

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA CAMPUS SUR

Facultad de Ingeniería



Evaluación de 6 extractos vegetales sobre la dinámica poblacional del barrenador del tallo (*Diatraea crambidoides*) de la caña de azúcar (*Saccharum* spp).

Trabajo de graduación presentado por:

Nery Fernando Valey de los Reyes

para optar al grado de Licenciado en Tecnología Agrícola y Pecuaria

Guatemala

2020

Evaluación de 6 extractos vegetales sobre la dinámica poblacional del barrenador del tallo (*Diatraea crambidoides*) de la caña de azúcar (*Saccharum* spp).

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA CAMPUS SUR

Facultad de Ingeniería



Evaluación de 6 extractos vegetales sobre la dinámica poblacional del barrenador del tallo (*Diatraea crambidoides*) de la caña de azúcar (*Saccharum* spp).

Trabajo de graduación presentado por:

Nery Fernando Valey de los Reyes

para optar al grado de Licenciado en Tecnología Agrícola y Pecuaria

Guatemala


2020

Vo. Bo.:

(f) 
Ing. Marisoliany Guzmán Castañeda

Tribunal examinador:

(f) 
Ing. Marisoliany Guzmán Castañeda

(f) 
Ing. Susana García Escobar

(f) 
Ing. Claudia María Meléndrez García

PREFACIO

En la Costa Sur de Guatemala los ingenios azucareros integran estrategias para el control de plagas y enfermedades durante el desarrollo del cultivo de caña de azúcar (*Saccharum* spp.), desde la selección de variedades resistente, prácticas de control físico eliminando el organismo si se encuentra presente; mecánico con la preparación de suelos; etológico llevando a cabo las trampas y el control biológico con la liberación de enemigos naturales para combatir dichas plagas. El Ingenio Pantaleón S.A. ubicado en la zona cañera de la Costa Sur de Siquinalà, Escuintla con el procesamiento responsable de caña de azúcar para la producción de azúcar, mieles, alcoholes, y energía eléctrica, en la parte agrícola han innovado con el paso del tiempo el control de plagas y enfermedades que es un pilar fundamental en la producción y rendimiento, en el departamento de investigación con la implementación del laboratorio biológico para reproducción de enemigos naturales y microorganismos entomopatógenos, siendo una corporación que busca alternativas sustentables con el medio ambiente.

Es así como se indagó en el tema de control para el barrenador de la caña de azúcar *Diatraea* spp. en el Centro Guatemalteco de Investigación de la Caña de Azúcar (CENGICAÑA), seleccionando la exploración en el tema de productos orgánicos para manejo de poblaciones del insecto, con referencia hacia el departamento de plagas del ingenio. Los extractos vegetales seleccionados para la evaluación se escogieron debido a la referencia de su uso en hortalizas, con la interrogante de los efectos en su uso en el cultivo. El sitio de la experimentación fue el litoral y parte media de la zona productora debido a los cambios en la ubicación de las poblaciones del lepidóptero; además de ser zonas representativas al haber sido afectadas en zafras anteriores por el insecto.

Esta investigación está dedicada principalmente a Dios, el ser supremo ya que él es la razón de mi vida porque sin él no hubiera llegado hasta este momento, por fortalecerme cada día y animarme a seguir luchando por graduarme, mi padre por haberme apoyado económicamente con mis estudios y mi madre por su apoyo y motivación a seguir superándome en la vida para ser una persona profesional, mis hermanos por apoyarme con consejos y motivación a cumplir la meta además la participación de: Ing. Marisoliany Guzmán Castañeda por su asesoría técnica, la Universidad del Valle de Guatemala, Campus Sur, por darme la oportunidad de crecer como un profesional e investigador en busca de nuevos retos, a CENGICAÑA en la unidad de Manejo Integrado de Plagas de parte del ing. Manuel Márquez y Técnico Elías de León además de a todas aquellas personas que de una u otra manera colaboraron en la realización de la presente investigación; el ingenio Pantaleón por otorgarme el apoyo financiero para terminar mis estudios, al Ingeniero Erick Corado por el apoyo al ingresar a la empresa como empleado.

ÍNDICE

	Página
PREFACIO	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
ÍNDICE DE TABLAS	viii
RESUMEN.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS.....	3
III. JUSTIFICACIÓN.....	4
IV. MARCO TEÓRICO	5
V. MARCO METODOLÓGICO	17
VI. RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	24
VII. CONCLUSIONES	29
VIII. RECOMENDACIONES.....	30
XI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Ciclo biológico del barrenador de la caña de azúcar	6
Figura 2. Corte longitudinal de tallo de caña de azúcar con galerías ocasionadas por la larva <i>D. crambidoides</i>	8
Figura 3. Daño en dos entrenudos provocados por una larva <i>D. crambidoides</i> de 15 días de edad. 8	
Figura 4. Perforación provocada por el barrenador	12
Figura 5. Larvas del barrenador (a) y el daño por el muermo (b)	12
Figura 6. Larvas de <i>D. saccharalis</i> (izquierda) y <i>D. crambidoides</i> (derecha), con detalle en el tubérculo mesotorácico	12
Figura 7. Zytron	14
Figura 8. Bralic	15
Figura 9. Sucre active	15
Figura 10. Canelys	16
Figura 11. Potenz I.A.....	16
Figura 12. Plano de las dos fincas	17
Figura 13. Distribución de tratamientos en el campo finca Agua Blanca.....	22
Figura 14. Distribución de tratamientos en el campo finca Bálsamo	23
Figura 15. Aplicación foliar	24
Figura 16. Toma de datos	24
Figura 17. Tendencia de los productos	25

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1. Condiciones climáticas de las fincas.....	18
Tabla 2. Tratamientos a evaluar y el volumen de mezcla.....	19
Tabla 3. Información de las fincas.....	19
Tabla 4. Promedios de los tratamientos.....	26
Tabla 5. Análisis de varianza del muestreo realizado en finca el Bálsamo el 27/10/2019	26
Tabla 6. Análisis de varianza del muestreo realizado el 23/11/2019.....	27
Tabla 7. Análisis de varianza del muestreo realizado el 23/12/2019.....	27

RESUMEN

En las fincas cañeras de Ingenio Pantaleón se han presentado daños por presencia del barrenador de caña de azúcar *Diatraea crambidoides*, ocasionando pérdidas en general de 0.90% y según estudios de CENGICAÑA-CAÑAMIP (2010 – 2011) se pierden 0.36 kg de azúcar/ tonelada/1% de intensidad de infestación. En finca Bálsamo y Agua Blanca el índice de infestación al 2018 fue de 8%; es por ello que se ha realizado una investigación para analizar la capacidad de repelencia o atracción de 6 extractos vegetales en un diseño de bloques completamente al azar, determinando que 2 de ellos (Bralic y Potenz) fueron repelentes además de ser los que ocasionaron mayor control sobre el insecto y Sucre Active, Canelys y Zytron 20 SL fueron atrayentes. Estadísticamente solo el tratamiento Zytron, presentó diferencia significativa únicamente en la primera fecha de muestreo según el análisis ANDEVA.

Se recomienda realizar evaluaciones en áreas comerciales para ratificar el efecto en la disminución del daño en el cultivo de la caña de azúcar con los productos evaluados en esta investigación además de otros.

I.INTRODUCCIÓN

El cultivo de caña de azúcar es uno de los más fuertes en la costa sur de Guatemala ya que representa el 3% del producto interno bruto (PIB) nacional y promueve 425 mil empleos directos e indirectos, de los cuales 32 mil son cortadores de caña por tal razón se considera como uno de los pilares fundamentales en la economía del país.

Debido a la caída de los precios del azúcar internacionales con un 12%, es una exigencia producir de manera sustentable cuidando los recursos. De allí la importancia que las condiciones como riego, fertilización, control de plagas y malezas del cultivo de la caña de azúcar sean las más idóneas para producir. Dentro de este cultivo, como en cualquier otro, se presentan diferentes problemas importantes como lo son las plagas y enfermedades, que, de no manejarse adecuadamente, pueden causar grandes pérdidas económicas como en el caso de *Diatraea crambidoides*, que daña 0.36 kg Az /t/1% de intensidad de infestación, considerando que Márquez (2012) indicó 73% de abundancia relativa en el estrato bajo y litoral de la zona cañera.

El barrenador del tallo *Diatraea crambidoides*, es una de las plagas que pueden ocasionar una situación adversa en la producción de azúcar en la agroindustria guatemalteca. Es un Lepidóptero de la familia Pyralidae, por el tipo de daño que provoca en los tallos de la planta, su daño representa 0.80 kg de azúcar por hectárea por cada 1% de Intensidad de Infestación (% de entrenudos dañados por la larva) según Márquez (2010). La importancia de las pérdidas, por esta plaga, es lo que provoca investigar con los propósitos de detectar las causas que favorecen al aumento de la población del insecto y probar los productos atrayentes o repelentes, así como identificar las posibles soluciones para que esta disminuya.

