

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**



**EVALUACIÓN DE SEIS PRODUCTOS QUÍMICOS Y DOS MICROBIOLÓGICOS PARA EL MANEJO DE CORALILLO (LEPIDOPTERA: PYRALIDAE: *Elasmopalpus lignosellus*, Zeller), EN EL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum officinarum*, L), EN LOS DEPARTAMENTOS DE USulután Y SONSONATE.**

**POR:  
ANAKELY ROMERO VELASCO  
LUÍS ÁNGEL HUEZO ABARCA**

**SAN SALVADOR, JUNIO 2011.**

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS  
DEPARTAMENTO DE PROTECCIÓN VEGETAL**



**EVALUACIÓN DE SEIS PRODUCTOS QUÍMICOS Y DOS MICROBIOLÓGICOS PARA EL MANEJO DE CORALILLO (LEPIDOPTERA: PYRALIDAE: *Elasmopalpus lignosellus*, Zeller), EN EL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum officinarum* L), EN LOS DEPARTAMENTOS DE USulután Y SONSONATE.**

**POR:  
ANAKELY ROMERO VELASCO  
LUÍS ÁNGEL HUEZO ABARCA**

**REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE:  
INGENIERO AGRÓNOMO**

**SAN SALVADOR, JUNIO 2011.**

# **UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

RECTOR:  
ING. AGR. MSc. RUFINO ANTONIO QUEZADA SÁNCHEZ.

SECRETARIO GENERAL:  
LIC. DOUGLAS VLADIMIR ALFARO CHAVEZ.

## **FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**

DECANO:  
DR. REYNALDO ADALBERTO LÓPEZ LANDAVERDE

SECRETARIO:  
ING. AGR. MSc. LUÍS FERNANDO CASTANEDA ROMERO

**JEFE DEL DEPARTAMENTO DE PROTECCIÓN VEGETAL**

---

ING. AGR. MSc. RAFAEL ANTONIO MENJÍVAR ROSA

**DOCENTES DIRECTORES**

---

ING. AGR. MSc. MIGUEL SERMEÑO CHICAS

---

ING. AGR. MSc. MIGUEL PANIAGUA

## RESUMEN

La investigación se realizó con tres ensayos independientes, dos en la Hacienda El Tercio, del departamento de Usulután y uno en la Hacienda San Isidro, del departamento de Sonsonate de enero a agosto de 2009, con los objetivos de determinar la efectividad de los productos protectores de cultivos: ProAxis (Testigo relativo), Engeo, Karate Zeon, Actara, Regent, Curyon (control químico) y *Beauveria bassiana*, *Dipel Bacillus thuringiensis* (microbiológico) como una estrategia de manejo de la plaga (*Elasmopalpus lignosellus*, Zeller.) coralillo (Lepidóptera: Pyralidae) sobre la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*, L). Estimando la pérdida ocasionada bajo las condiciones de la zona de influencia.

El documento cuenta con sus respectivos antecedentes del problema que hoy en día afecta a los productores, además hay un apartado de las generalidades del cultivo de caña de azúcar, también taxonomía y generalidades del insecto en estudio, su distribución, el ciclo de vida, la importancia económica de la plaga por los daños que ocasiona a los retoños de caña, se incorporó el concepto de insecticida y sus efectos secundarios en el ser humano y los tipos de control para erradicar esta plaga, como lo son el control biológico, cultural, físico, fitogenético, control integrado y químico.

La investigación consistió en evaluar los productos para el control del coralillo *Elasmopalpus lignosellus* Z. y dentro del escrito se ha incorporado la composición química de los piretroides, neonicotinoides, organofosforados, compuestos Feni-Pirazol, productos para el control biológico con el uso de hongos entomopatógenos, que se están empleando hoy en día en la agricultura de El Salvador.

Entre los pasos que se siguieron para la ejecución de esta investigación están la elaboración del planteamiento de la problemática, la hipótesis de la investigación, los objetivos que se pretendieron alcanzar, la metodología que se empleó en campo al ejecutar el ensayo, la experiencia al procesar los datos que se obtuvieron en campo y por último se presenta la recomendación para futuras investigaciones relacionadas con este tema y las conclusiones que se obtuvieron de este trabajo de investigación.

## AGRADECIMIENTOS

- **A Dios Todo Poderoso**, que me guió, protegió e ilumino durante todo mi estudio en esta etapa de mi vida, para alcanzar este triunfo.
- **Al Ing. Miguel Paniagua**: Por su paciencia, ayuda y asesoría para la realización de esta investigación.
- **Al Ing. Miguel Sermeño**: Por aceptar ser nuestro asesor y apoyarnos incondicionalmente en este trabajo de investigación.
- **Al Ingenio Chaparrastique y Central de Izalco**: Que abrieron las puertas de sus instalaciones y nos brindaron apoyo al proveernos de insumos para la elaboración de este proyecto de investigación.
- **A los trabajadores Francisco, Ovidio y Ricardo**: Por el apoyo logístico dado en campo para la toma de los datos.
- **Al Dr. Reynaldo Landaverde y junta directiva**: (Autoridades 2007-2011), por todo su apoyo administrativo dentro de la Universidad de El Salvador.
- **Al Ing. Helmer Esquivel**: Jefe de la Dirección General de Sanidad Vegetal del Ministerio de Agricultura, por el apoyo ofrecido en el uso de equipo y literatura para poder terminar este documento.
- **A todos los docentes y trabajadores**: de la Facultad de Ciencias Agronómicas que colaboraron en nuestra formación profesional y en el desarrollo de la investigación.

Anakely Romero Velasco.

## DEDICATORIA

- **A DIOS TODO PODEROSO** que me ha dado el don de la vida, por estar a mi lado en los momentos más difíciles, por brindarme salud y la oportunidad de culminar esta profesión.
- **A mis padres Cristóbal Romero Orellana y María Emelinda Velasco de Romero**, en agradecimiento por el apoyo brindado todo el tiempo necesario con sus consejos, cariño, comprensión, amor y por su compañía.
- **A mis hermanos Mayra Estela, Gerber Antonio, Joel Cristóbal** que han estado a mi lado siempre que los he necesitado y por darme todo su apoyo y amor incondicional.
- **A toda la familia de Luis Ángel Huevo Abarca**, Que me brindo todo su cariño, apoyo y amabilidad en Usulután y en Apopa, al momento de realizar este proyecto de investigación.
- **A todos mis amigos y compañeros**, que contribuyeron en mi formación enseñándome el verdadero valor de la solidaridad y amistad.

Anakely Romero Velasco.

## AGRADECIMIENTOS

- **A DIOS TODOPODEROSO** por el don de la vida, su provisión, y dirección la cual me ha conducido hasta el día de hoy.
- **Al Ing. Miguel Paniagua** por su apoyo, asesorías y paciencia durante todo el trabajo de nuestra investigación, gracias a su colaboración logramos concluir nuestra tesis.
- **Al Ing. Miguel Sermeño** Por aceptar ser nuestro asesor en la realización de nuestra investigación.
- **Al Ingenio Chaparrastique y Central de Izalco** Quienes nos brindaron los insumos, materiales y las instalaciones para la realización de nuestro proyecto de investigación.
- **Al Ing. Francisco** Quien durante todo el trabajo que se efectuó en campo nos colaboro de gran manera.
- **A los trabajadores Ovidio y Ricardo** Por el apoyo logístico dado en campo para la toma de los datos.
- **A mis tías Dina y Yolanda,** por el apoyo que me brindaron.



## DEDICATORIA

- **A DIOS TODO PODEROSO:** por cada una de sus bendiciones y cuidados que me ha brindado durante toda mi vida y durante el transcurso de mi carrera, gracias a su misericordia y favor he llegado más allá de lo que yo mismo me hubiera imaginado.
- **A mis padres Carlos Arturo Huevo Castillo y Ana Nelly Abarca Palacios,** quienes en todo momento me brindaron su apoyo, comprensión, amor, oraciones y consejos. Siendo ellos una fuente de bendición ya que por medio de sus esfuerzos, me proveyeron siempre lo necesario para continuar.
- **A mis hermanos Wilfredo (Billy), Carlos y Roberto,** a quienes agradezco por su apoyo incondicional durante toda mi carrera.
- **A mis tíos Machuca y Miriam** por su colaboración al brindarnos alimento y un lugar donde reposar durante el periodo que estuvimos viajando a Usulután con Anakely, en el momento de realizar nuestra tesis.

Y a todos aquellos que de una u otra manera me han apoyado y que por razones muy humanas las cuales en muchas ocasiones, se nos olvida o se nos olvidan muchas personas, que en un momento de la vida me brindaron su apoyo, consejos y oraciones; deseo, a través de este párrafo darles las gracias, creyendo que Dios quien todo lo ve pueda bendecir sus vidas y multiplique en gran manera lo que todas aquellas personas sin esperar nada a cambio muestran bondad y cariño a sus semejantes.

Luis Ángel Huevo Abarca

## INDICE

<u>Nº</u>	<u>CONTENIDO</u>	<u>PAG.</u>
	RESUMEN.....	iv
	INDICE DE CUADROS.....	xi
	INDICE DE FIGURAS.....	xii
	INDICE DE GRAFICOS.....	xiv
	INDICE DE FOTOGRAFIAS.....	xv
	INDICE DE ANEXOS.....	xvi
1.	INTRODUCCIÓN.....	17
2.	REVISION DE LITERATURA.....	18
2.1	ANTECEDENTES.....	18
2.2	GENERALIDADES DEL CULTIVO DE CAÑA.....	18
2.3	ORIGEN.....	19
2.4	ASPECTOS BOTÁNICOS.....	20
2.5	VARIETADES O CULTIVARES DE CAÑA DE AZÚCAR.....	21
2.6	ENFERMEDADES DE MAYOR IMPORTANCIA.....	22
2.6.1	ENFERMEDADES VIRALES.....	23
2.6.2	ENFERMEDADES BACTERIANAS.....	24
2.6.3	ENFERMEDADES FUNGOSAS.....	27
2.6.4	PLAGAS DE MAYOR IMPORTANCIA.....	29
2.7	CLASIFICACION TAXONOMICA DEL CORALILLO.....	32
2.8	GENERALIDADES DEL INSECTO.....	33
2.8.1	DISTRIBUCION.....	33
2.8.2	HOSPEDEROS.....	33
2.9	DESCRIPCION DEL INSECTO.....	34
2.10	CICLO DE VIDA.....	35
2.11	ACTIVIDAD DEL INSECTOS.....	37
2.12	IMPORTANCIA ECONOMICA.....	38
2.13	DAÑO.....	39
2.14	MUESTREO Y NIVEL CRÍTICO.....	40
2.15	NIVELES Y UMBRALES DE DAÑOS ECONÓMICOS.....	40
2.16	CONTROL.....	41

2.16.1 CONTROL BIOLÓGICO.....	42
2.16.2 CONTROL CULTURAL.....	42
2.16.3 CONTROL FÍSICO.....	42
2.16.4 CONTROL FITOGENÉTICO.....	43
2.16.5 CONTROL INTEGRADO.....	43
2.16.6 CONTROL QUÍMICO.....	43
2.17 LOS INSECTICIDAS.....	44
2.18 EFECTOS SECUNDARIOS EN EL SER HUMANO.....	52
2.19 COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS INSECTICIDAS EN ESTUDIO.....	52
2.19.1 PIRETROIDES.....	52
2.19.2 NEONICOTINOIDE.....	57
2.19.3 ORGANOFOSFORADO.....	58
2.19.4 COMPUESTO FENIL-PIRASOL.....	62
2.19.5 HONGOS ENTOMOPATOGENOS.....	63
2.20 PRODUCTOS QUE SE EVALUARON.....	65
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	69
4. HIPÓTESIS.....	69
5. OBJETIVOS.....	69
6. METODOLOGÍA.....	70
6.1 METODOLOGÍA DE CAMPO.....	73
6.2 MOMENTO DE LA APLICACIÓN DE LOS PRODUCTOS.....	76
6.3 METODOLOGÍA ESTADÍSTICA.....	78
6.4 METODOLOGÍA ECONÓMICA.....	79
7. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	80
8. ANÁLISIS ECONÓMICO.....	88
9. RECOMENDACIONES.....	88
10. CONCLUSIONES.....	89
11. BIBLIOGRAFÍA.....	90
12. ANEXOS.....	93

## INDICE DE CUADROS

<u>Nº</u>	<u>CONTENIDO</u>	<u>PAG.</u>
<b>Cuadro 1.</b>	Promedios de rendimientos en campo, de azúcar y producción final, de las variedades mejor evaluadas en ensayo de investigación realizado en el CEDA de Santa Cruz Porrillo, durante 1998.....	21
<b>Cuadro 2.</b>	Umbral económico en cultivo de maíz y pepino ante la amenaza del <i>Elasmopalpus lignosellus</i> .....	41
<b>Cuadro 3.</b>	Clasificación de modos de acción de insecticidas IRAC España 2004.....	48
<b>Cuadro 4.</b>	Lista de materias activas ordenadas por los modos de acción. IRAC España 2004.....	49
<b>Cuadro 5.</b>	Formulas Químicas de los compuestos de crisantemo.....	53
<b>Cuadro 6.</b>	Distribución de los tratamientos al azar.....	73
<b>Cuadro 7.</b>	Hoja de registro para la toma de los datos.....	77

## INDICE DE FIGURAS

<u>Nº</u>	<u>CONTENIDO</u>	<u>PAG.</u>
<b>Figura 1.</b>	Area en manzanas por variedad.....	22
<b>Figura 2.</b>	Hembra de <i>Elasmopalpus lignosellus</i> .....	34
<b>Figura 3.</b>	Macho de <i>Elasmopalpus lignosellus</i> .....	34
<b>Figura 4.</b>	Larvas de <i>Elasmopalpus lignosellus</i> .....	35
<b>Figura 5.</b>	Tubo de seda fabricado por la larva de <i>Elasmopalpus lignosellus</i>	35
<b>Figura 6.</b>	Los diferentes estadios de Vida del <i>Elasmopalpus lignosellus</i> .....	36
<b>Figura 7.</b>	Ciclo Biológico del <i>Elasmopalpus lignosellus</i> .....	37
<b>Figura 8.</b>	Adultos del <i>Elasmopalpus lignosellus</i> .....	37
<b>Figura 9.</b>	Huevos del <i>Elasmopalpus lignosellus</i> .....	37
<b>Figura 10.</b>	Larvas de <i>Elasmopalpus lignosellus</i> .....	38
<b>Figura 11.</b>	Pupa de <i>Elasmopalpus lignosellus</i> .....	38
<b>Figura 12.</b>	Daño producido por <i>Elasmopalpus lignosellus</i> .....	39
<b>Figura 13.</b>	Medición de larva de <i>Elasmopalpus lignosellus</i> .....	39
<b>Figura 14.</b>	Daño de “Corazón muerto”.....	39
<b>Figura 15.</b>	Formula química de las Piretrinas.....	53
<b>Figura 16.</b>	Estructura de las Piretrinas.....	54
<b>Figura 17.</b>	Canal de Sodio.....	55
<b>Figura 18.</b>	Permetrinas.....	56
<b>Figura 19.</b>	Cipermetrina.....	56
<b>Figura 20.</b>	Modo de acción de los organofosforados.....	60
<b>Figura 21.</b>	Mecanismo de acción de los organofosforados.....	60
<b>Figura 22.</b>	Proceso fisiológico neuromuscular.....	61

<b>Figura 23.</b> Estructura química del Fipronil.....	62
<b>Figura 24</b> a) Canídias sobre la cutícula del insecto b) formacion de apresorio....	63
<b>Figura 25.</b> Presentación de ProAxis.....	65
<b>Figura 26.</b> Presentación de Karate Zeon.....	65
<b>Figura 27.</b> Presentación de Engeo.....	66
<b>Figura 28.</b> Presentación de Actara.....	66
<b>Figura 29.</b> Presentación de Curyom.....	67
<b>Figura 30.</b> Presentación de Regent.....	67
<b>Figura 31.</b> Presentación de 3B 450 gr ( <i>Beuveria bassiana</i> ).....	68
<b>Figura 32.</b> Presentación de Dipel ( <i>Bacillus thuringiensis</i> ).....	69
<b>Figura 33.</b> Esquema de la unidad experimental.....	74
<b>Figura 34.</b> Distribución de los tratamientos en “La Bomba B1”, Hacienda El Tercio.....	74
<b>Figura 35.</b> Distribución de los tratamientos en “La Horquetera 5”, Hacienda El Tercio.....	75
<b>Figura 36.</b> Distribución de los tratamientos en “El Guayabo”, Hacienda San Isidro...	76

**INDICE DE GRAFICOS**

<b><u>Nº</u></b>	<b><u>CONTENIDO</u></b>	<b><u>PAG</u></b>
<b>Grafico 1.</b>	Porcentaje de daño en lote La Bomba B1.....	81
<b>Grafico 2.</b>	Porcentaje de daño en lote La Horquetera 5, aplicación epoca1.....	82
<b>Grafico 3.</b>	Porcentaje de daño en lote La Horquetera 5, aplicación epoca2.....	83
<b>Grafico 4.</b>	Porcentaje de daño en lote La Horquetera 5, resumen total.....	84

**ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS**

<b><u>Nº</u></b>	<b><u>CONTENIDO</u></b>	<b><u>PAG</u></b>
<b>Fotografía 1.</b>	<b>Establecimiento de las parcelas.....</b>	<b>70</b>
<b>Fotografía 2.</b>	<b>Estaquillado.....</b>	<b>71</b>
<b>Fotografía 3.</b>	<b>Delimitación del área.....</b>	<b>71</b>
<b>Fotografía 4.</b>	<b>Sorteo al azar de los tratamientos.....</b>	<b>71</b>
<b>Fotografía 5.</b>	<b>Calibración del equipo.....</b>	<b>72</b>
<b>Fotografía 6.</b>	<b>Preparación de las mezclas.....</b>	<b>72</b>
<b>Fotografía 7.</b>	<b>Llenado de las bombas.....</b>	<b>72</b>
<b>Fotografía 8.</b>	<b>Aplicación de los productos.....</b>	<b>73</b>
<b>Fotografía 9.</b>	<b>Coadyuvante Aceite carrier.....</b>	<b>76</b>
<b>Fotografía 10.</b>	<b>Toma de datos.....</b>	<b>78</b>



**INDICE DE ANEXOS**

<b><u>Nº</u></b>	<b><u>CONTENIDO</u></b>	<b><u>PAG</u></b>
<b>Anexo 1.</b>	<b>Ejemplo del registro de la toma de datos en campo.....</b>	<b>94</b>
<b>Anexo 2.</b>	<b>Glosario de formulación de los productos químicos.....</b>	<b>102</b>

## 1. INTRODUCCIÓN

Con la desaparición y fracaso de los cultivos de añil, cacao y algodón, el cultivo de caña de azúcar ha tomado una gran importancia y auge a nivel nacional, llegando a ser uno de los productos de mayor importancia en la exportación y generación de divisas para El Salvador. En la actualidad el control de plagas y enfermedades resulta ser un problema grave debido en muchos de los casos al manejo inadecuado de los productos controladores por las épocas de aplicación y modos de acción de estos, lo que genera pérdidas productivas y económicas.

El coralillo *Elasmopalpus lignosellus*; Zeller, es una de las plagas de mayor incidencia en el cultivo de caña de azúcar presente en el municipio de Jiquilisco, departamento de Usulután, a causa de la baja humedad y poca calidad de los suelos arenosos propios de la zona que favorece su desarrollo generando un serio problema para la Asociación Cooperativa de producción Agropecuaria (ACPA El Tercio). Además en el municipio de San Isidro del departamento de Sonsonate se han detectado lotes con ataques por coralillo que está causando pérdidas a la Asociación Cooperativa de producción Agropecuaria (ACPA Ataisi).

La etapa larval de *Elasmopalpus lignosellus*; Z, es la que causa daños a los rebrotes de caña. El adulto se desarrolla generalmente en diversos hospederos, tiende a aparecer una vez el cultivo es quemado y cortado, escondiéndose entre las cenizas, residuos de cosechas y malezas.

Por poseer hábitos nocturnos el adulto es más difícil de detectar y este sólo se alimenta del néctar de las flores acercándose al cultivo únicamente para ovipositar. El huevo y la pupa poseen estructuras que le proporcionan mayor protección y por la ubicación donde son colocados su manejo es mucho más difícil. Resultando la fase larval la etapa más conveniente de controlar.

El daño producido y las pérdidas generadas por dicha plaga resultan ser muy significativas, lo que amerita la realización de la siguiente investigación, que busco evaluar nuevos productos controladores que generaran un resultado más efectivo en el control de la larva *Elasmopalpus lignosellus*; Z, lo que permitiría a la Cooperativa de Productores Agropecuarios una disminución en los costos, por la compra de productos ineficientes ante dicha problemática, reduciendo a la vez la pérdida de producción agrícola a causa del daño producido en el rebrote de caña de azúcar, lo que garantizará un incremento económico para los productores y mayor abastecimiento de materia prima a los Ingenios.

## 2. REVISION DE LITERATURA

### 2.1 ANTECEDENTES

El Coralillo *Elasmopalpus lignosellus*; Zeller, es un insecto que ataca los rebrotes de la caña de azúcar en los primeros días después del corte. El daño es más severo en aquellas zonas de suelos con textura predominantemente arenosa y que pasan por un largo periodo de déficit de humedad. En la zona de influencia del Ingenio Chaparrastique se estima que entre 1,800 y 2,000 mz son afectadas por este insecto haciéndose necesaria la aplicación de insecticidas, principalmente Cipermetrina. Sin embargo, observaciones realizadas durante la zafra 2007 – 2008 demostraron la baja efectividad de las aplicaciones y en casos severos la necesidad de repetir las aplicaciones sin efecto positivo evidente (CASSA, 2009)

Tomando esto en cuenta, se plantea la necesidad de evaluar otros insecticidas con diferente modo de acción y residualidad, aplicados de manera preventiva en áreas con historial de infestaciones severas de *Elasmopalpus lignosellus*; Z. (CASSA, 2009)

### 2.2 GENERALIDADES DEL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR

La caña de azúcar (*Saccharum sp.*), provee el 65% del azúcar mundial. La producción global de azúcar centrifugado en 1981 fue de más de 64 millones de toneladas, producidas en 13 millones de hectáreas, pero también se produjeron cantidades significativas de azúcar no centrifugado. Es un cultivo importante para obtención de ingresos en muchos países tropicales. El producto más importante de la caña es la sacarosa. Los subproductos más importantes de la refinación del azúcar son las melazas, ron, alcohol industrial, jarabe de caña, numerosos químicos derivados y el bagazo, que es el residuo fibroso que queda después de la extracción. El bagazo y las melazas se pueden usar como alimento animal suplementario. Es común en el trópico comer caña fresca y con este propósito se siembran cultivares suaves especiales cerca de las casas. Algunas especies tienen importancia local para material de construcción de casas y se cultivan comercialmente con este propósito (Thurston, 1989).

Existe controversia sobre la taxonomía de *Saccharum*, por enumerarse las siguientes especies: *Saccharum spontaneum*, *Saccharum robustum*, *Saccharum officinarum*, *Saccharum barberi* y *Saccharum sinensi*. *Saccharum officinarum*, llamada “caña noble”, tiene tallos gruesos a diferencia de los tallos delgados de *Saccharum barberi* y *Saccharum sinensi*. El capitán Bligh del famoso “Mutiny on the Bounty” transporto cultivares de caña de azúcar a América y se encuentra un gran número de cultivares de caña de azúcar en el trópico (Thurston, 1989).

La caña de azúcar se propaga por medio de segmentos del tallo, generalmente con dos o tres nudos con yemas. Estas “semillas” se colocan en un surco y se

cubren con el suelo para que germinen. La caña de azúcar es un cultivo perenne y la primera cosecha se puede colectar después de 9 meses, dependiendo del suelo y las condiciones climáticas. Después de la primera cosecha, dependiendo de las condiciones locales, se pueden colectar dos a cuatro cosechas adicionales, llamadas “socas”, aunque según algunos informes se han logrado hasta 20 socas. Con frecuencia, en algunas localidades es la única planta cultivada y se puede sembrar en la misma tierra por varios años. La caña de azúcar se siembra como monocultivo en diferentes condiciones de suelo y clima; crece entre las latitudes de 35° Norte y Sur (Thurston, 1989).

Las enfermedades han causado pérdidas a la industria del azúcar, en la forma del abandono de las tierras y las instalaciones, migración y graves pérdidas financieras y fracasos para muchos cultivadores. Debido al riesgo de grandes pérdidas, se hace imposible la producción de caña en forma permanente en una región y debido al relativo bajo valor del cultivo por hectárea, la aplicación de químicos en gran escala, generalmente no es práctico. Los cultivadores de caña deben confiar en varios métodos para el control de enfermedades e insectos. Estos incluyen el control cuidadoso de la calidad del material de siembra, para evitar el uso de semilla infectada de virus y el tratamiento del material con químicos, antes de la siembra, para evitar pérdidas por pudriciones. Muchas compañías de caña de azúcar están entre las mejores en el mundo, en los programas de control biológico, para reducir las pérdidas por insectos. Sin embargo, la medida de control de enfermedades más importante es a través de la resistencia varietal (Thurston, 1989).

El sector cañero es uno de los rubros más importantes en la economía nacional. Este ha logrado aumentar su eficiencia y competitividad en la producción de Caña de Azúcar (*Saccharum officinarum*, L.), Transformación industrial y la comercialización de productos y subproductos, tanto a nivel nacional como internacional (Thurston, 1989).

En El Salvador la importancia de este sector radica en la creación de 47,968 empleos directos; contribuye con el 2.8% del PIB y con el 5.83% del PIBA; genera 4% de las exportaciones totales; generación de energía eléctrica a base de bagazo de caña (4,726,000 KWH equivalente a una planta térmica de 3MW) y es una de las principales fuentes de calorías aportando el 8% de la ración alimentaría a nivel nacional y es enriquecida con vitamina A (Thurston, 1989).

### 2.3 ORIGEN

La caña de azúcar es una planta tropical que pertenece a la familia de las gramíneas y es de la tribu *Andropogoneae*. La caña de azúcar que actualmente se cultiva es un híbrido muy complejo de dos o más de las cinco especies del género *Saccharum*: *S. barben*, *S. officinarum*, *S. robustum*, *S. sinense* y *S. spontaneum*. Muchas de estas especies sufrieron cruzamientos naturales, originando un género muy diverso. Estudios realizados por investigadores sobre el origen de la caña de azúcar, reportan y concuerdan que *Saccharum spontaneum*, *S. sinense* y *S.*

*barben* se desarrollaron en el área de Birmania, China e India en el Asia meridional (CATIE, 1998).

Las formas relativamente jugosas de las dos últimas especies fueron utilizadas en los comienzos del cultivo y procesamiento de la caña de azúcar en la India y China. Cuando dichas especies se extendieron a otras regiones sufrieron de alguna forma diverso cruzamiento con otras gramíneas, apareciendo las especies *S. robustum* y *S. officinarum* en las islas del sureste de Indonesia y en el área de Nueva Guinea respectivamente. La caña se extendió de forma muy lenta, y llega al sur de España (773 d. c.) y Sicilia (950 d. c.). La ruta hacia el oeste continuó y la caña llega a Madeira en 1420 y a las islas canarias, desde donde Cristóbal Colón la llevo al nuevo mundo en 1493. El cultivo se extendió de Santo Domingo a varios países como México, Brasil, Perú, y a las islas de las Indias occidentales o Antillas llegando hasta Hawái en el año de 1700 (CATIE, 1998).

