

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
CAMPUS SUR
Facultad de Ingeniería



“EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS QUÍMICAS Y
BIOLÓGICAS PARA EL CONTROL DE CHINCHE
SALIVOSA (*AENEOLAMIA SPP*) EN EL CULTIVO DE
CAÑA DE AZÚCAR (*SACCHARUM SPP*)”

Trabajo de graduación en modalidad de Trabajo Profesional
presentado por Oscar Eduardo Ortiz Trujillo para optar al
grado académico de Licenciado en Ingeniería en Tecnología
Agrícola y Pecuaria.

Guatemala

2019

“EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS QUÍMICAS Y
BIOLÓGICAS PARA EL CONTROL DE CHINCHE
SALIVOSA (*AENEOLAMIA SPP*) EN EL CULTIVO DE
CAÑA DE AZÚCAR (*SACCHARUM SPP*)”

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
CAMPUS SUR
Facultad de Ingeniería



“EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS QUÍMICAS Y
BIOLÓGICAS PARA EL CONTROL DE CHINCHE
SALIVOSA (*AENEOLAMIA SPP*) EN EL CULTIVO DE
CAÑA DE AZÚCAR (*SACCHARUM SPP*)”

Trabajo de graduación en modalidad de Trabajo Profesional
presentado por Oscar Eduardo Ortiz Trujillo para optar al
grado académico de Licenciado en Ingeniería en Tecnología
Agrícola y Pecuaria.

Guatemala

2019

Vo.Bo. :

(f) _____
Ing. Agr. Mynor René Pineda Coronado
Asesor

Tribunal Examinador:

(f) _____
Ing. Agr. Mynor René Pineda Coronado
Asesor

(f) _____
Ing. Agr. Susana Abigail García
Directora de Ingeniería Agrícola y Pecuaria

(f) _____
Ing. Agr. Santos Carrillo
Docente

Fecha de aprobación: Guatemala, jueves 7 de noviembre del 2019.

ÍNDICE

Lista de tablas	viii
Lista de figuras.....	ix
Resumen.....	x
I. Introducción.....	1
II. Objetivos	3
A. General	3
B. Específicos.....	3
III. Justificación.....	4
IV. Marco teórico.....	5
A. Cultivo de caña de azúcar en Guatemala	5
B. Chinche salivosa	5
1. Taxonomía	5
2. Ciclo de vida y biología.....	6
C. Chinche salivosa en caña de azúcar de Guatemala.....	7
1. Proceso de alimentación	7
2. Daño foliar	8
D. Importancia económica de la chinche salivosa.....	8
1. Antecedentes del impacto económico de la chinche salivosa en el Ingenio Pantaleón .	9
E. Manejo intergado de plaga.....	10
1. El nivel de daño económico.....	11
2. Manejo integrado de la Chinche salivosa.....	13
V. Metodología	15
A. Lugar del experimento.....	15
B. Materiales y equipo	15
C. Metodología de muestreo de chinche salivosa.....	15
D. Plan experimental	16
1. Área del experimento	16
2. Unidad experimental	16
3. Tratamientos	17

4.	Recolección de datos y variables de estudio.....	18
E.	Modelo matemático	18
VI.	Resultados	19
A.	Infestacion de chinche salivosa.....	19
1.	Ninfas por tallo	19
2.	Adultos vivos por tallo.....	19
3.	Individuos por tallo	20
B.	Relación beneficio costo	20
VII.	Discusión de resultados	22
A.	Infestación de chinche salivosa.....	22
1.	Ninfas por tallo	22
2.	Adultos vivos por tallo.....	23
3.	Individuos por tallo	24
B.	Relación benefico costo	25
VIII.	Conclusiones.....	26
IX.	Recomendaciones.....	27
X.	Referencias bibliográficas	28
XI.	Anexos	30
A.	Anexo 1. Boleta de muestreo de chinche salivosa.....	30
B.	Anexo 2. Análisis de varianza para la variable de ninfas por tallo, adultos vivos por tallo e individuos por tallo de chinche salivosa.	31
XII.	Glosario.....	34

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Nivel de daño por chinche salivosa en Ingenio el Pantaleón.	9
Tabla 2. Pérdidas en producción.....	10
Tabla 3. Pérdidas económicas.	10
Tabla 4. Factor de pérdida para la chinche salivosa, determinados en ensayos de investigación en CENGICAÑA-CAÑAMIP.	12
Tabla 5. Estimación del índice de daño para la chinche salivosa, el cual está considerado en la estimación del Nivel de Daño Económico, utilizando el programa de CENGICAÑA.	12
Tabla 6. Tratamientos y su descripción.....	17
Tabla 7. Promedio de ninfas por tallo para los tratamientos.	19
Tabla 8. Promedio de adultos vivos por tallo para los tratamientos.	19
Tabla 9. Promedio de individuos por tallo para los tratamientos.	20
Tabla 10. Valores promedio de infestación, TCH y rendimiento de azúcar.....	20
Tabla 11. Estimación de beneficios y costos asociados a los tratamientos.	21

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ciclo biológico de chinche salivosa.....	6
Figura 2. Ninfas de mosca pinta.....	6
Figura 3. Especies de chinche salivosa en caña de azúcar (<i>Aeneoleamia póstica</i> ; <i>Prosapia silumans</i>).....	7
Figura 4. Ubicación del punto de muestreo.....	16
Figura 5. Croquis del ensayo.	17
Figura 6. Ninfas por tallo en los tratamientos.....	22
Figura 7. Adultos vivos por tallo en los tratamientos.....	23
Figura 8. Individuos por tallo en los tratamientos.....	24

RESUMEN

El objetivo de esta investigación es evaluar nueve alternativas y un testigo comercial aprobados por la Ley de Modernización de la Inocuidad de los Alimentos (siglas en inglés FSMA) que se certifican bajo el Sistema de Gestión de Seguridad Alimentaria (siglas en inglés FSSC) 22000 para el control de la chinche salivosa (*Aeneolamia spp*), en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum spp*), utilizando seis productos químicos (Villano, Ztafor, Cinta Negra, Evisect, Tryclan, Arpón) y cuatro productos biológicos (MAR N.E., PSA, Bovetrol, Biorrizium).

La práctica de la aplicación de estos productos es para control de la población de la chinche salivosa en el cultivo de caña manteniéndolo por debajo del umbral de daño económico, es decir, por debajo de la infestación de individuos por tallo, adulto por tallo y ninfas por tallo, teniendo en cuenta la rentabilidad de la relación beneficio costo del control; esta práctica propicia a obtener la producción Toneladas de Caña por Hectárea (TCH) planificadas y que no cause pérdidas económicas.

El experimento tuvo 10 tratamientos con tres repeticiones, ejecutado bajo condiciones del lote 201 de finca Playa Grande, ubicado en La Gomera, Escuintla, propiedad de Ingenio Pantaleón, la aplicación de los productos se realizó el 27 de julio del 2019, cuando el cultivo tenía 4.16 meses de edad, donde estaba establecido la variedad CG02 – 163, y el lote presentaba problemas de chinche salivosa con umbrales de aplicación mayores a 0.15 individuos por tallo. Se realizó muestreos de la población de individuos (ninfas + adultos vivos) por tallo a los 0, 8, 12, 22, 26, 36, 45, 51, 57 días después de la aplicación (DDA), durante los meses de julio a septiembre de 2019.

Los resultados de los 10 tratamientos se sometieron a un análisis de varianza y se encontró que no hubo diferencia estadística significativa, es decir, todos los tratamientos controlan la población de la chinche salivosa en sus diferentes estados de desarrollo. El producto que tuvo mayor relación beneficio costo fue Cinta Negra con un valor de 15.7, y obtuvo 12.14 toneladas de caña por hectárea (TCH) de superioridad sobre el tratamiento PSA que fue el testigo comercial.

Con esta investigación se pudo comprobar que cualquiera de estos productos de origen biológicos y químicos pueden controlar la población de chinche salivosa, pero queda a criterio de los técnicos de campo elegir que producto utilizar, se recomienda utilizar como opciones los siguientes tres productos al obtener mayor relación beneficio costo: Cinta Negra (15.7), MAR N.E. (14.2) y Villano (8.6)

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad Guatemala es el cuarto exportador de azúcar a nivel mundial, el segundo de Latinoamérica y el tercero con mayor productividad en el mundo. Genera 63 mil empleos directos y 315 mil indirectos, es el segundo producto más exportado del país y genera divisas que han superado los mil millones de dólares anuales (ASAZGUA, 2019).

En Guatemala son 11 ingenios asociados en ASAZGUA, su operación se concentra en cuatro departamentos de la costa del Pacífico. Las fábricas cultivaron un área de 250,000 (ha), en las que se produjeron 2.7 millones de toneladas de azúcar durante la zafra 2017/2018. De las exportaciones de la Agroindustria Azucarera de Guatemala en el 2018 el 82% fue azúcar, 13% alcohol y 5% melaza. La caña además provee otros productos como energía eléctrica, papel, abono, levadura y otros (ASAZGUA, 2019).

En la Agroindustria Azucarera de Guatemala la chinche salivosa es una plaga que causa gran impacto negativo sobre el rendimiento (TCH y TAH) en la caña de azúcar, Ingenio Pantaleón tiene antecedentes de áreas con presencia de la plaga de 24,000 a 35,200 hectáreas, de las cuales 1,450.12 hectáreas presentan daños económicos (Acevedo, 2012).

La *Aeneolamia postica* y *Prosapia simulans* son las especies de importancia en el cultivo de caña de azúcar, con el 96 y 4 por ciento de abundancia, respectivamente (Márquez, Peck, Barrios, & Hidalgo, 2002). La chinche salivosa es un insecto con aparato bucal picador-chupador, que se alimenta del xilema de una gran variedad de gramíneas neotropicales y cuya infestación en caña de azúcar se repite cada año con los huevos diapáusicos depositados en el suelo, el ciclo anterior. Estos huevos dan origen a la primera generación de ninfas en la estación lluviosa, y de ahí surgen varias generaciones de adultos cuyos huevos ya no tienen diapausa y eclosionan en 15 días, lo que aumenta la densidad poblacional en el campo. Con base en esta biología, es evidente que el mayor éxito en el control de la plaga está en la reducción de la población de huevos diapáusicos y las ninfas, reducir o atrasar la ocurrencia del período crítico que produce altas densidades de adultos entre julio y agosto (Márquez M. , y otros, 2009).

Con intenciones de prevenir pérdidas en el rendimiento del cultivo de caña de azúcar en Ingenio Pantaleón realizan aplicaciones de insecticidas químicos y algunos biológicos a la chinche salivosa en temporada de lluvia, pero actualmente la plaga está desarrollando resistencia a los agroquímicos por el uso indiscriminado de la misma, sumado a eso ingenio Pantaleón actualmente tiene la certificación FSMA que prohíbe productos agroquímicos con alta residualidad, porque tiene consecuencias negativas en la salud del consumidor, el FSMA se certifican bajo el Sistema de Gestión de Seguridad Alimentaria (siglas en inglés FSSC) 22000, la empresa debe de adaptarse y encontrar nuevas alternativas para el control de la plaga.