El Manejo Integrado de Plagas (MIP) es un concepto amplio que se refiere a un sistema de manejo de poblaciones plagas, que utiliza todas las técnicas adecuadas en una forma compatible, para reducir dichas poblaciones y mantenerlas por debajo de aquellos niveles capaces de causar daño económico según (Smith y Reynolds, 1966).

“Push-Pull” es una estrategia que involucra la selección de especies de plantas que pueden utilizarse como “cultivo trampa” para fomentar la colonización fuera del cultivo de caña, el efecto atrayente o bien utilizarlas como “cultivo intercalado” para repeler al barrenador del género *Diatraea crambidoides*.

Por ello se evaluaron 7 extractos vegetales sobre la dinámica población del lepidóptero en finca el Bálsamo ubicada a 714°4'41.52" N y 157° 35' 24" W y Agua Blanca con coordenadas 712°55'42.6"

N y 156°12'35.99" W utilizaron 6 productos para analizar su capacidad como atrayentes o repelentes para contrarrestar las poblaciones del barrenador de manera orgánica para no provocar daños al medio ambiente incluyendo un testigo; siendo: Bralic, Zytron 20 SL, Sucre Active, Canelys y Potenz IA. El diseño estadístico fue bloques completamente al azar con 4 repeticiones con 210 m² / tratamiento, la incertidumbre fue de si al menos uno de ellos tenía relación directa con tal efecto o no. Se realizaron muestreos de densidad y de daño del barrenador a una muestra/parcela.

Las limitantes de la investigación fueron: se excluyó el conteo de tallos no molederos o "mamones", los costos de la aplicación, el rango de emigración del insecto cercano al área de evaluación, el posible efecto del tipo de formulación de los extractos en el insecto y los efectos climáticos en los productos en campo.

Los productos Bralic y Zytron categorizados como repelentes presentaron la mayor disminución de intensidad de infestación con reducciones de 3.6% y 1.4%. Los atrayentes fueron: Canelys y Potenz IA con 4% y 2.27% de aumento de presencia del insecto visualizado según los daños encontrados.

II. OBJETIVOS

A. General

Analizar el efecto atrayente o repelente de 6 extractos vegetales en la dinámica poblacional del barrenador del tallo de la caña de azúcar (*Saccharum* spp), variedad CG02-163 en Ingenio Pantaleón.

B. Específicos

- ✓ Determinar los mejores productos para minimizar el daño del barrenador en finca Bálsamo y Agua Blanca.
- ✓ Determinar el efecto atrayente o repelente de cada uno de los extractos vegetales a evaluar.
- ✓ Determinar el porcentaje de reducción en el índice de infestación del barrenador con los diferentes productos.

III. JUSTIFICACIÓN

Dentro de los factores que afectan la producción en la agricultura se encuentran los bióticos y abióticos. Incluyéndose entre los factores bióticos, a las plagas, que son organismos vivos que puedan interferir en el desarrollo normal de otro ser vivo al alimentarse de este último para poder perpetuar su especie. En nuestro caso particular, para el cultivo de la caña de azúcar *Saccharum* spp., entre las plagas primarias se identifica a los barrenadores del tallo del género *Diatraea* que por su hábito de alimentación provoca grandes pérdidas en dicho cultivo.

Los barrenadores del genero *Diatraea*, son una de las plagas más importantes en el cultivo de la caña de azúcar, ya que afectan el contenido de azúcar en los tallos, a causa de la inversión de la sacarosa, debido a la formación de azúcares reductores causados principalmente por el hongo *Colletotrichum falcatum* que se prolifera en las galerías. El daño más sustancial es el que se produce en la fábrica, la reducción en el tonelaje parece no ser significativa, pero sí en la calidad de jugo, además se desarrolla el muermo rojo que produce reducciones en el Pol, Brix y aumenta el porcentaje de fibra.

Estudios de CENGICAÑA-CAÑAMIP 2010-2011 indican que el factor de pérdida es de 0.36 kg azúcar por tonelada, lo que representa 0.80 kg de azúcar por hectárea por cada 1% de Intensidad de Infestación (% de entrenudos dañados por la larva), bajo este concepto parte el investigar posibles soluciones para mitigar las pérdidas en la calidad de jugo y a través de un producto orgánico que disminuya la dinámica poblacional del barrenador con una producción sustentable; ya que las mayores pérdidas ocurren en el estrato litoral y debido a que en los datos que el ingenio consolida, la plaga del barrenador emigró a la parte media según registros en finca Bálsamo y Agua Blanca con un promedio de 8% del índice de infestación al 2018.

IV. MARCO TEÓRICO

Descripción de la caña de azúcar La caña de azúcar es una gramínea perenne, y que además posee la característica de ser una de las mejores captadoras de energía y transformadoras de carbohidratos en azúcares; se ubica dentro del género *Saccharum* y tiene asignada la especie *Saccharum* spp.

A. Clasificación taxonómica del barrenador

Clase: Insecta.

Orden: Lepidoptera.

Familia: Pyralidae.

Género: *Diatraea*

Especie: *Diatraea saccharalis* y *Diatraea crambidoides*

B. Principales plagas de caña de azúcar

Entre las principales plagas que afectan el cultivo de caña de azúcar, debido al área afectada y las pérdidas económicas que provocan están: los Barrenadores del tallo (*Diatraea saccharalis*; *Diatraea crambidoides*), Chinche salivosa de la caña de azúcar (*Aeneolamia postica* y *Prosapia simulans*), y Rata (*Sigmodon hispidus*). (Quiroa, 2018)

C. Barrenadores del tallo

La biología de las especies de *Diatraea* indica que ambas colocan huevos agregados en posturas y requieren entre cinco y seis días para eclosionar. El período de desarrollo larval es significativamente diferente, ya que en *D. saccharalis* es de 21 a 23 días, en tanto que en *D. crambidoides* se prolonga de 46 a 53 días. Es por ello que el ciclo promedio de vida se estima entre 41 y 57 días, respectivamente. El período de pupa requiere de 3 a 5 días, luego emergen los adultos, que viven de tres a cuatro días en promedio. Rara vez se ven los adultos en el campo, ya que son de hábitos nocturnos y voladores de poco alcance, atraídos por las luces artificiales nocturnas (Márquez, 2015)

D. Características biológicas

Los barrenadores del tallo de la caña de azúcar del género *Diatraea* presentan reproducción normal y metamorfosis holometabola o completa, caracterizada por presentar su desarrollo biológico por fases diferenciadas que comprenden los estados de huevo, larva, pupa y adulto. (Quiroa, 2018)

E. Ciclo biológico

El ciclo de vida del barrenador consta de 4 estados de desarrollo: huevo, larva, pupa y adulto. (Figura 1). La duración de cada uno, difiere según especie, el hospedante y las condiciones climáticas del estudio.

Figura 1. Ciclo biológico del barrenador de la caña de azúcar



Fuente: Francisco Badilla 2015

1. **Huevos.** Los huevos se colocan en masa, superpuestos como escama de pescado. Los huevos son ovalados, elípticos, aplanados y el tamaño varía de acuerdo a la especie. Están 18 unidos entre sí y al sustrato mediante una sustancia producida por la glándula accesoria de la hembra al momento de la oviposición y el corión presenta una reticulación irregular con la huella dejada en ellos por las células foliculares del ovario durante el proceso de ovogénesis.

2. **Larvas.** Es una larva eruciforme típica del orden Lepidóptera, sin setas secundarias. Con patas y propatas normales. Ganchos de las propatas triordinales en círculo completo y en banda longitudinal en la propata anal. La cabeza de la larva es de color ámbar y esta armada con fuertes mandíbulas masticadoras que le permiten perforar el tallo de la caña de azúcar y de otras plantas hospedantes que utiliza en su alimentación. El estado larval comienza con la eclosión de las larvas que emergen después de romper el corión de los huevos, el crecimiento está caracterizado por instares de desarrollo sucesivos.

Las larvas completamente desarrolladas pueden medir de 15 a 25 mm y regularmente aparece en números de una por tallos de caña de azúcar atacado y en menor proporción de 2 a 3. Excepcionalmente se encuentran tallos con 4 o más orugas en su interior, y 19 cuando esto sucede, generalmente estas son muy pequeñas.

3. **Pupa.** La pupa del barrenador es del tipo adéctica que está caracterizada porque los órganos bucales no son móviles y pertenece a la forma obtécta en donde los apéndices corporales se pueden observar, pero están fuertemente pegados al cuerpo mediante una secreción especial o liquido exubial. En el extremo terminal presenta el poro genital, el cual se utiliza para diferenciar el sexo, las pupas recién formadas son casi blancas, tomando a las pocas horas una coloración caoba.