## 2.4 ASPECTOS BOTÁNICOS

**Raíz** El sistema radicular de la caña funciona como anclaje para la planta y para la absorción del agua y los nutrientes minerales del suelo. Son de forma cilíndrica y están formadas por la cofia, el punto de desarrollo, la región de elongación y la región de pelos radiculares. La cofia es la encargada de darle protección al punto de desarrollo de los daños mecánicos puesto que las raíces continuamente llegan al contacto con partículas densas del suelo y con rocas (Thurston, 1989).

**Tallo** La caña de azúcar se desarrolla en forma de matas, procedentes de trozos del tallo, sus hábitos de desarrollo, son diferentes, pero en general producen tallos de 2 a 3 m de longitud por año, formando tres canutos por mes, con un aproximado de tallos de 1 hasta 23 por macolla, según la variedad, estos se dividen en primarios, secundarios y terciarios. Los tallos también sirven como tejidos de transporte de agua y nutrientes extraídos del suelo para abastecer la punta que está en crecimiento. El tallo esta compuesto por la epidermis o corteza; los tejidos y fibras que se extienden en toda la longitud del tallo, poseen aproximadamente un 75% de agua. Y está formado por dos partes diferentes que son nudos y entrenudos los que difieren o cambian con las diferentes variedades en longitud, diámetro, forma y color. El tallo de la caña de azúcar se considera como el fruto agrícola, ya que en el se distribuye y almacena el azúcar. Se va acumulando en los entrenudos inferiores disminuyendo su concentración a medida que se asciende hacia la parte superior del tallo (Thurston, 1989).

**Hoja** Las hojas de la planta de caña son la fábrica donde las materias primas: agua, dióxido de carbono y nutrientes se convierten en carbohidratos bajo la acción de la luz del sol. Las hojas son laminas largas, delgadas y planas que miden generalmente entre 0.90 a 1.5 m de largo y varían de 1 a 10 cm de ancho, según la variedad. La vaina o parte inferior de la hoja que está pegada al tallo en el nudo es el soporte de la lámina de la hoja. Es de forma tubular más ancha en la base y gradualmente se estrecha hacia la banda lígular. Las hojas están a

menudo cubiertas con pelos y tienen numerosas aberturas que se conocen con el nombre de estomas (Thurston, 1989).

**Inflorescencia** Es una panícula formada por pequeñas flores perfectas y sedosas llamadas espigas. La floración es un proceso natural que ocurre cuando las plantas han completado su ciclo vegetativo para iniciar el período reproductivo. No todas las variedades de caña de azúcar florecen con la misma intensidad, ya que hay factores genéticos que regulan la floración y factores ambientales que a su vez la inducen (Thurston, 1989).

## 2.5 VARIEDADES O CULTIVARES DE CAÑA

Comercialmente existe una diversidad de variedades de caña de azúcar, dentro de las cuales existen variedades tempranas, medianas y tardías, el problema en la actualidad es que existen mezclas entre dichos materiales, lo que afecta su maduración y por ende su contenido de azúcar. De allí la importancia de realizar trabajos de investigación en la evaluación de nuevos materiales de caña de azúcar. CENTA evaluó y selecciono nuevos materiales de caña Canal Point. Los primeros resultados de esta investigación reportan tres variedades con buena adaptación, buenos rendimientos de campo y de azúcar (Cuadro 1).

### Cuadro 1. Promedios de rendimientos de las variedades de caña de azúcar.

Promedios de rendimientos en campo, de azúcar y producción final de las variedades mejor evaluadas en ensayos de Investigación realizado en el CEDA de Santa Cruz Porrillo, durante 1998 (CENTA 1998).

VARIETADES CANAL POINT	RENDIMIENTO DE CAMPO (t/ha)	RENDIMIENTO DE AZÚCAR (l/t)	PRODUCCION DE AZÚCAR (l/ha)
CP 80-1557	130.28	204.18	26543
CP 72-2086	132.39	200.00	26400
CP 81-1284	127.00	198.00	25146
C P81-1254	122.00	205.00	25010

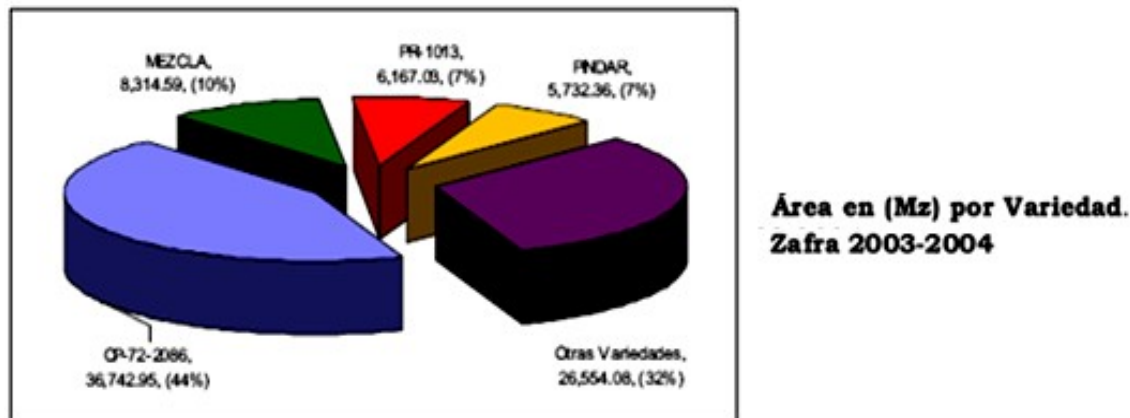
• Testigo \*

• Fuente: Resultados de ensayo de investigación, CENTA- Santa Cruz Porrillo, 1998.

## VARIEDADES DE CAÑA DE AZÚCAR

A nivel nacional existen 87 variedades cultivadas de Caña de Azúcar, de las cuales 4 poseen la mayor área en ha, estas son: CP-72-2086 con 36,742 ha que forman una mezcla de variedades con 8,314 ha, PR-1013 con 6,167 ha y Pindar con 5,732 ha. Estas variedades concentran el 68% del total de área sembrada a nivel nacional (CENTA 1998).

La variedad CP-72-2086 es la única que se encuentra distribuida en 12 departamentos del país, donde se cultiva la Caña de Azúcar, alcanzando buenos rendimientos a nivel nacional en producción de Caña (63.07 Ton/Mz) y de Azúcar (221.10 lb/Ton) en términos conceptuales es cultivada en suelos Latosoles Arcillo Rojizos (es decir con Texturas Arcillosas Húmedas) con alturas entre los 0-600 m.s.n.m. en el que de las 36,742.95 mz sólo 9,183 mz se encuentran en tierras aptas para el cultivo de dicha variedad. Esto significa que puede ser cultivada en los 14 departamentos de El Salvador (CENTA 1998).



**Figura 1. Área en (Mz) por Variedad.**

La mayor concentración de área sembrada de caña de la variedad CP-72-2086 se encuentra en los departamentos de La Paz, San Vicente, que en su mayoría son suelos Aluviales por lo que no logra cumplir con los requisitos de calidad establecidos por los ingenios. Con respecto a la variedad PR-1013 y PINDAR ocupan el 14% del total de área cultivada con Caña de Azúcar por los productores, los cuales no se encuentran en suelos aptos, lo que ocasiona rendimientos inferiores a los esperados (CENTA 1998).

Un fenómeno generalizado en el campo es la mezcla de variedades en la que se estima que el 10% de los cañaverales tienen mezcla de variedades con 8,314 mz según lo que reporta cada ingenio, pero la gran mayoría de las parcelas no cuentan con un 100% de pureza varietal y que del 10% que se reporta pasa a ser realmente un 98%. A nivel nacional, se encuentra en 11 departamentos con rendimientos de azúcar de 216.86 lb/Ton (CENTA 1998).

## 2.6 ENFERMEDADES DE MAYOR IMPORTANCIA

Las enfermedades de la caña de azúcar constituyen uno de los principales factores negativos para la producción azucarera mundial. En las últimas décadas ha crecido, considerablemente, el número de organismos patógenos y agentes etiológicos detectados sobre este cultivo y se han extendido de forma notable, los que existían con anterioridad. Hoy en día se conoce un inventario de 125 enfermedades reportadas en 109 países con regiones cañeras. Por tal motivo, el

conocimiento de la situación fitopatológica de la caña de azúcar en el ámbito nacional e internacional, es de vital importancia para prevenir o reducir las pérdidas de la cosecha que producen las enfermedades (Fundacaña, 2009).

### 2.6.1 ENFERMEDADES VIRALES

#### Mosaico

**Agente causal: Virus del tipo *potyvirus*.**

El mosaico fue descubierto por primera vez en Java, en 1882 como una anomalía de la caña de azúcar; pero por naturaleza del virus sobre la enfermedad, su transmisibilidad por áfidos y por inoculación del jugo, no fue demostrada sino hasta 1919. Puede ocasionar pérdidas superiores al 30% de la cosecha. En la actualidad se encuentra en 72 países productores de caña y se han reportado 14 razas y varias sub razas del agente causal (Fundacaña, 2009).



#### *Síntomas*

El mosaico se identificó primeramente por sus síntomas en la hoja donde se presenta un contraste de áreas verde pálido o amarillento con áreas de color verde normal. La clorosis es más evidente en las hojas jóvenes que están creciendo, también pueden estar presentes en la vaina de las hojas y en los tallos. El mosaico presenta variaciones debido a la variedad de caña, las condiciones del cultivo, la temperatura y la raza del virus de que se trate. Generalmente las áreas cloróticas son difusas, pero en algunas variedades con ciertas razas del virus, son bien definidas y están acompañadas por grados variables de enrojecimiento o necrosis (Fundacaña, 2009).

Cuando una planta tiende a infectarse con el virus del mosaico, los síntomas aparecen solamente en las hojas tiernas que aún están enrolladas. Las plantas jóvenes en rápido crecimiento son más susceptibles a la infección y los síntomas aparecen más temprano en ellas que en las plantas que están en crecimiento lento. Los síntomas pueden ser evidentes a los 6 o 7 días o pueden retrasarse por 20 a 30 días o más, dependiendo de la raza del virus, la variedad y la edad de la caña de azúcar y las condiciones del cultivo (Fundacaña, 2009).

#### *Transmisión*

Se transmite por insectos vectores de nueve especies de áfidos y la semilla infectada es importante para el establecimiento del mosaico en el campo, y la transmisión por inoculación mecánica al campo es insignificante (Fundacaña, 2009).

#### *Hospederos*

Tiene un amplio rango en las gramíneas, las cinco especies de *Saccharum* y un número de pastos cultivados y silvestres. Estos pastos pueden ayudar a propagar el mosaico y llegar a infectar y servir como fuentes del virus de una estación de cultivo a otra y albergar a los áfidos vectores (Fundacaña, 2009).

#### Raya clorótica





### **Agente causal: Virus**

Fue descrita por primera vez en Java, Indonesia en el año de 1929, en la actualidad, se encuentra presente en 35 países cañeros, en algunos de los cuales han causado pérdidas significativas al afectar la germinación y retoñamiento, así como la disminución del ahijamiento y el crecimiento de las variedades susceptibles, han llegado, en algunos casos, a perderse entre 30% a 35% de la cosecha en condiciones experimentales (Fundacaña, 2009).

### *Síntomas*

Las plantas enfermas presentan en las hojas rayas amarillentas o blanquecinas, con márgenes irregulares y ondulados que permiten distinguirla de otras enfermedades. Primeramente son cortas y estrechas, se extienden por toda la hoja y en los casos severos ocupan varias hojas. Al envejecer las rayas, aparecen áreas necróticas en las partes centrales de éstas o en toda su longitud.

Cuando la infección se desarrolla en plantas jóvenes, aparece una marchitez debida a la interrupción del sistema vascular, las hojas se endurecen y adoptan una posición erecta. Los haces fibrovasculares de los nudos presentan una coloración amarillo naranja más clara que la que produce el raquitismo de los retoños y a diferencia de dicha enfermedad, ocupa todos los tejidos del nudo (Fundacaña, 2009).

### *Transmisión*

La semilla agamica es un medio de transmisión y el salta hojas (*Draeculacephala portola* Ball), ha mostrado ser un vector de ésta; sin embargo, el agente causal no ha sido transmitido mecánicamente por extracto de plantas infectadas (Fundacaña, 2009).

### *Hospederos*

Los síntomas se han observado en gramíneas de pasto elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.), Gramínea pasto Tanzania (*Panicum maximum* Jacq.) y especie de la familia Poaceae (*Erianthus* sp.). Apesar de no haberse confirmado, exhaustivamente que sean hospedantes de esta enfermedad (Fundacaña, 2009).

## **2.6.2 ENFERMEDADES BACTERIANAS**

### **Escaldadura foliar**

#### **Organismo causal: *Xanthomonas albilineans***

La escaldadura de la hoja fue identificada como una enfermedad bacteriana fibra vascular de la caña de azúcar en los años 1920 en Australia y en Java, luego fue descubierta poco después en otros países. Ocasionalmente serias pérdidas durante los primeros años en las cañas nobles pero su control fue gradualmente asegurado por su reemplazamiento por variedades híbridas resistentes, (Solis, 1989).



Actualmente está presente en 42 países pero ya no es tan seria. Sin embargo se le considera todavía como una enfermedad potencialmente peligrosa. Causa pérdidas en el rendimiento agrícola, lo que afecta a su vez el contenido de

sacarosa en el Jugo. En muchos casos se ha mantenido bajo control por medio del mejoramiento genético, (Solis, 1989).

### *Síntomas*

Se manifiesta en dos fases diferenciadas: la forma crónica y la forma aguda. La fase crónica presenta varios síntomas exteriores. El síntoma más típico es la presencia de una raya blanca de 2 mm de ancho que sigue la dirección de la vena principal, con rayas necróticas rojas. La raya puede extenderse a lo largo de la vaina donde puede tener un tinte malva. En la fase aguda la raya puede ser más ancha y más difusa y puede extenderse hasta el borde de la hoja provocando un marchitamiento y una necrosis. La enfermedad puede presentar una clorosis parcial o total del limbo, (Solis, 1989).

Un desarrollo abundante de brotes laterales puede producirse en los tallos adultos, partiendo de la base hacia lo alto del tallo. Los tallos pueden ser enanos y mostrar signos o marchitamiento con hojas rígidas que se mueven hacia el interior en las extremidades. Si al cortar los tallos infectados se observan rayas de un rojo vivo o pardo en el interior, debido a la necrosis de los vasos vasculares. Estas rayas son más evidentes en los nudos que en los entrenudos y están siempre presentes en las yemas laterales. En los nudos y entrenudos pueden aparecer cavidades prominentes. En la fase aguda la enfermedad desarrolla un marchitamiento brusco seguido de la muerte de los tallos a menudo sin mostrar síntoma previo. Uno de los inconvenientes de la enfermedad es que puede existir en forma latente, (Solis, 1989).

### *Transmisión*

Su diseminación es por el material de siembra, los instrumentos de corte, así como por diferentes especies de insectos y roedores, (Solis, 1989).

### *Hospederos*

Dentro de las plantas hospedantes del patógeno se encuentran: maíz, bambú, pasto elefante y pasto guinea, (Solis, 1989).

## **Raquitismo de la soca (rsd)**

### **Organismo causal: *Clavibacter xyli***

Fue observado, por primera vez, en Australia en el año de 1944 -1945, y actualmente se encuentra en 47 países. Dicha enfermedad es prácticamente responsable de elevadas pérdidas de rendimiento en todas las áreas cañeras del mundo, por lo cual se le considera como una enfermedad de mayor importancia económica en este cultivo. Diferentes autores reportan pérdidas de un 10% a 35%, cuando está acompañado con virus del mosaico porque el efecto aditivo potencia las pérdidas hasta un 60%, según la variedad y el grado de infección por el mosaico. La bacteria es coryneforme, muy pequeña, predominantemente unicelular y pleomórfica son comunes las formas arqueadas e hinchadas de un tamaño de 0.25 x 1.3 micrómetros, (Solis, 1989).



Dicha bacteria se encuentra en los vasos de la metaxilema y protoxilema de los haces vasculares del hospedero, crece en los orificios de las paredes secundarias de las células del xilema y puede inducir a la formación del gel vascular pectínico en los vasos del xilema. La enfermedad al desarrollarse en los vasos conductores, afecta la habilidad de la planta para absorber y transpirar agua, por lo tanto esta enfermedad se potencia bajo condiciones adversas de humedad. Estos efectos por sí solos son los que conducen a una reducción del crecimiento, (Solis, 1989).

### *Síntomas*

A nivel de campo es sumamente difícil diagnosticar la enfermedad por los síntomas externos de la planta tales como retardo del crecimiento, reducción del tamaño de los tallos y entrenudos, fallas por pérdidas de cepas, debido a que todos estos síntomas se pueden alterar de acuerdo a la variedad, condiciones del cultivo, cosecha, edad, suelo, entre otros. Y pueden causar la misma sintomatología que el raquitismo de la soca. En algunas variedades los haces fibrovasculares de la base de los nudos presentan coloraciones rojo naranja que aparece como pequeños puntos y rayas cuando se corta transversalmente, el tallo maduro, (Solis, 1989).

### *Transmisión*

Su diseminación ocurre principalmente por el uso del machete en el corte de semilla o por las herramientas y máquinas usadas en la cosecha comercial y por semilla agámica procedente de plantas enfermas, (Solis, 1989).

### *Hospederos*

A pesar de no haber hospedantes naturales del organismo causal de esta enfermedad, se ha logrado infectar mediante inoculación artificial diferentes variedades de pasto elefante, maíz y otras especies de plantas, (Solis, 1989).

## **Raya roja**

### **Organismo causal: *Pseudomonas rubrilineans.***

Fue descubierta por primera vez en el año de 1922, en Hawái y actualmente se encuentra en 52 países cañeros donde se producen pérdidas que oscilan entre el 20% al 30% de la cosecha, (Solis, 1989).



### *Síntomas*

Esta enfermedad se presenta en forma de rayado de las hojas y pudrición del cogollo, así como del tercio superior del tallo en presencia de variedades susceptibles y condiciones suelo-climáticas favorables para la propagación y desarrollo. Las rayas de las hojas son largas y estrechas, con bordes bien definidos, presentando coloración verde, amarillo rojizo hasta el rojo oscuro, las que se unen para formar bandas que llegan hasta el cuello de la hoja. La pudrición del cogollo es la fase más destructiva porque muere el punto de crecimiento, brotan las yemas laterales y la pudrición comienza a descender hacia la base del

tallo. Como producto de la fermentación de los tejidos se desprende un olor fétido que permite diagnosticar la patología, (Solis, 1989).

#### *Transmisión*

Es por medio de la lluvia, el viento, los insectos y el hombre. La transmisión por semilla no ha sido confirmada, pero se debe eliminar del material de siembra los tallos que presentan los síntomas agudos de la enfermedad, (Solis, 1989).

#### *Hospederos*

A pesar de no encontrarse hospedantes naturales de la raya roja, la inoculación artificial del organismo causal sobre diferentes hierbas, ha producido síntomas de la enfermedad, entre las que se destacan maíz, sorgo, pasto elefante, (Solis, 1989).

### 2.6.3 ENFERMEDADES FUNGOSAS

#### **Carbón**

##### **Organismo causal: *Ustilago scitaminea***

Se reporto en 1877 en África del sur, actualmente está presente en 64 países cañeros, causando pérdidas entre 17 a más del 50% en variedades susceptibles además origina disminución en el tonelaje, también ocasiona reducciones en la calidad de la caña, (CIAT, 1978).



#### *Síntomas*

El síntoma característico de la enfermedad es la formación de una especie de látigo que encierra millones de esporas. Ocasionalmente otros síntomas poco comunes como agallas en la inflorescencia o en las hojas y la proliferación de brotes laterales pueden ser observados. También se observa que antes de la aparición del látigo, los tallos infectados crecen delgados con semejanza a los pastos. En variedades susceptibles, si la infección es muy precoz se producen tallos herbáceos aumentando así el amacollamiento, (CIAT, 1978).

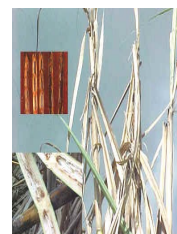
#### *Transmisión*

La inoculación diseminada por el viento es el medio de transmisión más importante. La infección puede alcanzar proporciones epidémicas en uno o dos años en una variedad susceptible. La plantación de material infectado como la siembra de esquejes sanos en un suelo contaminado, favorece el desarrollo y la propagación de la enfermedad a los campos comerciales de caña de azúcar. Sin embargo, las esporas al no sobrevivir por más de 2 meses en el suelo, su transmisión por medio del suelo no es probablemente muy importante en la epidemiología de la enfermedad, (CIAT, 1978).

#### **Pokkah boeng**

##### **Organismo causal: *Fusarium moniliforme*.**

Es un término que significa un cogollo mal formado o retorcido, se reportó en el año de 1896, pero fue Bolle en 1927 quien demostró que la enfermedad es causada por el hongo (*Fusarium moniliforme*)



actualmente se encuentra en 77 países cañeros y puede causar la muerte entre el 10% al 38% de las plantas por su ataque, (CIAT, 1978).

Las mayores pérdidas han ocurrido en Java cuando fueron cultivadas variedades susceptibles en un clima en el que la estación seca y calurosa esta seguida por una más húmeda. Bajo estas condiciones la infección de la hoja se desarrolla rápidamente y a un las variedades resistentes pueden mostrar síntomas típicos de la hoja algunas veces, (CIAT, 1978).

### *Síntomas*

Los síntomas que se presentan en la planta son el desarrollo de condiciones cloróticas hacia la base de las hojas jóvenes, acompañado por una deformación de las hojas afectadas, deformación del tallo con lesiones externas e internas y en casos agudos la muerte del tallo (pudrición). En el campo representan diferentes síntomas, pero el resultado es el daño de la copa y el tallo. La base de las hojas afectadas es a menudo mas angosta que las de las hojas normales. Cuando las hojas maduran se desarrollan rayas rojizas de forma irregular y marchitas dentro de las partes cloróticas y algunas veces también en porciones verdes de las secciones inferiores de la hoja. Las vainas afectadas por la enfermedad se vuelven cloróticas y desarrollan áreas necróticas irregulares de un color rojizo, similares a aquellos de las hojas. Las lesiones en forma escalonada pueden desarrollarse tanto en las vainas como en las nervaduras, (CIAT, 1978).

### *Transmisión*

Su transmisión es principalmente por el movimiento de las esporas de un lugar a otro por las corrientes del aire, la transmisión por trozos de semilla tomados de plantas enfermas puede ocurrir ocasionalmente, pero tiene poca importancia económica. Por aplicación tardía de fertilizantes nitrogenados y altas normas de riego, seguida por un periodo de intensa sequía predisponen a las plantas al ataque del patógeno, (CIAT, 1978).

### *Hospederos*

Se encuentran en el grupo de las gramíneas incluyendo el arroz, maíz, sorgo y la caña de azúcar, (CIAT, 1978).

## **Roya**

### **Organismo causal: *Puccinia melanocephala***

Se conoce desde hace 100 años, en América fue observada por primera vez en 1978, donde causo pérdidas del 50% de la cosecha en variedades susceptibles, y ha sido reportada en 64 de los países cañeros, (CIAT, 1978).



### *Síntomas*

Las hojas presentan manchas amarillas (cloróticas) que son visibles en ambos lados de las hojas, dichas manchas se alargan y se transforman en un color amarillo-rojizo o pardo. Con un halo amarillo-verdoso que se forma alrededor de las lesiones, (CIAT, 1978).

En las variedades susceptibles las lesiones toman rápidamente la apariencia pustulosa en el envés de las hojas que van paralelas a las venas del limbo. Aparecen con mas frecuencia hacia la extremidad de las hojas y se abren muy pronto liberando masas densas de esporas de color entre naranja y pardo. La roya es más severa en las cañas de seis meses de edad, en planta común y en retoños, (CIAT, 1978).

#### *Diseminación*

El patógeno de la roya es diseminado principalmente por el viento y por el agua, (CIAT, 1978).

#### *Hospederos*

El patógeno se ha identificado en gramíneas del género (*Erianthus* sp.), (*Narenga* sp.) y en casi todas las especies de cañas de azúcar (*Saccharum* sp.), (CIAT, 1978).

### 2.6.4 PLAGAS DE MAYOR IMPORTANCIA

#### ***Phyllophaga* sp.**

En general, poblaciones altas de gallina ciega causan perdidas ha cañales enteros, en Costa Rica una población de 12 larvas / m, causo pérdidas totales de un lote experimental de 1.2 hectáreas, (King & Saunders, 1984).



#### *Hospederos*

Los adultos pueden ser encontrados en diversas plantas silvestres, cultivos anuales, (King & Saunders, 1984).

#### *Biología*

Existen especies anuales y bianuales, la hembra oviposita en el suelo a una profundidad de 2 a 10 cm, colocados en pequeños grupos bajo cobertura de zacate y ranuras del suelo, los huevos son de color blanco aperlado. La larva es de color blanco cremoso de tipo escarabeiforme (forma de C), de cabeza color café a rojiza con tamaño que alcanza los 5 cm. Posee patas y mandíbulas fuertes y desarrolladas. El adulto es un escarabajo con tonalidades de pardo a pardo rojizo, cubierto de pelos blancos finos y cortos sobre los élitros y su tamaño oscila entre 1 a 3 cm según la especie, (King & Saunders, 1984).

#### *Daños*

Las plantas dañadas presentan síntomas de un amarillamiento periférico, crecimiento lento y raquítico, las cepas enteras son susceptibles al acame, el sistema radical es poco y la planta no tiene anclaje ni se puede nutrir, su rendimiento disminuye y pueden morir. En los dos primeros estadios las larvas comen materia orgánica y raíces fibrosas, durante unas cuatro a seis semanas, en el tercer estadio se alimentan vorazmente de las raíces por cinco a ocho semanas. Los ataques de la plaga normalmente son esporádicos, localizados y difíciles de predecir, generalmente estos ataques son realizados en manchones, (King & Saunders, 1984).

### ***Aeneolamia postica***

Se originó en el continente americano con una distribución neo tropical. Es uno de los principales problemas en el cultivo de la caña de azúcar, se presenta en todas las zonas cañeras de nuestro país, provocando grandes daños al cultivo de la caña de azúcar, su desarrollo se ve favorecido por la alta humedad relativa, (King & Saunders, 1984).



*Hospederas:* Arroz, maíz, pastos (*Estrella, Pangola, Jaragua, Guinea* y otros) gramíneas silvestres, caña de azúcar, (King & Saunders, 1984).

### ***Biología***

Huevo blanco y alargado, puesto en el suelo y en la base de la planta; ninfa blanca cremosa, pasa por cinco estadios dentro de una masa blanca espumosa parecida a saliva, en las raíces o partes inferiores del tallo a nivel del suelo; adulto de 7 a 8 mm de largo, negro o café oscuro con marcas amarillo pálido en las alas, saltan cuando las molestan. Los adultos son de hábitos crepusculares nocturnos, se esconden dentro del cogollo y en las hojas durante el día, son voladores de poco alcance, saltan más de lo que vuelan, y para su alimentación chupan la savia de las hojas, perforando las partes verdes del cogollo, (King & Saunders, 1984).