Con esta investigación se pretendió evaluar la eficiencia en el control de la chinche salivosa, con seis productos químicos y cuatro productos biológicos autorizados por el FSMA, para determinar los productos con mejores resultados, de esta manera se concluyó con los tres mejores productos para control de la chinche salivosa relacionando la rentabilidad del beneficio costo que tendrá el control, para no tener pérdidas económicas.

II. OBJETIVOS

A. GENERAL

Evaluar alternativas químicas y biológicas para el control de chinche salivosa (*Aeneolamia spp*) aprobados por la FSMA en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum spp*), en finca Playa Grande, La Gomera, Escuintla, Guatemala, C.A.

B. ESPECÍFICOS

1. Determinar los tres tratamientos con menores ninfas por tallo.
2. Determinar los tres tratamientos con menores adultos por tallo.
3. Determinar los tres tratamientos con menores individuos (adulto + ninfa) por tallo.
4. Determinar los tres tratamientos con mayor relación beneficio costo.

III. JUSTIFICACIÓN

Chinche salivosa (*Aeneolamia postica*) es una de las plagas de mayor impacto económico en la producción de caña de azúcar en Guatemala. Su hábil estrategia biológica de sobrevivir mediante huevos diapáusicos le ha permitido incrementar su población en los campos de cultivo. Según los registros del comité CAÑAMIP al menos 21,271 hectáreas mostraron presencia del insecto en la zafra 2013-2014, de las cuales 1,935 mostraron daño “severo” y 2,949 con daño “moderado”. Alrededor de 24,000 hectáreas tuvieron control químico en la zafra 2013-2014, siendo el 55 por ciento del área con uso de Imidacloprid (Márquez, y otros, 2014).

Debido a la acumulación de los huevos diapáusicos, a través del tiempo y a las condiciones de alta humedad, hay campos que rápidamente alcanzan el estatus de “alta infestación”, donde el daño foliar es mayor del 60 por ciento y dado que el período crítico de ocurrencia es de 6 a 8 meses de edad del cultivo, los índices de pérdida pueden alcanzar 8.21 TCH (Tonelada de caña por hectárea) y 12.82 Lb Az/t (Libras de azúcar por tonelada), por cada adulto por tallo (Márquez, *et al.*, 2001).

El ataque de esta plaga al cultivo no permite alcanzar su máximo potencial genético de la variedad, causando pérdidas en la producción (TCH), lo que al final representan pérdidas económicas a la empresa, pero la aplicación de insecticidas son alternativas para contrarrestar la población de la plaga durante la época lluviosa. Para controlar esta plaga se combina e integra diferentes métodos, como el mecánico, cultural, físico, etológicos y biológicos, con el propósito de reducir los huevos diapáusicos en temporada de lluvia.

Actualmente Ingenio Pantaleón utiliza los métodos químicos y biológicos para controlar la plaga durante los meses de junio a agosto. El Ingenio tiene una certificación de calidad FMSA el cual limita los productos químicos para el control de la plaga, pero los seis productos químicos y cuatro biológicos de esta investigación están autorizados por la Ley de Modernización de la Inocuidad de los Alimentos (siglas en inglés FSMA) que se certifican bajo el Sistema de Gestión de Seguridad Alimentaria (siglas en inglés FSSC) 22000.

Gracias a esta investigación fue posible evaluar y determinar que los 10 productos autorizados por el FSMA controlan la población de chinche salivosa, y se pudo determinar los tres productos con mayor relación beneficio costo son: Cinta Negra (15.7), MAR N.E. (14.2) y Villano (8.6).

IV. MARCO TEÓRICO

A. CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR EN GUATEMALA

En la actualidad Guatemala es el cuarto exportador de azúcar a nivel mundial, el segundo de Latinoamérica y el tercero con mayor productividad en el mundo. Genera 63 mil empleos directos y 315 mil indirectos, es el segundo producto más exportado del país y genera divisas que han superado los mil millones de dólares anuales (ASAZGUA, 2019).

En Guatemala son 11 los ingenios asociados en ASAZGUA, su operación se concentra en cuatro departamentos de la costa del Pacífico. Las fábricas cultivaron un área de 250,000 (ha), en las que se produjeron 2.7 millones de toneladas de azúcar durante la zafra 2017/2018. De las exportaciones de la Agroindustria Azucarera de Guatemala en el 2018 el 82% fue azúcar, 13% alcohol y 5% melaza. La caña además provee otros productos como energía eléctrica, papel, abono, levadura y otros (ASAZGUA, 2019).

Guatemala es el tercer productor más eficiente de azúcar cruda del mundo, según los datos de la Asociación Mundial de Azucareros, el crecimiento de la productividad por hectárea sembrada se debe gracias a la mejora en los mecanismos de riego y calidad del corte de la caña, estas mejoras han hecho que Guatemala se posicione como el cuarto país exportador de azúcar en el mundo y segundo en América Latina. Durante el 2018 la caña y sus derivados representan el 7% del total de exportaciones de Guatemala (ASAZGUA, 2019).

B. CHINCHE SALIVOSA

Su amplio rango de distribución geográfica abarca desde el sur de Estados Unidos hasta el norte de Argentina en altitudes desde 0 a 3,000 msnm, en donde ocurren diversas especies nativas que por su daño se han convertido en una de las plagas de importancia económica de gramíneas forrajeras, caña de azúcar, arroz, maíz y sorgo (Peck, 2001 & Fewkes, 1969).

1. Taxonomía

Phylum: Arthropoda

Clase: Insecta

Orden: Hemiptera

Familia: Coreidae

Géneros: *Aeneolamia*, *Prosapia*, *Zulia*, *Deois*, *Mahanarva*.

2. Ciclo de vida y biología

La mosca pinta presenta metamorfosis incompleta, pasa por tres estados de desarrollo: huevo, ninfa y adulto (Figura 1). Los huevos son de dos tipos: unos de corto desarrollo y otros con diapausa, que puede ser corta, media o larga. Son alargados con una longitud promedio de 1 mm y 0.3 mm de diámetro, con superficie lisa, de color blanco cremoso que deposita la hembra a finales de verano sobre basura o tierra, en áreas circundantes al cuello de los tallos que emergen de la cepa de una planta de caña de azúcar, o sobre pastos y malezas que actúan como hospederos (Hernández Rosas, 2019).

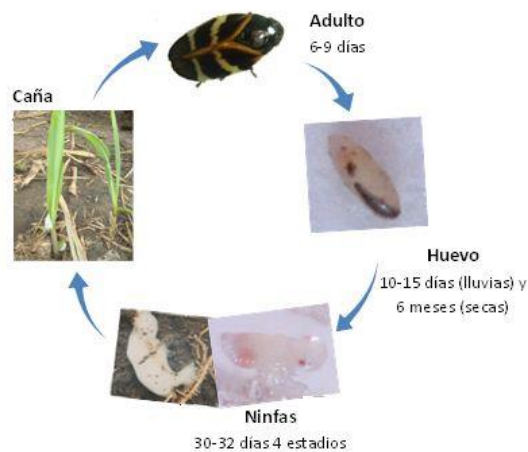


Figura 1. Ciclo biológico de chinche salivosa.

Las ninfas cuando eclosionan, se introducen dentro del suelo, se adhieren y parasitan las raíces de la caña chupando la savia; la ninfa es de color cremoso. Durante el 4° y 5° estadio ninfal que se presenta durante el inicio de una nueva temporada de lluvias, con el aumento en la temperatura y humedad relativa, el insecto emerge del suelo cubriéndose con una espuma o masa fluida semejante a saliva que protege a la ninfa de sus enemigos naturales y le brinda la humedad que requiere para completar su condición de adulto (Hernández Rosas, 2019), (Figura 2).



Figura 2. Ninfas de Mosca pinta.

Los adultos son conocido como mosca pinta o salivazo (Figura 3), son muy activos pues saltan o realizan un vuelo corto cuando se les perturba o molesta. La hembra deposita de 40 a 100 huevecillos por postura. El insecto adulto chupa la savia e inyecta al mismo tiempo sustancias enzimáticas que destruyen el protoplasma de las células originando la muerte del tejido. Terminado el periodo de lluvia hibernan como huevecillos que eclosionaran al siguiente año cuando las condiciones ambientales sean favorables. El macho de *Aeneolamia sp.* mide de 7 a 8 mm de largo y la hembra es ligeramente más grande, sus dimensiones son de 8 a 9 mm de largo y de 5 a 6 mm de ancho (Hernández Rosas, 2019).

C. CHINCE SALIVOSA EN CAÑA DE AZÚCAR DE GUATEMALA

Según el estudio realizado por el Comité de Manejo Integrado de Plagas de la Caña de Azúcar (CAÑAMIP) y el Área de Entomología de CENGICAÑA, *Aeneolamia postica* y *Prosapia simulans* son las especies de importancia en el cultivo de caña de azúcar, con el 96 y 4 por ciento de abundancia, respectivamente (Márquez, *et al*, 2002), (Figura 3).



Figura 3. Especies de chinche salivosa en caña de azúcar (*Aeneoleamia póstica*; *Prosapia silumans*).

1. Proceso de alimentación

Chinche salivosa, salivita, salivazo o mosca pinta (Homóptera: cercopidae) es un insecto con aparato bucal picador-chupador que se alimentan del xilema de una gran diversidad de gramíneas neotropicales y cuya infestación en caña de azúcar se repite cada año con los huevos diapáusicos depositados en el suelo, el ciclo anterior. Estos huevos dan origen a la primera generación de ninfas en la estación lluviosa, y de ahí surgen varias generaciones de adultos cuyos huevos ya no tienen diapausa y eclosionan en 15 días, lo que aumenta la densidad poblacional en el campo. Tanto ninfas como adultos utilizan su estilete para elaborar túneles de alimentación, que finalizan en los elementos del xilema (Byers & Wells, 1966). Debido a la baja calidad nutritiva de la savia del xilema el estado de ninfa se prolonga por al menos 30 días, formando una espuma alrededor de su cuerpo blando y permanecen en las raíces adventicias del cultivo. Cuando

alcanzan el estado adulto, estos insectos migran hacia el follaje y al alimentarse introducen una sustancia tóxica que destruye e interfiere en la formación de clorofila, cuyo síntoma es conocido como “quemazón”, que afecta tanto el desarrollo normal de la planta como la acumulación de sacarosa.

2. Daño foliar

El efecto de la alimentación de la ninfa sobre las raíces de la caña de azúcar se ha considerado como de menor importancia, comparado con el daño causado por la alimentación de los adultos sobre las hojas, sin embargo, Cáceres y Ruano (1961), mencionado por (Fewkes, 1969) reportan que la alimentación de ninfas de *Aeneolamia póstica* causaron un retardo en el desarrollo de las plantas. Para el caso de los adultos éstos introducen una toxina que altera la clorofila e interfiere con la síntesis de la misma y con ello daña las células del parénquima y mesófilo de las hojas, reduciendo el proceso de fotosíntesis. La consecuencia del daño foliar se observa en la reducción en el desarrollo normal de la caña y del azúcar que se acumula en el tallo.