4. **Adultos.** El adulto e imago del barrenador es una pequeña polilla de color pajizo de poco más de 1 cm de longitud y que en estado de reposo une las alas y forma un ángulo obtuso con el vértice hacia la parte dorsal. Los machos, son generalmente más pequeños que las hembras y tienen el abdomen más fino y las alas más oscuras que estas. Los adultos constituyen el estado de mayor movilidad del insecto, el cual puede desplazarse mediante el desarrollo de sus funciones vitales.

Las hembras fecundadas realizan la oviposición, generalmente durante la noche, sobre el haz y envés de las hojas de la caña de azúcar. La oviposición es cercana a la nervadura central y en la dirección de este, aunque con mayor frecuencia las oviposiciones se localizan en el envés cerca de la base o del ápice.

Las hembras ponen como promedio alrededor de 300 huevos, más del 80% fértiles. La producción de huevos fértiles puede comenzar dentro de las siete primeras horas después de la copula y continua hasta el sexto o séptimo día de vida de la hembra, siendo mayor en los primeros días. La duración de los imagos alimentados con una solución de azúcar al 30% o con miel al 15% fue de 2 a 9 días con un promedio de vida de 4.5 días para las hembras y 4.1 días para los machos. Este autor indico que el número de huevos puesto por la hembra depende la humedad relativa. En el insectario a una temperatura de 25 grados centígrados y una humedad relativa de 80% las hembras ovipositaron el 75.90% de la fecundidad total, mientras que a igual temperatura pero en una humedad relativa de 60% las oviposiciones fueron del 36.3% (4) (Quiroa, 2018)

F. Daño del barrenador

Cuando las larvas emergen se alimentan inicialmente de las células de parénquima de las hojas durante 2 o 3 días, antes de penetrar al tallo. Después de la primera muda, ingresan por las yemas o por la zona de la vaina de la hoja, en la sección superior, para formar galerías internas que pueden ser transversales, longitudinales, o ambas. La literatura informa que características como la dureza de la epidermis y el contenido de fibra son elementos que limitan la entrada de larvas y permiten a distintas variedades de caña comportarse en forma diferente al barrenador.

En las figuras 2 y 3, se puede observar las galerías ocasionadas por una larva de *Diatraea crambidoides* de 15 días, infestada de manera artificial, para pruebas donde se determinó que una larva de esa edad puede barrenar 2 entrenudos antes de cambiar de mudar a crisálida. (Quiroa, 2018)

Figura 2. Corte longitudinal de tallo de caña de azúcar con galerías ocasionadas por la larva *D. crambidoides*



Fuente: Urizar 2018

Figura 3. Daño en dos entrenudos provocados por una larva *D. crambidoides* de 15 días de edad



Fuente: Urizar 2018

1. **Duración del desarrollo.** La duración del desarrollo de los insectos está determinada por las características biológicas inherentes a las especies que conforman esta clase; no obstante, para cualquier especie, las condiciones en que ocurre el desarrollo influyen notablemente en su duración, debido, fundamentalmente, a que estas pueden aumentar o disminuir el tiempo de ocurrencia de los fenómenos vitales, de esta forma, la temperatura, humedad relativa, cantidad y

calidad de los alimentos y otros factores ecológicos pueden hacer variar, en mayor o menor grado, la duración del desarrollo. (Morales, 2008)

Las temperaturas para la propagación del barrenador oscilan de 30° a 34° con una humedad relativa de 35 a 50 %.

2. Daño e importancia económica. El daño de los barrenadores en caña de azúcar puede pasar fácilmente desapercibido durante el desarrollo del cultivo, debido al hábito de las larvas de permanecer durante su desarrollo dentro del tallo y el cañaveral no muestra síntomas externos alarmantes. Muchas veces el daño se detecta hasta en el proceso de fábrica al observar bajos rendimientos. El daño puede ocurrir durante la germinación, en plantas en amacollamiento o en tallos en elongación y maduración, afectando los procesos de producción y fabrica. Este daño resulta de la actividad alimentaria de las larvas y la construcción de galerías. En el caso de caña pequeña, el mayor daño se atribuye al atraso en el crecimiento de las plantas cuando las larvas producen galerías verticales que pueden alcanzar el meristemo apical y causarles la muerte (corazón muerto).

En caña de 2 meses en adelante, se pueden observar dos tipos de daño: si afecta el ápice vegetativo, el tallo producirá una proliferación de brotes laterales (lalas), y la planta invertirá energía en ellos; si el daño resulta de la perforación en los tallos, las galerías favorecen la entrada del hongo *Colletotricum falcatum*, que da paso a la enfermedad conocida como muermo rojo, que afecta la calidad del jugo, reduce el Pol, Brix y aumenta el porcentaje de fibra. Estudios realizados en CENGICAÑA (1,996), se determinó que por cada 1 por ciento de intensidad de infestación (i.i.), las pérdidas se incrementan en 0.69 kilogramos de azúcar por tonelada de la variedad CP722086.

G. Umbral económico.

El nivel de daño económico (NDE), es la densidad poblacional de la plaga en la cual el costo del combate equivale al beneficio económico esperado como resultado de la actividad de control. El umbral económico o de acción, se define generalmente como la densidad poblacional de la plaga, en la cual el productor se debe basar para iniciar la acción fitosanitaria y evitar que la plaga sobrepase el NDE en el futuro. El umbral económico es variable y depende de la variedad, del estrato altitudinal, del costo de control y del precio de venta del producto. El nivel de daño económico (NDE), se deriva de la siguiente fórmula:

Ecuación 1. Nivel de daño económico

$$NDE = \frac{C}{KPD}$$

Donde:

NDE = nivel de daño económico

C = costo de la medida de control (Q/ha)

K = coeficiente de perdida (kg/ii)

P = precio de venta del producto (Q/kg)

D = porcentaje de eficiencia de la medida de control (en decimales)

En Guatemala actualmente se desarrollan estudios de nivel de daño y umbral económico, aplicando los componentes de la formula, según sus condiciones, sin embargo, ingenios como La Unión/Los Tarros utilizan 1.5 por ciento de i.i. como umbral de acción, Pantaleón concepción y Magdalena utilizan 3 y Santa Ana 1.7.

H. Control de barrenadores del tallo.

Para las condiciones climáticas guatemaltecas las dos prácticas eficientes para el control de barrenadores del tallo son:

- Control preventivo con labores culturales.
- Control curativo con parasitoides de huevos y larvas.
- Control biológico

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

Cinco especies de parasitoides han mostrado buen potencial de control, facilidad de cría masiva y variados niveles de adaptabilidad en países vecinos y de condiciones similares a las de Guatemala, siendo estos: *Trichogramma exiguum* Pinto y Platner (parasitoide de huevos), *Cotesia flavipes* Cameron, *Billaea claripalpis* (Wulp), *Lixophaga diatraeae* (Townsend), *Lydella minense*. (Díaz G. R., 2009)

Las liberaciones en Guatemala se iniciaron a partir de 1993 en los ingenios La Unión/Los Tarros y se han incrementado progresivamente en los ingenios Pantaleón/Concepción, La Unión, Magdalena y Santa Ana. Actualmente en Guatemala los parasitoides larvales que se utilizan son: *Cotesia flavipes*, *Aprostocetus* spp y *Trichogramma exigum*, parasitoide de huevos, también se ha incrementado el uso de nuevos bioinsecticidas formulados a base de *Bacillus thuringiensis* y algunos virus como el Virus de la Poliedrosis Nuclear (VPN) y el Virus de la Poliedrosis

Citoplasmática (VPC). Durante la zafra 2013-2014 se han reportado controles mayormente con *Cotesia flavipes* en aproximadamente 23 mil hectáreas, *Trichogramma* con 300 hectáreas, *Aprostocetus* spp. con 4 mil y bioinsecticidas a base *Bacillus thuringiensis* con más de 8 mil hectáreas en áreas con daño superior al 2 por ciento, mayormente en el estrato litoral de la zona cañera. (Torres, 2015)

1. Estrategias de manejo de los barrenadores en caña de azúcar. El manejo integrado de los barrenadores se basa en la implementación de prácticas agrupadas en tres fases: 1) prevención, 2) detección y 3) control. Para orientar las acciones preventivas y de control es necesario llevar un registro de los niveles de infestación en cada lote, y finca a través de las principales fases fenológicas del cultivo. Esto permite clasificar las áreas problemáticas, de riesgo y sin problemas, con base en la intensidad de infestación, alcanzada en la zafra anterior. Las áreas de riesgo son aquellas cuyos niveles de intensidad se mantienen muy cerca del umbral de acción que oscilan en un rango de 735 larvas promedio por hectárea. En tanto que las aéreas sin problemas son aquellas que generalmente mantienen una intensidad de infestación menor al umbral de acción establecido. Este umbral de acción está relacionado a estudios sobre nivel de daño económico, sin embargo, puede variar dependiendo del área, edad del cultivo y el valor económico de la práctica de control. (Díaz H. M., 2014)

2. Importancia económica. El daño de los barrenadores en caña de azúcar puede pasar fácilmente desapercibido durante el desarrollo del cultivo, debido al hábito de las larvas de permanecer durante su desarrollo dentro del tallo y el cañaveral no muestra síntomas externos alarmantes. Muchas veces el daño se detecta hasta el proceso de fábrica al observar bajos rendimientos.