### ***Daños***

Son numerosos los daños que causan en las hojas, la típica intoxicación sistemática llamada quema de las hojas. En la caña de maduración la quema de las hojas reduce el proceso fotosintético, acorta los entrenudos y seca la planta. La caña pequeña, en proceso de crecimiento se quema notablemente rápido, aparecen hojas nuevas causando un estado de debilidad general en la plantación, este proceso tóxico puede causar la pérdida total de lotes en las fincas, (King & Saunders, 1984).

### ***Diatraea saccharalis***

*Hospederos:* Arroz, maíz, sorgo, caña de azúcar, (King & Saunders, 1984).



### ***Biología***

La larva es blanca cremosa, con puntos oscuros y un escudo protorácico café rojizo, la pupa con protuberancias puntiagudas como cuernos en la cabeza; el adulto tiene un diagonal de puntos cafés, más o menos marcados en las alas delanteras, pero la identificación positiva sólo puede hacerse examinando los genitales, (King & Saunders, 1984).

### ***Daños***

Las larvas hacen túneles en los entrenudos, reduciendo el vigor de la planta, a veces hacen que se quiebre o se muera la parte distal del tallo, provocando la muerte de las plantas, (King & Saunders, 1984).

***Rhopalosiphum maidis***

*Hospederos:* Maíz, Sorgo, trigo, caña de azúcar, (King & Saunders, 1984).



***Biología***

Áfidos de color verde gris a verde azulado, a menudo viviendo en grandes colonias en ambas superficies de las hojas del cogollo y partes ocultas de la flor; Las ninfas son producidas partenogenéticamente por hembras haladas o ápteras, el tiempo de generación es de 8 a 10 días, el rápido incremento de la población es favorecido por períodos de tiempo seco, las colonias están frecuentemente atendidas por hormigas que se alimentan de la melaza que producen, (King & Saunders, 1984).

***Daños***

En todos los estadios del insecto, chupan la savia de las hojas, tallo y parte de las flores y del cogollo causando marchites, amarillamiento y pudrición de los tejidos afectados, retardo del crecimiento y emergencia pobre de las panículas y son vectores del virus del mosaico de la caña, (King & Saunders, 1984).

***Elasmopalpus lignosellus, Zeller.***

*Hospederos:* Maíz, Sorgo, Arroz, Frijoles, caña de azúcar y gramíneas silvestres, (King & Saunders, 1984).



***Biología***

Sus huevos son de forma ovalada, de color verde pálido y son puestos de uno en uno o en pequeños grupos, las larvas presentan color café rojizo con bandas azules, se alimenta de hojas o de pequeñas raíces, al llegar a su tercer estadio taladran el tallo bajo el suelo y empiezan a taladrar hacia arriba, lo que ocurre cuando los brotes alcanzan una altura de 30 cm, (King & Saunders, 1984).

Las pupas originalmente son de color verde, se vuelven de color café y se encuentran en un capullo cubierto de residuos. El adulto es una pequeña mariposa de color café claro, que deposita sus huevos en los tallos y hojas, o en la superficie del suelo cercano a la planta hospedera, (King & Saunders, 1984).

***Daños***

Las larvas taladran los tallos o brotes de las plantas, reconociéndose fácilmente su síntoma, por la marchites del brote ocasionando retraso en su crecimiento,



provocando amacollamiento y acaparamiento, la perforación severa de los tallos provoca la muerte de las plantas, (King & Saunders, 1984).

## 2.7 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DEL CORALILLO

### ORDEN LEPIDÓPTERA

Es el segundo orden de importancia agrícola que más daño causan sus especies a los cultivos y aquí se encuentran las denominadas mariposas, papalotas y palomillas. Hay 150,000 especies en el mundo aproximadamente. El tamaño varía desde pocos milímetros hasta 330 mm, que mide la mariposa más grande del mundo (extensión alar). Lepidóptera significa alas con escamas, la cabeza en los adultos es generalmente redonda y más estrecha que el tórax, densamente cubierta de pelos y escamas como el resto del cuerpo, tienen ojos compuestos por un gran número de omatidios. Tienen ocelos presentes pero escondidos, la mayoría tiene dos y entre los ojos. Las antenas están insertas próximas al borde interno de los ojos, son alargados y de varios tipos, principalmente clavadas, filiformes y pectinadas que le sirven para la separación de sexos y especies (Henríquez Martínez, 1998).

El aparato bucal es chupador maxilar el típico sifón o espirotrompa, el mesotórax es más desarrollado y puede presentar escleritos móviles. Tienen alas membranosas y en número de cuatro cubiertas de escamas, las cuales originan sus diferentes coloraciones ya que causan una difracción de luz que incide sobre las alas dando coloraciones uratos (blancos) carotenoides (amarillos y bermejos), melaninas (oscuros); de la coloración de las alas de las mariposas, las industrias textiles han tomado patrones para el diseño de sus productos. Si las escamas de las alas al desprenderse hacen contacto con los ojos, pueden causar conjuntivitis y finalmente ceguera. Tienen un abdomen cilíndrico y alargado, formado por diez segmentos y con un ovipositor, poseen metamorfosis completa u holometábola larvas de tipo cruciforme y son las que le causan daño a los cultivos agrícolas. Pupas fijas y desnudas, encerradas en capullo. El hábitat de este orden es terrestre la mayoría y algunos acuáticos (Henríquez Martínez, 1998).

**PAPEL ECOLÓGICO:** Los adultos (mariposas) son polinizadores; pero las larvas ó gusanos la mayoría son fitófagos, algunos son caníbales, unos pocos depredadores y se cita alguna familia parásita. Existen casos no comunes sin alas (*Psychidae* y *Geometridae*) con dos pares de patas funcionales y uno reducido (*Nymphalidae* y *Geometridae*) adultos con mandíbulas funcionales (*Microptenygidae*) con mandíbulas vestigiales no funcionales (*Eriocraniidae* y *Hepialidae*) (Henríquez Martínez, 1998).

### FAMILIA PYRALIDAE

Tamaño: Pequeño a mediano, extensión alar de 10 a 25 mm, son numerosos.

Color: Adultos: Variable según la especie; Larvas: Variable, pero a menudo blancuzco o verde, con puntos negros.

Antenas: Filiformes

Alas: Mesotorácicas son alargadas-trianguulares generalmente; en muchas especies cuando descansan las alas quedan como techo. Las alas traseras son cortas, anchas y redondas con la  $Sc+R+R_5$  muy cercana entre si después de la celda discal.

Papel ecológico: La mayoría de las larvas son fitófagas y unas son depredadoras. Otras características: En adultos de ciertas subfamilias los palpos labiales se proyectan bastante hacia delante.

- En larvas de muchas especies los pináculos son fuertes y oscuros, las croquetas varían en cada subfamilia, pero más de una de ellas poseen un arreglo biordinal uniserial.
- También se encuentra una especie depredadora que se alimenta de cóccidos y una subfamilia con larvas acuáticas.

Hábitos e importancia: Los adultos son nocturnos. Es una familia morfológicamente muy variada con muchos géneros importantes, entre los cuales se encuentra (Henríquez Martínez, 1998).

Ejemplos:

*Crambus* sp. (Gusano de la raíz), *Diaphania nitidalis* (Gusano del pepino), *Diaphania hyalinata* (Gusano del melón), *Diatraea lineolata* (Taladrador mayor del tallo), *Diatraea saccharalis* (Taladrador del tallo), *Elasmopalpus lignosellus*, Zeller (Coralillo), *Etiella zinckenella* (Gusano de la vaina), *Maruca testutalis* (Taladrador de la vaina), *Rupela albinilla* (Novia del arroz), *Pyralis farinalis* (Polilla de la harina) *Plodia interpunctella* (Polilla india de la marina), *Ephestia kuhniella* (Polilla mediterránea de la harina); (Henríquez Martínez, 1998).

## 2.8 GENERALIDADES DEL INSECTO

Clase: Insecta, Orden: Lepidoptera, Familia: *Pyralidae*.

Nombre científico: *Elasmopalpus lignosellus*; Zeller.

Nombre común: Taladrador menor de la caña de azúcar, perforador menor de los retoños, barrenador “coralillo” gusano picador (Guagliumi, 1962).

### 2.8.1 DISTRIBUCIÓN

El insecto es conocido únicamente en la fauna americana. Es común en el sur y sureste de los Estados Unidos. Ha sido registrado además en Uruguay, Brasil, Colombia, Chile, Argentina, Venezuela, México, Perú, Guayana Británica, Cuba, Puerto Rico, Islas Bahamas, Guadalupe, Trinidad, Jamaica, Nicaragua y posiblemente otros países de América (Vélez 1985).

### 2.8.2 HOSPEDEROS

EL *Elasmopalpus lignosellus*; Zeller, parece preferir, las gramíneas cultivadas y silvestres. En Norteamérica parece gustar más del maíz. En el resto de América probablemente manifiesta mayor predilección por la caña de azúcar y el sorgo.

Otras gramíneas registradas como hospedantes son: arroz, trigo, avena, cebada, teosinte, pasto Sudán y rabo de zorro. Otras plantas en que ha sido reconocido son maní, vigna, soya, nabo, habichuela, frijol, haba, tomate, ajonjolí, gandul, arveja y algunas otras (Vélez 1985).

**HOSPEDEROS DEL CORALILLO (*Elasmopalpus lignosellus*; Zeller.):** Gramínea (*Echinochloa crus-gavonis*), Grama (*Eleusine indica*), Pasto de otoño (*Elymus junceus*), Teosinte (*Euchlaena mexicana*), Cevada (*Hordeum vulgare*), Arroz (*Oryza sativa*), Paja voladora (*Panicum hemitomon*), Caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), Caña japonesa (*S. sinense*), Maicillo (*Sorghum vulgare*), Sorgo del Sudán (*S. sudanense*), Barba de indio (*Trichachne insularis*), Trigo (*Triticum aestivum*), Maíz (*Zea mays*), Frijol (*Phaseolus*), Maní (*Arachis*), Gandul (*Cajanus*), Ajonjolí (*Sesamum indicum*), Coquillo amarillo o Chufa (*Cyperus esculentus*), Pino de brazo (*Araucaria*), (Guagliumi 1962).

## 2.9 DESCRIPCION DEL INSECTO

### DESCRIPCIÓN DEL ADULTO:

Expansión alar de 20 a 25 mm y longitud aproximada de 10 mm; alas anteriores de color gris amarillento mostrando márgenes exteriores e interiores más oscuras con varios puntos negros; alas posteriores blanquecinas, casi transparentes, con margen exterior color marrón. Palpos proyectados hacia delante, Las alas superiores son grises y tienen puntas pálidas y negras en el macho, mientras que en la hembra las alas son casi negras, tiene palpos muy característicos, largos y plumosos (ver Figura 2 y Figura 3)



**Figura 2. Hembra de *Elasmopalpus lignosellus*, Zeller.**



**Figura 3. Macho de *Elasmopalpus lignosellus*, Zeller.**

### DESCRIPCIÓN DE LOS HUEVOS:

Son depositados aisladamente, varios sobre el mismo brote o planta. Subcirculares, aplanados, iridiscentes, finamente reticulados para formar diminutos polígonos. Miden cerca de 0.67 mm de largo por 0.46 mm de ancho; de color blanquecino, ligeramente verdoso recién puestos, color que se torna rosado a medida que progresa la incubación (Vélez 1985).

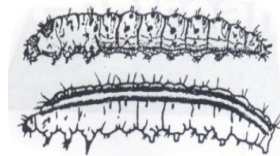


### DESCRIPCIÓN DE LAS LARVAS:

Poseen tres pares de patas torácicas, cuatro pares de pseudopatas abdominales y un par anal. Al salir de los huevos miden cerca de 1.7 mm de largo. En su último estadio miden de 16 a 20 mm de largo, la cabeza y la porción del primer segmento torácico son color caoba, casi negro y relucientes (Vélez 1985).

Las larvas son de color verde grisáceos o verde azulado, con cabeza negra y varias líneas longitudinales pardas u oscuras sobre el dorso (a veces los segmentos se tiñen de color rojizo), dando al gusano la semejanza de un pequeño "coral", presenta también el carácter típico de saltar rápidamente cuando se le molesta (Vélez 1985).

Los demás segmentos varían de color, siendo más típico el verde azulado oscuro, más claro hacia la parte ventral. En cada segmento hay líneas transversales marrón oscuro y dorsalmente líneas longitudinales iguales, se presenta cierto número de tubérculos setíferos como se puede ver en la figura 4. Las larvas tejen pequeños tubos de seda a los cuales se encuentran adheridas partículas de tierra, arena, etc. En estos tubos viven las larvas cuando no están comiendo; pasan por 5 a 6 estadios larvales.



**Figura 4. Larvas de *Elasmopalpus lignosellus*, Zeller.**

#### DESCRIPCION DE LAS PUPAS:

Llegado el momento de empupar, la larva abandona el tubo de seda mostrado en la figura 5 y busca un sitio apropiado para formar capullo y pupa. La pupa es inicialmente de color verdoso pero luego se torna marrón caoba brillante y posteriormente casi negro. Tiene cerca de 8 mm de largo por 2 mm de ancho. En este estado pueden distinguirse los machos de las hembras mediante examen de los 2 últimos segmentos abdominales, (Vélez 1985).



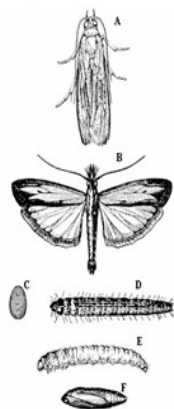
**Figura 5. Tubo de seda fabricado por la larva de *Elasmopalpus lignosellus*, Zeller.**

## 2.10 CICLO DE VIDA

El periodo de oviposición dura unos 16 días, los huevos son puestos aisladamente en cañas de segundo y tercer corte, las larvas que emergen perforan las plantas en la parte subterránea y excavan un corto túnel hacia arriba o hacia el centro alimentándose de los tejidos de la planta. Generalmente, cuando las larvas no se

alimentan, quedan fuera del túnel y se esconden en un tubito de seda recubierto de desperdicios del suelo, (Guagliumi 1962).

El período larval se desarrolla a través de seis estadios y puede ser de unos 15 hasta más de 40 días, según las condiciones ambientales en que se desarrollan las larvas, siendo la humedad el factor más importante para alcanzar el estado de pupa. Las pupas se entierran cerca de las plantas hospederas dentro del tubo de seda o en un capullo recubierto en las cercanías de las plantas hospederas dentro del tubo de seda o en un capullo recubierto de arena o tierra, la figura 6 hace un bosquejo de los diferentes estadios de la plaga, (Guagliumi 1962).



**Figura 6. Los diferentes estadios de vida del *Elasmopalpus lignosellus*, Zeller.**

Los adultos emergen de 9 a 10 días, bajo condiciones favorables se pueden suceder varias generaciones en un año, sin embargo, según Flores enunciado por Guagliumi en 1952, bajo las condiciones climáticas del sur de México, la especie tiene una sola generación anual. La mayor incidencia de esta plaga en El Salvador, ocurre en los meses de enero, febrero y marzo, presentándose aun en los meses de abril y mayo (CENTA 1985).

La duración de las diversas etapas que atraviesa el insecto puede mostrar algunas diferencias de acuerdo con el valor nutritivo de la planta hospedante y al efecto de las condiciones ambientales, la figura 7 representa el ciclo de vida de la plaga desde huevo hasta el adulto, (Vélez 1985).

#### ETAPA DE ADULTOS:

Duración en promedio de 19 días en machos y de 20 días en hembras (Vélez 1985).

#### ETAPA DE HUEVOS:

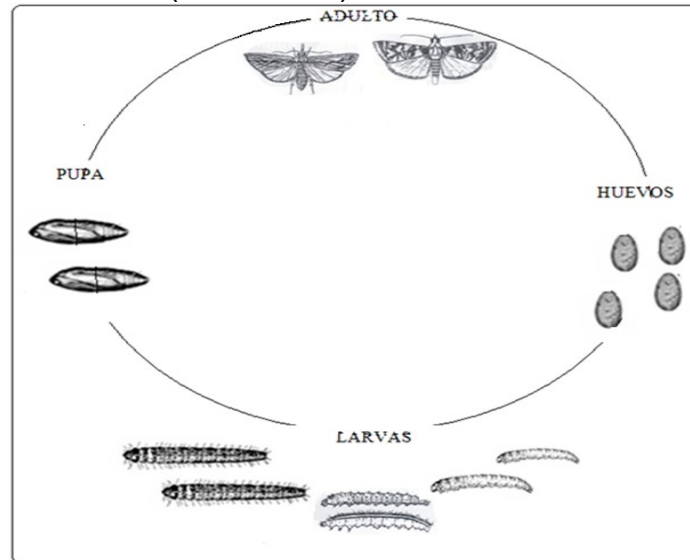
El número de huevos depositados por cada hembra es cerca de 350 y tienen un tiempo de incubación de 8 a 10 días (Vélez 1985).

#### ETAPA DE LARVAS:

Duración de 14 a 15 semanas y pasan a través de 6 instares (Vélez 1985).

**ETAPA DE PUPAS:**

Duración de 2 a 3 semanas (Vélez 1985).



**Figura 7. Ciclo biológico del *Elasmopalpus lignosellus*, Z.**

### 2.11 ACTIVIDAD DEL INSECTO

**ACTIVIDAD DE LOS ADULTOS:** Son de hábitos crepusculares y nocturnos, vuelan al ponerse el sol, pero es raro encontrarlos en cañaverales por su tamaño pequeño y el hábito de esconderse entre las cañas y malezas. Las hembras fecundadas comienzan a ovipositar generalmente a los 3 días de haber salido de la pupa. El periodo de oviposición dura en promedio 16 días y parece solo ocurrir a temperaturas por encima de 26 °C. Las primeras oviposiciones ocurren 4 a 6 días después de la cópula, la figura 8 muestra adultos de coralillo, (Guagliumi 1962).

Tamaño real  
Longitud = 10 mm  
Envergadura alar = 25 mm



**Figura 8. Adultos de *Elasmopalpus lignosellus*, Z.**

**HUEVOS:** Son puestos en grupo como se observa en la figura 9 o individualmente sobre las hojas o tallos de la planta afectada, particularmente en la base de los retoños de socas y resocas de caña de azúcar y en el sorgo. También sobre el suelo alrededor de la planta, (Guagliumi 1962).

Tamaño real  
Largo = 0.67 mm



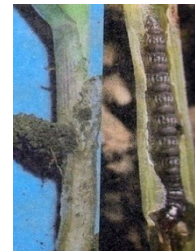
Ancho = 0.46 mm

**Figura 9. Huevos de *Elasmopalpus lignosellus*, Z.**

LARVAS: Son muy activas, saltan cuando se les molesta y se mueven hacia delante y hacia atrás. Se alimentan inicialmente del follaje y luego atacan especialmente los brotes tiernos de la caña, el maíz y el sorgo, causando daño de “corazón muerto”. Perforan las plantitas en la parte subterránea y excavan una galería hacia arriba o hacia el centro, alimentándose de los tejidos como se puede apreciar en la figura 10, (Guagliumi 1962).

El daño de “corazón muerto” difiere del causado por *Diatraea* y afines, por no tener perforaciones centrales sino laterales y subterráneas, o a nivel del suelo y porque no se encuentra la larva responsable del daño, ya que ésta permanece fuera de la planta cuando no se está alimentando, dentro de un capullo o tubito construido con tierra y desechos, como se puede apreciar en la figura 5. Además el túnel que fabrican es limpio, comparado con el de los *Diatraea*, el sitio que infestan despiden un olor desagradable y en la base de las plantas o un poco bajo el suelo se encuentran los tubitos de seda que fabrican (Guagliumi 1962).

Tamaño real en máximo desarrollo  
Largo = 20 mm



**Figura 10. Larvas de *Elasmopalpus lignosellus*, Zeller.**

PUPAS: Las larvas luego de alcanzar su óptimo desarrollo cesan de alimentarse, bajan al suelo y allí, ligeramente bajo la superficie o en medio de basura, tejen un capullo y dentro de él empupan, la figura 11 muestra pupas en diferentes etapas de desarrollo, (Vélez 1985).

Tamaño real  
Largo = 8 mm  
Ancho = 2 mm



**Figura 11. Pupa de *Elasmopalpus lignosellus*, Zeller.**

## 2.12 IMPORTANCIA ECONÓMICA

Es plaga de importancia por causar mucho daño en plantillas ya que sólo un individuo larva puede atacar seguidamente varios cogollos en el mismo surco de la plantilla afectada, en la caña de segundo corte el daño es de menor importancia económica, ya que las cepas dañadas reaccionan generalmente al ataque con una

rápida proliferación de retoños secundarios, como se puede apreciar en la figura número 12, (TDRI 1984).

La plaga es de importancia esporádica o local, pero más frecuente en suelos arenosos o bien drenados, durante la época seca del año y después de la quema (TDRI 1984).



**Figura 12. Daño producido por *Elasmopalpus lignosellus*, Zeller.**

### 2.13 DAÑO

El daño característico de este insecto que se observa en la figura 13, se mantiene por numerosos cogollos muertos entre los retoños recién nacidos como los muestra la figura 14, sean ellos de semilla o de segundo corte, cuando brotan del suelo y todavía no han alcanzado los 40 a 50 cm de altura (TDRI 1984).



**Figura 13. Medición de Larva de *Elasmopalpus lignosellus*, Zeller.**

Durante el período de crecimiento de la caña, las larvitas del “taladrador menor” perforan lateralmente los retoños en su parte subterránea causándoles la muerte, más bien por intoxicación sistemática que por la acción mecánica de las perforaciones, como se puede ver en la figura 14. Las perforaciones casi nunca llegan al corazón o guía central del cogollo, sin embargo, como consecuencia del ataque superficial, rápidamente se seca y muere (TDRI 1984).



**Figura 14. Daño de “corazón muerto”**

El cogollo muerto se presenta con el “corazón” seco, en su mayoría podrido y difiere del típico “cogollo muerto” causado por las perforaciones de *Diatraea*, por no tener galería central, sino laterales y subterráneas a nivel del suelo y porque al examinarlo, no se encuentra la larva dentro del cogollo, ya que ésta queda afuera



de la planta en un tubo de seda construido con tierra y desechos (Guagliumi 1962).

Los cogollos dañados por *Elasmopalpus lignosellus*; Zeller, emiten olor desagradable debido a la pudrición. El daño ocasionado en los campos recién sembrados es muy grande por la gran cantidad de plantillas perdidas (Guagliumi 1962).

Esta plaga ataca las cañas recién brotadas, poco debajo del nivel del suelo. Construyendo galerías en el centro de la caña, las plantas presentan inicialmente un amarillamiento, luego se marchitan las hojas internas, terminando con el secamiento de toda la planta. La mayoría de los casos de “corazón muerto” son causados por esta plaga (López *et al* 2002).

Los daños son mayores en las cañas plantías, porque poseen pocos brotes. A pesar de que la población de esta plaga es más elevada en los meses en que predominan los rebrotes de caña de azúcar, sus daños son menores, porque existen rebrotes en abundancia (López *et al* 2002).

## 2.14 MUESTREO Y NIVELES CRITICOS

Al encontrar más de 0.4 larvas por muestra se debe rastrear o arar y posponer la siembra hasta que mueran las larvas presentes. Si las larvas persisten después de la preparación del suelo y la eliminación de las malezas hospederas, entonces tendrá que hacerse una aplicación de insecticida (Trabanino 1998).



El muestreo consiste en la evaluación de cogollos muertos de caña de azúcar, (Guagliumi 1962).

## 2.15 NIVELES Y UMBRALES DE DAÑOS ECONÓMICOS.

**Nivel de Daño Económico.** Es la más baja densidad de población plaga que causará daño económico. El nivel de daño económico es la más básica de las reglas para decidir; es un valor teórico que, si realmente llega a ser alcanzado por una población de plagas, resultará en daño económico. Por tanto, el nivel de daño económico es una medida contra la cual evaluamos el estatus destructivo y el potencial de una población de plagas. Aunque el nivel de daño económico se expresa como la densidad de una plaga, realmente es un nivel de daño que tiene un índice relativo al número de insectos (Pedigo *et al.* 1986).

Como el nivel de daño económico realmente es un grado de daño, algunas veces es útil pensar en él en términos de un equivalente de daño. Un equivalente de daño es el daño total producido por un solo individuo plaga durante todo su ciclo de vida (Pedigo *et al.* 1986).

El nivel de daño económico es gobernado por cinco variables primarias: costo de la táctica de manejo por unidad de producción, (C), valor de mercado por unidad

de producción ( $V$ ), unidades de daño por plaga ( $I$ ), perjuicio o pérdida por unidad de daño ( $D$ ), y la reducción proporcional en ataque de la plaga ( $K$ ). Si la relación entre estas variables es lineal o lo es más o menos, el nivel de daño económico se puede dar así:

$$EIL = C / VIDK$$

Como es representada por sus variables, la ecuación del nivel de daño económico es un verdadero principio unificador de Manejo Integrado de Plagas. Como tal, la ecuación brinda una base para decisiones estratégicas para la investigación de prioridades en Manejo Integrado de Plagas y para el desarrollo de sistemas de manejo sostenible en el medio ambiente (Pedigo *et al.* 1986).

**Umbral Económico.** Se define como "la densidad de población a la cual debe ser determinada una acción de control para impedir que una creciente población de plaga alcance un nivel de daño económico." (Pedigo *et al.* 1986).

Aunque se mide en densidad de insectos, el Umbral Económico realmente es el tiempo que hay para tomar una acción, es decir, los números simplemente son un índice de ese tiempo. Algunos investigadores se refieren al Umbral Económico como el **umbral de acción o decisión** para enfatizar el verdadero significado de este (Pedigo *et al.* 1986).

**Cuadro 2.** Umbral económico en cultivo de maíz y pepino ante la amenaza del *Elasmopalpus lignosellus*, Zeller; (TDRI 1984).

Cultivo	Etapa Fenológica	Muestreo	Plaga	Niveles de decisión
Maíz O Pepino	Germinación a dos hojas trifoliadas	10 plantas / sitio	Coralillo	5 plantas cortadas/Barrenadas con presencia de coralillo

## 2.16 CONTROL

El control es un método de acción para reducir o prevenir la propagación de insectos plagas. En el caso del *Elasmopalpus lignosellus*, Zeller; (coralillo), es difícil debido a la conducta taladradora y subterránea de este, (TDRI 1984).

Según la tabla de IRAC, los productos del grupo 2A conformados por (Antagonistas del receptor GABA canal cloro, ciclodienos órganos clorados, endosulfan) aplicados al suelo en la época de siembra, protegerán a las plantas durante la mayor parte del estado susceptible. Los productos del grupo 11C, aplicados a la base de las plantas en áreas infestadas también dan algún control, (IRAC 2004).

La siembra a densidades más altas de las recomendadas en áreas y épocas de riesgo, tienden a balancear las pérdidas de plantas. La limpieza prolongada reduce la infestación, (TDRI 1984).

### 2.16.1 CONTROL BIOLÓGICO

Consiste en aprovechar la acción de enemigos naturales de las plagas, por esta razón no se recomienda el uso de insecticidas, pero si de plantas hospederas para mantener los enemigos naturales, recolectar enemigos naturales y distribuirlos (Vélez 1985).