El daño foliar debe medirse a finales de septiembre o principios de octubre y, con base en el porcentaje, clasificar los campos en las categorías de daño leve (0-40 %), moderado (41-60 %) o severo, cuando es mayor del 60 por ciento de daño foliar. Los estudios de pérdidas de CENGICAÑA-CAÑAMIP, estiman que el período crítico ocurre entre 6 a 8 meses de edad de edad del cultivo, cuando el coeficiente de pérdida puede alcanzar un valor de 5.13 kilogramos de azúcar por tonelada métrica, por cada adulto por tallo (Márquez, *et al*, 2001).

D. IMPORTANCIA ECONÓMICA DE LA CHINCHE SALIVOSA

Chinche salivosa (*Aeneolamia postica*) es una de las plagas de mayor impacto económico en la producción de caña de azúcar en Guatemala. Su hábil estrategia biológica de sobrevivir mediante huevos diapáusicos le ha permitido incrementar su población en los campos de cultivo. Según registros del comité CAÑAMIP al menos 21,271 hectáreas mostraron presencia del insecto en la zafra 2013-2014, de las cuales 1,935 mostraron daño “severo” y 2,949 con daño “moderado”.

Según su biología, es evidente que el mayor éxito en el control de la plaga está en la reducción de la población de huevos diapáusicos y las ninfas, reducir o atrasar la ocurrencia del período crítico que produce altas densidades de adultos (Márquez M. , y otros, 2009) entre julio y agosto. Debido a la acumulación de los huevos diapáusicos, a través del tiempo y a las condiciones de alta humedad, hay campos que rápidamente alcanzan el estatus de “alta infestación”, donde el daño foliar es mayor del 60 por ciento y dado que el período crítico de ocurrencia es de 6 a 8 meses de edad del cultivo, los índices de pérdida pueden alcanzar 8.21 TCH de caña y 12.82 Lb Az/t, por cada adulto/tallo (Márquez, *et al*, 2001).

Chinche salivosa es la plaga con alta capacidad de reducir la productividad de los campos de caña del primer tercio de zafra, ya que el daño moderado (40-60% de daño foliar) puede provocar pérdidas de 1.5 TAH, mientras que el daño “severo” con más del 60 por ciento de daño foliar, hasta un promedio de 3.14 TAH (Márquez, *et al*, 2010). A partir de la zafra 2013-2014, mediante el uso de insecticidas sistémicos se ha reducido el área afectada en las áreas endémicas ya que el cambio climático con efectos de años de ENSO “neutro” mantienen una dinámica más agresiva de la plaga reduciendo su ciclo biológico (por mayor temperatura), aumentando sus generaciones y en consecuencia el daño. Según su biología, el cambio en el fotoperíodo hacia días largos en abril y el inicio de la temporada de lluvia son factores que determinan que los huevos diapáusicos en el suelo reactiven su proceso de embriogénesis y den origen a la primera generación de ninfas de la estación y con ello, si no es eliminada esta generación, produce la primera generación de adultos cuyas hembras ovipositan huevos “No diapáusicos” que aumentan las ninfas en 15 días y con ello, aumenta la presión en los campos.

1. Antecedentes del impacto económico de la chinche salivosa en el Ingenio Pantaleón

Actualmente el impacto que la chinche representa para el Ingenio Pantaleón es muy alto, debido a que las poblaciones de la plaga sobrepasan los umbrales económicos establecidos por la empresa (Tabla 1), causando pérdidas económicas cuantificables. Por lo que es necesario el monitoreo y controles permanentes de las hectáreas sembradas con caña de azúcar. El área con presencia de la plaga es de 24,000 a 35,200 hectáreas, de las cuales 1,450.12 hectáreas presentan daños económicos.

Tabla 1. Nivel de daño por chinche salivosa en Ingenio el Pantaleón.

Tipo de daño	Atributo de coloración de cañaverales	Población/tallo Media	Población/tallo Máxima
Leve	Verde amarillo	0.06	0.16
Moderado	Café claro	0.16	0.32
Severo	Café oscuro	0.98	1.73

(Acevedo, 2012)

a. Estimación de pérdidas económicas y de producción

En las Tablas 2 y 3 se puede observar el nivel de pérdidas económicas y en producción provocadas por la chinche salivosa. Las pérdidas reflejadas por el nivel de daño moderado son de 1,408.91 kilogramos/hectárea y severo de 3,015.89 kilogramos/ hectárea lo que en total representa una pérdida en peso de 2, 582,216.23 millones de kilogramos (Tabla 2), al mismo tiempo se estima

que un daño moderado y severo ocasiona una pérdida económica aproximadamente de 2,650,626.45 millones de dólares (Tabla 3).

Tabla 2. Pérdidas en producción.

Nivel de daño	Pérdidas en Kg/Ha	No. Hectáreas afectadas	Total de pérdidas
Moderado	1,408.91	747.35	1,052,948.88
Severo	3,015.89	507.46	1,529,267.34
Total	-----	-----	2,582,216.23

(Acevedo, 2012)

Tabla 3. Pérdidas económicas.

Nivel de daño	Pérdidas en US\$/Ha	No. Hectáreas afectadas	Total de pérdidas US\$
Moderado	310.91	747.35	2,313,221.38
Severo	664.89	507.46	337,405.07
Total	-----	-----	2,650,626.45

(Acevedo, 2012)

E. MANEJO INTERGADO DE PLAGA

En el aspecto de decisiones económicas es, probablemente, el más discutido en entomología económica y el manejo de insectos-plaga en la agricultura. La pregunta fundamental en la cual se basa es la necesidad de conocer cuántos insectos causan tal cantidad de daño y si este daño es significativo para iniciar la acción de control. Sin duda, la evaluación de una población a través del monitoreo nos debe llevar a un proceso de toma de decisiones y según (Pedigo, 1996) estos conocimientos caen dentro de lo que él define como Bioeconomía, definida como el estudio de las relaciones entre las densidades de las plagas, las respuestas de los hospederos al daño y las pérdidas económicas resultantes.

De las reglas de decisión que se han establecido, ninguna ha tenido más éxito que las relacionadas con el concepto del nivel de daño económico (NDE) de (Stern, Smith, Van den Bosch, & Hagen, 1969). De hecho, este concepto, aunque con algunos cambios menores, aún constituye la base de la mayoría de los programas de manejo integrado que se usan hoy en día. Estos autores desarrollaron sus reglas de decisión de los principios básicos del daño económico y Nivel de Daño Económico (NDE o EIL por sus siglas en inglés) y es de su concepto de donde se deriva mucho de la teoría que permanece hasta el presente. La mayor ventaja de este concepto es la simplicidad y practica en la mayoría de las situaciones. El NDE se define como “la más baja densidad

poblacional que causará daño económico” habiéndose usado frecuentemente para apoyar decisiones de manejo con objetivos de corto plazo. Además, el concepto ha sido aplicado primeramente a situaciones donde las tácticas de manejo son supresivas más que preventivas y por ello, se han desarrollado más para plagas ocasionales y perennes en donde la investigación, evaluación y las subsecuentes terapias son posibles. Sin embargo, tiene aplicación para todas las plagas porque la mayoría de las estrategias que se incluyen dentro del Manejo integrado se utilizan para la reducción de poblaciones a un nivel por debajo del que es “económico”.

1. El nivel de daño económico

Se interpreta como la densidad poblacional de la plaga en la cual el costo de la medida de control iguala al beneficio económico esperado por la acción de la misma. Es decir, que la acción de control “salva” una parte del rendimiento, el cual se hubiera perdido si no se toma la decisión de hacer el control. Esta condición se expresa por la ecuación siguiente: $C = ID \times D \times P \times K$

De donde:

C = Costo económico asociado a la medida o plan de manejo, para de control de la plaga

ID = El índice de daño determinado para la plaga

D = Densidad poblacional de la plaga

P = Precio unitario de venta del producto (azúcar)

K = El grado de supresión de la plaga, efectuado por la medida de control

El rendimiento salvado o protegido tiene un valor monetario, el cual se estima utilizando parámetros biológicos y económicos que se encuentran representados por (ID, D, P, K) y que en total debe ser igual al valor monetario que invertimos en la acción de control (C), es decir, que el NDE es la densidad poblacional de la plaga donde el valor del rendimiento salvado o protegido cubre exactamente los gastos del control invertidos. Esto indica que, si la densidad de la plaga es menor a este valor establecido, no sería rentable, por ahora, implementar dicha medida de control.

El NDE está compuesto por dos tipos de datos o parámetros: Los datos biológicos que se obtienen de la experimentación y los datos económicos.

a. El índice de daño (ID)

Es la pérdida de azúcar (libras, kilogramos o toneladas) por hectárea asociado a una unidad de densidad de la plaga o unidad de daño. Para su determinación se diseñan experimentos que permiten conocer y cuantificar la relación entre la densidad de la plaga y su efecto en la reducción en el rendimiento en peso de caña o recuperación de azúcar. En CENGICANA los estudios de esta relación se han desarrollado mediante el establecimiento de ensayos en donde los resultados se interpretan con el análisis de regresión, siendo el coeficiente de la función el

llamado “coeficiente de pérdida”. Por ejemplo, para el estudio de pérdidas para gallina ciega (Márquez & Ralda, 2005) la relación encontrada se expresó por la ecuación lineal $Y = 0.62 (x)$, de donde se intuye que 0.62 es el coeficiente de la regresión y al mismo tiempo es el factor de pérdida que indica que por cada larva de gallina ciega de incremento de la población en campo, habrá una reducción equivalente a 0.62 tm de caña por hectárea. Este factor de pérdida multiplicado por el rendimiento de azúcar promedio del ingenio o de la zafra (ej, 252 lb Az/Tm en zafra 2005-06) brinda el “índice de daño” para gallina ciega que es de 156 Lb Az/ha/ 1 larva por metro cuadrado.

Tabla 4. Factor de pérdida para la chinche salivosa, determinados en ensayos de investigación en CENGICAÑA-CAÑAMIP.

Plaga	Factor de pérdida (b) expresado en		Época de medición
	Rend. Caña	Rend. Azúcar	
Chinche salivosa (<i>Aeneolamia spp</i>)	8.21 Tm/ha/ 1 adulto/tallo	12.82 Lb Az/tm/ 1 Adulto/tallo	Edad crítica entre 6-8 meses de edad del cultivo.

(Márquez, *et al*, 2001)

Tabla 5. Estimación del índice de daño para la chinche salivosa, el cual está considerado en la estimación del Nivel de Daño Económico, utilizando el programa de CENGICAÑA.

