resultados obtenidos en el monitoreo del ensayo de Imidacloprid. Anexo 1.

En el gráfico se puede observar que con la aplicación de Imidacloprid, la población de larvas decrece y el número de yemas brotadas se incrementa con relación al testigo que no fue aplicado.

También se observó que para que el producto actúe de mejor manera se debe mantener una buena humedad del suelo y colocarlo al fondo del surco.

e. CONCLUSIONES

El insecticida granulado imidacloprid actúa como repelente frente a las larvas de gusano alambre y gallina ciega aplicándolo al momento de la siembra, debido a que viene formulado como granulado en piedra pómez su efecto residual se extiende actuando de tres formas: sistémico, contacto e ingestión.

La posición del insecticida y las condiciones del suelo son fundamentales para obtener los resultados de control esperados.

3.8.2 Evaluación de 2 dosis de fertilizante foliar en una plantación de caña de azúcar proveniente de meristemos

a. DESCRIPCION DEL PROBLEMA

Como consecuencia del desconocimiento de la adición foliar de macro y micro nutrientes a las plantas de caña de azúcar provenientes de meristemos, el departamento de protección de cultivos de Bayer CropScience, se mostró interesado en determinar la dosis correcta para suplir la necesidad de algunos elementos que se encuentren escasos en la planta indispensables para el buen desarrollo y producción.

b. OBJETIVOS

Determinar la dosis de fertilizante foliar que manifieste mejores resultados en las plantas de caña de azúcar en su fase de amacollamiento y desarrollo.

c. METODOLOGIA

Ubicación del área experimental.

El experimento se ubicó en la finca Santa Elisa, en el sector I, lote160105, pante 12.

Determinación del equipo de aplicación.

El equipo de aplicación fue mochilas mecánicas para aplicación de marca Matabi, con boquillas de abanico TeeJeet 8002.

Calibración del equipo.

La calibración se efectuó con respecto a la relación de espacio contra tiempo y volumen.

Aplicación.

Una vez calibrado el equipo, se procedió a la aplicación, que consistió en depositar el producto de uniformemente sobre el área foliar de las plantas de caña de azúcar. Se realizaron 3 aplicaciones periódicas cada 15 días.

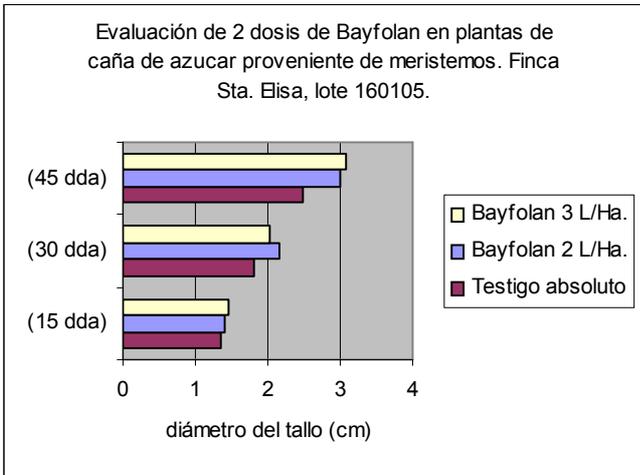
Control:

Se realizaron lecturas periódicas de diámetro y altura de tallo a los 15,30 y 45 días después de tratadas las plantas.

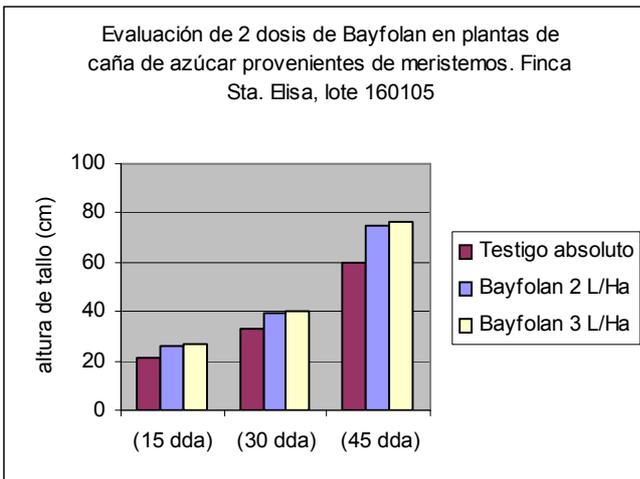
Análisis:

Se realizó un análisis foliar de laboratorio antes de realizar la aplicación de fertilizante y también se realizó uno a los 15 días después de la última aplicación.

d. RESULTADOS



Gráfica 6. Comportamiento del diámetro de tallo en centímetros de las plantas sometidas a tratamiento, Anexo 2.