#### **Parásitos que atacan huevos:**

- Himenóptera: Braconidae: *Chelonus (Microchelonus)* sp.
- Himenóptera: Scelionidae: *Telenomus (Telenomus)* sp.

#### **Parásitos que atacan larvas:**

- Himenóptera: Braconidae: *Bracon mellitor* Say, *Microbracon* sp. (En caña de azúcar), *Orgilus laeviventris* (Cress) *Orgilus* n. sp.
- Himenóptera: Eulophidae: *Horismenus apantelivorus* Crwf. (en cajanus)
- Himenóptera: Ichneumonidae: *Pristomerus* sp. (en arroz), *Pristomerus pacíficus melleus* Cush.
- Díptera: Tachinidae: *Plagiprospherysa* sp. (En arroz), *Plagiprospherysa parvipalpis* (Wuip), *Stomatomyia floridensis* Tns.

Nota: No se posee información sobre parásitos de depredadores y patógenos del *Elasmopalpus lignosellus*; Zeller, (Vélez 1985).

### 2.16.2 CONTROL CULTURAL

Son las acciones que crean un medio desfavorable para el desarrollo de las plagas como el control de malezas, manteniendo algunos hospederos de insectos benéficos, movimiento de tierra, época de siembra favoreciendo el escape en el tiempo a ciertas plagas. Asociaciones para repelencia y confusión, cercos vivos como barrera, conducción adecuada de las especies hortícolas con riego y nutrición y el uso de variedades resistentes, (Vélez 1985).

La rotación de cultivos, para romper el ciclo biológico de este insecto, la buena preparación y manejo del suelo (arado, rastreado, limpieza, riego, fertilización y drenaje), son métodos efectivos para disminuir su ataque, (Vélez 1985).

Cuando se trata de campos nuevos es preferible dejar que termine el brote y cuando no aparezcan más cogollos muertos causados por el "taladrador menor", resebrar la caña de azúcar donde las semillas no hayan producido nuevos retoños secundarios, (Vélez 1985).

### 2.16.3 CONTROL FÍSICO

El Control Físico consiste en la utilización de algún agente físico como la temperatura, humedad, insolación, fotoperiodismo y radiaciones electromagnéticas, en intensidades que resulten letales para los insectos (Alcázar & Salas, 1991).

El fundamento del método es que las plagas sólo pueden desarrollarse y sobrevivir dentro de ciertos límites de intensidad de los factores físicos ambientales; más allá de los límites mínimos y máximos, las condiciones resultan letales. Los límites varían según las especies de insectos; y para una misma especie, según su estado de desarrollo. Además, los límites de cada factor varían en interacción con las intensidades de los otros factores ambientales y con el estado fisiológico del insecto (Alcázar J. & Salas R. 1991).

El ahogamiento de las larvas barrenadoras mientras están en el suelo por medio de las inundaciones de los surcos, da buenos resultados para el control de estas plagas (Alcázar J. & Salas R. 1991).

#### **2.16.4 CONTROL FITOGENETICO**

El control fitogenético es el control de plagas mediante el uso de plantas resistentes. No se han encontrado reportes de variedades resistentes para el control de *Elasmopalpus lignosellus*; Zeller, (Trabanino 1998).

#### **2.16.5 CONTROL INTEGRADO**

El control integrado es la manipulación de poblaciones de insectos plagas, utilizando uno o más métodos de control. En el control integrado hay que aprovechar los controles culturales preventivos, especialmente una buena preparación del suelo y eliminación de malezas hospederas. La buena rotación de cultivos y muestreos periódicos, ayuda al mejor manejo de las plagas (Trabanino 1998).

#### **2.16.6 CONTROL QUIMICO**

El control químico debe ser la última acción para el control de plagas ya que el uso de un insecticida produce ruptura en el medio ambiente. Para usarlos se debe tener en cuenta la presencia de enemigos naturales. La elección del preparado debe de estar de acuerdo a cada situación y no a una receta rígida, buscando la oportunidad de aplicación de dosis y tomando en cuenta el estado fenológico de la planta (Trabanino 1998).

Al momento de la siembra si hay más de 0.4 larvas por muestra y necesita sembrar inmediatamente, puede utilizar un insecticida granulado sistémico o de contacto al momento de la siembra o tratar la semilla. Se pueden hacer aplicaciones dirigidas a la base de las plantas, pero el control post - siembra raras veces es satisfactorio (Trabanino 1998).

El control químico resulta ser el único método que en la actualidad está siendo utilizado para coralillo, en las diferentes cooperativas, principalmente el uso de cipermetrina perteneciente al grupo de los piretroides, debido a la facilidad de adquisición de los productos (Trabanino 1998).

El uso de otros métodos resulta ser más difícil de realizar a causa del manejo agronómico del cultivo y características propias del terreno que favorecen la incidencia de la plaga, además algunos métodos tardan mucho tiempo en actuar y generar resultados, lo que favorecería la incidencia del daño al cultivo, debido a que el ciclo biológico del coralillo es muy rápido, y este ataca en un momento en que el cultivo es más susceptible (Trabanino 1998).

## 2.17 LOS INSECTICIDAS

Los insecticidas son sustancias naturales o preparadas de elementos naturales, que producen efectos repelentes o muerte de insectos. Estos productos alteran a las plagas y mantienen su población en niveles tolerables. Tienen importancia para el control de plagas de insectos en la agricultura o para eliminar todos aquellos que afectan la salud humana y animal, (CASAFE, 2010).

Un insecticida es un producto fitosanitario utilizado para controlar insectos, generalmente por la inhibición de enzimas. El origen etimológico de la palabra insecticida deriva del latín y significa literalmente matar insectos. Es un tipo de biocida. Los biocidas pueden ser sustancias químicas sintéticas, naturales, de origen biológico de origen físico que están destinados a destruir, contrarrestar, neutralizar, impedir la acción o ejercer un control de otro tipo sobre cualquier organismo considerado nocivo para el hombre (CASAFE, 2010).

Durante el siglo XX, se dio el desarrollo exponencial de la industria de la síntesis química cuando se comienzan a producir y diseñar insecticidas de síntesis o sintéticos. Hacia fines de este siglo y comienzos del siglo XXI, a causa de la toxicidad inespecífica de los insecticidas sintéticos comienza el desarrollo de productos menos tóxicos y más específicos (CASAFE, 2010).

Características ideales de un insecticida tipo, aunque rara vez se encuentran conjugadas en un solo producto son:

1. **Gran especificidad.** El producto solo afecta al organismo blanco, sin afectar el resto de los seres vivos y el medio ambiente. Baja toxicidad en humanos. El producto reviste un riesgo bajo tanto para sufrir intoxicaciones agudas como a exposición a bajas dosis.
2. **Baja Dosis Letal.** El insecticida es efectivo con poca cantidad.
3. **Bajo Costo.** El producto tiene que ser barato (CASAFE, 2010).

**Clasificación de los insecticidas según su modo de acción:**

Disponer de un conocimiento actualizado del modo de acción de insecticidas, permite a los agricultores, prescriptores y profesionales de la protección de cultivos en general, una mejor selección de los insecticidas, dentro de una estrategia de gestión de la resistencia MRI, “Manejo de Resistencias en Insecticidas” (IRAC 2004).

**Clasificación según el mecanismo de acción:** La acción del insecticida sobre el organismo blanco o target puede ser:

- La muerte a corto o medio plazo.
- El cese de la alimentación con posterior muerte.
- Impedimento de la metamorfosis del insecto, es decir, del paso de un estado juvenil a otros más adultos del insecto (huevo, larva, pupa, adulto) que a más largo plazo implica la muerte.

**Mecanismo de acción en el metabolismo de los insectos:**

Aspectos generales. Alteración de los impulsos nerviosos. Alteración de la respiración. Alteración del crecimiento de los insectos y de su organización estructural. Alteración del comportamiento de los insectos.

Se pueden establecer dos tipos de insecticidas:

- 1- los insecticidas convencionales
- 2- los insecticidas bio-rationales.

**¿Qué es resistencia a insecticidas?:**

La resistencia a insecticidas se define como “un cambio heredable en la sensibilidad de una población de una plaga, que se refleja en repetidos fallos de eficacia de un producto al ser usado de acuerdo con las recomendaciones de la etiqueta para esa plaga, (IRAC 2004)”.

A esta situación puede llegarse por el “uso abusivo” o “mal uso” del insecticida en el control de una plaga resultando en la selección de formas resistentes y la consiguiente evolución de las poblaciones que se convierten en resistentes (IRAC 2004).

**Resistencia en el punto de acción y resistencia cruzada:**

En la mayoría de los casos la resistencia no solo afecta negativamente al compuesto sobre la que se genera, sino que puede conferir resistencia cruzada a otros plaguicidas parecidos. Esto es debido a que productos insecticidas de un mismo grupo químico suelen afectar a un punto de acción común, considerándose que comparten un mismo modo de acción, (IRAC 2004).

Una posible causa de resistencia en un organismo es una modificación genética (heredable) del punto de acción. Cuando esto sucede el insecticida pierde su eficacia drásticamente. En esta situación los productos químicamente próximos, que comparten un mismo modo de acción, tienen un alto riesgo de que, automáticamente, se vean afectados por la adquisición de esta resistencia cruzada, (IRAC 2004).

### **Alternancia o secuencias de modo de acción como estrategia de manejo de las resistencias (MRI):**

Las estrategias de manejo de resistencia (MRI) tienen como objetivo minimizar la selección de plagas por su resistencia a insecticidas. En la práctica, las alternancias, secuencias o rotaciones de compuestos con diferentes grupos de modos de acción son una recomendación típica en el Manejo de Resistencia de Insecticidas. Estas recomendaciones pretenden minimizar la selección para un cierto modo de acción, (IRAC 2004).

Las aplicaciones se suelen agrupar en periodos o bloques donde se utiliza, o se prohíbe, un cierto modo de acción, asociados a periodos de desarrollo del cultivo o biología de la plaga. Varias aplicaciones repetidas con productos de un mismo modo de acción pueden ser aceptables, pero es esencial asegurar que las diversas generaciones de la plaga no estén tratadas con compuestos con el mismo modo de acción. Estas estrategias deben ponerse a punto de forma local (IRAC 2004).

### **Mecanismos de resistencia no basados en el modo de acción:**

Es sabido que numerosos casos de resistencia a insecticidas son el resultado del incremento de la actividad enzimática, disminución de la penetración o cambios de comportamiento de la plaga. Estos fenómenos no están relacionados con el punto de acción del insecticida, pero pueden estar relacionados con productos concretos o grupos químicos. En este entorno, las alternancias de productos de diferentes familias químicas se mantienen como una técnica recomendable para minimizar los fenómenos de selección no basados en el punto de acción. En caso de conocer los mecanismos de resistencia, la gestión del problema se optimiza con una rotación de sustancias que se diferencien en este aspecto, (IRAC 2004).

### **La clasificación por el modo de acción:**

En el cuadro 3 se presenta la Clasificación de modos de acción de insecticidas, después, en el cuadro 4, se muestra la Lista de materias activas ordenadas por los modos de acción. Estos se basan en las propuestas dadas por IRAC internacional, modificada en función de la situación y criterios descritos en el apartado de indicaciones de los cuadros. Las compañías miembros de IRAC participan activamente en la revisión de las nuevas versiones, previamente a la versión definitiva que se distribuirá de forma general. Este documento se facilita, entre otros receptores, a las autoridades como declaración por parte de las compañías

fitosanitarias de la adecuación de productos individuales en estrategias de Manejo de Resistencia MRI, (IRAC 2004).

Al hacer uso de insecticidas es importante conocer el modo de acción de estos productos y que esto sea una de las bases para desarrollar estrategias sostenibles de gestión de resistencias basadas en secuencias de uso de productos con diferentes modos de acción. Dentro de un Manejo de Resistencia de Insecticidas, el uso correcto de los insecticidas es solo una herramienta que debe ser complementada y apoyada con otro tipo de acciones. Indicaciones de los cuadros 3 Modos de acción y 4 Materias activas:

- Los cuadros 3 y 4, se dividen en grupos por el punto de acción (1, 2, 3,...) que pueden subdividirse en subgrupos (A, B, C,...) definiendo los modos de acción (1B, 3, 7C...)
- La nomenclatura inglesa original se basa en la propuesta del “The Pesticide Manual”, 2000, Ed. C.D.S. Tomlin, The British Crop Protection Council. Los nombres de materias activas son los que aparecen en el registro español.
- Si un subgrupo de modos de acción presenta más de una materia activa, se utilizará el nombre químico del grupo para definirlo.
- Si un subgrupo de modo de acción sólo presenta una materia activa representativa, su nombre es usado como indicativo del subgrupo.
- Cuando más de un subgrupo químico, o materia activa representativa pertenecen al mismo grupo de modo de acción, se ordenarán por las siguientes reglas: Antes los subgrupos químicos que las materias activas específicas y dentro de estas dos opciones por orden alfabético.
- Para que un subgrupo se incluya debe disponer como mínimo de una materia activa registrada, o en proceso de registro en España. En algunos casos se citan algunos modos de acción sin representantes actualmente (desaparición de materias activas o futura inclusión). Esta publicación no tiene carácter oficial sino simplemente divulgativo y la presencia de una materia activa en la lista no implica de forma explícita que esté disponible comercialmente.
- Sólo se han incluido materias activas de uso agrícola (no se incorporan sustancias insecticidas de uso exclusivo en sanidad ambiental u otros ámbitos).
- Señal de asterisco (\*): no todos los miembros de este grupo han mostrado resistencia cruzada. Hay mecanismos no relacionados con el punto de acción, como la mayor actividad enzimática, que pueden jugar un papel importante en estos grupos químicos. La alternancia de compuestos de diferentes subgrupos dentro del grupo puede ser aceptable dentro de una estrategia MRI.



- Los productos que contengan múltiples toxinas (m) serán diferenciados de los que contengan un sólo tipo (s). Los productos que contengan esporas (+) se diferenciarán de los que no las contengan (-). Por ejemplo, *Bacillus thuringiensis* var. *Kurstaki* que contenga diversas toxinas y esporas se denominaría como 11Dm+, mientras que el mismo producto sin esporas y expresando solo una toxina se designaría como 11Ds.

**Cuadro 3. Clasificación de modos de acción de los insecticidas.**

Clasificación de modos de acción de insecticidas. IRAC España 2004			
Grupo	Subgrupo	Punto de acción primario	Subgrupo químico o ingrediente activo representativo
1*	A	Inhibidores de acetilcolinesterasa	Carbamatos
	B		Organosfosforados
2*	A	Antagonista del receptor GABA (canal cloro)	Ciclodienos organoclorados
	B		Fenilpirazoles
3		Moduladores del canal de sodio	Piretroides, piretrinas
4*	A	Agonistas/antagonistas del receptor de nicotínico acetilcolina	Neonicotinoides
	B		Nicotina
	C		Cartap, Bensultap
5		Agonistas/antagonistas del receptor de nicotínico acetilcolina	Spinosines
6		Activador del canal de cloro	Abamectina, Milbemicinas
7*	A	Miméticos de hormonas juveniles	Análogos de hormonas juveniles
	B		Fenoxicarb
	C		Piriproxifen
8*	A	Compuestos de modos de acción desconocidos o no específico (Fumigantes)	Bromuro de metilo
	B		Fosfuro de aluminio
	C		Floruro de azufre
9*	A	Compuestos de modo de acción desconocido o no específico (bloqueadores selectivos de la alimentación)	Criolita
	B		Pimetrocina
	C		Flonicamid
10*	A	Compuestos de modo de acción desconocido o no específico (inhibidores del crecimiento de ácaros)	Clofentezin, Hexitiazox
	B		Etoxazol
11*	A1	Disruptores microbianos de las membranas digestivas (B.t.)	<i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>Israelensis</i>
	A2		<i>Bacillus sphaericus</i>
	B1		<i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>Aizawai</i>
	B2		<i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>Kurstaki</i>

	C		<i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>Tenebrionensis</i>
12	A	Inhibidores de la fosforilación oxidativa, disruptores de la formación de ATP	Diafenturon
	B		Acaricidas orgánicos de estaño
13		Desacopladores de la fosforilación oxidativa vía interrupción del gradiente de protones H	Clorfenapir
14		Inhibidores de la estimación magnésica de ATPasa	Propargita
15		Inhibidores de la síntesis de quitina	Benzoilureas
16		Inhibidores de la síntesis de quitina tipo 1, Homópteros	Buprofezin
17		Inhibidores de la síntesis de quitina tipo 2, Dípteros	Ciromazina
18		Disruptores/agonistas de la ecdisona	Diacihidrazinas
19		Agonistas de la octopamina	Amitraz
20		Inhibidores del transporte de electrones punto II	Docofol
21		Inhibidores del transporte de electrones punto I	Acaricidas METI, Rotenona
22		Bloqueadores del canal de sodio dependiente del voltaje	Indoxacarb
23		Inhibidores de síntesis de lípidos	Derivados ácidos tetrónico
24		Inhibidores del transporte de electrones punto III	Acequinocil, Fluacirpirim
25		Neuroactivo (Modo de acción desconocido)	Bifenazate
26		Modo de acción desconocido (Multisitio)	Azadiractin

**Cuadro 4. Lista de materias activas ordenadas por los modos de acción.**

Lista de materias activas ordenadas por los modos de acción. IRAC España 2004			
Grupo	Punto de acción primario	Subgrupo químico o materia activa representativa	Materias activas (ESP)
1A	Inhibidores de acetilcolinesterasa	Carbamatos	Aldicarb
			Carbaril
			Carbofurano
			Carbosulfan
			Formetanato
			Metiocarb
			Metomilo
			Oxamilo
			Pirimicarb
			Tiodicarb
1B		Triazamate	Triazamate
		Organofosforados	Acefato
			Cadusafos
			Clorpirifos
			Diazinon
			Diclorvos

			Dimetoato
			Etoprofos
			fenitrothion
			Fention
			Fosalone
			Fosmet
			Fostiazato
			Malation
			Metamidofos
			Metidation
			Metil azinfos
			Metil clorpirifos
			Metil oxidemeton
			Metil pirimifos
			Naled
			Paration
			Piridafention
			Triclorfon
			Vamidation
2A	Antagonistas del receptor GABA (Canal de cloro)	Ciclodienos organoclorados	Endosulfuran
2B		Fipronil	Fipronil
3	Moduladores del canal de sodio	Piretroides	Acrinatrín
			Alfa cipermetrin
			Beta ciflutrin
			Bifentrin
			Ciflutrin
			Cipermetrin
			Deltametrin
			Esfenvalerato
			Estofenprox
			Lambda cihalotrin
			Tau fluvalinato
			Teflutrin
			Zata cipermetrin
			Piretrinas naturales pelitre
		Piretrinas	
4A	Agonistas /antagonistas del receptor de nicotínico acetilcolina	Neonicotinoides	Acetamiprid
4B			Clotianidin
4C			Imidacloprid
5			Tiacloprid
			Tiametoxan
		Nicotina	Nicotina
		Bensultap/Cartap	Sin representante
		Spinosines	Spinosines

	nicotinico acetilcolina (no grupo 4)		
6	Activador canal de cloro	Abamectines, Milbemecines	Abamectina
7A		Análogo de hormona juvenil	Sin representante
7B		Fenoxicarb	Fenoxicarb
7C		Piriproxifen	Piriproxifen
8A	Compuestos de modo de acción desconocido o no específico (fumigantes)	Bromuro de metilo	Bromuro de metilo
8B		Fosfuro de aluminio	Fosfuro de aluminio
8C		Fluoruro de azufre	Sin representante
9A	Compuesto modo acción desconocido o no específico (Bloqueadores selectivos de la alimentación)	Criolita	Sin representante
9B		Pimetrocina	Pimetrocina
9C		Flonicamid	Flonicamid
10A	Compuestos de modo de acción desconocida o no específico (Inhibidores del crecimiento de ácaros)	Clofentezin	Clofentezin
		Hexitiazox	Hexitiazox
10B		Etoxazol	Sin representante
11A1	Disruptores microbianos de las membranas	B.t. var. israelensis	B.t. var. Israelensis
11A2		Bacillus sphaericus	Bacillus sphaericus
11B1		B.t. var. Aizawai	B.t. var. Aizawai
11B2		B.t. var. Kurstaki	B.t. var. Kurstaki
11C		B.t. var. Tenebrionensis	B.t. var. Tenebrionensis
12A	Inhibidores de la fosforilación oxidativa, disruptores de la formación ATP	Diáfentiuron	Sin representante
12B		Acaricidas orgánicos de estaño	Azocicloestan
			Cihexastan
			Fenbutaestan
13	Desaclopadores de la fosforilación oxidativa vía disrupción del gradiente de protones H	Clorfenapir	Sin representante
14	Inhibidores de estimulación magnésica de ATPasa	Propargita	Propargita
15	Inhibidores de la síntesis de quitina	Benzoilureas	Diflubenzuron
			Flufenoxuron
			Hexaflumuron
			Lufenuron
			Teflubenzuron
			Triflumuron
16	Inhibidores de la síntesis de quitina tipo 1, Homópteros	Buprofezin	Buprofezin
17	Inhibidores de la síntesis de quitina tipo 2, Dípteros	Ciromazina	Ciromazina
18	Disruptores/agonistas de la ecdisona	Diacilhidrazinas	Metoxifenocida Tebufenocida
19	Agonista de la octopamina	Amitraz	Amitraz
20	Inhibidores del transporte de electrones	Dicofol	Dicofol

	punto II		
21	Inhibidores del transporte de electrones punto I	Acaricidas METI, Rotenona	Fenazaquin Fenpiroximato Piridaben Tebufenpirad Rotenona
22	Bloqueadores del canal de sodio dependiendo del voltaje	Indoxacarb	Indoxacarb
23	Inhibidores de síntesis de lípidos	Derivados ácidos tetrónicos	Espirodiclofen Espiromesifen
24	Inhibidores del transporte de electrones Punto III	Acequinocil/Fluaciriprim	Sin representante
25	Neuroactivo (modo de acción desconocido)	Bifenazate	Sin representante
26	Modo de acción desconocido (Multisitio)	Azadiractin	Azadiractin

## 2.18 EFECTOS SECUNDARIOS EN EL SER HUMANO

Se ha demostrado que el contacto extendido del ser humano con insecticidas puede producir indigestión, dolores de cabeza, vómitos, manchas en la piel y dolor en los ojos. También puede ocasionar reacciones alérgicas, (IRAC 2004).

## 2.19 COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS INSECTICIDAS

### 2.19.1 PIRETROIDES:

Son sustancias químicas manufacturadas de estructura muy similar a las piretrinas. Los piretroides son todos ésteres carboxílicos. Los piretroides surgieron como un intento por parte del hombre de mejorar los efectos insecticidas de las piretrinas naturales obtenidas del crisantemo que se venían usando desde 1850 (Hayes 1975).

Los piretroides son generalmente más tóxicos para los insectos y también para los mamíferos. Se han desarrollado más de 1,000 piretroides sintéticos. Son solubles en solventes orgánicos, actúan por contacto e ingestión y tienen problemas con resistencia cruzada. Su uso se ha ampliado en la medida en que los demás insecticidas son acusados de alta residualidad, su acción es a nivel del sistema nervioso (Hayes 1975).

Las Piretrinas son compuestos naturales que tienen propiedades insecticidas comúnmente utilizadas para poder controlar barrenadores y ser más residual, además que se encuentran en el extracto de piretro. El piretro es una mezcla de cuatro compuestos: las piretrinas I y II y las cinerinas I y II, que se encuentra naturalmente en flores de crisantemo (*Chrysanthemum cinaerifolium*), como se puede apreciar en la figura 15. En flores molidas, el piretro tiene la apariencia de

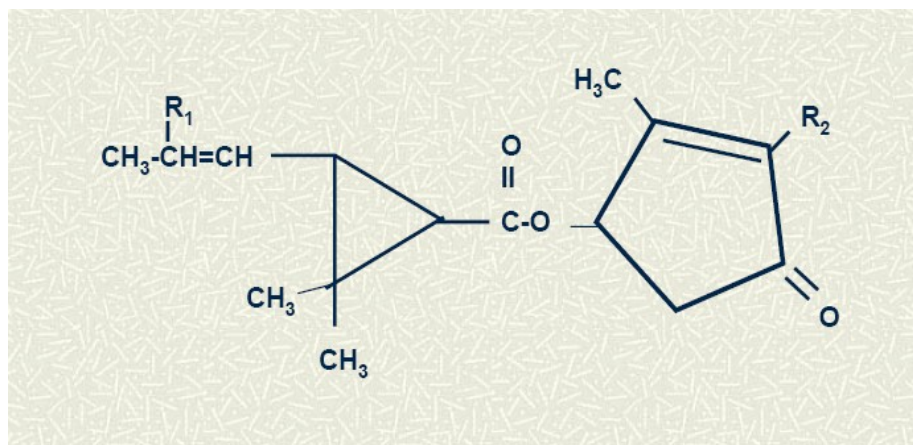
polvo de color canela, mientras que el extracto crudo es un líquido con la apariencia de almíbar (Hayes 1975).

Si bien son eficaces en algunas especies, su uso en la agricultura ha disminuido ya que son fácilmente degradables por la luz solar (foto degradación), perdiendo rápidamente efectividad. Este hecho ha derivado en la investigación y desarrollo de productos químicos de síntesis que no sean fotodegradables, (CASAFE, 2010).

Luego del desarrollo de algunos compuestos como la aletrina, el tetrametrin, el fenotrin o el neopynamin, que superaban en eficacia a los naturales, no se lograba todavía un resultado óptimo en cuanto a la foto degradación, aconsejándose aplicar en horarios de baja intensidad lumínica. La investigación siguió avanzando hasta obtener los piretroides más estables a la luz y de una rápida utilización una vez aplicados, que permite un mayor margen de eficiencia y eficacia, (CASAFE, 2010).

**Cuadro 5:** Formulas Químicas de los compuestos de Crisantemo: Piretrinas I, Jasmolina I, Cinerina I, Piretrinas II, Jasmolina II, Cinerina II,

Compuestos	R1	R2
Piretrina I	CH <sub>3</sub>	CH <sub>2</sub> CH=CHCH=CH <sub>2</sub>
Jasmolina I	CH <sub>3</sub>	CH <sub>2</sub> CH=CHCH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>
Cinerina I	CH <sub>3</sub>	CH <sub>2</sub> CH=CHCH <sub>3</sub>
Piretrina II	COOCH <sub>3</sub>	CH <sub>2</sub> CH=CHCH=CH <sub>2</sub>
Jasmolina II	COOCH <sub>3</sub>	CH <sub>2</sub> CH=CHCH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>
Cinerina II	COOCH <sub>3</sub>	CH <sub>2</sub> CH=CHCH <sub>3</sub>



**Figura 15.** Formula Química de la Piretrina.

#### **Evolución de los piretroides dividido en cuatro generaciones:**

- Primera generación: Aletrina.
- Segunda generación: Tetrametrina, Resmetrina, Bioresmetrina.

- Tercera generación: Fenvalerato, Permetrina.
- Cuarta generación: Bifentrin, Lambda-Cihalotrina, Cipermetrina, Deltametrina, etc.

### Evolución entre Piretrinas y Piretroides.

#### **Piretrinas:**

- Insecticidas de origen natural (flor de crisantemo).
- Poco solubles en agua.
- Inestable a la luz y al calor.
- No persistente.