Plaga	Componente	Estimación	Índice de daño
Chinche salivosa (<i>Aeneolamia spp</i>)	TCH	$(8.21 \text{ tm/ha/ } 1 \text{ adulto/tallo}) \times (252 \text{ Lb Az/tm}) = 2,069 \text{ Lb Az/ha/ } 1 \text{ adulto/tallo}$	3,223 Lb Az/ha/ 1 adulto/tallo
	Azúcar	$(12.82 \text{ Lb Az/tm/ } 1 \text{ adulto/tallo}) \times (90 \text{ tm/ha}) = 1,154 \text{ Lb Az/ha/ } 1 \text{ adulto/tallo}$	

(Márquez, *et al*, 2001)

b. Densidad poblacional de la plaga (D)

Es la forma absoluta o relativa de expresar la población de una plaga y en el caso de caña de azúcar, el CAÑAMIP ha estandarizado las expresiones para cada plaga, siendo el número de ninfas o adultos por tallo (chinche salivosa), el número de larvas por m² (gallina ciega, gusano alambre), o bien en otros casos se realiza por medio de medidas indirectas como el grado de daño (% de infestación en rata e intensidad de infestación para el barrenador del tallo). En general

representa la forma en la que se realiza el monitoreo y que debe servir para estimar la población de la plaga en el NDE.

c. El precio de venta del producto (P)

Se refiere al precio de una unidad de producto (libra, kilogramo o tonelada) expresado en una unidad monetaria convencional que generalmente es el dólar americano.

d. El grado de supresión de la plaga efectuado por la medida de control (K)

Se refiere a la eficiencia de la medida de control sobre la plaga, expresada como una proporción (valores entre 0 y 1). Estos se obtienen de ensayos específicos o bien de las pruebas realizadas con la medida de control.

e. Costo de la medida de control (C)

Es el costo que representa aplicar el producto o programa definido de control por hectárea, y se expresa generalmente en dólares (US\$/ha). Incluye tanto el precio del producto como el costo del equipo y los jornales utilizados por hectárea, en su aplicación. Estos costos son muy específicos para cada ingenio, de manera que cada uno conoce el costo relacionado con cada acción.

2. Manejo integrado de la Chinche salivosa

Actualmente incluye la implementación estratégica de acciones de control cultural preventivo de huevos con la labranza mecanizada, control microbiológico de ninfas y, en casos extremos, el control químico con insecticidas sistémicos.

a. Prácticas mecanizadas para el control de huevos diapáusicos, luego de la cosecha

Estas prácticas tienen como propósito fomentar la mortalidad de los huevos diapáusicos mediante el uso de implementos de labranza para exponerlos a sol y a la alta temperatura del suelo, en los primeros 10 días después de realizado el corte.

- En cosecha manual/quemado es conveniente el paso del descarne y luego combinarlo con el aporque temprano, la rastra sanitaria o el rodillo de púas (Lilliston), según la disponibilidad de equipo y experiencias de la labranza en cada finca.
- En cosecha es necesario, después del corte y con el residuo seco, realizar el desbasurado mecánico (2x1 o 0x1). En las calles y surcos libres de residuo se debe realizar un paso previo de descarne y posteriormente el paso de cualquiera de las opciones siguientes: Rastra sanitaria/Lilliston y aporque temprano (Márquez J. M., 2017).

b. Control de ninfas en temporada de lluvia

Requiere las siguientes acciones:

- Establecer un programa de monitoreo de la población de ninfas/tallo, para orientar las decisiones inmediatas de control.
- Priorizar el control de la primera generación de ninfas en el inicio del período de lluvias.
- Iniciar el control biológico con hongos entomopatógenos. Esta práctica es opcional y en especial para ingenios que tienen laboratorio, producen cepas virulentas a bajo costo y tienen experiencias sobre las áreas y condiciones en donde ha sido eficaz.
- Priorizar las aplicaciones terrestres sobre las aéreas
- Realizar el control químico, como un último recurso de control cuando las poblaciones sean altas, en focos de la plaga o campos completos, según el umbral de cada ingenio. Establecer un plan de una o 16 máximo dos aplicaciones con productos sistémicos de la familia “Neonicotinoides”, por ciclo de la plaga.
- Observar todas las recomendaciones de seguridad para el personal operativo y las restricciones de no aplicar en poblados cercanos, fuentes de agua y otros cultivos vecinos a la caña de azúcar (Márquez J. M., 2017)

c. Control de la población de huevos diapáusicos en siembras de renovaciones

Tomar en consideración los siguientes aspectos:

- Campos con antecedentes de alta infestación por chinche salivosa requieren un plan especial de preparación del suelo. Se debe incluir el doble paso de pulida y permitir 15 días de exposición al sol entre el surqueo y la nueva siembra de esquejes de caña.
- No destruir los huevos diapáusicos reducirá la vida útil del nuevo campo de caña ya que las infestaciones iniciarán de inmediato en el nuevo ciclo de cultivo (Márquez J. M., 2017).

V. METODOLOGÍA

A. LUGAR DEL EXPERIMENTO

Se realizó el experimento en el lote 201 de finca Playa Grande, ubicado en La Gomera, Escuintla, Guatemala, exactamente en las coordenadas 14.11873, -91.05951, a 50 msnm, perteneciente a Ingenio Pantaleón, con problemas de chinche salivosa con una infestación mayor a 0.15 (individuos por tallo), en dicho lugar se tuvo sembrado la variedad de caña CG02 -163.

B. MATERIALES Y EQUIPO

- Probetas
- Equipo de protección personal
- Cubetas
- Bombas maruyama
- Cinta métrica
- Vernier
- Material experimental (Insecticidas)

C. METODOLOGÍA DE MUESTREO DE CHINCHE SALIVOSA

A continuación, se describe la metodología de muestreo de chinche salivosa utilizado en Ingenio Pantaleón:

- En cada tratamiento se tuvo cinco surcos, distancia entre surcos de 1.5 metros por 120 metros de largo, para un total de 600 m². De los cinco surcos que se tenían de cada bloque se utilizaron el surco dos, tres y cuatro, ubicando tres muestreos por cada surco; una vez ubicado los puntos de muestreo se mide 1 metro lineal, e inicia el muestro en el punto (Figura 4).
- Para encontrar la cantidad de adultos de Chinche Salivosa (*Aeneolamia spp*), se visualiza de manera superficial la existencia de chinches adultas en el área elegida de muestreo y se cuentan y anotan la cantidad encontrada.
- Para encontrar las ninfas en el área de muestreo se retira cuidadosamente el molch (rastrojo y paja que cubre el suelo), y se anotará las ninfas que se vean; y de segundo se quitan las hojas bajas del cultivo y se revisa la existencia de salivazos (saliva que produce la ninfa cuando se encuentra en el tallo de la caña), se cuentan y anotan la cantidad encontrada.
- Ya encontrado la cantidad de ninfas y adultos en el metro de muestreo se anotan en la boleta de muestreo en columnas diferentes (Anexo 1), (Pantaleón, 2000).

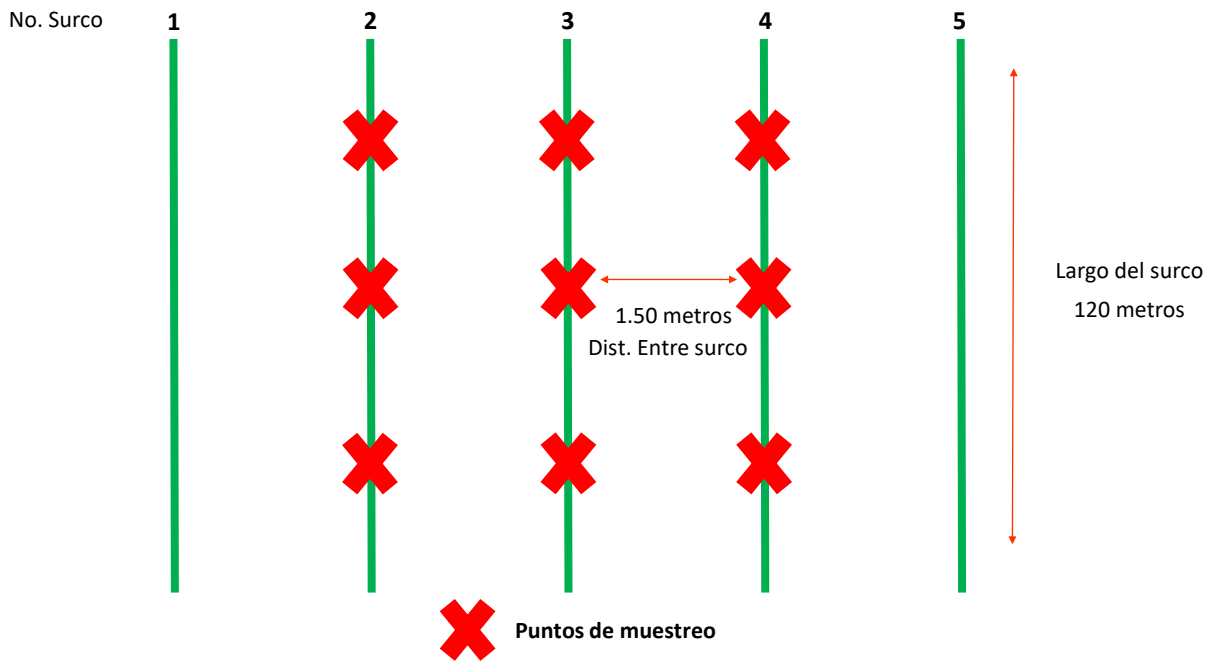


Figura 4. Ubicación del punto de muestreo.

D. PLAN EXPERIMENTAL

El diseño experimental que se utilizó fue bloques completos al azar.

1. Área del experimento

La evaluación estuvo conformada por 10 tratamientos, con tres repeticiones de cada uno, el área del lote está conformada de 1.8 hectáreas.

2. Unidad experimental

En cada tratamiento se tuvo cinco surcos (distancia entre surcos de 1.5 metros) por 120 metros de largo, para un total de 600 m² (0.06 Ha), cada tratamiento se replicó tres veces distribuidas de manera aleatoria como se representa en la Figura 5.

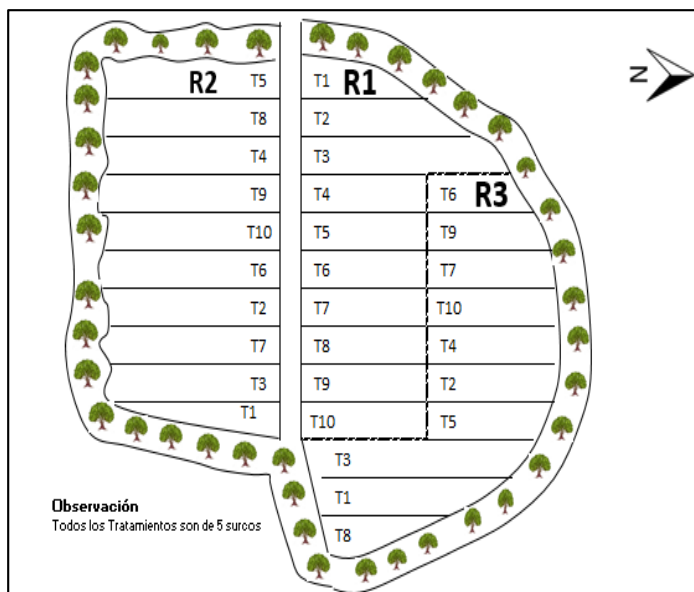


Figura 5. Croquis del ensayo.