Gráfica 7. Comportamiento de la altura de tallo en centímetros de las plantas sometidas a tratamiento, anexo 2.

En las gráficas 6 y 7 se puede observar que la aplicación de fertilizante foliar Bayfolan en las dos dosis evaluadas, favorece el incremento en la altura y el diámetro de tallo con respecto al testigo donde no se aplicó fertilizante.

Cuadro 26. Contenido de elementos mayores (%) y menores (ppm) en la muestra de caña antes de realizar la aplicación de fertilizante foliar.

IDENT	%					ppm				
	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn	Na
M-1	1.73	0.21	2	0.63	0.89	5	25	120	35	500

Fuente: Resultados del laboratorio Agua-suelo-planta de la FAUSAC, Anexo 3.

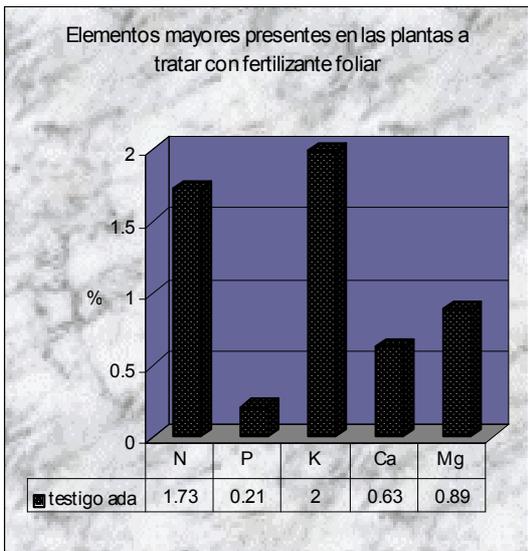


Gráfico 8. Comportamiento de los elementos mayores en las plantas de caña previo a la aplicación.

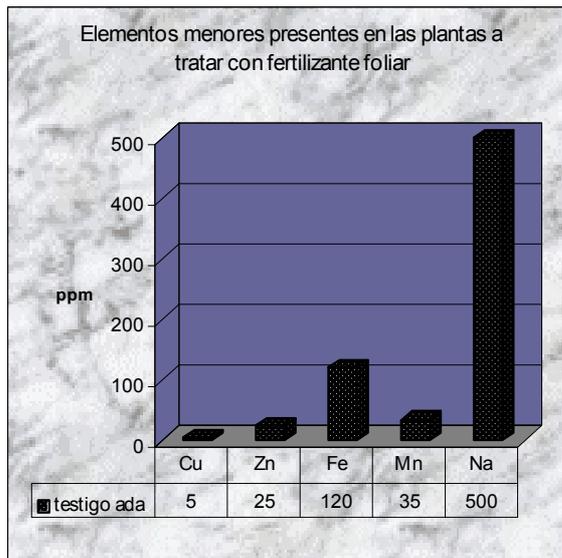


Gráfico 9. Comportamiento de los elementos menores en las plantas de caña previo aplicación.

Cuadro 27. Contenido de elementos mayores (%) y menores (ppm) en la muestra de caña 15 días después de realizar la última aplicación de fertilizante foliar.

IDENT	%					ppm				
	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn	Na
testigo	1.67	0.14	1	0.38	0.18	5	15	55	10	200
BF 2	1.69	0.13	1	0.5	0.16	5	10	40	3	175
BF 3	1.74	0.14	1	0.44	0.18	5	15	55	5	250

Fuente: Resultados del laboratorio Agua-suelo-planta de la FAUSAC, Anexo 4.

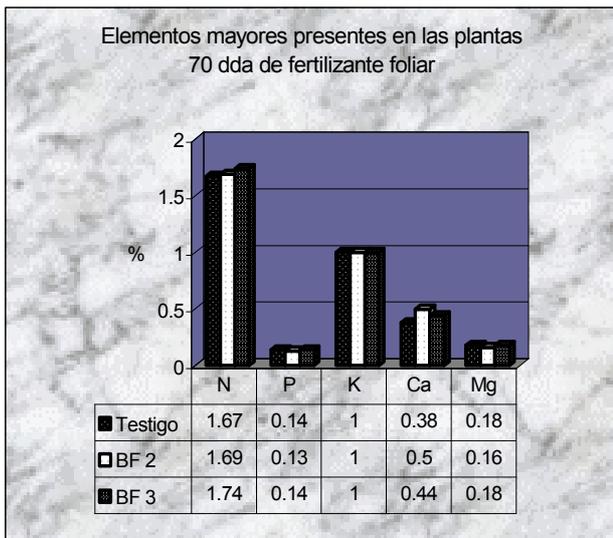


Gráfico 10. Comportamiento de los elementos mayores en las plantas de caña después de la última aplicación.