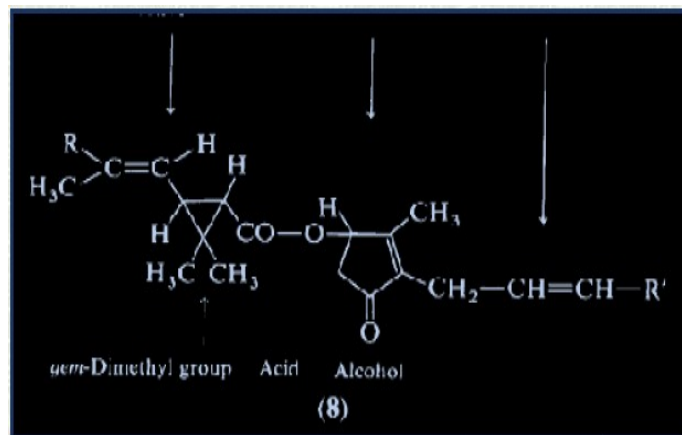
#### **Piretroides:**

- Insecticidas sintéticos.
- Se disuelven mejor en agua.
- Formula química modificada para mejorar la estabilidad.
- Más persistentes.

#### **Similitudes:**

- Se hidrolizan por álcalis.
- En las formulaciones se utilizan derivados del petróleo como disolventes.

Características estructurales de las Piretrinas se pueden observar en la figura 15. Poseen una porción ácido que proviene del ácido Crisantemo. Una porción de alcohol, que se puede apreciar en la figura 16. Cada una de éstas tiene constituyentes de diversa naturaleza. La gran ventaja de las piretrinas es su baja toxicidad en animales mamíferos y seres humanos y muy alta en insectos, a esto se le llama alto grado de selectividad, pero pueden ser tóxicos en peces. Una medida de manejo importantísima es la protección de espejos de agua. También tienen un uso hormiguicida cuando se los combina con resina u otros excipientes de origen graso en tratamiento de suelos, con acción duradera (CASAFE, 2010).



**Figura 16: Estructura de las Piretrinas.**

La clasificación de los piretroides se puede resumir en dos grupos que son los piretroides que conservan el anillo ciclopropano característico de las piretrinas naturales (Permetrina, Cipermetrina, deltametrina, fenpropatrin) y los piretroides que han perdido el anillo ciclopropano (fenvalerato y fluvalinato) (CASAFE, 2010).

TIPO I: Carentes de grupo  $\alpha$ -ciano en su molécula.

- ALETRINA
- PERMETRINA
- TETRAMETRINA
- CISMETRINA
- d-FENOTRINA

TIPO II: Poseen el grupo  $\alpha$ -ciano en su molécula.

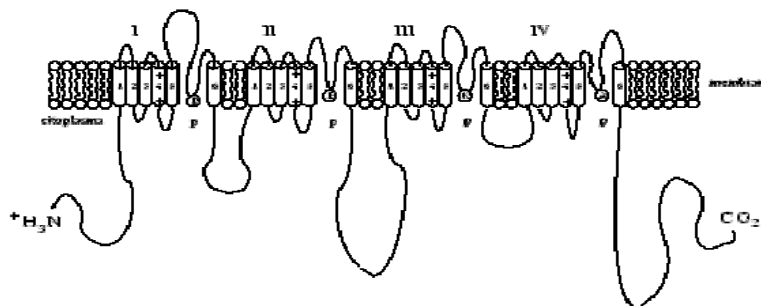
- CIPERMETRINA
- DELTAMETRINA
- FENVALERATO
- FENPROPANATE

### **Mecanismo de acción de los piretroides:**

El modo de acción de los piretroides es la paralización que propina un efecto de volteo del insecto, posteriormente convulsiones y finalmente mueren. Es importante aclarar que puede ocurrir una detoxificación en organismos resistentes donde el volteo no siempre es seguido de la muerte del insecto. Para ello se suelen utilizar sinergizantes (son sustancias auxiliares que actúan asemejando a catalizadores) como el Butóxido de piperonilo, que intensifica la acción del piretroide, (Hayes 1975).

La acción del piretroide es a nivel del sistema nervioso, generando una alteración de la transmisión del impulso nervioso. Su efecto fundamental se debe a una modificación en el canal del Nade, que es la membrana nerviosa, apreciada en la figura 17 como canal de sodio, (Hayes 1975).

Canal de sodio.



**Figura 17: Canal de Sodio**

Los compuestos del Tipo 1, indican picos múltiples de descargas en los nervios sensoriales y en los nervios motores, en las interneuronas dentro del sistema nervioso central, (Hayes 1975).



Los compuestos del Tipo 2, despolarizan el potencial de las membranas de los axones, esto reduce la amplitud del potencial de acción y lleva a la pérdida de excitabilidad eléctrica. Estos efectos ocurren porque los piretroides prolongan la corriente que fluye por los canales de sodio al hacer más lento o impedir el cierre de los canales. La duración de las corrientes de sodio modificadas para los compuestos del Tipo 1 dura décimas o centésimas de milisegundos, mientras que las del Tipo 2, 3, 4; duran algunos minutos o aún más, (Hayes 1975).

### Biotransformación:

La Biotransformación ocurre por hidrólisis por acción de las Esterasas y por el sistema de la Monooxigenasa de los microsomas presentes en los tejidos. Tanto la esterasa como el sistema de la monooxigenasa están presentes en mamíferos e insectos. Para evitar la hidrólisis se agregó un grupo ciano (CN) al carbono de los alcoholes primarios de los piretroides, lo que los transformó en alcoholes secundarios, que hacen al éster menos susceptible de ser atacados por esterasas, (Hayes 1975).

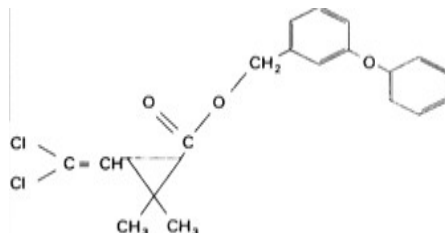


Figura 18: Permetrina

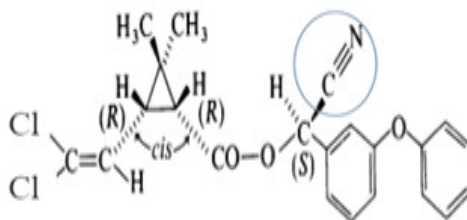


Figura 19: Cipermetrina

### Biotransformación en los insectos:

Los insectos tienen muchas rutas enzimáticas para metabolizar y detoxificar piretroides, primero mediante degradación hidrolítica y oxidativa. Los 3 tipos fundamentales de productos metabólicos resultantes son: metabolitos en los cuales el enlace éster está aún intacto y metabolitos a partir de la parte ácida y de la parte alcohólica, los cuales resultan del clivaje del enlace éster. Las esterasas y las oxidasas de función mixta son las enzimas más importantes involucradas en el metabolismo de los piretroides, (Hayes 1975).

### Sinergistas:

A menudo las piretrinas y los piretroides se combinan comercialmente con otras sustancias químicas llamadas sinergistas, lo que aumenta la actividad insecticida

de las piretrinas y los piretroides. Los sinergistas evitan que ciertas enzimas degraden a las piretrinas y piretroides, aumentando así su toxicidad, (Hayes 1975).

#### **Toxicidad de piretrinas y piretroides:**

Se ha establecido un límite 5 mg/m<sup>3</sup> en el trabajo durante jornadas de 8 horas diarias, 40 horas a la semana y se ha recomendado límites diarios de exposición oral para 10 piretroides que varían desde 0.005-0.05 mg/kg/día, (Hayes 1975).

#### **2.19.2 NEONICOTINOIDE:**

Los neonicotinoides son una nueva clase de insecticidas de contacto e ingestión. Anteriormente se los denominó nitroguanidinas, neonicotinilos, neonicotinoides, cloronicotinas y más recientemente cloronicotinilos. Son un grupo muy eficaz sintético y compuesto de nicotina natural que actúa como veneno neurotóxico dañando el sistema nervioso del insecto, (Díaz, 2003).

Otros neonicotinoides incluyen acetamiprid, tiametoxam y nitenpiram. Todos están en proceso de registro en los EE.UU. Los neonicotinoides actúan sobre el sistema nervioso central de los insectos, causando un bloqueo irreversible de los receptores nicotérgicos postsinápticos de la acetilcolina, (Díaz, 2003).

#### **Características**

- Moderadamente tóxicos
- Biodegradables
- Amplio espectro de acción
- Gran selectividad sobre los receptores nicotínicos de los insectos
- Solubles en agua y poco volátiles
- No hidrolizable a pH fisiológico
- No desarrollan resistencia cruzada con los insecticidas organofosforados, carbamatos y piretroides

#### **Un grupo importante desde la introducción del Imidacloprid:**

##### ***Primera Generación (cloronicotinilos)***

- Imidacloprid
- Acetamiprid
- Nitenpyram
- Thiacloprid

##### ***Segunda generación (tanicotinilos)***

- Thiametoxam
- Dinotafuran
- Clothianidin

#### **Mecanismo de acción**

- Actúan sobre el SNC (sistema nervioso central) del insecto.

- Bloqueo irreversible de receptores post-sinápticos nicotínicos de la Ach.
- Paraliza la conductividad del nervio (interrumpiendo las funciones motoras).
- En los vertebrados el agonismo es más débil, (Díaz, 2003).

### Toxicidad

- Actúan por contacto e ingestión
- Alta actividad sistémica y traslaminar por el follaje y raíces
- Neurotóxicos. Mímicos de la acetilcolina
- Muchos son tóxicos en abejas
- No irrita la piel ni los ojos ni sensibiliza la piel
- No es mutágeno (Díaz, 2003).

Los Neonicotinoides actúan como antagonistas de los receptores de acetilcolina mimetizando la acción del neurotransmisor. Aunque la acetilcolinesterasa no es afectada por tiametoxam los nervios son continuamente estimulados por el neonicotinoide y al final los resultados son similares a los causados por los inhibidores de colinesterasa: la sobre estimulación del sistema nervioso provoca envenenamiento y posteriormente la muerte. Los Neonicotinoides pertenecen por su modo de acción al Grupo 4<sup>a</sup>, según el Comité de Acción de Resistencia a los Insecticidas, (Díaz, 2003).

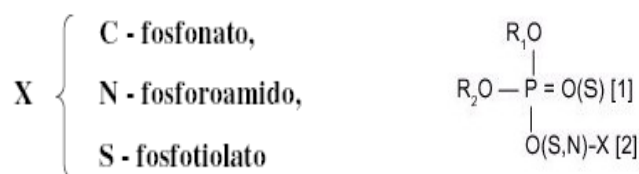
### 2.19.3 ORGANOFOSFORADOS:

Son compuestos químicos orgánicos derivados del Ácido Fosfórico, aunque un átomo de oxígeno del ácido fosfórico puede ser sustituido por un átomo de Azufre. Así se producen diferentes combinaciones que dan origen a una serie de grupos:

- ✓ Ésteres fosfóricos, Ortofosfatos (Diclorvós) y Pirofosfatos (TEPP)
- ✓ Fosfotionatos (Fenitrotión) y Fosfotiolatos (Metasistox)
- ✓ Esteres ditiofosfóricos (Malatión)
- ✓ Amidas del ácido ortofosfórico (Crutomato)
- ✓ Fosfonatos (Triclorfón)

Los insecticidas Organofosforados, por la acción del agua (hidrólisis) se destruyen, por lo que no son persistentes en el medio ambiente, no dejando residuos evidentes ni de larga duración. Por este motivo los tiempos de carencia de los Organofosforados suelen ser más cortos que los Organoclorados. Son neurotóxicos que actúan inhibiendo la enzima colinesterasa. Existen diversos modos de acción, por contacto o sistémicos, siendo absorbido por las plantas, traslocándose y actuando cuando el insecto ataca ingiriendo la planta, (Díaz, 2003).

#### Fórmula química general:



Según sustituyentes R1 o R2: **Alcanos:** Malatión, Dimetoato

**Alquenos:** Diclórvos

**Aromáticos:** Paratión, Diazinón

**Pirofosfatos:** TEPP

**CLASIFICACIÓN:** Son cuatro categorías con el carácter del grupo X

I (X contiene un nitrógeno cuaternario)

II (X es flúor)

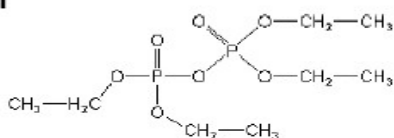
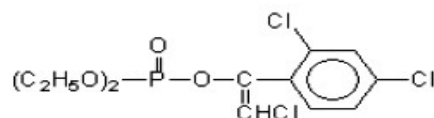
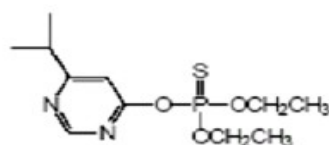
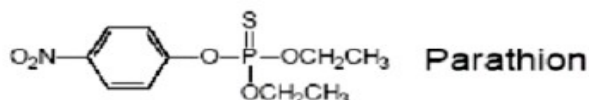
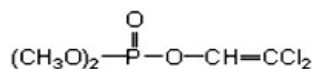
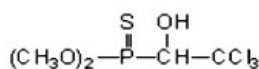
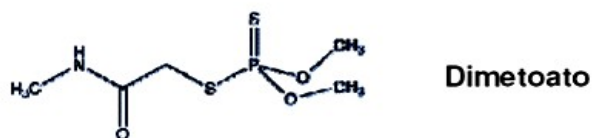
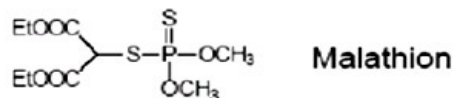
III (X es un grupo CN, OCN, SCN u otro halogenado que no sea flúor)

IV (X es otra molécula). —► **Plaguicidas**

### CARACTERÍSTICAS:

- No son tan persistentes en el ambiente como los organoclorados.
- Son altamente tóxicos y su uso es restringido.
- Empleo: Insecticidas, acaricidas, nematocidas y fungicidas.
- Algunos son altamente liposolubles
- Su volatilidad es variable
- Se hidrolizan en medio alcalino, algunos también es medio ácido.
- Son sólidos cristalinos o líquidos traslúcidos de color amarillo parduzco.
- Muchos poseen olor desagradable, (CASAFE, 2010).

### Plaguicidas organofosforados más comunes:



**MECANISMO DE ACCIÓN:** Su principal acción tóxica es la inhibición de la enzima acetilcolinesterasa, con la consiguiente acumulación de acetilcolina en las sinapsis nerviosas, como se puede apreciar en la figura 20, con el modo de acción y en la figura 21, mecanismo de acción de los organoclorados (Díaz, 2003).

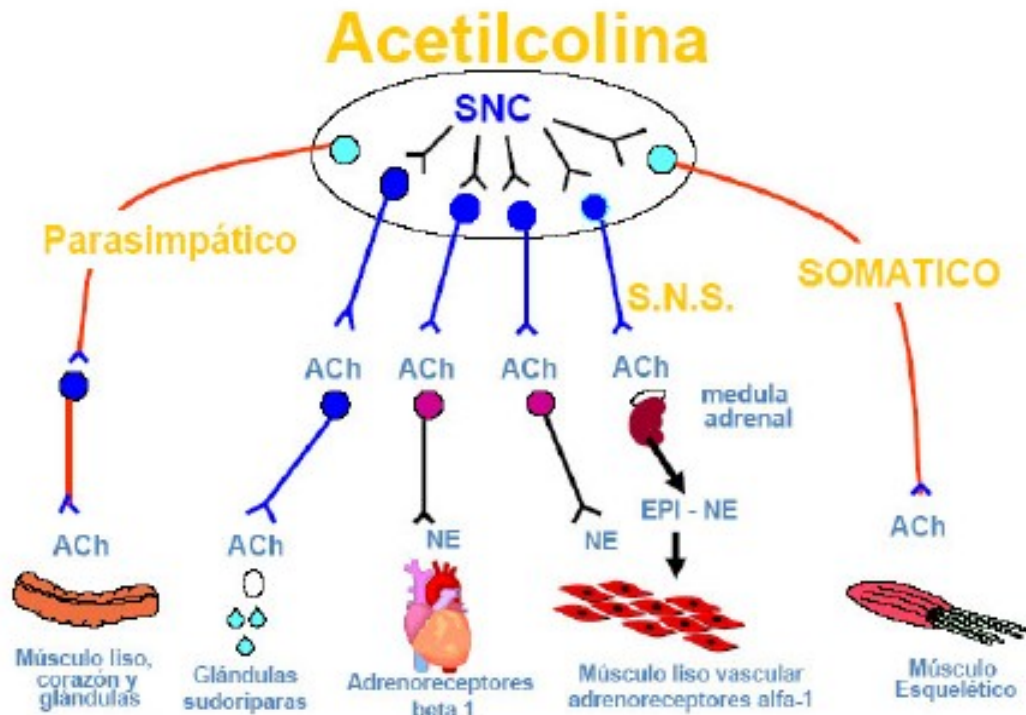


Figura 20: Modo de acción de los Organofosforados.

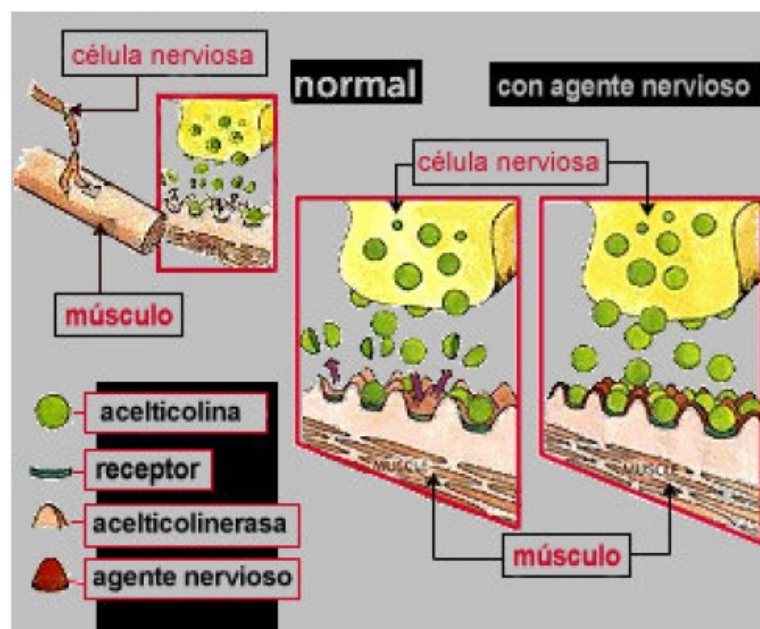


Figura 21: Mecanismo de acción de los Organofosforados

Los neurotransmisores abren poros en las membranas sinápticas, que permiten el paso de iones. Los cambios en la concentración de iones generan el potencial de membranas. El potencial de acción se genera por la polarización y despolarización periódica de las membranas y este se transmite de una neurona a la siguiente a través de sinapsis. Así se transmite el impulso nervioso, como se muestra en el esquema de la figura 22, (Díaz, 2003).

### Esquema del Proceso Fisiológico Neuromuscular durante la Estimulación

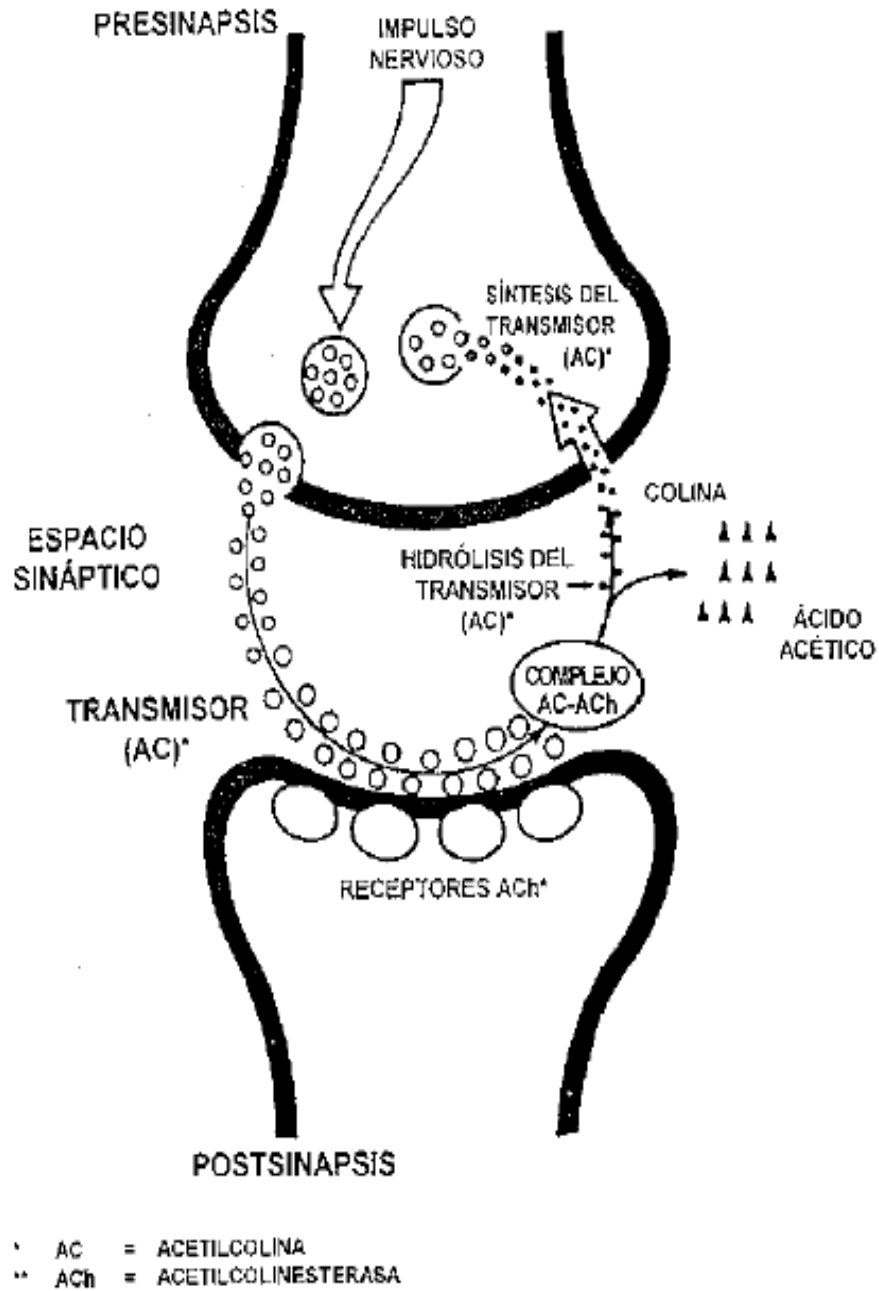


Figura 22: Proceso fisiológico neuromuscular

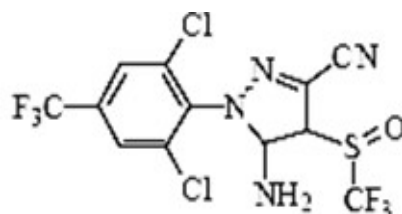
#### 2.19.4 COMPUESTO FENIL-PIRAZOL:

El grupo Fenil está presente en numerosos compuestos tanto naturales como artificiales, es el radical formado por 6 átomos de carbono y 5 átomos de hidrógeno, como se aprecia en la figura 23. Formalmente se trata de un sistema de benceno donde un hidrógeno es sustituido por el resto de la molécula; su reactividad es variada por las características electrónicas del grupo que sustituye al hidrógeno. Tiene usos médicos por sus propiedades analgésicas, antiinflamatorias, antipiréticas, antiarrítmicas, tranquilizantes, relajantes musculares, psicoanalépticas, antiepilépticas, antidiabéticas, antibacterianas e inhibidoras de la monoaminoxidasa (Syngenta 2009).

El grupo PIRAZOL (fórmula molecular:  $C_3H_4N_2$ ) es un compuesto orgánico heterocíclico que consiste en un anillo aromático simple de tres átomos de carbono y dos de nitrógeno en posiciones adyacentes. También se denomina Pirazol a cualquier compuesto que contenga dicho anillo. Los pirazoles tienen efectos farmacológicos en el ser humano, y se clasifican como alcaloides. Son raros en la naturaleza. Los pirazoles son producidos de forma sintética mediante la reacción de aldehídos  $\alpha,\beta$ -insaturados con hidrazina y la posterior deshidrogenación (Syngenta 2009).

Fipronil es un fenil-pirazol, introducido en 1990 y registrado en los EE.UU. en 1996. Es un material sistémico con actividad estomacal y de contacto. El fipronil se usa para el control de muchos insectos del suelo y foliares (por ejemplo el cortador de las raíces del maíz, el escarabajo de las papas de Colorado y el picudo acuático del arroz) en numerosos cultivos, principalmente maíz, jardines y para el control de insectos de salud pública. También se usa para el tratamiento de semillas y es formulado como cebo para cucarachas, hormigas y termitas. El fipronil es efectivo contra insectos resistentes o tolerantes a insecticidas piretroides, organofosfatos y carbamatos, (Syngenta 2009).

El fipronil bloquea en las neuronas los canales de cloro regulados por el ácido gama-aminobutírico (GABA), de modo que antagoniza con los efectos “calmantes” del GABA, en una forma de acción similar a la de los ciclodienos, (Syngenta 2009).

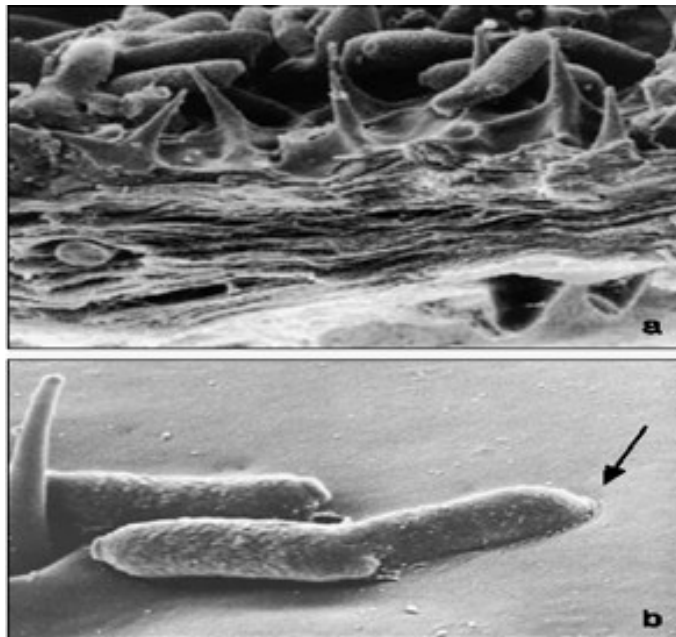


**Figura 23: Estructura química del Fipronil.**

### 2.19.5 HONGOS ENTOMOPATÓGENOS:

Los hongos entomopatógenos inician su proceso infeccioso en los insectos hospederos cuando las esporas viables son retenidas por contacto en la superficie del integumento, mientras encuentran un espacio propicio para establecer la asociación patógeno-hospedero y formar los túbulos germinales y a veces el apresorio, que facilitarán la invasión del hongo (Flores, M. 2006).

Se ha sugerido que iones divalentes como el  $\text{Ca}^{+2}$  y el  $\text{Mg}^{+2}$  reducen las fuerzas de repulsión electrostática de la superficie del insecto, afectando su hidrofobicidad y promueve la adhesión de la pared celular fúngica-cutícula como se aprecia en la figura 24 a, creando condiciones favorables para el establecimiento de la espora y la subsecuente invasión del hospedero (Flores, M. 2006).