El daño puede ocurrir durante la germinación, en plantas en macollamiento o tallos en elongación y maduración, afectando los procesos de producción y fábrica, este daño resulta de la actividad alimentaria de las larvas y construcción de galerías. En el caso de caña pequeña, el mayor daño se atribuye al atraso en el crecimiento de las plantas cuando las larvas producen galerías verticales que pueden alcanzar el meristemo apical y causar la muerte (corazón muerto).

En caña de 2 meses en adelante, se pueden observar dos tipos de daño: si afecta el ápice vegetativo el tallo producirá una proliferación de brotes laterales, y la planta invertirá energía en ellos; si el daño resulta de la perforación en los tallos, las galerías favorecen la entrada del hongo *Colletotrichum falcatum*, responsable del muermo rojo, que afecta la calidad del jugo, reduce el pol, Brix y aumenta el porcentaje de fibra. (Díaz G. R., 2009)

Figura 4. Perforación provocada por el barrenador



Fuente: CENGICAÑA-CAÑAMIP 2010

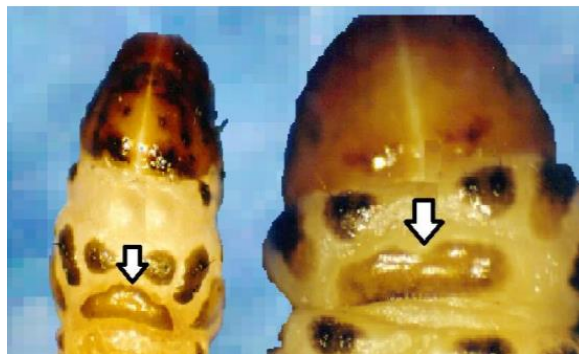
Figura 5. Larvas del barrenador (a) y el daño por el muermo (b)



Fuente: CENGICAÑA-CAÑAMIP 2010

3. Identificación de *Diatraea* spp. Las larvas de *D. crambidoides* se caracterizan por poseer un tubérculo mesotorácico dorsal en forma de "V" alargada con una incisión media anterior, en tanto que *D. saccharalis* presenta un tubérculo mesotorácico dorsal alargado transversalmente y redondeado en la parte anterior.

Figura 6. Larvas de *D. saccharalis* (izquierda) y *D. crambidoides* (derecha), con detalle en el tubérculo mesotorácico



Fuente: CENGICAÑA-CAÑAMIP 2010

En condiciones naturales de las zonas cañeras de Guatemala, se ha determinado que el ciclo de vida promedio para *D. crambidoides* y *D. saccharalis* de 57 y 41 días, respectivamente, observando que el estado larval de *D. crambidoides* es de 16 días mayor que *D. saccharalis*.

4. Control de barrenadores del tallo. Para las condiciones climáticas guatemaltecas las dos prácticas eficientes para el control de barrenadores del tallo son:

- ✓ Control preventivo con labores culturales.
- ✓ Control curativo con parasitoides de huevos y larvas.

a. Medidas culturales preventivas. Mediante la intervención de la mano del hombre dentro del hábitat natural del insecto, estas medidas tienen como objetivo reducir las futuras infestaciones del barrenador, creando un ambiente menos favorable o adverso para el desarrollo del mismo. Dentro de estas prácticas de importancia se recomiendan las siguientes:

- Cosecha en bloques: Para evitar que las palomillas del barrenador emigren de cañaverales viejos hacia aquellos más jóvenes.
- Priorización de corte: Para dar preferencia en la cosecha a las áreas con los mayores índices de infestación y evitar el gradual deterioro de la caña y su pérdida de azúcar.
- Reducción del intervalo entre corte y molienda: Para entregar en menos de 24 horas la caña de aquellas áreas con más del 5% de i.i. y evitar mayor deterioro químico y biológico.
- Corte a ras del suelo: Para evitar que las larvas encuentren protección en la base de la caña.
- Destrucción de rastrojos de caña: Es necesario destruir la caña entera, puntas y mamones que se quedan después del corte porque sirven de refugio y alimento a las larvas. Lo ideal es incorporarlos al suelo, pero si esto no es posible, lo recomendable es la quema de los mismos.
- Eliminación de hospedantes alternos: Los barrenadores del género *Diatraea* atacan deferentes especies de gramíneas, ya sean estas malezas o cultivos, de donde emigran a la caña de azúcar. No es conveniente intercalar, asociar o rotar gramíneas con el cultivo de caña de azúcar. Si las áreas del cultivo colindan con otras gramíneas, estas deben monitorearse con prioridad.
- Mejoramiento del drenaje interno del suelo: Para eliminar el exceso de humedad durante la época lluviosa, ya que esto favorece a la reproducción del barrenador y el crecimiento de malezas hospedantes.
- Entresaque: Que consiste en eliminar las plantas infestadas con síntomas de tallos marchitos. Esta práctica se recomienda en los dos primeros meses del cultivo y en áreas de alta infestación para interrumpir el ciclo de la plaga.

– Semilla limpia: Con el propósito de evitar el traslado de semilla de lugares altamente infestados a lugares de baja infestación.

– Variedades resistentes: Mathes y Charpentier indican que la resistencia al barrenador está relacionada con los siguientes factores:

- Características morfológicas de la hoja poco atractiva para la oviposición (olor, superficie, ancho y firmeza de la hoja).

- Características desfavorables de la planta para evitar la entrada de los barrenadores (dureza de la nervadura de la hoja, materia seca del primordio foliar, dureza de la corteza, capa de cera y color del tallo).

- Efectos adversos de la planta sobre el desarrollo de los barrenadores, generalmente causados por ciertos caracteres físicos nutricionales de los tejidos de la planta.

- Tolerancia o habilidad para producir bien a pesar de altas infestaciones. (Díaz G. R., 2009)

5. ¿Qué es un repelente? Los repelentes son productos con propiedades organolépticas que repelen las plagas, ya que su actividad va dirigida a alejar a los organismos nocivos de los lugares donde producen el daño, ejemplos de repelentes son los compuestos derivados del ajo que repelen a los roedores en el cultivo. (Rodríguez, 2017)

6. ¿Qué es un atrayente? Los atrayentes son productos químicos que atraen a los insectos u otros organismos, ya sea por atracción sexual o a través de feromonas sexuales u hormonas sintéticas, o atrayentes alimenticios (cebos). (Rodríguez, 2017)

a. Zytron 20 SL. Composición: extracto de semilla de cítricos 20%. Producto de origen natural procedente de extractos de cítricos, indicado como fortificante de la planta. (Terralia, 2017)

Figura 7. Zytron



Fuente: Terralia 2017

b. **Bralic**. Está compuesto con base de extracto esencial de ajo, el cual es absorbido por el sistema vascular de la planta, alterando el sistema enzimático, provocando cambios en la transpiración mediante la modificación de los jugos intracelulares. Enmascara el efecto de las feromonas producidas por los insectos, rompiendo el ciclo de vida de los mismos. Desvía los hábitos alimenticios de los insectos y ataca su sistema nervioso central mediante sustancias azufradas llamadas alomonas. (ADAMA , 2019)

Figura 8. Bralic



Fuente: ADAMA 2019

c. **Sucre active**. Contiene feromonas aromáticas y el complejo enzimático GMS (Glutamato monosódico) que reactiva los procesos biológicos primarios de trips y otros insectos perjudiciales provocando su movilidad por la planta y la salida de los lugares ocultos, lo que facilita el contacto de estos con las materias activas empleadas en el tratamiento. (Pafesa, 2018)

Figura 9. Sucre active



Fuente: Pafesa 2018

d. Canelys. Es un concentrado emulsionable, elaborado a base de extracto de canela (*Cinnamomum zeylanicum*), que actúa como un acaricida/insecticida orgánico, ejerciendo una acción de control por contacto contra ácaros y trips que atacan a los cultivos, a la vez tiene efecto repelente de otras plagas. También inhibe el desarrollo de patógenos, controlando así enfermedades causadas por bacterias y hongos que atacan a las plantas en viveros ornamentales y en jardines domésticos e industriales. (Atlántica Agrícola, 2018)

Figura 10. Canelys



Fuente: Atlántica Agrícola 2018

e. Potenz I.A. Es un insecticida y acaricida con principios activos de origen natural, resina de Neem, Es un potente ovicida al alterar la cutícula de las células expone los organismos al medio provocando su destrucción. (Nutrivesa , 2019)