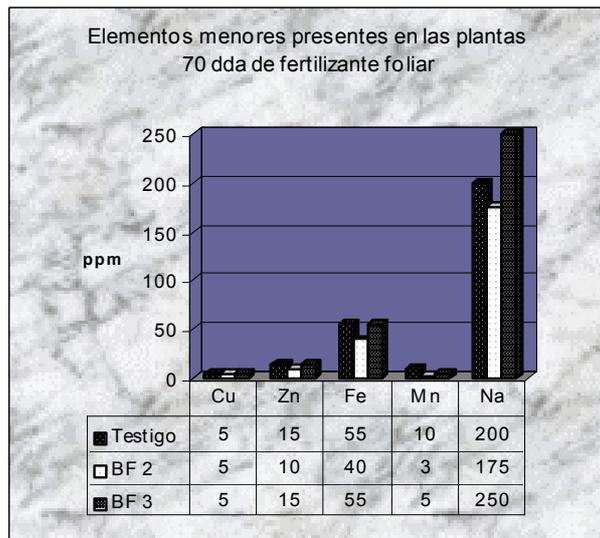


Gráfico 11. Comportamiento de los elementos menores en las plantas de caña después de la última aplicación.

El cuadro 26, muestra un contenido alto de elementos mayores y menores presentes en las plantas de caña de azúcar previo a realizar la aplicación de fertilizante foliar, mientras que el cuadro 27 ,muestra un descenso en el contenido de elementos en las plantas ya tratadas. Esto se debe a que cuando se tomó la muestra antes de aplicar, la plantación se encontraba en la fase de brotación y amacollamiento; mientras que cuando se tomo la muestra por tratamiento 15 días después de la ultima aplicación, la plantación se encontraba en la fase de desarrollo, siendo ésta en la que la planta de caña de azúcar acelera el ritmo de utilización de nutrientes.

CONCLUSIONES

La dosis de 3 L/ha de fertilizante foliar provocó un mayor incremento en el diámetro y la altura de las plantas tratadas muy similar a la dosis de 2 L/ha con respecto al testigo absoluto (sin aplicar).

En la dosis de 3 L/ha de fertilizante foliar, los elementos que mostraron un incremento en cuanto al porcentaje del contenido de nutrientes encontrados en las plantas sometidas a tratamiento a los 70 días después de la aplicación con respecto al testigo absoluto son: el Nitrógeno con un incremento 0.07%, el Calcio 0.06% y el Sodio 50 ppm.

3.8.3 Evaluación de herbicidas para el control de Caminadora (*Rottboelia C.*)

a. DESCRIPCION DEL PROBLEMA

El surgimiento de las malezas, durante el crecimiento y desarrollo del cultivo de caña de azúcar constituye un aspecto a considerar, en cuanto a que compiten por espacio, luz, nutrientes, agua y CO₂, siendo la caminadora (*Rottboelia* sp.) una de las malezas que ejercen mayor influencia sobre el cultivo, reduciendo la cantidad y calidad de las cosechas; como una medida de control se ha recurrido al uso de productos químicos, existiendo en la actualidad un gran número de herbicidas que contribuyen al control de las poblaciones de malezas que incurren en el cultivo.

Los ingenios del país utilizan los herbicidas que presentan mejores opciones de control de malezas en condiciones específicas donde a conveniencia de algún ingenio y la respectiva agroquímica han sido instalados.

Con el presente servicio se pretende evaluar alternativas para el control efectivo de caminadora (*Rottboelia* sp.) en pre-emergencia, que afecta de gran manera el cultivo de la caña de azúcar.

b.OBJETIVO

Analizar tratamientos químicos para el control de caminadora (*Rottboelia* sp.) aplicados en estricta pre-emergencia y de esta forma brindar condiciones favorables para el crecimiento del cultivo de la caña de azúcar libre de esta maleza.

c. METODOLOGIA

Ubicación del área experimental.

El experimento se ubicó en la finca Santa Elisa, en el sector III, lote160303, pante 33.

Determinación de los tipos de maleza.

Las malezas existentes: En su mayoría caminadora, algunas murdanas y coyolillo.

Determinación del equipo de aplicación.

El equipo de aplicación fue aguilón con boquillas de abanico TeeJeet 8002.