**Figura 24: a) Conidias sobre la cutícula de un insecto; b) Formación de apresorio.**

La germinación de la espora se inicia con el hinchamiento de la misma, que es favorecido por una humedad alta (70% durante 14 horas); la germinación es disparada por mensajeros que generalmente son carbohidratos presentes en las proteínas cuticulares del insecto (Flores, M. 2006).

La hidratación de la espora es favorecida por la acción antidesecante de su cubierta mucilaginosa, que además funciona como protector ante la presencia de polifenoles tóxicos y enzimas, secretadas por sistema inmune del insecto. *Metarhizium anisopliae* presenta un alto contenido de aminopeptidasas e hidrofobina, las cuales favorecen la acción de enzimas extracelulares sobre la cutícula del insecto. Sin embargo, se han encontrado esterases y proteasas en



conidias no germinadas, lo que sugiere una modificación de la superficie cuticular previa a la germinación, ya que durante la hidratación la espora no solo absorbe agua, sino también nutrientes (Flores, M. 2006).

Después del hinchamiento de la espora tiene lugar la formación del tubo germinativo mediante el proceso de polarización típico del crecimiento apical de los hongos, que estimula la síntesis de la pared celular. Los iones  $H^+$  y  $Ca^{2+}$  entran en la punta de la hifa a través de un mecanismo de transporte pasivo y son expulsados por mecanismos dependientes de energía. Este flujo transcelular permanece constante y mantiene el desarrollo del tubo germinativo y la formación del apresorio como se aprecia en la figura 24 b, una estructura especializada formada en el tubo germinativo (Flores, M. 2006).

El tubo germinativo rastrea y reconoce la superficie del insecto para la localización de sitios receptores, habilitando a la hifa para la penetración de la cutícula. El apresorio sirve para el anclaje de la espora y ejerce una presión hacia el interior del insecto. Paralelamente, el hongo excreta una gran cantidad de enzimas entre las que se incluyen proteasas, quitinasas, quitobiasas, lipasas, lipooxigenasas y otras enzimas hidrolíticas, que van degradando la cutícula y proporcionan a su vez nutrientes al hongo (Flores, M. 2006).

Una vez dentro del insecto, el hongo prolifera formando cuerpos hifales secundarios, que se ramifican en la procutícula conformada principalmente de fibrillas lameladas de quitina en una matriz proteínica que actúa como cubierta física protectora ante las secreciones extracelulares del patógeno. Posteriormente, los cuerpos hifales se encuentran con la capa epidérmica y con su respectiva membrana basal y se diseminan a través del hemocele. Así, invaden diversas estructuras como tejidos musculares, cuerpos grasos, tubos de Malpighi, mitocondrias, hemocitos, retículo endoplásmico y membrana nuclear (Flores, M. 2006).

Al agotarse los nutrientes, el hongo inicia un crecimiento micelial invadiendo todos los órganos del hospedero. Finalmente, las hifas penetran la cutícula desde el interior del insecto y emergen a la superficie iniciando la formación de esporas cuando la humedad relativa es adecuada (Flores, M. 2006).

Cabe destacarse que durante la penetración del hongo desde la cutícula del insecto hasta el hemocele, la hifa queda inmersa en proteínas, quitina, lípidos, melanina, difenoles y carbohidratos; algunos de ellos son nutrientes pero otros pueden inhibir su crecimiento, ya que el insecto activa su sistema inmune a través de procesos como la melanización, fagocitosis, nodulación y encapsulamiento. Sin embargo, los hongos desarrollan una serie de actividades que les permiten evitar este tipo de defensas, tales como cambios en la pared celular y producción de sustancias inmunomoduladoras o toxinas fúngicas (Flores, M. 2006).

## 2.20 PRODUCTOS QUE SE EVALUARON.

- **ProAxis®6 CS:** Es un insecticida que pertenece al grupo químico de los piretroides, ingrediente activo: Gamma cyhalothrin, con formulación en Suspensión Encapsulada CS, su presentación se puede ver en la figura 25 y actúa en los insectos por contacto e ingestión. Afecta el sistema nervioso de los insectos, produciendo hiper-excitación, convulsiones, parálisis y finalmente la muerte. Es tóxico para los peces y crustáceos aunque posea una banda verde que significa levemente tóxico, (ANASAC S.A. 2009).



**Figura 25: Presentación de ProAxis®6 CS**

- **Karate Zeon®2.5 CS:** Composición en 2.5 % de Lambdacihalotrin. Y su formulación es: Suspensión de Microcápsulas MCS . Es un insecticida de grupo químico piretroide de tercera generación, de amplio espectro de acción, evita la eclosión de huevos por contacto directo con el pulverizado. Karate Zeon actúa por contacto, con un rápido poder de volteo, por ingestión y también posee efecto de repelencia y acción antialimentaria. Tiene un efecto rápido y persistente sobre las plagas, (Syngenta 2009).

Su innovadora formulación, proporciona numerosas ventajas adicionales a la utilización del producto por dar una mayor seguridad en el manejo, en el transporte y en el almacenamiento ya no es inflamable, no se adhiere a la piel y genera mayor respeto sobre el medio ambiente por la eliminación de disolventes, sin perder comodidad en el manejo y es de banda amarilla como se puede apreciar en la figura 26, (Syngenta 2009).



### Figura 26: Presentación de Karate Zeon® 2.5 CS

- **ENGEO® 247 SC:** Grupo químico: neonicotinoide + piretroide. Formulación: Suspensión Concentrada SC, como se puede apreciar en la figura 27. Actúa por contacto, con un rápido poder de volteo, por ingestión. Posee efecto de repelencia y acción antialimentaria. Su actividad sistémica le permite controlar plagas que se alimentan de los contenidos celulares. Se caracteriza por su alta liposolubilidad, por lo que es rápidamente absorbido por la capa cerosa de los insectos y es de banda amarilla, (Syngenta 2009).



Figura 27: Presentación de ENGEO® 247 SC

- **ACTARA®25 WG:** Composición: 25% p/p de Thiamethoxam Neonicotinoide. Formulación: Gránulos dispersables WG, como podemos ver en la figura 28. Actúa por ingestión y contacto, penetra en el interior de la planta por las hojas y por las raíces en aplicaciones mediante riego por goteo, se distribuye a través de savia hacia los órganos en crecimiento, protege los nuevos desarrollos del cultivo y es de banda verde, (Syngenta 2009).



Figura 28: Presentación de ACTARA® 25 WG

- **CURYOM ®:** Es un insecticida mezclado, donde se combina un componente fosforado como el profenofós y un regulador de crecimiento de los insectos como el lufenurón. Aplicado sobre el follaje actúa por contacto, ingestión e inhalación controlando insectos que atacan el cultivo de algodón, (Hayes 1975).

El lufenurón inhibe el crecimiento de larvas, especialmente de lepidópteros y de coleópteros sin afectar los adultos. La combinación de lufenurón y profenofós logra un alto índice de control de insectos sin afectar insectos benéficos y es de banda amarilla como se puede apreciar en la figura 29, (Hayes 1975).



**Figura 29: Presentación de CURYOM®**

- **REGENT® 20 SC:** Insecticida del grupo químico Fenil – Pirazol. Ingrediente activo: Fipronil, su Formulación es Suspensión Concentrada SC, posee características de amplio espectro de acción, es eficaz en bajas dosis por poseer un efecto residual y prolongado, actúa por contacto e ingestión con una ligera acción sistémica, (ANASAC S.A. 2009).

Este producto tiene una banda toxicológica amarilla que significa moderadamente peligrosa, como se ve en la figura 30 y es un insecticida de contacto que actúa como un potente bloqueador del canal regulador de iones de cloro GABA en los insectos. Los insectos resistentes a piretroides, ciclodienos, organofosforados e insecticidas carbamatos, son susceptibles a fipronil, (ANASAC S.A. 2009).



### **Figura 30: Presentación de REGENT® 20 SC CONTROLADORES MICROBIOLÓGICOS**

- **3B 450 gr (*Beauveria bassiana*):** Es un hongo entomopatógeno, controlador biológico de la broca del fruto del café y ejerce un control natural sobre estos insectos. El hongo se desarrolla dentro del insecto, completando su ciclo de vida, produciendo esporas que infectan a otros insectos, (PROCAFE 2006).

Las ventajas de usar este producto son que es compatible con otros métodos de control, no contamina fuentes de agua, ni el medio ambiente, no hay riesgos de intoxicación de los aplicadores, reduce los costos de producción por la no utilización de insecticidas químicos y ayuda a producir café sin trazas de productos químicos, su presentación se puede apreciar en la figura 31, (PROCAFE 2006).



**Figura 31: Presentación de 3B 450 gr (*Beauveria bassiana*)**

- **DIPEL (*Bacillus thuringiensis*) WG:** Insecticida biológico para el control por ingestión de las larvas de lepidóptera en un producto que contiene 32.000 UI de potencia por miligramo. Su fórmula es Granulado dispersables WG, como se aprecia en la figura 32. No se debe mezclar con productos fuertemente alcalinos como la cal o polisulfuro de calcio, así como algunos abonos foliares. Tampoco se debe mezclar con productos que no sean compatibles con aceite. No es fitotóxico y hay que aplicar cuando aparezcan las primeras larvas, (ANASAC 2009).



**Figura 32: Presentación de DIPEL (*Bacillus thuringiensis*) WG**

### 3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El Coralillo *Elasmopalpus lignosellus*; Zeller, en su etapa de larva, barrena los retoños en el período de rebrote de la caña de azúcar *Saccharum officinarum*, L. causándole una muerte segura a la planta, que conlleva a reducir el rendimiento agrícola en la Asociación Cooperativa de Producción Agropecuaria (ACPA El Tercio y ACPA Ataisi). Favorecido por la utilización de controladores químicos cuyo método de acción y época de aplicación no han genera resultados favorables en la reducción de daños en el cultivo.

### 4. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

HIPÓTESIS	VARIABLES DE LA HIPÓTESIS	INCIDENCIA DE VARIABLES
La aplicación de insecticidas químicos ó biológicos, tienen un efecto positivo en la reducción del daño por coralillo <i>Elasmopalpus lignosellus</i> ; Zeller, en el cultivo de caña de azúcar <i>Saccharum officinarum</i> L.	X= Insecticidas químicos y biológicos.  Y=Mortalidad de tallos por barrenadores.	x <sub>1</sub> = ProAxis (Testigo relativo) x <sub>2</sub> = Engeo x <sub>3</sub> = Karate Zeon x <sub>4</sub> = Actara x <sub>5</sub> = Regent x <sub>6</sub> = Curyon x <sub>7</sub> =3B Beauveria bassiana x <sub>8</sub> =Dipel Bacillus thuringiensis  γ <sub>1</sub> = Número de brotes dañados

### 5. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

#### OBJETIVO GENERAL:

- Determinar la efectividad del control químico y microbiológico como una estrategia de manejo de *Elasmopalpus lignosellus*, Z. en el cultivo de caña de azúcar *Saccharum officinarum* L.

#### OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Evaluar la efectividad de insecticidas químicos y microbiológicos, en la reducción de la mortalidad de rebrotes de caña por efecto del *Elasmopalpus lignosellus*, Z.
- Estimar la pérdida ocasionada por el ataque del *Elasmopalpus lignosellu*, Z. en caña de azúcar bajo las condiciones de la zona de influencia.
- Realizar un análisis de costo – efectividad de las alternativas de los productos usados para el control químico y microbiológico en el manejo del *Elasmopalpus lignosellus*, Z. en caña de azúcar.

### 6. METODOLOGÍA

**Ubicación, duración, Unidades experimentales:**

- **Ubicación:** Se realizaron tres ensayos independientes, dos en la Hacienda El Tercio, del departamento de Usulután y uno en la Hacienda San Isidro, del departamento de Sonsonate. En la Hacienda El Tercio, las parcelas experimentales fueron montadas en los lotes La Bomba B1 con un área de 3292.8 m<sup>2</sup> y la Horquetera 5 con un área de 2016 m<sup>2</sup>; en la Hacienda San Isidro la parcela experimental fue montada en el lote el Guayabo con un área de 1296 m<sup>2</sup>. En los tres casos la variedad usada de caña fue CP722086, por poseer un 65% de área sembrada en el país.
- **Duración:** La duración se considero para siete meses a partir del mes de enero hasta agosto del 2009.
- **Unidades Experimentales:** Son las parcelas en donde se aplicaron los tratamientos.

El diseño experimental dependió del área disponible de los lotes y la distribución del daño. En cada uno de los lotes se hicieron los pasos siguientes:

- **Delimitación del área experimental:** se realizó una cuadrícula dentro de las parcelas en donde se aplicaron los tratamientos, estableciéndolos en áreas con un alto historial de ataque por corralillo, además se realizó un muestreo previo al montaje, una vez realizado todo esto se comenzó a medir el área efectiva donde se estableció el ensayo. La parcela delimitada en el lote La Bomba B1 se muestra en la fotografía 1, en donde los rebrotes de caña estaban presentes.



**Fotografía 1: Establecimiento de las parcelas** (Tomada por: Luis Huevo)

- **Estaquillado de las parcelas experimentales:** Se realizó con estacas de madera para hacer una cuadrícula donde se aplicarían los tratamientos. En la fotografía 2 se aprecia un punto donde se ubicó una de las estacas.



**Fotografía 2: Estaquillado** (Tomada por: Luis Huevo)

- **Delimitación con pita:** Esto se realizó cuando se terminaron de colocar todas las estacas para formar la cuadrícula de la parcela, como se aprecia en la fotografía 3 las estacas fueron colocadas y se entrelazaron con la pita.



**Fotografía 3: Delimitación del área** (Tomada por: Luis Huevo)

- **Aleatorización de los tratamientos:** Después de limitada el área de la parcela se hizo el sorteo al azar para ubicar cada tratamiento dentro del terreno en cada lote.



**Fotografía 4: Sorteo al azar de los tratamientos** (Tomada por: Huevo)



- **Calibración del equipo de aplicación:** Se calibraron las bombas de mochila para hacer la aplicación de producto en cada una de las divisiones del terreno con los tratamientos ya asignados al azar y el equipo que se muestra en la fotografía 5.



**Fotografía 5: Calibración de equipo** (Tomada por: Luis Huevo)

- **Preparación de las mezclas:** Se hicieron las mezclas de cada producto según indicación de las viñetas como se puede apreciar en la fotografía 6 y las medidas necesarias equivalentes a cada división del terreno.



**Fotografía 6: Preparación de las mezclas** (Tomada por: Luis Huevo)

- **El llenado del equipo:** Después de preparadas las mezclas se procedió a llenar las bombas de mochila con el cuidado de no mezclar ninguno de los productos como se muestra en la fotografía 7.



**Fotografía 7: Llenado de las bombas** (Tomada por: Luis Huevo)

**Aplicación de los productos:** Los productos se aplicaron según cada tratamiento y en horas de la tarde cuando ha bajado el sol y el viento, como se puede apreciar en la fotografía 8.



**Fotografía 8: Aplicación de los productos** (Tomadas por: Anakely)

- Fase 1. Montaje
- Fase 2. Toma de datos

## 6.1 METODOLOGÍA DE CAMPO

### FASE 1. MONTAJE

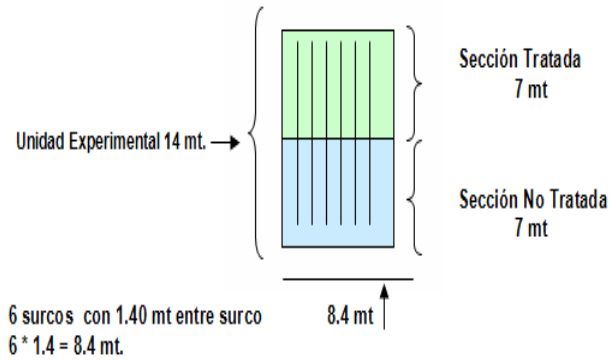
El objetivo de repetir el ensayo en tres lotes diferentes, es evaluar la efectividad de los tratamientos en diferentes lugares durante el periodo de la zafra. Para hacer la investigación se delimitaron las zonas de influencia donde se han encontrado los ataques de coralillo (*Elasmopalpus lignosellus*, Z.) montando de esta manera los bloques y aplicando los tratamientos en el momento oportuno que es después del corte de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*, L.), para luego tomar los datos y determinar un nuevo producto que sea más idóneo en el manejo de esta plaga.

**El diseño del experimento se conformo de la siguiente manera:**

- LA BOMBA B1.

El ensayo se instalo siguiendo un diseño de bloques completos al azar con siete tratamientos y con cuatro repeticiones, la parcela experimental estaba formada por seis surcos de 14 mt de largo y 8.4 mt de Ancho, dando un área por tratamiento de 117.6 m<sup>2</sup> y un área total de 3292.8 m<sup>2</sup>, el área de los tratamientos se dividió en dos secciones, una a la cual se le aplicó el tratamiento y la otra sección que quedo como un testigo absoluto dentro de la misma parcela.

Esta separación de la parcela se debe a la heterogeneidad de la distribución del daño de coralillo en el campo, por lo cual el porcentaje de daño provendrá de la diferencia en el daño observado entre la sección tratada y no tratada de cada unidad experimental, como se muestra en la figura 33.

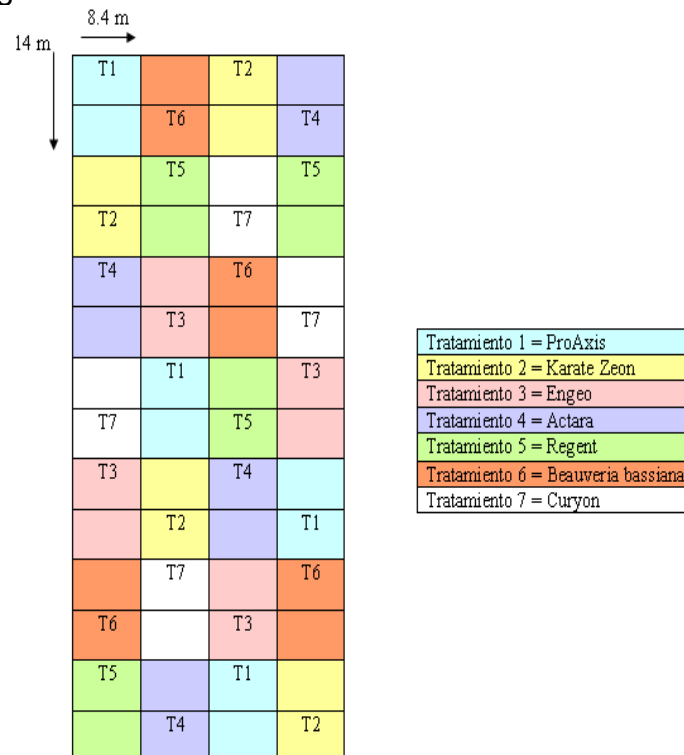


**Figura 33: Esquema de la unidad experimental**

**Cuadro 6:** Cada tratamiento se distribuyó al azar y quedó asignado un producto a evaluar por tratamiento según el siguiente cuadro.

Tratamientos	Productos a evaluar
T1	ProAxis (Testigo relativo)
T2	Karate Zeon
T3	Engeo
T4	Actara
T5	Regent
T6	3B Beauveria bassiana
T7	Curyon

La distribución de los tratamientos en el terreno del lote La Bomba B1 se puede observar en la figura 34.



**Figura 34: Distribución de los tratamientos en “La Bomba B1”, Hacienda El Tercio.**

- LA HORQUETERA 5

Se evaluaron otros productos no utilizados en los lotes anteriores y se observó otro factor más que es el momento de la aplicación, con una semana y dos semanas después del corte, donde se considera el porcentaje de daño menor y mayor al 7% respectivamente.

Para evaluar estos factores se utilizó un diseño de parcelas divididas de 10 mt de largo y 8.4 mt ancho, con lo que se tiene un área por tratamiento de 94 m<sup>2</sup> y un área total de 2016 m<sup>2</sup>, en donde la parcela grande fue el momento de aplicación y las parcelas pequeñas los productos aplicados, como se puede ver distribuido en la figura 35.

**Productos a evaluar:**

Porcentaje > 7%

Porcentaje < 7%

**Figura 35: Distribución de tratamientos en “Horquetera 5”, Hacienda El Tercio.**

- EL GUAYABO

Se utilizó un diseño de cuadro latino de 6x6 Mt dando un área por tratamiento de 36 m<sup>2</sup> y un área total de 1296 m<sup>2</sup>, debido a la disponibilidad de área del lote. Se puede observar en la figura 36 la distribución total del terreno.

Las unidades experimentales siguieron el mismo esquema utilizado en el lote La Bomba B1 y se seleccionó este diseño para eliminar la variación en dos sentidos que son transversales y horizontales de los surcos con sus respectivos tratamientos.

4

ies

1

Distribución de Tratamientos

1		1	2	3	4	5	6
	1		1		6		3
2	2	5		2		4	
	3	6		3		5	
3	4		2		1		4
	5		3		2		5
4	6	1		4		6	
	7	2		5		1	
5	8		4		3		6
	9		5		4		1
6	10	3		6		2	
	11	4		1		3	
	12		6		5		2

1 Beauveria	4 Karate
2 Actara	5 Dipel
3 Engeo	6 Curyon

Figura 36: Distribución de tratamientos en “El Guayabo”, Hacienda San Isidro.

## 6.2 MOMENTO DE LA APLICACIÓN DE LOS PRODUCTOS

Un parámetro que se tomo en cuenta al momento de aplicar es el porcentaje de daño utilizado como umbral de acción que es equivalente al 7%, con el fin de determinar en que momento resulta más efectiva la aplicación de los productos a evaluar para el control del coralillo. Los datos fueron procesados mediante un análisis de varianza dependiendo del diseño estadístico, utilizando el software (SPSS) Statistical Package for the Social Sciences, versión 17. Los productos se aplicaron con bombas de mochila con boquillas de cono lleno, disco 3 difusor 33.

La gota es más gruesa y el ángulo cubre mayor área y volumen, reduciendo la perdida del producto por la dispersión del viento, y para evitar aplicaciones adyacentes a las zonas sin tratamiento y donde se haya establecido otra unidad experimental, estas fueron calibradas a 200 litros/mz, y todos los productos se mezclaron con aceite Carrier el cual se observa en la fotografía 9, como coadyuvante en una relación volumen/volumen, con el fin de mejorar la calidad de la aplicación de los tratamientos.



Fotografía 9: Coadyuvante Aceite carrier (Tomada por: Anakely Romero)

**Coadyuvantes:**

Es una sustancia química destinada a ser incorporada a los plaguicidas con el fin de mejorar entre otras, sus condiciones de adherencia, dispersión, conservación. Las aplicaciones se hicieron a partir de las 5:00 p.m. debido a que a esa hora la temperatura es menor, lo que reduce la pérdida del producto por evaporación.

Además, esto evita la degradación del producto por los rayos ultravioleta y resulta ser una forma de control para insectos adultos de *Elasmopalpus lignosellus*, Z. que por lo general los periodos de mayor actividad son en horas de la tarde, según recomendaciones de la Compañía Azucarera Salvadoreña, S.A. (CASSA), para la aplicación de insecticidas.

**FASE 2. TOMA DE DATOS**

Se tomaron datos antes de la aplicación y luego de la aplicación cada 8 días, recolectando los datos requeridos durante los próximos 35 días de haber aplicado los tratamientos. La toma de datos consistió en el recuento total del rebrote dentro de cada parcela experimental y la cuantificación de los brotes dañados por el coralillo siguiendo el formato del cuadro 7.

**Cuadro 7. Hoja de registro para la toma de los datos.**

HOJA DE TOMA DE DATOS							
Hacienda: _____				Fecha: _____			
Lote: _____							
Bloque	Parcela	Sub Parcela	Punto	Sección	Tallos total y observaciones	Daño viejo	Daño Reciente
1	1	1	1	1			
1	1	1	1	2			
1	1	1	2	1			
1	1	1	2	2			
1	1	1	3	1			
1	1	1	3	2			
1	1	2	1	1			
1	1	2	1	2			
1	1	2	2	1			
1	1	2	2	2			
1	1	2	3	1			
1	1	2	3	2			
1	2	1	1	1			
1	2	1	1	2			
1	2	1	2	1			
1	2	1	2	2			
1	2	1	3	1			
1	2	1	3	2			
1	2	2	1	1			

Toda esta información se evaluó por medio del análisis de varianza, cuya información nos indicó que tratamiento produce una disminución en el daño y control de coralillo. El recuento de tallos se llevó a cabo separando secciones de 2.5 mt en 5 mt lineales de los surcos considerados como área efectiva.

Dentro de esta área efectiva se consideró la cantidad de surcos que dicha parcela posee, obteniendo así un número representativo para efectuar la evaluación, como se puede observar en la fotografía 10 se lleva a cabo el recuento de brotes, además a través de esta metodología se pretende reducir el error por los efectos de bordes laterales y de cabecera.



**Fotografía 10: Toma de datos** (Tomada por: Anakely Romero y Luis Huevo)

### 6.3 METODOLOGÍA ESTADÍSTICA

La respectiva evaluación se efectuó, utilizando el análisis de varianza para medidas repetidas para cada localidad. A causa de las características de la plaga y el área asignada para cada lote se aplicaron diferentes diseños estadísticos y los datos fueron procesados mediante el software SPSS (Statistical Product and Service Solutions) versión 17. Los diseños estadísticos utilizados fueron:

**Diseño de Bloques Completos al Azar:** Se utilizó en el lote La Bomba B1, del municipio de Jiquilisco, del departamento de Usulután, porque el material experimental no es muy homogéneo, debido a la distribución de la plaga en el terreno y este diseño es eficaz ya que las unidades experimentales quedan agrupadas en estratos similares, logrando que entre una parcela y otra, dentro de un mismo bloque, sean similares en su variación.

El modelo estadístico permite analizar la variación total entre bloques, variación entre las unidades experimentales por efecto de los tratamientos “si estos existen” y variación dentro de unidades experimentales (Error experimental). El estimado del error experimental dependió de la variación natural de la unidad experimental y de su manejo.

**Diseño de Cuadro Latino:** Con este diseño se organizaron los tratamientos de dos maneras diferentes, unos formando hileras y otros las columnas, cada hilera y columna constituyen una repetición completa. El propósito del doble agrupamiento es eliminar errores entre hileras y columnas reduciendo de esta forma el error experimental.

En el lote El Guayabo, del municipio de San Isidro, departamento de Sonsonate, se monto este diseño para eliminar la heterogeneidad del suelo en dos direcciones perpendiculares, hileras en una dirección y columnas en otra, tomando en cuenta la localización topográfica de la parcela y porque además tiene aplicación en experimentos sobre evaluación de insecticidas. El modelo estadístico de Cuadro Latino permite separar de la variación total, los componentes de la variación entre unidades experimentales por efecto de las hileras, variación entre unidades experimentales por efecto de los tratamientos, variación entre unidades experimentales por efecto de las columnas y la variación existente dentro de las unidades experimentales o error experimental; este último dependió de la variación natural y de su manejo.

**Diseño de Parcelas Divididas:** Este diseño es utilizado en aquellos experimentos factoriales en donde se desea estudiar dos factores de los cuales los niveles de uno de ellos, por su naturaleza o por problemas de manejo del experimento, requiere el uso de parcelas grandes (Parcelas principales); mientras que los niveles del segundo factor se pueden asignar a parcelas más pequeñas (subparcelas). Se espera evaluar diferentes insecticidas y el tiempo de aplicación para el control del coralillo.