Figura 11. Potenz I.A



Fuente: Nutrivesa, 2019

V. MARCO METODOLÓGICO

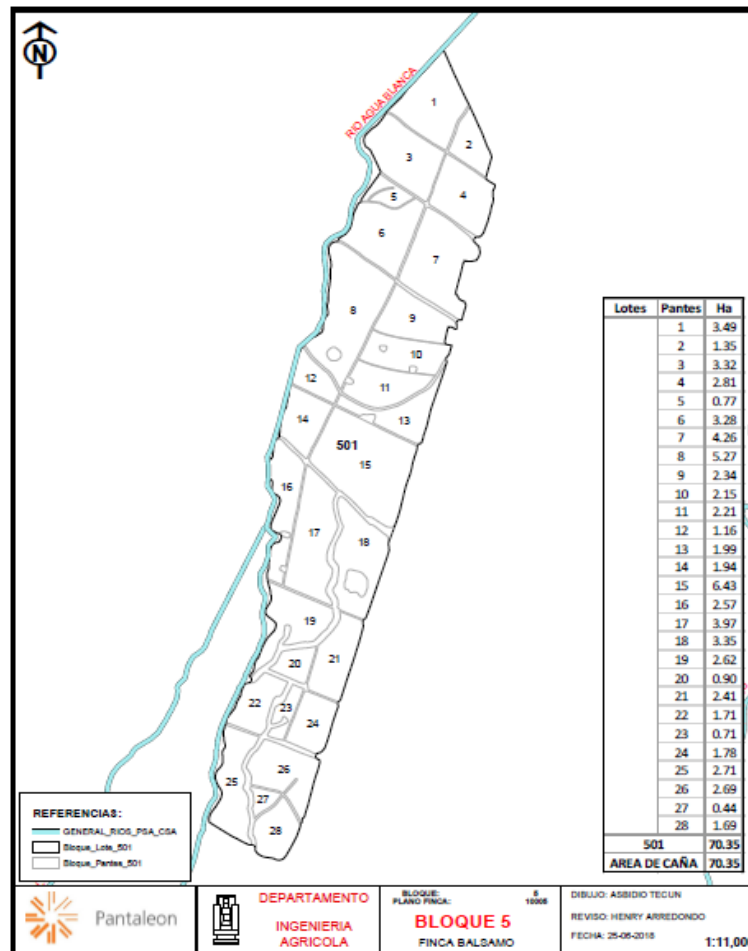
A. Ubicación

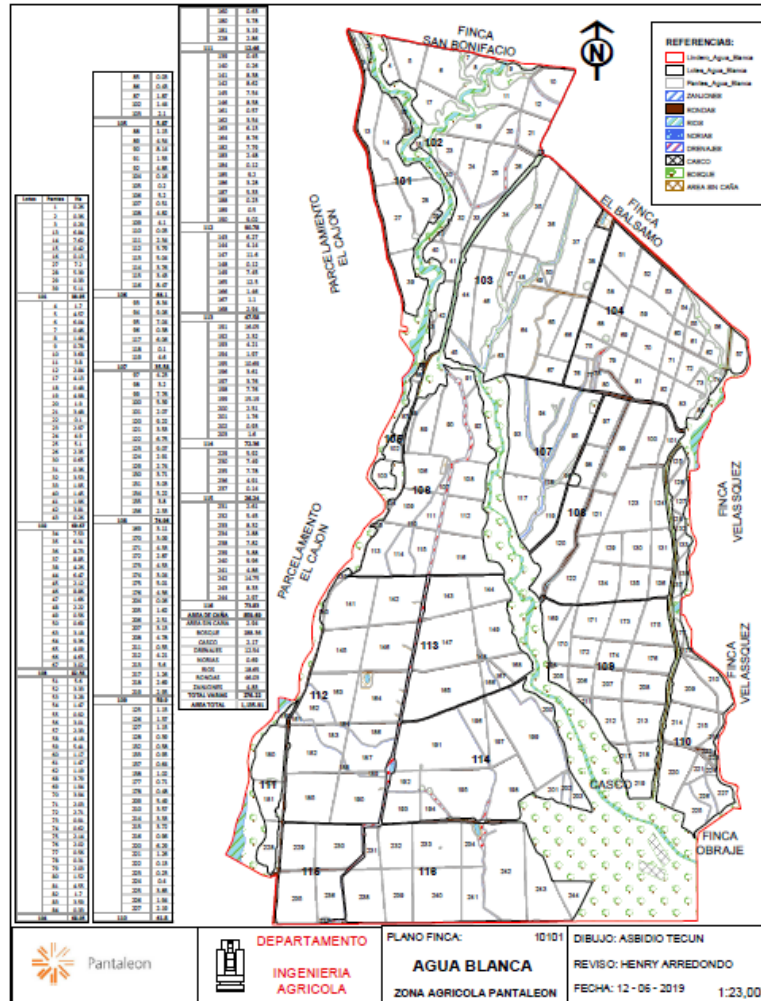
La investigación se realizó en dos fincas del Ingenio Pantaleón; Bálamo con 70.35 hectáreas $714^{\circ}4'41.52''$ N y $157^{\circ}35'24''$ W; Agua Blanca 41.86 hectáreas $712^{\circ}55'42.6''$ N y $156^{\circ}12'35.99''$ W, están situadas en el estrato medio y bajo de la zona cañera.

Debido a la infestación mayor del 8% que se ha presentado durante los últimos años 2002-2018, causados por la emigración del barrenador en la parte media; se estableció esta investigación con el fin de obtener resultados y documentarlos para la agroindustria azucarera, con la variedad CG02-163 en Finca Agua Blanca y CG98-46 en Finca Bálamo.

Las fincas se encuentran en el municipio de Siquinalá en el kilómetro 86 carretera al pacífico del departamento de Escuintla, Guatemala (Figura 12).

Figura 12. Plano de las dos fincas





Fuente: Gómez 2019

Tabla 1. Condiciones climáticas de las fincas

Finca	Registro	Estación meteorológica	Humedad relativa %	Humedad relativa mínima %	Humedad relativa máxima %	Temperatura °C	Temperatura mínima °C	Temperatura máxima °C	Precipitación (mm)
Bálsamo	Octubre	Bálsamo	95.36	69.00	100.00	24.86	20.10	31.90	626.00
Bálsamo	Noviembre	Bálsamo	90.92	68.69	100.00	25.67	21.10	31.30	143.60
Bálsamo	Diciembre	Bálsamo	89.18	64.13	100.00	25.20	20.23	31.06	65.40
Agua Blanca	Octubre	Tehuantepec	93.47	56.00	100.00	25.20	20.23	31.06	543.20
Agua Blanca	Noviembre	Tehuantepec	91.60	60.00	100.00	26.72	19.90	36.20	53.20
Agua Blanca	Diciembre	Tehuantepec	90.40	54.00	100.00	26.39	19.30	34.90	27.40

Autor: ICC 2020

Tabla 2. Tratamientos a evaluar y el volumen de mezcla

Finca 10101 Agua Blanca lote 110 Variedad CG02-163

No. Tratamiento	Nombre del producto	Ingrediente activo	Dosis/Ha	Unidad	Área parcela (ha)	Área/trata (ha)	Producto / parcela (10 surcos)	Producto / tratamiento	Vol. mezcla/ parc (lt)	Vol. / tratamiento	
T1	Testigo	o	0	ml	0.04375	0.175	0	0	0	0	
T2	Zytron 20 SL	Extracto de semilla de cítricos	1500	ml	0.04375	0.175	66	263	17	69	
T3	Bralic	Extracto de ajo	2000	ml	0.04375	0.175	88	350	17	69	
T4	Sucre active	Feromonas aromáticas y el complejo enzimático GMS	500	ml	0.04375	0.175	22	88	17	69	
T5	Canelys	Extracto de <i>Cinnamomum verum</i>	1500	ml	0.04375	0.175	66	263	17	69	
T6	Potenz IA	Resina de neem y alílico (Azadiractina, Meliantriol, s-allil-2-propentiosulfinato)	1500	ml	0.04375	0.175	66	263	17	69	
					Total área	1.05				Total de agua por ensayo	344

Finca 10005 Bálsamo lote 501 Variedad CG98-46

No. Tratamiento	Nombre del producto	Ingrediente activo	Dosis/Ha	Unidad	Área parcela (ha)	Área/trata (ha)	Producto / parcela (10 surcos)	Producto / tratamiento	Vol. mezcla/ parc (lt)	Vol. / tratamiento	
T1	Testigo	o	0	ml	0.04375	0.175	0	0	0	0	
T2	Zytron 20 SL	Extracto de semilla de cítricos	1500	ml	0.04375	0.175	66	263	17	69	
T3	Bralic	Extracto de ajo	2000	ml	0.04375	0.175	88	350	17	69	
T4	Sucre active	Feromonas aromáticas y el complejo enzimático GMS	500	ml	0.04375	0.175	22	88	17	69	
T5	Canelys	Extracto de <i>Cinnamomum verum</i>	1500	ml	0.04375	0.175	66	263	17	69	
T6	Potenz IA	Resina de neem y alílico (Azadiractina, Meliantriol, s-allil-2-propentiosulfinato)	1500	ml	0.04375	0.175	66	263	17	69	
					Total área	1.05				Total de agua por ensayo	344

Fuente: Autor

Tabla 3. Información de las fincas

Finca	Descripción	Lote	Área cosechada	Area del ensayo	TCH Real	Rendimiento	TAH	No. Cortes	Tipo de cosecha	Variedad	Tercio	F-CORTE	% II 18-19	% II 19-20
10005	BALSAMO	501	70.35	1.05	111.03	128.81	14.30	3	MANUAL	CG98-46	2do. Tercio	04/02/2019	8.22	7.69
10101	AGUA BLANCA	110	41.86	1.05	120.75	131.49	15.88	4	MECANICO	CG02-163	2do. Tercio	19/01/2019	6.2	9.25

Fuente: Autor

B. Hipótesis

1. **Nula.** Ninguno de los 7 Productos utilizados tiene una relación directa en el efecto atrayente o repelente para minimizar el índice de infestación del barrenador (*Diatraea crambidoides*).