Calibración del equipo.

La calibración se efectuó con respecto a la relación de espacio contra tiempo y volumen. Procurando aplicar 200 L de agua/ha.

Aplicación.

Una vez calibrado el equipo, se procedió a la aplicación de producto; cubriendo una Hectárea de terreno por tratamiento.

Control y Evaluación.

Se realizaron conteos periódicos de malezas en un área de 1.5 m². a los 15, 30 y 45 después de tratado (ddt).

Se realizó un análisis en función de los costos de los tratamientos, una evaluación económica sencilla.

d. RESULTADOS

Todos los tratamientos fueron efectivos comparándolos con el testigo absoluto pero, se encontraron 2 tratamientos donde se obtuvieron mejores resultados de control, con poblaciones bajas de caminadora específicamente.

Para poder obtener un tratamiento adecuado de éstos dos es necesario realizar un análisis económico sencilllo (cuadro 3).

Cuadro 28. Tratamientos que controlaron mejor la caminadora y sus costos por hectárea.

TRATAMIENTO	POBLACION *	COSTOS Q/Ha
Sencor + Diurón	8 plantas	216.00
Prowl + Ametrina combi	11 plantas	299.63

* Población obtenida en 1.5 m² muestreados.

Fuente: Resultados obtenidos de la evaluación poblacional y de costos. Anexo 5 y 6.

El mejor tratamiento fue la combinación de Sencor + Diurón a dosis de (1 kg/ha + 1.5 L/ha) respectivamente.

3.9 BIBLIOGRAFIA

1. CENGICAÑA (Centro Guatemalteco de Investigación para la Caña de Azúcar, GT).1997. Presentación de resultados de zafra 1996-1997; memoria de resúmenes. Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla, Guatemala. p. 6.
2. Dell, WO. 1995. Estudio taxonómico de malezas en el área cultivada con caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.). Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 53 p.
3. Flores, S. 1976. Manual de caña de azúcar. Guatemala, INTECAP. 124 p.

3.10 ANEXOS.

Cuadro 29A. Evaluación periódica del ensayo del insecticida Imidacloprid en la finca Bugambilia.

Tratamiento	Días después de tratado	# de esquejes en 2 metros lineales	# de yemas totales	# de yemas que brotaron	# de yemas que no brotaron por daño de agriotes	# de yemas que no brotaron por otras causas	# de larvas en 2 metros lineales
Imidacloprid	15	7	41	33	3	5	0
Testigo	15	7	31	25	0	6	2
Imidacloprid	30	8	47	36	4	7	1
Testigo	30	7	32	23	2	7	6
Imidacloprid	45	8	33	28	3	2	2
Testigo	45	7	33	28	1	4	5

Cuadro 30A. diámetro de tallo promedio de las plantas sometidas a tratamiento.

Tratamiento	Diámetro tallo (15 dda)	<i>Diámetro tallo</i> (30 dda)	Diámetro tallo (45 dda)
Testigo absoluto	1.35	1.82	2.48
Bayfolan 2 L/Ha.	1.41	2.15	2.99
Bayfolan 3 L/Ha.	1.45	2.03	3.07

Cuadro 31A. altura de tallo promedio de las plantas sometidas a tratamiento.

Tratamiento	Altura tallo (15 dda)	Altura tallo (30 dda)	Altura tallo (45 dda)
Testigo absoluto	20.9	33.3	60.1
Bayfolan 2 L/Ha	25.9	39.5	75
Bayfolan 3 L/Ha	27.1	40.3	76.3

Cuadro 32A. Evaluación periódica del ensayo de herbicidas en la finca Santa Elisa en un área de 1.5 m².

TIPO DE MALEZA	EVALUACION					
	15 DIAS		30 DIAS		45 DIAS	
	GRAM	H.A.	GRAM	H.A.	GRAM	H.A.
TRATAMIENTO						
SENCOR + DIURON	0	1	2	3	3	5
PROWL + AMETRINA COMBI	0	1	4	3	6	5
KRISMAT	3	4	8	6	12	9
TESTIGO ABSOLUTO	65	21	135	58	236	61

GRAM. = Gramíneas

H.A. = Hoja ancha

Cuadro 33A. Evaluación económica de los tratamientos utilizados en el ensayo de herbicidas.

TRATAMIENTO	DOSIS/Ha	COSTO/Ha
SENCOR + DIURON	1 Kg + 1.5 Lts	216.00
PROWL + AMETRINA COMBI	3 Lts + 4.4 Lts	299.63
KRISMAT	2 Kg	282.60