Para este diseño el error tiene que ser lo más pequeño posible, de manera que permita descubrir las diferencias entre los niveles de cada uno de los factores, es conveniente modificar el diseño para aumentar la precisión de las comparaciones, siendo la adopción de un control local la mejor forma de lograr una mayor precisión en las comparaciones, esto se logra restringiendo la aleatorización; en este caso los niveles de un factor que requieren unidades grandes se asignan al azar en parcelas contiguas en un bloque compacto. El mismo procedimiento se hizo para los niveles del segundo factor, los cuales deseamos comparar con mayor precisión y los niveles deben de ser asignados a parcelas contiguas con su nivel común del primer factor. Para el modelo estadístico se tomo en cuenta que cada una de las fuentes de variación involucradas en el experimento actúa independientemente; por tanto el modelo es aditivo y se supone que para el análisis estadístico se afirma que el error experimental se distribuye normal e independientemente en todo el experimento.

## 6.4 METODOLOGÍA ECONÓMICA

El análisis económico de los tratamientos es hecho mediante la metodología de presupuestos parciales que se utiliza para organizar los datos experimentales con el fin de obtener los ingresos, costos y los beneficios de los diferentes tratamientos alternativos (CIAGROS, 2001).

### **Elementos que constituyen un presupuesto parcial:**

1. Rendimientos medios (RM)
2. Rendimientos ajustados (RA)
3. Beneficio Bruto de Campo (BBC)
4. Costos que varían (CV)



5. Total de los Costos que Varían (TCV)
6. Beneficios Netos (BN)
7. Estimación de la tasa de retorno marginal (TRM)

## 7. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En el siguiente apartado se efectuó el análisis y discusión de resultados de los diferentes tratamientos que han sido aplicados para el control de Corralillo, en los lotes la Bomba B1 y Horquetera ubicados en el departamento de Usulután.

A través de gráficos se logra apreciar, el resultado de los datos obtenidos en los diferentes lotes, los cuales fueron recolectados semanalmente, durante un periodo de 5 semanas. Todo esto con la finalidad de monitorear la interacción de la plaga juntamente con los tratamientos y hospedero, ya que durante este periodo las plantas suelen ser más susceptibles al daño por el *Elasmopalpus lignosellus*.

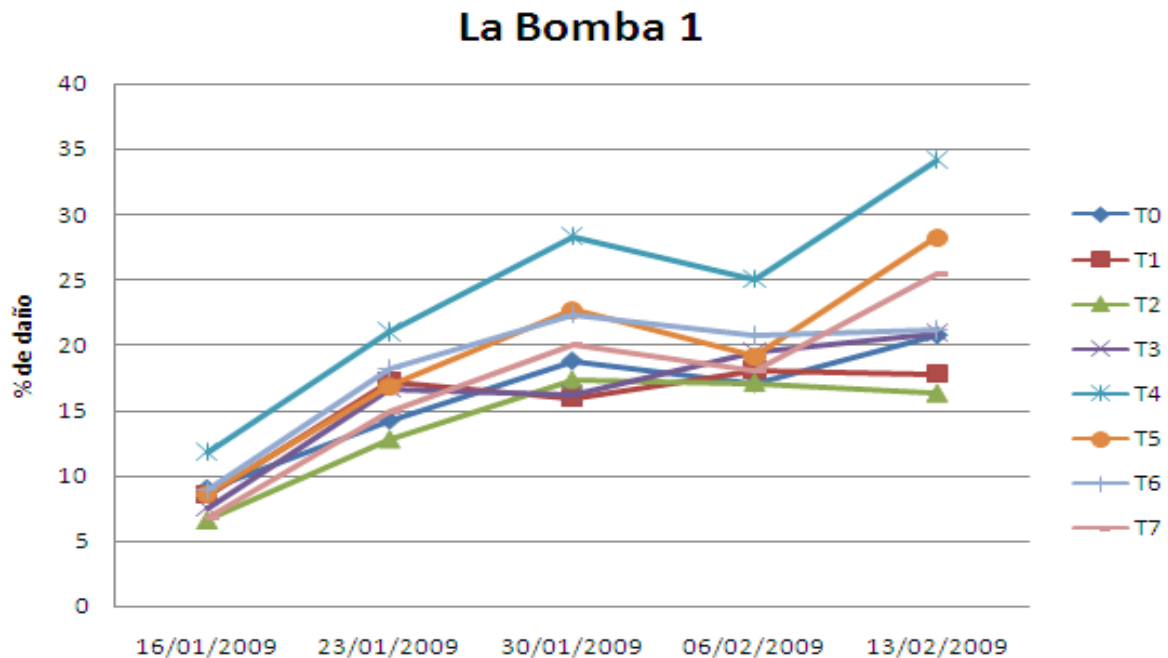
Por medio de dicho análisis se verificara si uno o más de los tratamientos aplicados surtió algún efecto positivo en contra del barrenador menor de la caña o si ninguno suministro algún efecto positivo para el manejo de dicha plaga.

El primer lote analizado fue el lote **la bomba B1**, el cual fue tratado con: ProAxis (Testigo relativo), Karate Zeon, Engeo, Actara, Regent, 3B Beauveria bassiana y Curyon. Siguiendo un diseño de bloques completos al azar con siete tratamientos y con cuatro repeticiones, la parcela experimental estaba formada por seis surcos de 14 mt de largo y 8.4 mt de Ancho, dando un área por tratamiento de 117.6 m<sup>2</sup> y un área total de 3292.8 m<sup>2</sup>, el área de los tratamientos se dividió en dos secciones, una a la cual se le aplicó el tratamiento y la otra sección que quedo como un testigo absoluto dentro de la misma parcela.

El análisis de los datos quedó de la siguiente manera para el lote La Bomba B1  
PRUEBA DE FRIEDMAN

- Primer monitoreo; no existe diferencia significativa entre los tratamientos  
(p = 0.927)
- Segundo monitoreo; no existe diferencia significativa entre los tratamientos  
(p = 0.844)
- Tercer monitoreo; no existe diferencia significativa entre los tratamientos  
(p = 0.599)
- Cuarto monitoreo; no existe diferencia significativa entre los tratamientos  
(p = 0.619)

- Quinto monitoreo; no existe diferencia significativa entre los tratamientos ( $p=0.640$ ).



**Gráfico 1:** Porcentaje de daño en lote La Bomba B1

## DISCUSIÓN

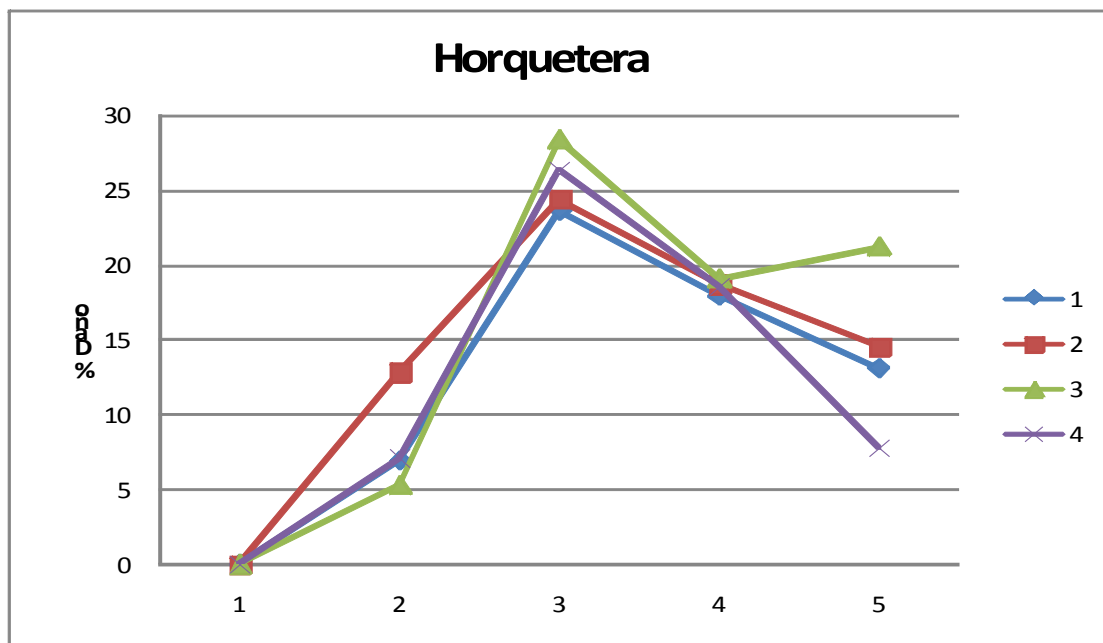
- No se mostró diferencia significativa entre los tratamientos en ninguno de los muestreos realizados. La tendencia en el porcentaje de tallos dañados, es similar en todos los tratamientos, por lo que se sugiere que ninguno de los insecticidas evaluados presenta efectividad para el control de *Elasmopalpus lignosellus*, Z.

El segundo análisis fue sobre el lote la Horquetera al cual se le aplicaron los siguientes tratamientos: Testigo absoluto, Curyom, Vexter, AG001.

En este lote se evaluaron otros productos no utilizados en los lotes anteriores y se observó otro factor más que es el momento de la aplicación, con una semana y dos semanas después del corte, donde se considera el porcentaje de daño menor y mayor al 7% respectivamente.

Para evaluar estos factores se utilizó un diseño de parcelas divididas de 10 mt de largo y 8.4 mt ancho, con lo que se tiene un área por tratamiento de 94 m<sup>2</sup> y un área total de 2016 m<sup>2</sup>, en donde la parcela grande fue el momento de aplicación y las parcelas pequeñas los productos aplicados.

El análisis de los datos quedó de la siguiente manera para el lote La Horquetera



**Grafico 2:** Porcentaje de daño en lote La Horquetera 5, aplicación en época 1

El Grafico # 4 esta compuesto por los siguientes elementos: eje Y= % de Daño, eje X= numero de semanas y al extremo derecho se listan los diferentes tratamientos evaluados.

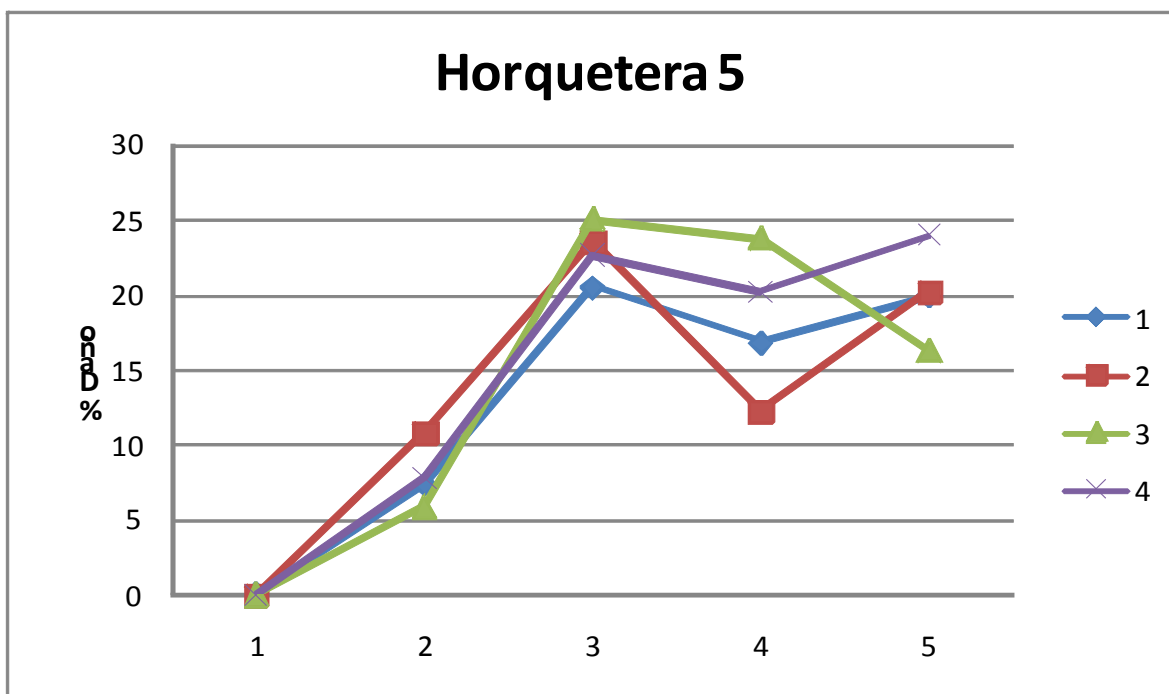
En este punto se evaluó no solo los tratamientos si no también es evaluado el periodo de aplicación. Para esta prueba se efectuó la aplicación de los tratamientos 1 semana después de haberse realizado el corte de la caña, exactamente cuando los rebrotes son difícilmente visibles.

Todo esto se realizo con la finalidad de conocer que efecto tendrían los tratamientos al ser aplicados en un momento en que la presencia de la plaga no ha sido detectada y el daño no es observado. Como se puede ver en el grafico # 4, la interacción entre cada tratamiento y el porcentaje de daño en las diferentes semanas es casi similar, presentándose un incremento en las primeras 3 semanas y mostrando una disminución a partir de la cuarta semana.

Esto no es resultado de el efecto de los tratamiento sobre el *Elasmopalpus lignosellus*. Ya que es muy claro que todos los tratamientos en el mismo periodo comienzan a presentar la misma secuencia unos con otros, por lo que se podría considerar que este efecto es mas el resultado de la interacción entre la plaga y el cultivo. Tal como lo demuestra el Análisis siguiente:

#### PRUEBA DE FRIEDMAN

- EPOCA; en la época de aplicación 1, no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos utilizados ( $p = 0.112$ ), tampoco se observo diferencias en la época 2( $p = 0.753$ ).
- Durante los muestreos post-aplicación, no se encontró diferencia significativas entre las épocas de aplicación (1 muestreo:  $p = 0.932$ ; 2 muestreo:  $p = 0.160$ ; 3 muestreo:  $p = 0.932$ ). Sin embargo, en el 4 muestreo post-aplicación si se observa diferencia ( $p = 0.039$ ) entre las épocas de aplicación, presentando un menor % de brotes dañados en las parcelas aplicadas en la época 1.
- En la época 1, en el primer muestreo post-aplicación no se observo diferencias entre los tratamientos utilizados ( $p = 0.334$ ).
- En la época 1, en el segundo muestreo post-aplicación no se observo diferencias entre tratamientos ( $p = 0.457$ ).
- En la época 1, en el tercer muestreo post-aplicación no se observo diferencias entre tratamientos ( $p = 0.801$ ).
- En la época 1, en el cuarto muestreo post-aplicación se observa una diferencia marginal entre los tratamientos ( $p = 0.086$ ), siendo el menos efectivo el producto Vexter.



**Grafico 3:** Porcentaje de daño en lote La Horquetera 5, aplicación en época 2

El Grafico # 5 esta compuesto por los siguientes elementos: eje Y= % de Daño, eje X= numero de semanas y al extremo derecho se listan los diferentes tratamientos evaluados.

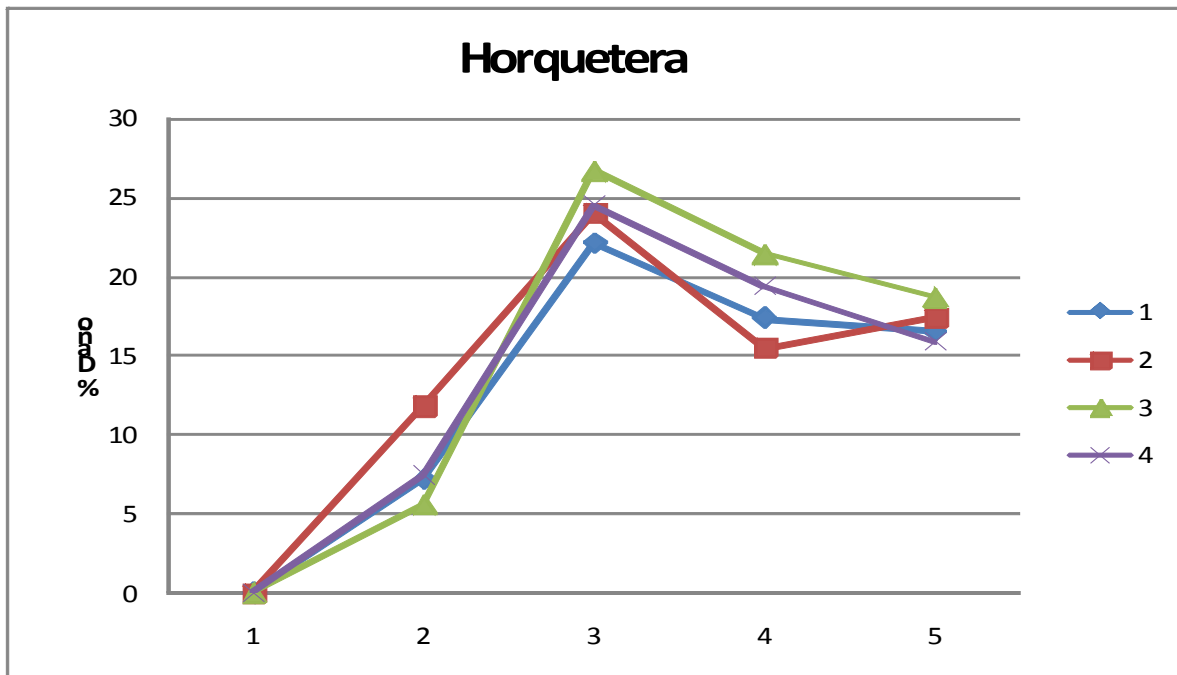
Al igual que en el cuadro anterior este grafico refleja los resultados de la interacción entre los tratamientos y el porcentaje de daño efectuado por el *Elasmopalpus lignosellus*, durante las 5 semanas en que se efectuó la fase de campo.

Los resultados muestran el incremento del daño en las primeras semanas sobre el cultivo de caña de azúcar y como este se reduce en la cuarta semana, pero que vuelve repentinamente a incrementarse.

#### PRUEBA DE FRIEDMAN

- EPOCA; En la época 2, en el primer muestreo post-aplicación no se observo una diferencia significativa entre tratamientos ( $p = 0.801$ ).
- En la época 2, en el segundo muestreo post-aplicación no se observo diferencia entre tratamientos ( $p = 0.896$ ).
- En la época 2, en el tercer muestreo post – aplicación, no se observó diferencia significativa entre los tratamientos evaluados ( $p = 0.334$ ).

- En la época 2, en el cuarto muestreo post – aplicación, no se observó diferencia significativa entre los tratamientos evaluados ( $p = 0.284$ ).



**Grafico 4:** Porcentaje de daño en lote La Horquetera 5, resumen total

El siguiente grafico demuestra el resultado final que se obtuvo en el lote la horquetera donde se refleja el porcentaje de daño que el cultivo sufrió durante las siguientes 5 semanas a causa del *Elasmopalpus lignosellus*, Zeller. Después de habersele aplicado los diferentes tratamientos.

#### DISCUSIÓN

- Los productos evaluados no presentan diferencias en cuanto al daño ocasionado por *Elasmopalpus lignosellus*, Zeller. La época de aplicación (utilizando un umbral de 7% de daño), no muestra diferencia hasta luego de un mes de aplicado los productos. Sin embargo, ningún producto en específico tuvo un mejor comportamiento, lo que sugiere que esto se debió más a un comportamiento propio de la interacción entre la plaga y el cultivo y no tanto por el control químico aplicado.
- Los productos en definitiva resultaron ser inadecuados para el control de coralillo, desde las primeras semanas, ya que por medio de los datos obtenidos es evidente que en ningún momento los porcentajes de daños tendieron a reducir, o a llegar a un nivel aceptable con el cual la plaga no sobrepasara el índice de daño. Aunque aparentemente unos reflejaban

cierto control estos índices no son considerados de importancia para poder determinar que estos fueron mejores o podrían ser recomendados en el control de coralillo, debido a que por medio de el análisis efectuado se comprobó que ninguno resulto ser eficiente ni significativo para eliminar o reducir el daño ocasionado por el *Elasmopalpus lignosellus*, Zeller.

**Discusión de resultados. No funcionó ninguno de los productos por las siguientes razones:**

**-El modo de acción de los insecticidas de contacto, ingestión y sistémico.**

Los insecticidas utilizados que poseen un modo acción de contacto y ingestión no surtieron efecto, debido probablemente a los hábitos alimenticios del insecto el cual se alimenta dentro de la planta. Por lo que la aplicación y utilización de estos insecticidas resulto ser ineficiente.

Además los insecticidas con acción sistémica no dieron resultado, a consecuencia que este producto es absorbido por las raíces y translocado a través del sistema vascular de la planta hacia el tejido de la misma, pero a consecuencia del daño que el *Elasmopalpus lignosellus*; Zeller, realiza a los haces vasculares del cultivo al momento de alimentarse probablemente no permite que el producto llegue al tejido, razón por la cual el insecticida no surtió mayores efectos en el manejo de corralillo.

*-El modo de Acción de Bacillus thuringiensis*

Una de las características de Bt ha sido su limitante para el control de insectos barrenadores y chupadores, ya que su aplicación se ha dado tradicionalmente como producto asperjado, y el hábito alimenticio de estos insectos probablemente impiden la ingestión de la toxina. También, la reducida permanencia en el ambiente hace necesario un profundo conocimiento de la biología y comportamiento de la plaga que se quiere controlar, ya que una toxina puede ser activa para los estadios larvarios, pero disminuir e incluso no ser tóxica para los adultos (Soberón, M. y Bravo, A. 2007).

**-Por el ciclo de vida de la larva**

Las larvas en un inicio se alimentan del follaje y luego atacan especialmente los brotes tiernos de la caña de azúcar, el maíz y el sorgo, causando daño de "corazón muerto", perforan las plantitas en la parte subterránea y tejen pequeños tubos de seda a los cuales se encuentran adheridas partículas de tierra y arena. En estos tubos viven las larvas cuando no están comiendo, esto las protege en cierta medida de los productos químicos.

### **-El periodo susceptible de la larva es corto**

Tiene una duración de 13 a 16 días aproximadamente ya que las condiciones climáticas pueden variar la duración de días; pasando a su vez por 6 estadios. Esta dinámica de la larva hace que el control químico no haga un efecto completo por el período corto de días por estadio larvario en que pasa antes de empupar esto puede ser a consecuencia en que hay periodos de la larva en que es mas susceptible a los químicos y conforme se acerca a la etapa de pupa esta se vuelve mas resistente. Una vez la larva llega al estado de pupa esta se vuelve muy difícil de controlar con productos químicos y los controladores biológicos, debido a que la pupa le brinda una cobertura especial para proteger la larva que pasará por un proceso de metamorfosis para hacerse una lepidóptera adulta en poco tiempo.

### **-Cuando el daño es visible, la larva ya no está presente.**

Este constituye un problema muy serio, ya que el método de muestreo para el insecto en estado larvario a través de la observación de brotes muertos no constituye una fuente exacta para monitorear y establecer una medida preventiva para determinar el control de la plaga, debido a que para el momento en que es evidente el daño en los rebrotes de caña, el insecto a dejado de alimentarse de tal rebrote y solo es observado el daño.

Para todo esto el insecto ya ha comenzado a alimentarse en otro lugar continuando su desarrollo y multiplicación. A esto se le añade que en el momento que se realiza una medida de control esta resulta ser ineficiente, debido a que el insecto en su estado larvario esta resguardado, bajo el suelo dentro de un tubo de seda que el mismo insecto crea cerca de las macollas de caña para estar protegido y alimentarse. Esto no permite que su control sea eficiente y fácil.

### **-No aplicación de producto ovicida.**

No se aplico producto ovicida por lo difícil de estos tratamientos, ya que los productos son específicos para un tipo de huevo, esto constituye una limitante a causa de que no existe dentro del mercado un producto que pueda controlar el insecto en esta etapa.

### **-El ciclo de la larva no es el mejor para controlar.**

En estudios anteriores en la ciudad Tamaulipas, México se a investigado que el periodo de monitoreo del insecto en estado adulto resulta ser el momento más oportuno, para el control del *Elasmopalpus lignosellus*; Zeller, por que este permite de manera preventiva conocer el porcentaje de daño posible antes de efectuarse el establecimiento de la plaga (Loera, J. Lynch, R. Rodríguez, R. 1995).

### **-El manejo agronómico del cultivo.**



Muchas de las prácticas que se realizan en el cultivo de caña de azúcar resultan ser favorables para la plaga en estudio para su desarrollo e invasión del cultivo. Tales como:

- ✓ La quema de la caña: dicha actividad genera residuos como ceniza la cual el adulto aprovecha para refugiarse, y reproducirse.
- ✓ Residuos o barbechos restantes del cultivo: los cuales son dejados entre el cultivo o entre surcos permitiendo la oportunidad de ser un resguardo para el adulto al igual que la ceniza.
- ✓ La dinámica de corte del cultivo: durante la zafra generalmente en las plantaciones grandes suelen implementarse variaciones en los periodos de corte, que permiten crear las condiciones necesarias para que *Elasmopalpus lignosellus*; Zeller, pueda desarrollar su ciclo de vida de manera escalonada y en homogeneidad con la programación de la roza del cultivo. Esto por razones tales como: la mezcla de variedades con periodos de maduración variables, falta de equipo, carencia de mano de obra, movilidad del producto a las instalaciones del ingenio, entre otras. Esto genera una dinámica en el ciclo biológico del insecto variable y en muchos casos favorable, ya que por la variación en los días de corte el adulto siempre encuentra un nuevo lugar para reproducirse y ovipositar.

**-El periodo susceptible del cultivo suele ser muy largo.**

Esto resulta ser un factor muy importante en el daño que causa el insecto en estudio de larva, debido a las condiciones climáticas la tasa de evaporación del suelo suele ser muy alta, los fuertes vientos, la textura arenosa del suelo, la quema de la caña, son factores que generan condiciones desfavorables para el buen desarrollo del cultivo y su pronta recuperación, provocando que el rebrote de caña tarde mucho tiempo en crecer y fortalecerse. Permitiendo de esta forma que el insecto se alimente por un periodo más prolongado de los rebrotes de la caña de azúcar, los cuales no dejan de ser vulnerables hasta el momento que el tallo alcanza una consistencia más fibrosa impidiendo de esta manera el daño causado por la larva.

**-El Ph del agua.**

El ph es un elemento que en muchas ocasiones no es considerado en el momento de la aplicación de los plaguicidas, pero que de igual manera puede ser una fuente que reduzca los efectos en el manejo del barrenador, ya que Ph menores a 3 suelen ser muy ácidos, produciendo una reacción química que neutraliza en algunos casos la acción de los insecticidas.

## **8. Análisis Económico**

El análisis de costo-efectividad no se llevo a cabo a consecuencia de los resultados obtenidos en la investigación, los cuales demostraron que ninguno de los productos evaluados fue efectivo en el manejo de *Elasmopalpus lignosellus*, Zeller. Por lo que resultaría anti económico el uso de cualquiera de estos productos.