2. **Alternativa.** De los 7 Productos utilizados al menos uno de ellos tiene una relación directa en el efecto atrayente o repelente para minimizar el índice de infestación del barrenador (*Diatraea crambidoides*).

C. Diseño experimental

El diseño experimental que se utilizó fue de bloques completamente al azar en ambas fincas con 6 tratamientos y 4 repeticiones con tamaño de la unidad experimental de 20 metros de largo por 6 surcos con un distanciamiento de 1.75 metros entre surco, con un área total del ensayo de 0.588 hectáreas.

Ecuación 2. Fórmula del diseño de bloques completamente al azar

$$y_{ij} = \mu_i + \varepsilon_{ij} \quad i = 1, 2, \dots, t \quad j = 1, 2, \dots, r$$

Donde

y_{ij} es la observación de la j -ésima u.e. del i -ésimo tratamiento,

μ_i es la media del i -ésimo tratamiento,

ε_{ij} es el error experimental de la unidad ij .

Suponemos que hay t tratamientos y r repeticiones en cada uno.

1. **Parcela experimental y unidad experimental.** Cada unidad experimental consta de 210 m², con dimensiones de 20 m de largo y 1.75 m de ancho de 6 surcos. En la parcela experimental serán distribuidas 4 repeticiones y 6 tratamientos; con un total de 0.588 ha

Procedimiento del muestreo de densidad y daño de barrenador: Para el procedimiento de la muestra determino las siguientes medidas debido al efecto de desmezcla de variedades por temas de resiembras en la unidad experimental según Ing. Márquez.

a. Se realiza una muestra por parcela, de acuerdo al diseño del ensayo.

- b. En cada muestra se busca un surco de la parcela, y estos se van rotando dentro de la parcela, cuando se hagan los otros muestreos posteriores
- c. Se busca el centro del surco, el cual se miden 5 metros de longitud.
- d. Luego se empiezan a desojar los 3 metros y se busca daño de barrenador en todos los tallos de los 3 metros. Cada tallo dañado se corta y se aparta hasta terminar de buscar tallos dañados.
- e. Cuando se termina de buscar tallos dañados, se comienza a cortar los tallos dañados longitudinalmente, para ver cuantos canutos dañados tiene el tallo y si se encuentran larvas para tomarlas encuentra en la boleta.
- f. Luego se cuenta el número de tallos totales de los 3 metros, y se le agregan los tallos dañados de barrenador para tener el total de tallos final.
- g. Posteriormente se toman 5 tallos al azar y se les cuenta el número de entrenudos.
- h. Si dentro de la muestra no hay tallos dañados, se toman 5 tallos al azar, y se cortan longitudinalmente y se toman los datos de esos tallos, si tienen daño de barrenador

2. Variables de respuesta. Dentro de la investigación se analizó dos variables de respuesta que son: el porcentaje de infestación y el Índice de Infestación que son esenciales para determinar la incidencia del barrenador y así comprobar si los productos tienen un efecto atrayente o repelente.

Ecuación 3. Fórmula del porcentaje de infestación

$$I (\%) = \frac{\text{Total de tallos}}{\text{Tallos dañados}} \times 100$$

Ecuación 4. Fórmula del índice de infestación

$$II (\%) = \frac{\text{Total de entrenudos barrenados}}{\text{Tallos de entrenudos evaluados}} \times 100$$

El porcentaje de infestación es el método para conocer la cantidad de barrenador existente en una hectárea.

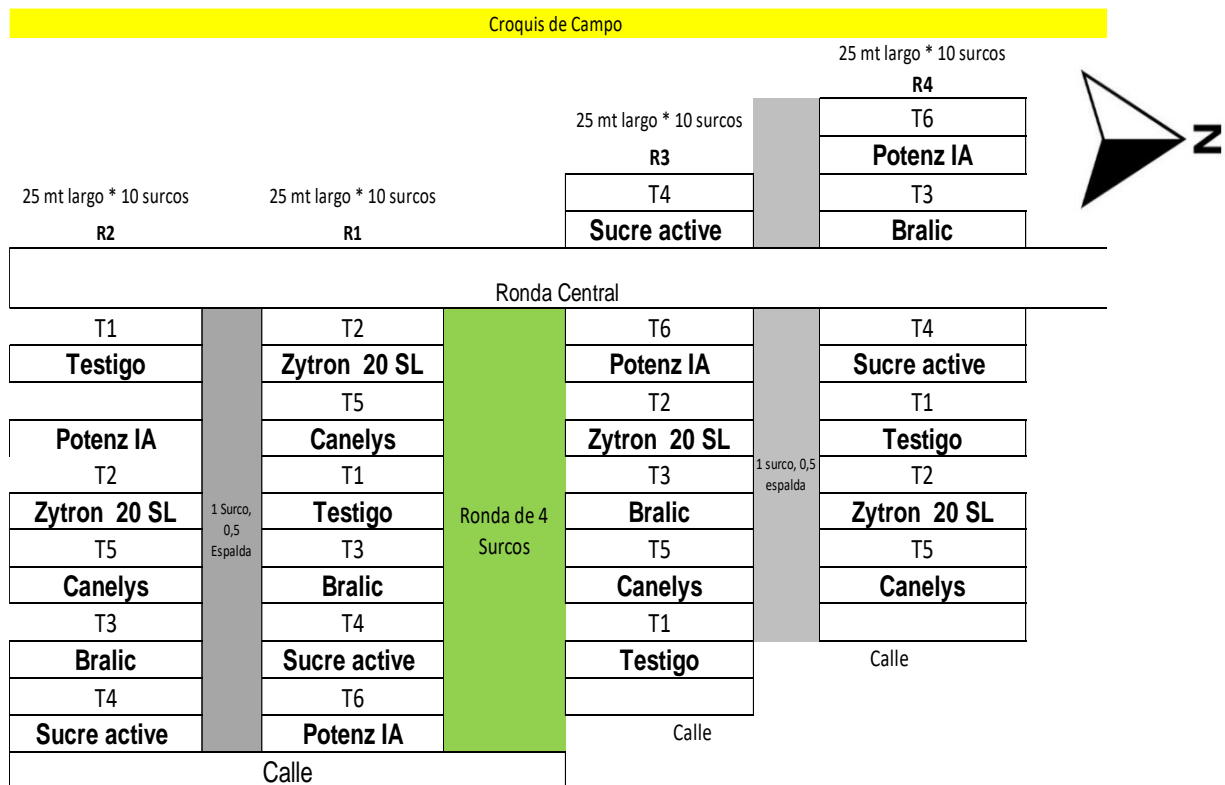
El nivel de daño o porcentaje de intensidad de infestación de la plaga en el cultivo.

3. Análisis de la información. Análisis Andeva de un factor que es el producto que se utilizaron para determinar si hay una significancia estadística con separación de medias de fisher, se presentarán datos con ayuda de gráficos de barras, para comparar las medias de respuesta, el software a utilizar es infostat 2018.