3. Tratamientos

Se tuvo 10 tratamientos (Tabla 6), es importante mencionar que el tratamiento ocho (Producto PSA) fue el testigo comercial con el que fue comparado los otros tratamientos; por cada tratamiento se hizo la aplicación a doble surco dirigido a la base de la macolla cubriendo en ambos lados del surco, considerando un volumen de 260 litros por hectárea, previo a la aplicación se ejecutó el muestro de individuos por tallo. La aplicación de los insecticidas químicos y biológico MAR N.E. se realizó una vez, para los biológicos de la empresa Micsa y PSA se realizaron dos veces con un intervalo de siete días entre aplicación.

Tabla 6. Tratamientos y su descripción.

No. Trat.	Clasificación	Producto	I. A.	Dosis	Proveedor
1	Piretroide	Villano	Acetamiprid + Lambda Chialotrina	1.5 L/Ha	Promoagro
2	Piretroide	Ztafor	Acetamiprid	0.5 Kg/Ha	Foragro
3	Piretroide	Cinta Negra	Acetamiprid	0.50 L/Ha	Foragro
4	Piretroide	Evisect	Thiocyclam hidroxido oxalato	0.60 Kg/Ha	Promoagro
5	Piretroide	Tryclan	Thiocyclam hidroxido oxalato	0.60 Kg/Ha	Marketing arm guate
6	Piretroide	Arpón	Piriproxifen	0.75 Kg/Ha	Foragro
7	Biológico	MAR N.E.	Extracto de Neem	0.20 L/Ha	Centurion del campo
8	Biológico	PSA	Peacelomyces + Metarhizium	1 E 12/Ha	Pantaleón S.A.
9	Biológico	Bovetrol	Beauveria	1 E 09/Ha	MICSA
10	Biológico	Biorrizium	Metarhizium	1 E 09/Ha	MICSA

4. Recolección de datos y variables de estudio

El cultivo tenía 125 días de edad (4.16 meses) cuando se ejecutó la aplicación de los productos, el 27 de julio del 2019; los datos de cada variable de respuesta se recolectaron de la siguiente manera:

a. Infestación de chinche salivosa:

Se hizo muestreos utilizando la metodología de Ingenio Pantaleón para encontrar la población de ninfas por tallo, adultos por tallo & Individuos por tallo (adulto + ninfa), se realizó un muestreo antes de la aplicación de los productos, después se efectuó ocho muestreos, a los 8, 12, 22, 26, 36, 45, 51, 57 días después de la aplicación (DDA), durante los meses de julio a septiembre del 2019. En el Anexo 1 está la boleta de muestreo de chinche salivosa.

b. Relación beneficio/costo:

Es la densidad poblacional de la plaga en la cual el costo de la medida de control iguala al beneficio económico esperado por la acción de la misma. Se utilizó la siguiente fórmula para estimar el beneficio y costo asociado a los tratamientos.

$$\text{Relación } \frac{B}{C} = \frac{BPC * PTMC}{CT}$$

Donde:

- Relación B/C = Beneficio/Costo/Ha
- BPC = Beneficio producción de caña por hectárea (tm caña/Ha)
- PTMC = Precio de tm de caña (US\$/tm caña)
- CT = Costo de la aplicación del tratamiento en una hectárea (US\$/Ha)

E. MODELO MATEMÁTICO

Para el análisis se utilizó el modelo matemático siguiente: $y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + e_{ij}$

En donde:

- y_{ij} = Variable de respuesta
- μ = Efecto de media general del experimento
- τ_i = Efecto del i...ésimo tratamiento
- β_j = Efecto del j...ésimo bloque
- e_{ij} = Efecto del error experimental asociado a la ij-ésima unidad experimental

(Márquez J. M., 2017)

VI. RESULTADOS

A. INFESTACION DE CHINCHE SALIVOSA

En las Tablas 7, 8 y 9, se presentan los resultados de las muestras de la población de ninfas por tallo, adultos vivos por tallo e individuos por tallo (ninfa + adulto vivo). Los cuadros muestran la población a los 0 días (antes de la aplicación de los productos), posteriormente a la aplicación de los productos se ejecutó muestreos de la población a los 8, 12, 22, 26, 36, 45, 51 y 57 días.

1. Ninfas por tallo

Tabla 7. Promedio de ninfas por tallo para los tratamientos.

Fecha (DDA)	Promedio de ninfas por tallo									
	T1 (Villano)	T2 (Ztafor)	T3 (Cinta Negra)	T4 (Evisect)	T5 (Tryclan)	T6 (Arpón)	T7 (MAR N.E.)	T8 (PSA)	T9 (Bovetrol)	T10 (Biorrizium)
0	0.159	0.134	0.195	0.130	0.255	0.081	0.139	0.200	0.210	0.244
8	0.095	0.040	0.096	0.129	0.310	0.043	0.134	0.114	0.386	0.253
12	0.048	0.027	0.161	0.029	0.053	0.011	0.120	0.040	0.031	0.113
22	0.089	0.113	0.060	0.056	0.144	0.099	0.145	0.231	0.095	0.105
26	0.141	0.028	0.183	0.735	0.225	0.060	0.055	0.454	0.048	0.232
36	0.058	0.000	0.056	0.289	0.000	0.050	0.063	0.064	0.053	0.000
45	0.000	0.064	0.080	0.378	0.144	0.108	0.016	0.027	0.000	0.000
51	0.014	0.041	0.067	0.115	0.172	0.048	0.114	0.080	0.267	0.051
57	0.015	0.014	0.094	0.037	0.037	0.044	0.087	0.053	0.103	0.016
Media	0.069	0.051	0.110	0.211	0.149	0.060	0.097	0.140	0.133	0.113

2. Adultos vivos por tallo

Tabla 8. Promedio de adultos vivos por tallo para los tratamientos.

Fecha (DDA)	Promedio de adultos vivos por tallo									
	T1 (Villano)	T2 (Ztafor)	T3 (Cinta Negra)	T4 (Evisect)	T5 (Tryclan)	T6 (Arpón)	T7 (MAR N.E.)	T8 (PSA)	T9 (Bovetrol)	T10 (Biorrizium)
0	0.030	0.035	0.107	0.030	0.038	0.072	0.029	0.113	0.116	0.097
8	0.013	0.067	0.000	0.025	0.037	0.034	0.032	0.068	0.016	0.000
12	0.010	0.000	0.026	0.019	0.012	0.011	0.027	0.000	0.018	0.083
22	0.000	0.013	0.000	0.000	0.000	0.000	0.095	0.022	0.000	0.000
26	0.000	0.000	0.000	0.027	0.000	0.000	0.000	0.027	0.000	0.000
36	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.038	0.000	0.000
45	0.000	0.000	0.000	0.000	0.011	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
51	0.069	0.041	0.025	0.000	0.024	0.079	0.074	0.032	0.097	0.000
57	0.000	0.000	0.000	0.022	0.055	0.075	0.125	0.074	0.115	0.035
Media	0.014	0.017	0.018	0.014	0.020	0.030	0.042	0.042	0.040	0.024

3. Individuos por tallo

Tabla 9. Promedio de individuos por tallo para los tratamientos.

Fecha (DDA)	Promedio de individuos por tallo									
	T1 (Villano)	T2 (Ztafor)	T3 (Cinta Negra)	T4 (Evisect)	T5 (Tryclan)	T6 (Arpón)	T7 (MAR N.E.)	T8 (PSA)	T9 (Bovetrol)	T10 (Biorrizium)
0	0.188	0.169	0.302	0.207	0.292	0.153	0.168	0.313	0.326	0.341
8	0.108	0.107	0.096	0.154	0.347	0.077	0.165	0.182	0.402	0.253
12	0.058	0.027	0.187	0.048	0.066	0.023	0.147	0.040	0.049	0.196
22	0.089	0.127	0.060	0.056	0.144	0.099	0.240	0.253	0.095	0.105
26	0.141	0.028	0.183	0.762	0.225	0.060	0.055	0.481	0.048	0.232
36	0.058	0.000	0.056	0.289	0.000	0.050	0.063	0.103	0.053	0.000
45	0.000	0.064	0.080	0.378	0.156	0.108	0.016	0.027	0.000	0.000
51	0.083	0.082	0.093	0.115	0.196	0.127	0.188	0.112	0.364	0.051
57	0.015	0.014	0.094	0.059	0.092	0.119	0.212	0.127	0.218	0.051
Media	0.082	0.069	0.128	0.230	0.169	0.091	0.139	0.182	0.173	0.137

B. RELACIÓN BENEFICIO/COSTO

En la Tabla 10 se presenta en orden los tratamientos con los rendimientos de TCH obtenidos, comparando los tratamientos contra el tratamiento 8 (PSA) que fue testigo comercial, para obtener el incremento de TCH de los tratamientos sobre el testigo comercial.

Tabla 10. Valores promedio de infestación, TCH y rendimiento de azúcar.

Tratamiento	Ninfa por tallo	Adulto vivo por tallo	Individuo por tallo	TCH*	Incremento sobre el testigo comercial (TCH)
T1 (Villano)	0.069	0.014	0.082	75.87	11.92
T2 (Ztafor)	0.051	0.017	0.069	54.43	-9.52
T3 (Cinta Negra)	0.110	0.018	0.128	74.19	10.24
T4 (Evisect)	0.211	0.014	0.230	68.33	4.38
T5 (Tryclan)	0.149	0.020	0.169	67.53	3.58
T6 (Arpón)	0.060	0.030	0.091	61.01	-2.94
T7 (MAR N.E.)	0.097	0.042	0.139	76.09	12.14
T8 (PSA)	0.140	0.042	0.182	63.95	0.00
T9 (Bovetrol)	0.133	0.040	0.173	61.47	-2.48
T10 (Biorrizium)	0.113	0.024	0.137	74.82	10.87

* Obtenido por medio de Índice de desarrollo del cultivo, a la edad de ocho meses.

En la Tabla 11 se muestra el costo por hectárea (dosis del producto + jornal + depreciación de la bomba Maruyama), el beneficio de TCH sobre el testigo comercial que fue el tratamiento ocho (PSA), beneficio neto por hectárea, para obtener la relación beneficio costo por hectárea.

Tabla 11. Estimación de beneficios y costos asociados a los tratamientos.