## 9. RECOMENDACIONES

- Se debe aplicar un muestreo dirigido al adulto con la finalidad de determinar en qué momento el insecto comienza a invadir el cultivo.
- El control tiene que estar dirigido a otro ciclo de vida para que den resultado las dosis.
- El uso de variedades con alto potencial de amacollamiento, podría compensar la pérdida por el daño causado por el *Elasmopalpus lignosellus*.
- Utilización de riego en las zonas donde ataca el coralillo, juntamente con un programa de fertilización más efectivo para que los rebrotes logren un desarrollo más inmediato, reduciendo de esta manera el periodo susceptible del cultivo.
- Eliminación de malezas hospederas, efectuando rastras sanitarias.

## 10. CONCLUSIONES

- Los productos evaluados en el manejo de coralillo no fueron los más efectivos, pero esto dejo al descubierto que el hecho de usar productos químicos para el control de coralillo en estado larval, es una mala inversión.
- Se necesita realizar una nueva investigación, tratando de combatir al insecto, en una etapa de desarrollo distinta a la que en esta investigación se realizo.
- La influencia que causan las condiciones climáticas del lugar, aunado a las actividades propias del insecto, son los fundamentos principales que han generado que los productos aplicados no surtieran efecto alguno.

- Prácticas propias del manejo de los cultivos de caña de azúcar hacen posible que el insecto encuentre las condiciones necesarias para establecerse en las plantaciones.
- La capacidad propia del insecto de poseer un gran número de hospederos alternos, permite la persistencia en la zona.

## 11. BIBLIOGRAFÍA

- ALCÁZAR, J. & SALAS R. 1991. Fitopatología: Influencia del tiempo de exposición y profundidad del suelo en la eficiencia de la solarización en el control de plagas del suelo y *Meloidogyne incognita*. Yucatán, México D. F. 92, 99 p.
- ANASAC S.A. 2009. Nutrición Vegetal, publicación de productos protectores de cultivos para control de plagas del suelo, larvas barrenadoras. Santiago, Chile. 64, 66, 67 p.
- CASAFE, Cámara de Sanidad Agropecuaria y Fertilizantes, 2010. Insecticidas y acaricidas CropLife Latinoamérica, Ciudad autónoma de Buenos Aires, Argentina. 391, 392 p.

- CASSA, S.A. De C.V. Compañía Azucarera Salvadoreña, 2009. Informe mensual de control de plagas del Ingenio Chaparras tique y Central de Izalco. El Salvador. 17 p.
- CATIE, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, 1998. Introducción al estudio de estados inmaduros de insectos con énfasis en Lepidópteros. Publicado por el proyecto regional de Manejo Integrado de Plagas, Turrialba, Costa Rica. 104, 105 p.
- CENTA, Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria, 1998. Variedades de caña que tienen mayor promedio de rendimiento en campo. Investigación realizada en Santa Cruz Porrillo, San Vicente, El Salvador. 15, 16, 17 p.
- CENTA, Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria, 1985. Aspectos generales sobre el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*, L.) en El Salvador. Departamento de comunicaciones, San Andrés, La Libertad, El Salvador. 51, 52, 53, 54, 55 p.
- CIAGROS, Centro de Información Agrosocioeconómica de Productos Agrícolas, 2001. Análisis Económico de Experimentos Agrícolas con Presupuestos Parciales, Boletín Informativo I, Peten, Guatemala. 8, 9 p.
- CIAT, Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1978. Problemas en campo de los cultivos de frijol en América Latina, Cali, Colombia. 69, 70 p.
- CNEA, Comisión Nacional de Enseñanza Agropecuaria, 2003. Niveles y Umbrales de daños económicos de las plagas. Publicado por INATEC Instituto Nacional Tecnológico y la DGFP, Dirección General de Formación Profesional. Tegucigalpa, Honduras. 35, 36 p.
- DIAZ, C. 2003. Agronomía mesoamericana, Investigación sobre el uso de trampas para barrenadores, Universidad de San Carlos, Guatemala. 56,57, 58, 59,60 p.
- GUAGLIUMI, P. 1962. Las plagas de la caña de azúcar. Plagas agrícolas de Venezuela; Artrópodos y vertebrados, sociedad venezolana de entomología. Publicado por el MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería), tomo I y II, Maracay, Venezuela. 820, 821, 823, 825 p.
- HAYES, W. J. 1975. Toxicología de los pesticidas. Centro de investigación Williams & Wilkins Compañía, Merylan, Estados Unidos. 34, 35 p.
- HENRIQUEZ M. G. 1998. La Clase Insecta en El Salvador. Guía ilustrativa de los principales Ordenes y Familias. Tomo I, San Salvador, El Salvador. 155, 162 p.

- IRAC, Insecticide Resistance Action Committee, 2004. Clasificación de los insecticidas según su modo de acción, validado por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Ribera del Loira, Madrid, España. 18, 19, 20, 21, 22 p.
- JIMENEZ, G. E. 2004. Clave de los ordenes de la clase insecta de larvas y ninfas. How to know the immature insects. Brown company publishers y Angel Cherry, San Salvador, El Salvador. 2, 3 p.
- KING, A.B.S. & Saunders, J. 1984. Las plagas invertebradas de cultivos anuales alimenticios en América Central. Turrialba, Costa Rica. 55, 74, 76 p.
- LÓPEZ, J. R. Gallo, D. Nakano, O. Silveira, S. Baptista, G. Zucchi, A. Alves, B. Vendramin, J. Marchini, L. 2002. Entomología Agrícola. Estudio de las ciencias agrícolas para mejorar La producción em campo. Luz de Queiroz, volumen 10. Madrid, España. 87, 88 p.
- FLORES, M. 2006. Mecanismo de acción de los hongos entomopatogenos. Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), Caracas, México. 62, 63 p.
- FUNDACAÑA, Fundación Azucarera para el desarrollo, la productividad y la investigación, 2009. Informe del sector central Matilde. Chivacoa, estado de Yaracuy, Venezuela. 12, 13, 14 p.
- PROCAFE, Fundación Salvadoreña para la investigación del café. 2006. Guía técnica del uso de *Beauveria bassiana*, para el control de la broca del café, La Libertad, El Salvador. 47 p.
- SAUNDERS, J. L. 1983. Las plagas invertebradas de cultivos anuales alimenticios en América Central, Centro Agronómico Tropical de Investigación CATIE en Turrialba, Costa Rica. 91, 92 p.
- SYNGENTA Agro. S. A. 2008. Manejo de plagas y enfermedades de cultivos de importancia agrícola. Resumen de daños causados a las gramíneas por insectos plagas, México. 24, 25, 26 p.
- TDRI, Tropical Development and Research Institute, 1989. Las plagas Invertebradas de cultivos anuales alimenticios en América Central. Una guía para su reconocimiento y control. Publicado por la administración de desarrollo extranjero (ODA) Overseas Development Administration, Londres, Inglaterra, 36, 37 p.
- THURSTON, H. 1987. Enfermedades de cultivos en el trópico. Department of plant pathology cornell University Ithaca. New York 14853. Traducido por José Galindo, publicado por el CATIE, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, Costa Rica, 166, 167, 168 p.

- TRABANINO, R. 1998. Guía para el Manejo Integrado de Plagas Invertebradas. Editado por ZAP, Zamorano Academic Press, Escuela Agrícola Panamericana, Departamento de protección vegetal. Tegucigalpa, Honduras. 50, 51 p.
- VÉLEZ, R. A. 1985. Notas Sinópticas de Entomología Económica de Colombia. Secretaria de agricultura de Antioquia por el bienestar campesino, Bogotá, Colombia, 185, 186, 187 p.

# ANEXOS

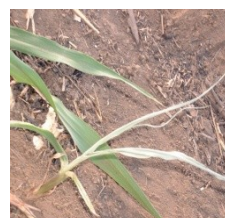
## Anexo 1. Ejemplo del Registro de la toma de datos.



### TOMA DE DATOS PARA CONTROL DE CORALILLO






1	8	15	22
---	---	----	----



← Norte

	<b>2</b>	<b>9</b>	<b>16</b>	<b>23</b>	
	<b>3</b>	<b>10</b>	<b>17</b>	<b>24</b>	
	<b>4</b>	<b>11</b>	<b>18</b>	<b>25</b>	
	<b>5</b>	<b>12</b>	<b>19</b>	<b>26</b>	
	<b>6</b>	<b>13</b>	<b>20</b>	<b>27</b>	
	<b>7</b>	<b>14</b>	<b>21</b>	<b>28</b>	

Surcos =            1,3,5            2,4,6            2,4,6            2,4,6

## HOJA DE DATOS

Hacienda = El Tercio  
 Lote = Bomba B1  
 Fecha = 16/01/2009



BLOQUE	PARCELA	SUB PARCELA	PUNTO	SECCIÓN	TALLOS TOTALES	DAÑO VIEJO	DAÑO RECIENTE
1	1	1	1	1	36	1	1
1	1	1	1	2	11	0	0
1	1	1	2	1	22	0	0
1	1	1	2	2	40	1	0
1	1	1	3	1	42	0	1
1	1	1	3	2	26	1	0
1	1	2	1	1	26	0	0
1	1	2	1	2	25	0	0
1	1	2	2	1	31	0	1
1	1	2	2	2	38	0	0
1	1	2	3	1	54	8	1
1	1	2	3	2	39	0	0
1	2	1	1	1	43	0	0
1	2	1	1	2	45	1	1
1	2	1	2	1	36	0	2
1	2	1	2	2	59	0	4
1	2	1	3	1	33	0	1
1	2	1	3	2	32	2	0
1	2	2	1	1	26	0	0
1	2	2	1	2	28	2	0
1	2	2	2	1	26	1	1
1	2	2	2	2	41	0	2
1	2	2	3	1	28	0	0
1	2	2	3	2	18	0	0
1	3	1	1	1	67	0	0



1	3	1	1	2	59	0	0
1	3	1	2	1	44	0	0
1	3	1	2	2	10	0	1
1	3	1	3	1	33	0	0
1	3	1	3	2	37	1	1
1	3	2	1	1	48	3	1
1	3	2	1	2	29	1	2
1	3	2	2	1	21	0	0
1	3	2	2	2	31	0	1
1	3	2	3	1	27	0	0
1	3	2	3	2	52	0	1
1	4	1	1	1	26	1	3
1	4	1	1	2	32	0	0
1	4	1	2	1	29	0	1
1	4	1	2	2	28	0	1
1	4	1	3	1	13	0	3
1	4	1	3	2	14	1	0
1	4	2	1	1	23	1	1
1	4	2	1	2	76	3	8
1	4	2	2	1	14	0	0
1	4	2	2	2	16	0	0
1	4	2	3	1	41	0	1
1	4	2	3	2	50	0	0
1	5	1	1	1	33	0	1
1	5	1	1	2	23	0	0
1	5	1	2	1	41	0	7
1	5	1	2	2	52	4	0
1	5	1	3	1	17	0	2
1	5	1	3	2	19	0	0
1	5	2	1	1	11	1	1
1	5	2	1	2	46	0	0
1	5	2	2	1	28	0	0
1	5	2	2	2	31	0	0
1	5	2	3	1	62	5	6
1	5	2	3	2	29	1	1
1	6	1	1	1	55	0	0
1	6	1	1	2	32	0	2
1	6	1	2	1	26	0	0
1	6	1	2	2	5	0	0
1	6	1	3	1	12	0	0
1	6	1	3	2	51	0	2
1	6	2	1	1	14	1	0
1	6	2	1	2	21	0	1
1	6	2	2	1	37	0	0
1	6	2	2	2	43	0	0
1	6	2	3	1	21	1	5
1	6	2	3	2	36	1	10
1	7	1	1	1	33	0	1
1	7	1	1	2	54	1	0
1	7	1	2	1	35	0	3

1	7	1	2	2	49	3	2
1	7	1	3	1	37	0	3
1	7	1	3	2	44	1	1
1	7	2	1	1	32	1	2
1	7	2	1	2	39	0	1
1	7	2	2	1	12	0	2
1	7	2	2	2	16	1	0
1	7	2	3	1	34	0	0
1	7	2	3	2	56	0	3
2	8	1	1	1	21	1	1
2	8	1	1	2	13	1	1
2	8	1	2	1	35	0	1
2	8	1	2	2	22	0	0
2	8	1	3	1	68	0	1
2	8	1	3	2	54	0	0
2	8	2	1	1	18	0	1
2	8	2	1	2	37	3	6
2	8	2	2	1	33	0	0
2	8	2	2	2	53	2	3
2	8	2	3	1	59	0	0
2	8	2	3	2	53	1	2
2	9	1	1	1	33	6	1
2	9	1	1	2	31	7	5
2	9	1	2	1	38	0	0
2	9	1	2	2	47	1	2
2	9	1	3	1	50	0	1
2	9	1	3	2	48	0	2
2	9	2	1	1	26	4	2
2	9	2	1	2	19	3	2
2	9	2	2	1	29	0	0
2	9	2	2	2	25	1	3
2	9	2	3	1	34	0	1
2	9	2	3	2	53	3	1
2	10	1	1	1	32	1	4
2	10	1	1	2	46	2	0
2	10	1	2	1	53	0	1
2	10	1	2	2	48	1	2
2	10	1	3	1	20	2	1
2	10	1	3	2	39	0	1
2	10	2	1	1	12	2	2
2	10	2	1	2	42	3	1
2	10	2	2	1	28	0	0
2	10	2	2	2	37	1	0
2	10	2	3	1	39	0	1
2	10	2	3	2	67	0	0
2	11	1	1	1	22	0	1
2	11	1	1	2	8	0	0
2	11	1	2	1	43	0	1
2	11	1	2	2	38	1	3
2	11	1	3	1	20	1	0

2	11	1	3	2	32	3	0
2	11	2	1	1	38	0	14
2	11	2	1	2	19	2	0
2	11	2	2	1	31	0	2
2	11	2	2	2	17	1	3
2	11	2	3	1	20	0	0
2	11	2	3	2	18	0	0
2	12	1	1	1	23	1	0
2	12	1	1	2	33	2	0
2	12	1	2	1	47	0	4
2	12	1	2	2	46	1	3
2	12	1	3	1	32	0	2
2	12	1	3	2	45	3	9
2	12	2	1	1	39	2	1
2	12	2	1	2	8	0	3
2	12	2	2	1	24	1	2
2	12	2	2	2	22	0	0
2	12	2	3	1	34	1	3
2	12	2	3	2	32	1	2
2	13	1	1	1	7	1	1
2	13	1	1	2	18	0	2
2	13	1	2	1	16	0	1
2	13	1	2	2	20	1	2
2	13	1	3	1	27	2	0
2	13	1	3	2	78	1	4
2	13	2	1	1	27	4	8
2	13	2	1	2	9	0	4
2	13	2	2	1	43	2	6
2	13	2	2	2	12	0	2
2	13	2	3	1	55	0	2
2	13	2	3	2	25	2	1
2	14	1	1	1	26	0	1
2	14	1	1	2	12	0	1
2	14	1	2	1	27	2	2
2	14	1	2	2	25	1	3
2	14	1	3	1	42	2	1
2	14	1	3	2	72	1	2
2	14	2	1	1	19	4	5
2	14	2	1	2	24	5	3
2	14	2	2	1	9	1	0
2	14	2	2	2	17	3	1
2	14	2	3	1	13	2	0
2	14	2	3	2	27	1	3
3	15	1	1	1	34	0	0
3	15	1	1	2	28	1	2
3	15	1	2	1	59	0	1
3	15	1	2	2	31	2	0
3	15	1	3	1	32	0	2
3	15	1	3	2	54	0	1
3	15	2	1	1	46	0	0

3	15	2	1	2	54	0	1
3	15	2	2	1	35	0	0
3	15	2	2	2	11	0	0
3	15	2	3	1	49	1	3
3	15	2	3	2	38	0	0
3	16	1	1	1	38	1	2
3	16	1	1	2	35	0	1
3	16	1	2	1	28	0	0
3	16	1	2	2	27	1	3
3	16	1	3	1	51	1	5
3	16	1	3	2	38	0	4
3	16	2	1	1	49	0	2
3	16	2	1	2	30	0	2
3	16	2	2	1	30	0	0
3	16	2	2	2	39	0	0
3	16	2	3	1	88	0	2
3	16	2	3	2	38	0	0
3	17	1	1	1	66	1	0
3	17	1	1	2	36	0	0
3	17	1	2	1	39	7	3
3	17	1	2	2	37	0	0
3	17	1	3	1	39	0	2
3	17	1	3	2	40	1	3
3	17	2	1	1	32	0	0
3	17	2	1	2	13	0	0
3	17	2	2	1	38	0	0
3	17	2	2	2	23	0	0
3	17	2	3	1	41	1	1
3	17	2	3	2	26	1	2
3	18	1	1	1	28	0	0
3	18	1	1	2	2	1	0
3	18	1	2	1	48	0	0
3	18	1	2	2	30	0	0
3	18	1	3	1	10	0	0
3	18	1	3	2	34	1	0
3	18	2	1	1	70	0	1
3	18	2	1	2	18	0	1
3	18	2	2	1	48	1	4
3	18	2	2	2	36	0	1
3	18	2	3	1	28	0	0
3	18	2	3	2	42	7	1
3	19	1	1	1	26	1	4
3	19	1	1	2	64	0	3
3	19	1	2	1	40	2	1
3	19	1	2	2	36	0	0
3	19	1	3	1	20	6	1
3	19	1	3	2	39	2	3
3	19	2	1	1	25	0	0
3	19	2	1	2	15	0	0
3	19	2	2	1	39	2	1

3	19	2	2	2	40	1	1
3	19	2	3	1	14	1	2
3	19	2	3	2	36	4	3
3	20	1	1	1	31	5	7
3	20	1	1	2	13	0	7
3	20	1	2	1	1	0	1
3	20	1	2	2	20	0	1
3	20	1	3	1	37	0	2
3	20	1	3	2	46	3	5
3	20	2	1	1	23	2	0
3	20	2	1	2	22	0	1
3	20	2	2	1	45	1	0
3	20	2	2	2	23	0	0
3	20	2	3	1	52	1	1
3	20	2	3	2	9	0	1
3	21	1	1	1	28	1	3
3	21	1	1	2	19	1	3
3	21	1	2	1	22	0	0
3	21	1	2	2	1	0	0
3	21	1	3	1	32	2	1
3	21	1	3	2	13	1	0
3	21	2	1	1	12	0	3
3	21	2	1	2	16	0	0
3	21	2	2	1	14	0	0
3	21	2	2	2	43	0	0
3	21	2	3	1	10	1	5
3	21	2	3	2	23	0	0
4	22	1	1	1	34	0	1
4	22	1	1	2	36	0	1
4	22	1	2	1	28	0	0
4	22	1	2	2	31	0	0
4	22	1	3	1	16	0	1
4	22	1	3	2	28	0	0
4	22	2	1	1	23	2	2
4	22	2	1	2	25	0	1
4	22	2	2	1	46	0	1
4	22	2	2	2	82	1	1
4	22	2	3	1	38	0	3
4	22	2	3	2	51	1	4
4	23	1	1	1	19	1	0
4	23	1	1	2	28	0	0
4	23	1	2	1	43	0	1
4	23	1	2	2	44	1	10
4	23	1	3	1	42	4	6
4	23	1	3	2	49	0	1
4	23	2	1	1	54	0	6
4	23	2	1	2	36	0	0
4	23	2	2	1	39	0	0
4	23	2	2	2	35	2	9
4	23	2	3	1	51	3	2

4	23	2	3	2	23	1	0
4	24	1	1	1	44	0	0
4	24	1	1	2	22	0	1
4	24	1	2	1	36	2	0
4	24	1	2	2	25	1	1
4	24	1	3	1	31	2	0
4	24	1	3	2	82	0	0
4	24	2	1	1	48	2	0
4	24	2	1	2	41	4	4
4	24	2	2	1	25	1	0
4	24	2	2	2	15	0	1
4	24	2	3	1	20	2	1
4	24	2	3	2	17	0	0
4	25	1	1	1	53	3	1
4	25	1	1	2	77	1	2
4	25	1	2	1	51	2	1
4	25	1	2	2	22	1	6
4	25	1	3	1	17	0	0
4	25	1	3	2	35	3	2
4	25	2	1	1	39	3	4
4	25	2	1	2	36	1	4
4	25	2	2	1	34	3	5
4	25	2	2	2	23	0	3
4	25	2	3	1	57	1	2
4	25	2	3	2	37	0	6
4	26	1	1	1	48	3	1
4	26	1	1	2	37	0	0
4	26	1	2	1	85	0	0
4	26	1	2	2	33	3	5
4	26	1	3	1	35	5	0
4	26	1	3	2	26	1	0
4	26	2	1	1	17	1	0
4	26	2	1	2	41	1	3
4	26	2	2	1	27	1	1
4	26	2	2	2	21	2	2
4	26	2	3	1	42	8	5
4	26	2	3	2	15	0	5
4	27	1	1	1	37	2	1
4	27	1	1	2	17	0	3
4	27	1	2	1	49	1	2
4	27	1	2	2	8	0	0
4	27	1	3	1	47	0	1
4	27	1	3	2	38	2	6
4	27	2	1	1	37	2	1
4	27	2	1	2	33	0	2
4	27	2	2	1	20	0	0
4	27	2	2	2	12	0	5
4	27	2	3	1	40	2	0
4	27	2	3	2	21	0	1
4	28	1	1	1	43	2	0

4	28	1	1	2	11	0	0
4	28	1	2	1	50	1	0
4	28	1	2	2	27	0	2
4	28	1	3	1	31	2	0
4	28	1	3	2	30	0	0
4	28	2	1	1	28	0	1
4	28	2	1	2	17	1	0
4	28	2	2	1	43	2	2
4	28	2	2	2	36	2	0
4	28	2	3	1	34	1	0

## Anexo 2. Glosario de formulaciones de los productos químicos.

### Glosario de formulaciones

**Ingrediente Activo:** "la parte biológicamente activa del plaguicida en una formulación". El plaguicida se compone del ingrediente activo, productos relacionados e impurezas, pudiendo contener pequeñas cantidades de aditivos.

**Formulación:** "la combinación de varios ingredientes para hacer que el producto sea útil y eficaz para la finalidad que se pretende."

**Coadyuvantes:** "sustancia que interviene en la formulación de un plaguicida o lo complementa para favorecer la adhesión, persistencia y a veces la exaltación del poder tóxico. Son coadyuvantes los humectantes, los adhesivos, los dispersantes, los desactivadores o deactivadores y los sinérgicos".

### CONCENTRADOS EMULSIONABLES (EC)

Estos preparados son soluciones que pueden llegar a contener una alta concentración de ingrediente activo. La mayoría de ellos están diseñados para mezclarlos con agua o aceite y contienen agentes tensoactivos y otros aditivos. Ellos pueden llegar a contener tanto como un kilogramo de i.a. por litro de producto.

**Usos principales:** presentan varios usos, como por ejemplo: sobre cultivos frutícolas, hortícolas, agrícolas y forestales, aplicaciones residuales sobre animales domésticos, depósitos de productos agrícolas y plagas de las construcciones (termitas, polillas, etc.). Ellos se pueden adaptar a variados equipos de aplicación, que van desde pulverizadores domésticos hasta de dilución hidráulicos, nebulizadoras, equipos de bajo volumen para aspersiones aéreas y pulverizadores de ultra bajo volumen.

**Ventajas:** en las formulaciones donde la concentración de i.a. es alta, el precio de i.a. por kilo de producto es bajo. Debido a que sólo se necesita agitar moderadamente el depósito, son especialmente adecuados para pulverizadoras de baja presión y bajo volumen. Estas formulaciones, por lo general, no son abrasivas y no se sedimentan cuando el equipo no está funcionando. En los casos de formulaciones con una alta concentración de i.a., la persona que lo aplica no necesita almacenar, transportar o manipular una gran cantidad de producto químico.

**Desventajas:** en los casos en que la concentración del i.a. es alta, si la preparación del plaguicida no se realiza cuidadosamente, resulta fácil suministrar dosis por debajo o por encima de lo recomendado. Es así que, como resultado de una mayor concentración que la recomendada, se puede causar daño a las plantas (fitotoxicidad). Debido a la alta concentración, a su estado líquido, y porque ellos contienen solventes orgánicos que son lipofílicos (afinidad por la piel), presentan un riesgo para las personas que manejan y usan estos productos. Además, medidas adicionales deben ser tomadas para el almacenamiento de estos productos debido a que muchos son inflamables. A causa de sus solventes, la mayoría de los concentrados provocan el deterioro rápido de las mangueras de goma, juntas, piezas de la bomba, a no ser que estén fabricadas de goma de neopreno o que sean resistentes a los solventes (por ejemplo, teflón).

### **SUSPENSIONES CONCENTRADAS (SC)**

Algunos plaguicidas pueden ser fabricados sólo como materiales sólidos, no como líquidos. A menudo estos plaguicidas se formulan como suspensiones concentradas o floables. Las suspensiones concentradas se hacen a partir de material sólido finamente triturado, el cual está en suspensión en un líquido. De esta manera, ellos pueden mezclarse con agua y pueden ser aplicados. Las suspensiones concentradas son similares a los concentrados emulsionados y se usan de la misma manera. Las suspensiones concentradas, comúnmente no obstruyen los picos y necesitan bastante agitación para mantener el sólido suspendido.

- EC Concentrado emulsionable Líquido homogéneo para ser aplicado como emulsión, luego de ser diluido en agua.
- EO Emulsión, agua en aceite Fluído heterogéneo por dispersión de finos glóbulos de agua con activo en fase continua en un líquido orgánico.



- EW Emulsión, aceite en agua Fluido heterogéneo por dispersión de finos glóbulos de un líquido orgánico con activo, en fase continua en agua.
- SC Suspensión concentrada Líquido con el activo en suspensión estable, para aplicar diluido en agua.
- CS Suspensión de encapsulado Suspensión estable de cápsulas conteniendo sustancia (s) activa (s), en líquido, para aplicar diluida en agua.
- SL Concentrado soluble Líquido homogéneo que, al ser diluido en agua, forma una solución verdadera del activo, pudiendo contener auxiliares de formulación insolubles.
- SP Polvo soluble Polvo para aplicación luego de la dilución de la (s) sustancia (s) activa (s) en agua, en forma de solución verdadera, pudiendo contener auxiliares de formulación insolubles.
- SE Suspo - emulsión Formulación heterogénea fluida consistente de una dispersión estable de sustancias activas en la forma de partículas sólidas y glóbulos finos en una fase acuosa continua.
- SG Granulado soluble Gránulos para aplicación luego de la disolución de la (s) sustancia (s) activa (s) en agua, en forma de solución verdadera, pudiendo, sin embargo, contener auxiliares de formulación insolubles.
- TB Tabletas Productos sólidos en forma de tabletas pequeñas para aplicar en forma directa luego de su disolución o dispersión en agua.
- BR Briquetas Bloques sólidos diseñados para la liberación lenta del activo en el agua.
- WP Polvo mojable Polvo para aplicar como suspensión, luego de ser dispersado en agua.
- WG Granulado dispersable Gránulos para aplicación en forma de suspensión , luego de su desintegración y dispersión en agua.
- GL Gel emulsionable Formulación gelatinizada para ser aplicada como una emulsión en agua.
- GW Gel soluble Formulación gelatinizada para ser aplicada como solución acuosa.
- DC Concentrado dispersable Líquido homogéneo para ser aplicado como dispersión, luego de ser diluido en agua.
- PC Gel o pasta concentrada Formulación sólida para ser aplicada como un gel o una pasta después de diluirla con agua.