Instrumentos:

- Machete
- Pita
- Cinta métrica
- Tablero
- Tablas de recolección de datos
- Formatos de recolección de datos
- Sistema informático Infostat y Microsoft Office Excel

Figura 13. Distribución de tratamientos en el campo finca Agua Blanca



INICIO

Fuente: Autor

Figura 14. Distribución de tratamientos en el campo finca Bálsamo

Croquis de campo							
T1	T3	T5	T2	T6	T4	R2	25 mt largo * 10 surcos
Testigo	Bralic	Canelys	Zytron 20 SL	Potenz IA	Sucre active		
Espalda 1 Surco							
T2	T4	T3	T1	T5	T6	R1	25 mt largo * 10 surcos
Zytron 20 SL	Sucre active	Bralic	Testigo	Canelys	Potenz IA		
Ronda							4 Surcos
Sucre active	Canelys	Bralic	Zytron 20 SL	Potenz IA	Testigo	R3	25 mt largo * 10 surcos
T4	T5	T3	T2	T6	T1		
Espalda 1 Surco							
T5	T2	T1	T4	T3	T6	R4	25 mt largo * 10 surcos
Canelys	Zytron 20 SL	Testigo	Sucre active	Bralic	Potenz IA		



Fuente: Autor

VI. RESULTADOS Y ANÁLISIS

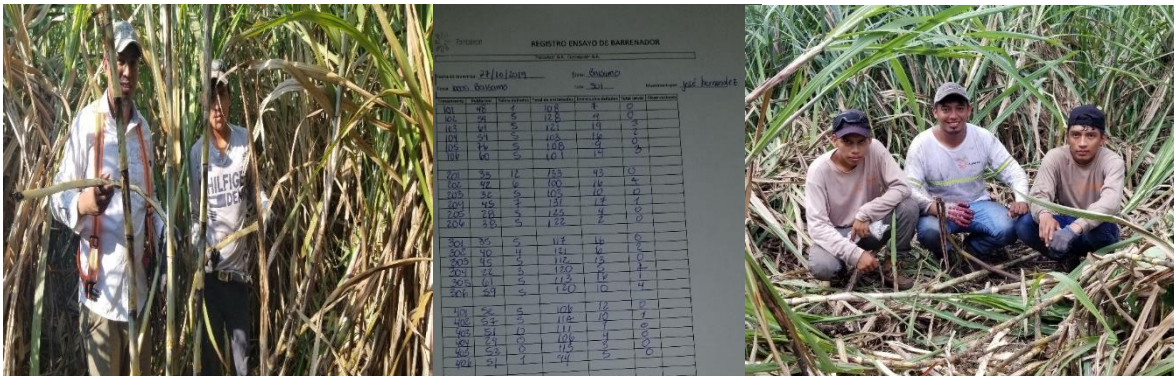
Figura 15. Aplicación foliar



Fuente: Autor

Se aplicaron 6 productos orgánicos en Finca Bálsamo y Agua Blanca.

Figura 16. Toma de datos



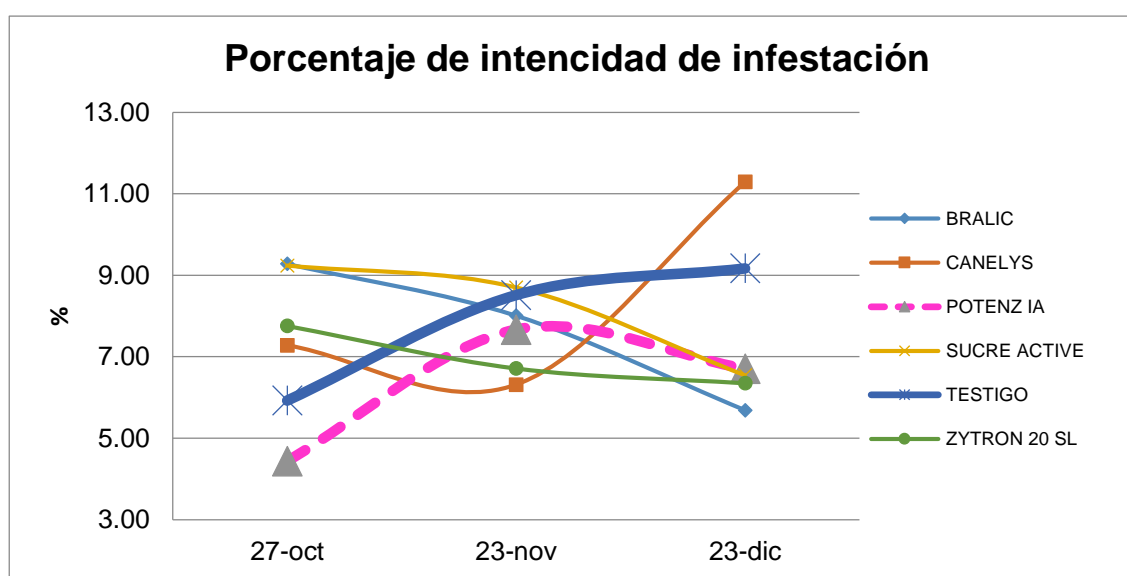
Fuente: Autor

Se realizaron las lecturas correspondientes al muestreo del barrenador por cada tratamiento aplicado en finca Bálsamo y Agua Blanca, anotándose en un registro el cual se digitó para su respectivo análisis.

A. Mejores productos para minimizar el daño del barrenador en finca Bálamo y Agua Blanca

Los productos utilizados para el control del barrenador en las dos fincas fueron asperjados en la parte foliar en el cultivo de caña de azúcar, con los productos de origen botánico fueron comparados entre ellos utilizados como atrayentes o repelentes para el control de la plaga; en condiciones de campo abierto. Para la tabulación de datos se realizó el promedio general de la intensidad de infestación (%II) provocada por el gusano de barrenador (Figura 17).

Figura 17. Tendencia de los productos



Fuente: Autor

Se puede observar que el Bralic 12.5 EC redujo la intensidad del daño con un promedio inicial de 9.28 % de ii terminó con 5.68 lo que presenta una opción para el control de barrenador como un repelente comparado con el testigo que inició con 5.92 % y culminó con 9.17% de intensidad de infestación seguido con el repelente Zytron 20 SL que terminó 6.35 % de intensidad, estos extractos mantuvieron una tendencia como se muestra en la figura 17.

B. Determinación del efecto que tienen los productos que se evaluaron para el control de barrenador de la caña de azúcar

En este ensayo se utilizaron insecticidas de origen botánico a base de ajo, canela, neem, cítricos, azúcares y feromonas (sucres active) de origen natural. El extracto de ajo (Bralic 12.5 EC) actuó como

repelente debido a su fuerte olor conjunto al Zytron 20 SL y el Canelys los cuales presentaron mejores resultados en menor infestación e intensidad de infestación, aspecto que disminuyó de la presencia de tallos dañados con lo que se clasifican como repelentes. Se observa que los tratamientos Potenz IA y Sucre Active se clasificaron como atrayentes mediante su efecto al tener una infestación parecida y comparada con el testigo. Como se muestra en la siguiente Tabla 4.

Tabla 4. Promedios de los tratamientos

Fecha de muestreo	Promedio % de infestación extractos botánicos					
	BRALIC	CANELYS	POTENZ IA	SUCRE ACTIVE	TESTIGO	ZYTRON 20 SL
23-dic	7.06	10.01	11.17	10.50	12.44	11.78
23-nov	8.66	5.88	10.12	7.37	9.22	5.11
27-oct	9.67	9.61	5.72	9.90	8.10	8.21
Total general	8.46	8.50	9.00	9.26	10.00	8.36

1. Reducción en el índice de infestación del barrenador con los diferentes productos. Al comparar los datos de las dos fincas donde los porcentajes de repelencia de control que mantuvieron los productos se vieron que algunos productos tienen una función de repelencia y atracción para el barrenador de la caña de azúcar conseguidos en tres muestreos los cuales tienen una diferencia de un mes entre cada toma de datos después de la asperjada de los extractos en la parte foliar de cada parcela, se encontró una diferencia estadísticamente significativa en la comparación de las repeticiones donde mostro una diferencia estadística significativa con un p valor (P=0.0186) en la fecha 27/10/19 en las siguientes fechas no se demuestra diferencia estadística en el control del barrenador del tallo en las dos fincas y teniendo dos diferentes variedades (ver tabla No. 2), sin embargo, existe una leve tendencia a la disminución de la actividad repelente con el aumento del tiempo después de su aplicación en campo, este hecho puede ser atribuido a la posible volatilidad de los extractos presentes.

Tabla 5. Análisis de varianza del muestreo realizado en finca el Bálsamo el 27/10/2019

Variable N R² R² Aj CV
 27/10/19 24 0.52 0.27 50.98

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	322.66	8	40.33	2.04	0.1114
Repetición	269.74	3	89.91	4.55	0.0186
Producto	52.92	5	10.58	0.54	0.7467
Error	296.63	15	19.78		
Total	619.29	23			

Test: LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=6.70232

Error: 19.7756 gl: 15

Producto	Medias	n	E.E.
POTENZ IA	5.72	4	2.22 A
TESTIGO	7.97	4	2.22 A

ZYTRON 20 SL	9.47	4	2.22	A
CANELYS	9.61	4	2.22	A
BRALIC	9.67	4	2.22	A
SUCRE ACTIVE	9.90	4	2.22	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Según la Tabla 5, el análisis de varianza del muestreo realizado en finca el Bálsamo el 27/10/2019, no muestra diferencias estadísticas en los tratamientos por tener la misma media, estos datos sirvieron para observar la gráfica de tendencia de los tratamientos aplicados.