Tratamiento	Dosis/ha	Costo/ha (US\$)	Beneficio sobre el testigo comercial (TCH)*	Beneficio neto/ha (US\$)	Relación B/C
T1 (Villano)	1.5 L	38.85	11.92	333.85	8.6
T2 (Ztafor)	0.5 Kg	71.31	-9.52	-266.65	-3.7
T3 (Cinta Negra)	0.50 L	18.24	10.24	286.65	15.7
T4 (Evisect)	0.60 Kg	43.58	4.38	122.66	2.8
T5 (Tryclan)	0.60 Kg	38.52	3.58	100.26	2.6
T6 (Arpón)	0.75 Kg	60.17	-2.94	-82.40	-1.4
T7 (MAR N.E.)	0.20 L	24	12.14	339.98	14.2
T8 (PSA)	1 E 12	44.34	0.00	0.00	0.0
T9 (Bovetrol)	1 E 09	74.66	-2.48	-69.33	-0.9
T10 (Biorrizium)	1 E 09	74.66	10.87	304.25	4.1

* Precio de tm de caña es de US\$ 28.00.

VII. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

A. INFESTACIÓN DE CHINCHE SALIVOSA

Con base a los resultados se pudo determinar a través de un análisis de varianza en InfoStat si estos productos controlan la población de chinche, y determinar los tres mejores productos para el control de la chinche salivosa en sus diferentes estados de desarrollo.

1. Ninfas por tallo

Los 10 tratamientos no mostraron diferencia significativa (Anexo 2, $P=0.1757$) en el control de la ninfa de la chinche salivosa, demostrando que cualquier producto puede mantener baja la población de ninfas. En la Figura 6 se observa el comportamiento de la población de ninfas por tallo, decreciendo después de la aplicación de los productos, pero aumentando posteriormente, alcanzando el máximo de ninfas por tallo a los 26 DDA, aunque vuelve a disminuir a la postre. Los tres mejores productos para el control de ninfas, según la Tabla 7 al mantener su media poblacional baja, durante la época de muestreos fueron: Ztafor (0.051 ninfas por tallo), Arpón (0.060 ninfas por tallo) y Villano (0.069 ninfas por tallo).

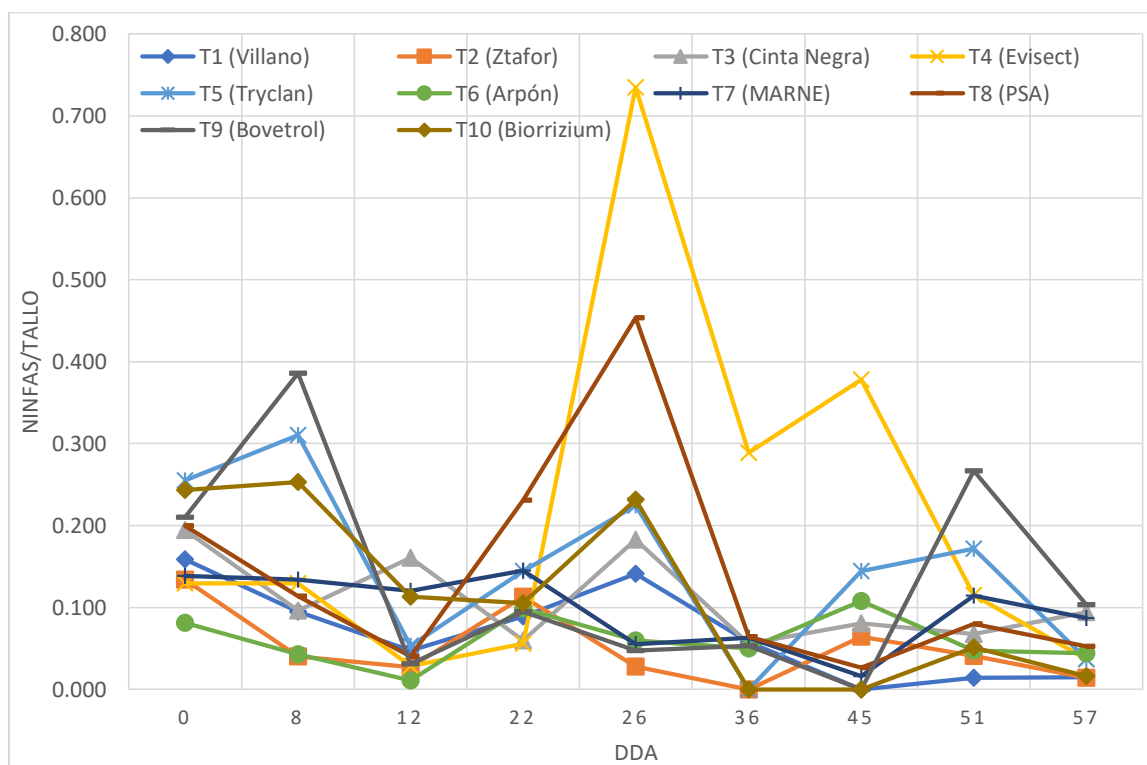


Figura 6. Ninfas por tallo en los tratamientos.

2. Adultos vivos por tallo

Los 10 tratamientos no mostraron diferencia estadística significativa (Anexo 2, $P=0.0896$) en el control de los adultos vivos de la chinche salivosa, demostrando que cualquier producto puede mantener baja la población de adultos vivos. En la Figura 7 se observa el comportamiento de la población de adultos vivos por tallo, disminuyendo después de la aplicación de los productos, mostrando desde los 22 hasta los 45 DDA la población de adultos vivos por tallo más bajo, pero aumenta posteriormente, aunque se estuvo en niveles aceptables donde el adulto no causa daños en el rendimiento; es de gran importancia controlar la población de adultos vivos porque en este estado es cuando se alimentan de las hojas, succionando savia e inyectando toxinas que destruyen la clorofila en la planta, es decir, en esta fase de desarrollo es cuando más daño le hace al cultivo. Los tres mejores productos para el control de los adultos vivos, según la Tabla 8 al mantener su media poblacional baja durante la temporada de muestreos son: Villano (0.014 adultos vivos por tallo), Evisect (0.014 adultos vivos por tallo) y Ztafor (0.017 adultos vivos por tallo) y Ztafor (0.017 adultos vivos por tallo).

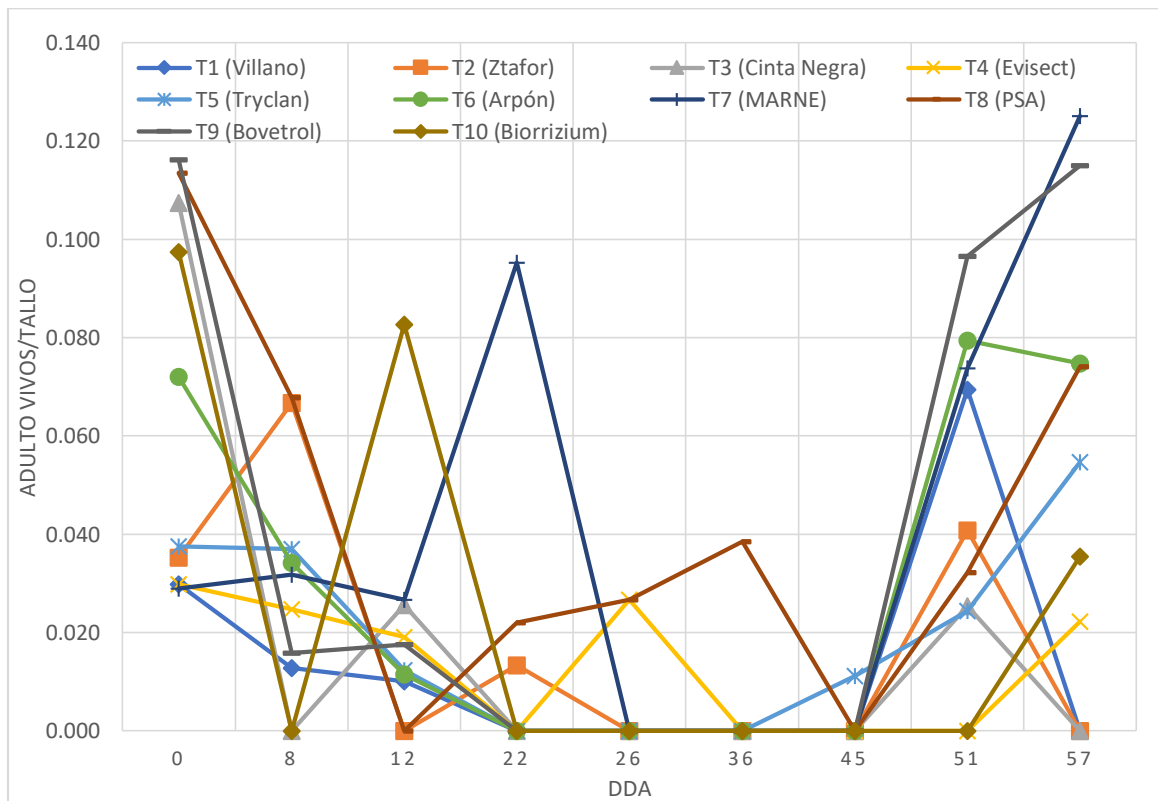


Figura 7. Adultos vivos por tallo en los tratamientos.

3. Individuos por tallo

Los individuos se obtienen de la suma de las ninfas y adultos vivos. Los 10 tratamientos no mostraron diferencia estadística significativa (Anexo 2, $P=0.1374$) en el control de individuos de chinche salivosa, aclarando que cualquier producto puede mantener baja la población de individuos. En la Figura 8 se observa el comportamiento de la población de individuos, disminuyendo después de la aplicación de los productos, alcanzando su máximo de individuos por tallo a los 26 DDA, pero el control eficiente de los productos fue hasta los 36 DDA, posteriormente empieza al alza los individuos por causas como degradación del producto y cambio generacional de la plaga. Los tres mejores productos para el control de los individuos, según la Tabla 9 al mantener su media poblacional más baja, durante el periodo de muestreos son: Ztafor (0.069 individuos por tallo), Villano (0.082 individuos por tallo) y Arpón (0.091 individuos por tallo).