Tabla 6. Análisis de varianza del muestreo realizado el 23/11/2019

Variable N	R ²	R ² Aj	CV
23/11/19 24	0.39	0.06	47.56

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	119.70	8	14.96	1.18	0.3724
Repetición	6.16	3	2.05	0.16	0.9204
Producto	113.54	5	22.71	1.79	0.1757
Error	190.39	15	12.69		
Total	310.09	23			

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=5.36954

Error: 12.6927 gl: 15

Producto	Medias	n	E.E.
ZYTRON 20 SL	3.69	4	1.78 A
CANELYS	5.88	4	1.78 A B
SUCRE ACTIVE	7.37	4	1.78 A B
BRALIC	8.66	4	1.78 A B
TESTIGO	9.22	4	1.78 B
POTENZ IA	10.12	4	1.78 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Según la Tabla 7, análisis de varianza del muestreo realizado el 23/11/2019 muestra una diferencia estadística dentro de los tratamientos siendo el Zytron 20 SL el tratamiento el ganador el muestro realizado el 27-10-2019 tenía una media de 9.47 y en este muestreo mostro 3.69 lo cual se observa un buen efecto sobre dicho tratamiento que bajo 5.78 sobre su media y el que mostro un menor efecto fue Potenz IA.

Tabla 8. Análisis de varianza del muestreo realizado el 23/12/2019

Variable N	R ²	R ² Aj	CV
23/12/19 24	0.30	0.00	56.28

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	212.02	8	26.50	0.79	0.6212
Repetición	147.63	3	49.21	1.46	0.2647
Producto	64.38	5	12.88	0.38	0.8529
Error	504.78	15	33.65		
Total	716.79	23			

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=8.74306

Error: 33.6517 gl: 15

Producto	Medias	n	E.E.
BRALIC	7.06	4	2.90 A
CANELYS	10.02	4	2.90 A
SUCRE ACTIVE	10.51	4	2.90 A
ZYTRON 20 SL	10.65	4	2.90 A
POTENZ IA	11.18	4	2.90 A
TESTIGO	12.44	4	2.90 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Según la Tabla 8, análisis de varianza del muestreo realizado el 23/12/2019, no muestra diferencia estadística sobre los tratamientos dentro de las medias, pero se observa que en las medias el producto Bralic tiene un efecto significativo sobre los demás con una media de 7.06 a diferencia de los demás.

El análisis de medias Fisher muestra que en ninguno de los extractos se encontró diferencia estadística en las fechas 27/10 y 23/12 entre ellos para el control del barrenador de la caña de azúcar en finca el Bálsamo y Agua Blanca, la fecha 23/11/2019 mostró que existe diferencia al comparar los tratamientos siendo diferentes Zyrtron 20 SL y Potenz IA para el control del barrenador además del testigo.

VII. CONCLUSIONES

Según la evaluación de los tratamientos mediante el análisis de varianza ANDEVA se mostró diferencia estadística en la primera fecha de muestreo, sin embargo en las siguientes no se determinó diferencia entre los productos y las repeticiones en todo el estudio y en el análisis de comparación de medias de Fisher, por lo cual, todos los extractos botánicos son iguales en el primero y el último dato calculado de infestación y en el segundo muestreo el tratamiento Zytron fue diferente en el control del barrenador de la caña de azúcar (*Diatraea crambidoides*) de finca el Bálsamo y Agua Blanca.

Se puede observar en la Figura 17 de tendencia una diferencia en la infestación de los extractos demostrando que el mejor tratamiento con efecto de repelencia es el Bralic 12.5 EC y Zytron 20 SL, los cuales mantuvieron daño de 9.28 % inicial en promedio, culminando con 5.68 % de intensidad de infestación esto se le atribuye a la aplicación del tratamiento comparados con el daño que obtuvo el testigo 9.17%. La reducción en el índice de infestación en Bralic fue de 3.6% y en Zytron de 1.40%.

Según los resultados del estudio el comportamiento de la infestación y la intensidad de infestación se determinó el efecto de cada producto donde se concluyó que los productos repelentes en el ensayo fueron Bralic 12.5 EC y Zytron 20 SL ya que obtuvieron el menor daño, y los productos que obtuvieron el efecto de atrayente fueron Potenz IA y el Canelys 11.29%.

Según la evaluación de los tratamientos mediante el análisis de varianza ANDEVA no se mostró diferencia estadística entre los productos en todo el estudio en general, pero al realizar el análisis por fecha de muestro se observó que el 23-11-2019 el producto Zytron 20 SL mostro deferencia estadística dentro de los tratamientos con una media de 3.69%, al comparar las medias de Fisher muestra que el Zytron y Bralic los extractos botánicos son diferentes en el control del barrenador de la caña de azúcar (*Diatraea crambidoides*) de finca el Bálsamo y Agua Blanca siendo los mejores en el control.

VIII. RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda realizar evaluaciones en áreas comerciales para ratificar el efecto en la disminución del daño en el cultivo de la caña de azúcar además de ser representativo en las zonas ecológicas.

- ✓ Realizar estudios para determinación del efecto de otros extractos botánicos diferentes a los utilizados en esta investigación en la caña de azúcar.

- ✓ Evaluar diferentes dosis y generar nuevas metodologías en búsqueda de contribuir a la eficiencia en el control de la población del barrenador *Diatraea*.

- ✓ Realizar un análisis costo beneficio para determinar que producto es más rentable para su respectivo control.

XI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAMA . (2019). *Bralic 12.5 EC*. Recuperado de Portafolio de soluciones :
<https://www.adama.com/central-america/es/portafolio-de-soluciones/insecticidas/bralic-12.5-ec>
- Atlántica Agrícola. (2018). *Ficha tecnica canelys*. Recuperado de Agricultura natural :
<http://www.serviagromx.com/wp-content/uploads/2018/10/FICHA-T%C3%89CNICA-CANELYS-A.-Agr%C3%ADcola.pdf>
- Díaz, G. R. (2009). *Trabajo de graduación realizado en el departamento de investigación agrícola de la caña de azúcar Saccharum spp. del ingenio Magdalena, S. A, La Democracia, Escuintla*. Recuperado de Sistema bibliotecario de la Universidad de San Carlos de Guatemala:
<http://www.repositorio.usac.edu.gt/8970/1/Guilmar%20Renato%20Najarro%20D%C3%ADaz.pdf>
- Díaz, H. M. (2014). *Evaluación de thiamethoxam (25 wg) para el control del barrenador (Diatraea spp.) de la caña de azúcar (Saccharum spp.) y su efecto en el crecimiento de la caña*. Recuperado de Sistema bibliotecario de la universidad de San Carlos de Guatemala:
<http://www.repositorio.usac.edu.gt/2818/1/EVALUACI%C3%93N%20DE%20THIAMETHOXAM%20%20Henry%20Tzarax.pdf>
- Márquez, J. M. (2015). *El manejo integrado*. Recuperado de cengicana:
<https://cengicana.org/files/20150902101644564.pdf>
- Morales, M. d. (2008). *Evaluacion de cuatro parasitoides para el control de dos especies de barrenador Diatraea saccharalis Fabricius y Diatraea crambidoides Grote en caña de azúcar a nivel de laboratorio*. Recuperado de Sistema bibliotecario Univesidad de San Carlos de Guatemala: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_2355.pdf

Nutrivesa . (2019). *Potenz I.A.* Recuperado de Eco Green :
<https://www.nutrivesa.com/producto/potenz-i-a/>

Pasfesa. (2018). *Sucre active.* Recuperado de Agroquimicos:
<https://www.facebook.com/PASFESA/photos/sucre-active-esta-tecnicamente-formulado-por-compuestos-activos-especificos-que-/1675717432487584/>

Quiroa, R. B. (2018). *Estimación del factor de pérdida ocasionado por el barrenador del tallo (Diatraea crambidoides Grote) (Lepidoptera:Crambidae) en el cultivo de caña de azúcar(Saccharum spp.) variedadCG-00 102, en estado de plantía.* Recuperado el 27 de Mayo de 2019, de Sistema bibliotecario Univesidad de San Carlos de Guatemala :
<http://fausac.usac.edu.gt/tesario/tesis/T-03570.pdf>

Rodríguez, J. P. (2017). *Identificación de los productos y medios empleados para el control de plagas.* Recuperado de books.google:
https://books.google.com.gt/books?id=3eV_DwAAQBAJ&pg=PT60&lpg=PT60&dq=Los+repelentes+son+productos+con+propiedades+organol%C3%A9pticas+que+repelen+las+plagas,+ya+que+su+actividad+va+dirigida+a+alejara+los+organismos+nocivos+de+los+lugares+donde+producen+

Terralia. (2017). *Extracto de semilla de cítricos 20%. SL Zytron.* Recuperado de Información agrícola:
https://www.terralia.com/productos_e_insumos_para_agricultura_ecologica/view_composicion?book_id=2&composition_id=10417