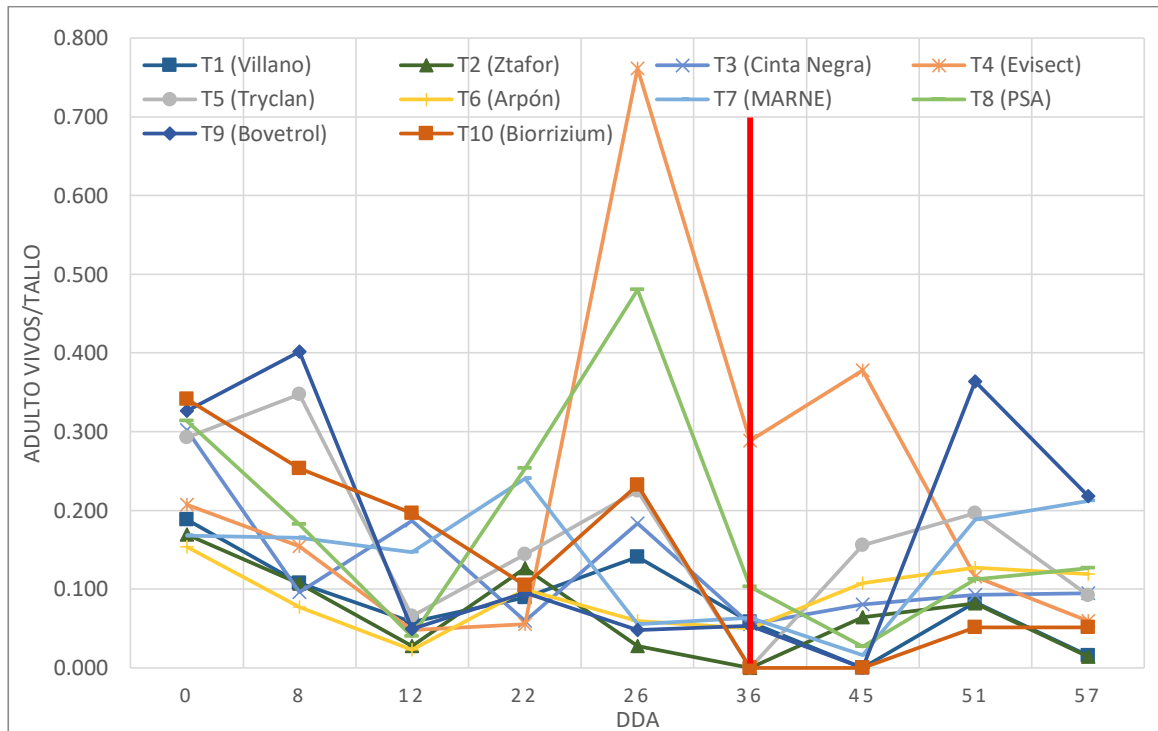


Figura 8. Individuos por tallo en los tratamientos.

B. RELACIÓN BENEFICIO COSTO

La Tabla 10 muestra los tratamientos con los rendimientos obtenidos, el testigo comercial PSA tuvo 63.95 TCH, los productos que tuvieron mayor rendimiento comparado con el testigo comercial fueron: MAR N.E., Cinta Negra, Villano, Biorrizium, Evisect & Tryclan; al contrario, los productos con menor rendimiento comparado con el testigo comercial fueron: Ztafor, Arpón, Bovetrol. Estos resultados demuestran, por ejemplo, Ztafor siendo un producto de origen químico, fue eficiente al controlar la infestación de la plaga a 0.069 individuos por tallo, pero fue inferior en cuestión de rendimiento, comparado con el producto MAR N.E. de origen biológico, que controló la infestación de la plaga a 0.139 individuos por tallo, el producto MAR N.E. tuvo un incremento de 21.61 de TCH sobre el Ztafor y 12.14 TCH sobre el testigo comercial.

El análisis de la relación beneficio costo se basa en los beneficios netos (US\$ por hectárea) que se obtienen en cada tratamiento y se divide por los costos en la aplicación de los tratamientos (US\$ por hectárea), en este caso se incluye costos por dosis por hectárea, jornal y depreciación de la bomba de mochila. En la Tabla 11 se muestra la estimación de beneficios y costos asociados a los tratamientos, el que tuvo mayor relación beneficio costo fue el producto Cinta Negra con un valor de 15.7, aunque el producto MAR N.E. tuvo el mejor beneficio neto (US\$ 339.98 por hectárea) pero el costo fue mayor (US\$ 24 por hectárea), reduciendo la relación a un valor de 14.2, dejando este producto como una segunda opción, también se puede considerar como tercera opción el producto Villano al obtener una relación de 8.6. Esta relación significa que por US\$1 por hectárea que se invierte en el control de la chinche salivosa en el caso del producto Cinta Negra se recupera US\$15.7 por hectárea.

VIII. CONCLUSIONES

- Todos los productos de origen químico y biológico controlan la población de ninfas, pero los tres productos con menor población de ninfas por tallo son: Ztafor con 0.051 ninfas por tallo, Arpón con 0.060 ninfas por tallo y Villano con 0.069 ninfas por tallo.
- Para el control de la población de adultos vivos los 10 productos resultaron eficientes. Sin embargo, los tres insecticidas con menores adultos vivos por tallo son: Villano con 0.014 adultos vivos por tallo, Evisect con 0.014 adultos vivos por tallo y Ztafor con 0.017 adultos vivos por tallo.
- Los 10 insecticidas controlan la infestación de individuos por tallo de chinche salivosa, los tres productos con mayor control son: Ztafor con 0.069 individuos por tallo, Villano con 0.082 individuos por tallo y Arpón con 0.091 individuos por tallo.
- La mayor relación beneficio costo fue el producto químico Cinta Negra con un valor de 15.7, el segundo mejor fue el producto biológico MAR N.E. con un valor de 14.2, como tercera opción fue el producto químico Villano con una relación de 8.6.
- La mejor alternativa para el control de chinche salivosa (*Aeneolamia spp*) en condiciones de finca Playa Grande, fue el producto de origen químico Cinta Negra, este insecticida controla la infestación de Individuos (ninfas + adultos vivos) por tallo, al mismo tiempo, tiene la mejor relación beneficio costo con un valor de 15.7.

IX. RECOMENDACIONES

- Para reproducir los efectos de este estudio es necesario seguir la forma de aplicación de este documento, por ejemplo, se debe asperjar los productos hacia la base de las macollas cubriendo ambos lados del surco.
- Esta investigación se enfocó al control de la plaga en temporada de lluvia con insecticidas químicos y biológicos, pero se recomienda realizar otros tipos de controles con fines preventivos como el mecanizado, cultural, etiológico.
- En futuras investigaciones se recomienda tener el área del experimento libre de arboledas, esto puede influir en el deficiente crecimiento y desarrollo del cultivo, en un tratamiento este factor influyo. Por ejemplo, el bloque 2 del tratamiento 5 (Ztafor) fue el que más efectos negativos sobre el rendimiento TCH, en este bloque la sombra fue un factor importante.
- Esta investigación fue realizada en un estrato bajo (50 msnm), considerar que la plaga y el clima se comportan de diferente manera en los distintos tipos de estratos. Por ejemplo, en el estrato alto (mayor de 300 msnm) es donde mayor incremento de población de chinche se presenta, durante la época de lluvia, por las grandes cantidades de precipitación del lugar que son mayores de 4000 mm por año; al contrario en el estrato bajo y litoral (0-40 msnm) es donde menor población de tiene en temporada de lluvia.

X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo, E. (2012). Registro para el control de caña de azúcar con daño de chinche. En I. A. Villagrán, Correlativo 02-07. Pantaleón S.A. Concepción S.A. Anónimo. (S. F.). *Diseño de bloques al azar*.
- ASAZGUA. (2019). *El azúcar de Guatemala en el mundo*. Recuperado el 10 de 09 de 2019, de <https://www.azucar.com.gt/azucar-de-guatemala-en-el-mundo/>
- Byers, R. A., & Wells, H. (1966). Phytotoxemia of coastal bermudagrass caused by the two lined spittlebug, *Prosapia bicincta* (Homóptera: Cercopidae). *Annals of the Entomological Society of America* 59 (6): 1067 1071.
- Fewkes, D. W. (1969). The biology of sugar cane froghoppers. En *J.R. Williams, J.R. Metcalfe, R.W. Montgomery y R. Mathes (Eds.)* (págs. Pests of Sugar Cane, pp. 283-307). Elsevier Publishing Company, Amsterdam.
- Hernández Rosas, F. (2019). *Mosca Pinta*. Recuperado el 11 de 09 de 2019, de Hoja técnica: <https://sites.google.com/site/moscapinta/hoja-tecnica>
- Márquez, J. M. (2017). Manejo de plagas. En CENGICAÑA, *Guía de Buenas Prácticas Agrícolas en Caña de Azúcar* (págs. 13-16).
- Márquez, J. M., & Ralda, E. (2005). Efecto de la Gallina ciega (*Phyllophaga* spp.) y Gusano alambre (*Dipropus* spp.) sobre el rendimiento de caña de azúcar en Guatemala. En *Memoria. Presentación de resultados de investigación. Zafra 2004-2005* (págs. 67-72). Guatemala, CENGICAÑA.
- Márquez, J. M., & Ralda, G. (2005). Efecto de Gallina ciega (*Phyllophaga* spp.) y Gusano alambre (*Dipropus* spp.) sobre el rendimiento de caña de azúcar en Guatemala. En *Memoria. Presentación de resultados de investigación. Zafra 2004-2005* (págs. 67-72). Guatemala, CENGICAÑA.
- Márquez, J. M., Duarte, R., Ortiz, A., Ampudia, L., Torres, E., & Javier, A. (2014). Eficiencia de Thiamethoxam y productos a base de Imidacloprid, en el control de ninfas y adultos de chinche salivosa (*Aeneolamia postica*). En *Memoria. Presentación de Resultados de Investigación. Zafra 2013-2014*. Guatemala, CENGICAÑA.

- Márquez, J. M., Peck, D., Barrios, C. O., & Hidalgo, H. (2002). Identificación de especies de Chinche salivosa (Homóptera: Cercopidae) asociadas al cultivo de caña de azúcar en Guatemala. En *Memoria. Presentación de resultados de investigación. Zafra 2001-2002* (págs. 54-59). Guatemala, CENGICAÑA.
- Márquez, J., Ortiz, A., Asencio, J., Torres, E., & Aguirre, S. (2010). Evaluación de la eficiencia de Planes de manejo integrado de Chiche salivosa: Efecto de la época de aplicación de Thiamethoxam en el control de la población de ninfas y adultos de Chinche salivosa. Finca La Libertad y Finca Velásquez. En *Memoria presentación de Resultados de Investigación, Zafra 2009/2010*. (págs. 174-186). CENGICAÑA, Guatemala.
- Márquez, M., Ortiz, A., Motta, V. H., Lemus, J. M., Torres, E., & Aguirre, S. (2009). Evaluación de la eficiencia de planes de manejo integrado de Chinche salivosa: efecto de nuevos productos en el control de la población de ninfas y adultos de Chince salivosa (*Aeneolamia Postica*). Ingenio Palo Gordo, e ingenio La Unión. En *Memoria. Presentación de resultados de investigación. Zafra 2008-2009*. (págs. 116-126). Guatemala, CENGICAÑA.
- Márquez, M.; Hidalgo, H.; Asencio, J. (2001). Estudios de las pérdidas causadas por Chinche salivosa (*Aeneolamia postica*) en tres etapas fenológicas de la caña de azúcar. En *En: Memoria. Presentación de Resultados de Investigación. Zafra 2000-2001*. (págs. 69-76). Guatemala, CENGICAÑA.
- Peck, D. C. (2001). Memorias, Taller Sobre La Bioecología y Manejo de Cercópidos en gramíneas. CENGICAÑA, Santa Lucía Cotzumalguapa, Guatemala, 13-17 agosto de 2001: Documento no publicado CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical) Cali, Colombia.
- Pedigo, L. P. (1996). *Entomology and Pest Management*. Prentice-Hall Pub., Englewood Cliffs, NJ.
- Smith, R. F., & Reynolds, H. T. (1996). Principles, definitions and scope of integrated pest control. Proc. FAO Symp. Integrated Control.
- Stern, V. M., Smith, R. F., Van den Bosch, R., & Hagen, K. S. (1969). The integrated control concept. *Hilgardia* 29.

XI. ANEXOS

A. ANEXO 1. BOLETA DE MUESTREO DE CHINCHE SALIVOSA.

AÑO	FECHA D[.]T	ID_CON	Finca	Lote	Fecha del	DDA	REPETI	TRATA	Descrip	ESTACI	ADULT	ADULT	NINFA	NINFA	TOTAL	INDIVID	ADULT	ADULT	NINFA	NINFA	NINFA
2019-2020	25/06/2019	10015201	Playa gran	201	26/06/2019	0 R1	T1	Villano		1	0	0	0	0	28	0	0	0	0	0	0
2019-2020	25/06/2019	10015201	Playa gran	201	26/06/2019	0 R1	T2	Ztafor		1	2	0	1	0	28	0.107143	0.071429	0	0.035714	0	0.035714
2019-2020	25/06/2019	10015201	Playa gran	201	26/06/2019	0 R1	T3	Cinta Neg		1	7	0	2	6	32	0.46875	0.21875	0	0.0625	0.1875	0.25
2019-2020	25/06/2019	10015201	Playa gran	201	26/06/2019	0 R1	T4	Evisect		1	6	0	6	1	33	0.393939	0.181818	0	0.181818	0.030303	0.212121
2019-2020	25/06/2019	10015201	Playa gran	201	26/06/2019	0 R1	T5	Trydan		1	2	0	3	5	27	0.37037	0.074074	0	0.111111	0.185185	0.296296
2019-2020	25/06/2019	10015201	Playa gran	201	26/06/2019	0 R1	T6	Arpon		1	3	1	3	1	36	0.194444	0.083333	0.027778	0.083333	0.027778	0.111111
2019-2020	25/06/2019	10015201	Playa gran	201	26/06/2019	0 R1	T7	Marne		1	2	0	2	0	23	0.173913	0.086957	0	0.086957	0	0.086957
2019-2020	25/06/2019	10015201	Playa gran	201	26/06/2019	0 R1	T8	PSA		1	4	0	0	0	25	0.16	0.16	0	0	0	0
2019-2020	25/06/2019	10015201	Playa gran	201	26/06/2019	0 R1	T9	Bovetrol		1	3	0	0	1	31	0.129032	0.096774	0	0	0.032258	0.032258
2019-2020	25/06/2019	10015201	Playa gran	201	26/06/2019	0 R1	T10	Biorrizium		1	3	0	4	2	26	0.346154	0.115385	0	0.153846	0.076923	0.230769
2019-2020	25/06/2019	10015201	Playa gran	201	26/06/2019	0 R2	T1	Villano		1	1	0	5	0	31	0.193548	0.032258	0	0.16129	0	0.16129
2019-2020	25/06/2019	10015201	Playa gran	201	26/06/2019	0 R2	T2	Ztafor		1	1	0	2	0	29	0.103448	0.034483	0	0.068966	0	0.068966
2019-2020	25/06/2019	10015201	Playa gran	201	26/06/2019	0 R2	T3	Cinta Neg		1	3	0	2	1	29	0.206897	0.103448	0	0.068966	0.034483	0.103448
2019-2020	25/06/2019	10015201	Playa gran	201	26/06/2019	0 R2	T4	Evisect		1	1	0	2	0	20	0.15	0.05	0	0.1	0	0.1
2019-2020	25/06/2019	10015201	Playa gran	201	26/06/2019	0 R2	T5	Trydan		1	0	0	1	0	22	0.045455	0	0.045455	0	0.045455	
2019-2020	25/06/2019	10015201	Playa gran	201	26/06/2019	0 R2	T6	Arpon		1	2	0	2	0	27	0.148148	0.074074	0	0.074074	0	0.074074
2019-2020	25/06/2019	10015201	Playa gran	201	26/06/2019	0 R2	T7	Marne		1	0	0	2	0	22	0.090909	0	0.090909	0	0.090909	
2019-2020	25/06/2019	10015201	Playa gran	201	26/06/2019	0 R2	T8	PSA		1	2	0	3	4	27	0.333333	0.074074	0	0.111111	0.148148	0.259259
2019-2020	25/06/2019	10015201	Playa gran	201	26/06/2019	0 R2	T9	Bovetrol		1	3	1	7	5	26	0.576923	0.115385	0.038462	0.269231	0.192308	0.461538
2019-2020	25/06/2019	10015201	Playa gran	201	26/06/2019	0 R2	T10	Biorrizium		1	3	0	0	0	30	0.1	0.1	0	0	0	0
2019-2020	25/06/2019	10015201	Playa gran	201	26/06/2019	0 R3	T1	Villano		1	2	0	5	6	35	0.371429	0.057143	0	0.142857	0.171429	0.314286
2019-2020	25/06/2019	10015201	Playa gran	201	26/06/2019	0 R3	T2	Ztafor		1	0	0	3	5	27	0.296296	0	0	0.111111	0.185185	0.296296
2019-2020	25/06/2019	10015201	Playa gran	201	26/06/2019	0 R3	T3	Cinta Neg		1	0	0	6	3	39	0.230769	0	0	0.153846	0.076923	0.230769
2019-2020	25/06/2019	10015201	Playa gran	201	26/06/2019	0 R3	T4	Evisect		1	0	0	0	2	26	0.076923	0	0	0	0.076923	0.076923
2019-2020	25/06/2019	10015201	Playa gran	201	26/06/2019	0 R3	T5	Trydan		1	1	0	4	7	26	0.461538	0.038462	0	0.153846	0.269231	0.423077
2019-2020	25/06/2019	10015201	Playa gran	201	26/06/2019	0 R3	T6	Arpon		1	2	0	0	2	34	0.117647	0.058824	0	0	0.058824	0.058824
2019-2020	25/06/2019	10015201	Playa gran	201	26/06/2019	0 R3	T7	Marne		1	0	0	1	4	21	0.238095	0	0.047619	0.190476	0.238095	
2019-2020	25/06/2019	10015201	Playa gran	201	26/06/2019	0 R3	T8	PSA		1	15	0	7	9	47	0.659574	0.319149	0	0.148936	0.191489	0.340426
2019-2020	25/06/2019	10015201	Playa gran	201	26/06/2019	0 R3	T9	Bovetrol		1	4	0	3	0	22	0.318182	0.181818	0	0.136364	0	0.136364
2019-2020	25/06/2019	10015201	Playa gran	201	26/06/2019	0 R3	T10	Biorrizium		1	2	0	4	9	26	0.576923	0.076923	0	0.153846	0.346154	0.5

B. ANEXO 2. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE DE NINFAS POR TALLO, ADULTOS VIVOS POR TALLO E INDIVIDUOS POR TALLO DE CHINCHE SALIVOSA.

Ninfas/tallo

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Ninfas/tallo	30	0.537	0.255	57.286

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.088	11	0.008	1.901	0.1092
Bloque	0.026	2	0.013	3.045	0.0726
Tratamiento	0.062	9	0.007	1.647	0.1757
Error	0.076	18	0.004		
Total	0.164	29			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.18999

Error: 0.0042 gl: 18

Tratamiento	Medias	n	E.E.
2	0.051	3	0.037 A
6	0.060	3	0.037 A
1	0.069	3	0.037 A
7	0.097	3	0.037 A
3	0.110	3	0.037 A
10	0.113	3	0.037 A
9	0.133	3	0.037 A
8	0.140	3	0.037 A
5	0.149	3	0.037 A
4	0.211	3	0.037 A

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

Adultos vivo/tallo

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Adultos vivo/tallo	30	0.537	0.254	50.590

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.004	11	3.4E-04	1.898	0.1097
Bloque	4.0E-04	2	2.0E-04	1.102	0.3537
Tratamiento	0.003	9	3.7E-04	2.075	0.0896
Error	0.003	18	1.8E-04		
Total	0.007	29			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.03931

Error: 0.0002 gl: 18

Tratamiento	Medias	n	E.E.
1	0.014	3	0.008 A
2	0.017	3	0.008 A
3	0.018	3	0.008 A
4	0.019	3	0.008 A
5	0.020	3	0.008 A
10	0.024	3	0.008 A
6	0.030	3	0.008 A
9	0.040	3	0.008 A
8	0.042	3	0.008 A
7	0.042	3	0.008 A

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

Individuos/tallo

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Individuos/tallo	30	0.571	0.308	46.376

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.101	11	0.009	2.176	0.0691
Bloque	0.032	2	0.016	3.856	0.0404
Tratamiento	0.068	9	0.008	1.802	0.1374
Error	0.076	18	0.004		
Total	0.176	29			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.18984

Error: 0.0042 gl: 18

Tratamiento	Medias	n	E.E.
2	0.069	3	0.037 A
1	0.082	3	0.037 A
6	0.091	3	0.037 A
3	0.128	3	0.037 A
10	0.137	3	0.037 A
7	0.139	3	0.037 A
5	0.169	3	0.037 A
9	0.173	3	0.037 A
8	0.182	3	0.037 A
4	0.230	3	0.037 A

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

XII. GLOSARIO

- TCH: Toneladas de caña por hectárea.
- TAH: Toneladas de azúcar por hectárea.
- Piretroide: Son sustancias químicas que se obtienen por síntesis y poseen una estructura muy parecida a las piretrinas. Generalmente son compuesto más tóxico para los insectos y también para los peces. Permanecen durante más tiempo en el medio ambiente que las piretrinas ya que la modificación química en su fórmula los hace más estables a la luz solar y el calor.
- Biológico: Que utiliza agentes exclusivamente naturales.
- Ninfa: Se llaman ninfas a las etapas inmaduras que, a diferencia de las larvas, son similares a los adultos, de los que difieren por la falta de madurez de las gónadas (órganos sexuales productores de los gametos) y otros detalles, como la pequeñez de las alas, además del tamaño.
- Diapausa: Es un estado fisiológico de inactividad con factores desencadenantes y terminantes bien específicos.¹ Se usa a menudo para sobrevivir condiciones ambientales desfavorables y predecibles, tales como temperaturas extremas, sequía o carencia de alimento.
- Productividad: Capacidad de producción por unidad de trabajo, superficie de tierra cultivada, etc.
- Biología: Ciencia que estudia la estructura de los seres vivos y de sus procesos vitales.
- Xilema: Tejido vegetal formado por células muertas, rígidas y lignificadas que conducen la savia y sostienen la planta.

- Mesófilo: Es un término botánico que designa el tejido que se encuentra entre las epidermis del haz y del envés de las hojas.
- Células de parénquima: Se encuentra formando masas continuas de células en la corteza y en la médula de tallos y raíces, en el mesófilo de la hoja, en la pulpa de los frutos y en el endospermo de las semillas.