

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE  
INGENIERÍA EN AGRONOMÍA TROPICAL**



**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**Evaluación de insecticidas neonicotinoides originales y genéricos para control de *Aeneolamia* spp., en época lluviosa en el Ingenio Madre Tierra.**

**Elaborado por:  
Kevin Antonio Lopreto Santay  
Carné: 201640956  
Correo: kevinlopreto1996@gmail.com**

**Ph.D. Guillermo Vinicio Tello Cano  
Supervisor - Asesor de EPS**

**Guatemala, marzo de 2023**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE  
INGENIERÍA EN AGRONOMÍA TROPICAL**



**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**Evaluación de insecticidas neonicotinoides originales y genéricos para control de *Aeneolamia* spp., en época lluviosa en el Ingenio Madre Tierra.**

**Elaborado por:  
Kevin Antonio Lopreto Santay  
Carné: 201640956**

**Ph.D. Guillermo Vinicio Tello Cano  
Supervisor - Asesor de EPS**

**Guatemala, marzo de 2023**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE**

**AUTORIDADES**

M.A. Walter Ramiro Mazariegos Biolis Rector

Lic. Luis Fernando Cordón Lucero Secretario general

**MIEMBROS DEL CONSEJO DIRECTIVO DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE  
SUROCCIDENTE**

M.A. Luis Carlos Muñoz López Director en funciones

**REPRESENTANTE DE PROFESORES**

MSc. Edgar Roberto del Cid Chacón Vocal

**REPRESENTANTE GRADUADO DEL CUNSUROC**

Lic. Vílser Josvin Ramírez Robles Vocal

**REPRESENTANTES ESTUDIANTILES**

TPA. Angélica Magaly Domínguez Curiel Vocal

PEM y TAE. Rony Roderico Alonzo Solís Vocal

## **COORDINACIÓN ACADÉMICA**

MSc. Bernardino Alfonso Hernández Escobar  
Coordinador Académico

Dr. Álvaro Estuardo Gutiérrez Gamboa  
Coordinador Carrera Licenciatura en Administración de Empresas

M.A. Edín Aníbal Ortiz Lara  
Coordinador Carrera de Licenciatura en Trabajo Social

MSc. José Norberto Thomas Villatoro  
Coordinador de las Carreras de Pedagogía

MSc. Víctor Manuel Nájera Toledo  
Coordinador Carrera Ingeniería en Alimentos

Dr. Mynor Raúl Oztzy Rosales  
Coordinador Carrera Ingeniería Agronomía Tropical

MSc. Karen Rebeca Pérez Cifuentes  
Coordinadora Carrera Ingeniería en Gestión Ambiental Local

Lic. Sergio Román Espinoza Antón  
Coordinador Carrera de Licenciatura en Ciencias Jurídicas y Sociales  
Abogacía y Notariado

Lic. José Felipe Martínez Domínguez  
Coordinador de Área

### **CARRERAS PLAN FIN DE SEMANA**

Lic. Néstor Fridel Orozco Ramos  
Coordinador de las carreras de Pedagogía

M.S. Juan Pablo Ángeles Lam  
Coordinador Carrera Periodista Profesional y  
Licenciatura en Ciencias de la Comunicación



Mazatenango, Suchitepéquez 03 de marzo de 2023.

Señores

Honorable Consejo Directivo

Centro Universitario de Suroccidente.

Mazatenango, Suchitepéquez.

Estimados señores:

De conformidad con las normas establecidas en la ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a su consideración el trabajo de Graduación titulado: Evaluación de insecticidas neonicotinoides originales y genéricos para control de *Aeneolamia spp.*, en época lluviosa en el Ingenio Madre Tierra.

Agradeciendo la atención prestada y sin otro particular, me suscribo de ustedes deferentemente.

*"Id y Ensenad a Todos"*

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Kevin Antonio Lopreto Santay', written over a horizontal line.

TPA. Kevin Antonio Lopreto Santay

Carné 201640956

## DEDICATORIA

**A:**

**Dios:** Por toda la sabiduría, el amor, la vida y la oportunidad que me brindó para poder cumplir todas mis metas al lado de mis padres, familia y amigos.

**Mis padres:** Carlos Lopreto Ramos y Amalia Santay Álvarez por haber luchado hasta el cansancio apoyándome toda la vida para poder cumplir mis metas, inculcándome valores y compromiso en mi diario vivir.

**Mis abuelos:** Luis Santay Alonzo, Victoria Álvarez, Juan Lopreto Tاهual y Santos Ramos Hernández, por enseñarme el valor de la vida, el trabajo y las personas, por corregirme y enseñarme a trabajar correcta y humildemente.

**Mis hermanas:** Santos Beverlyn Viviana Lopreto Santay y Adriana Fernanda Lopreto Santay por estar siempre presentes y apoyarme incondicionalmente en mis metas, sin importar las situaciones.

**Mi familia en general:** Tíos y primos, por ser parte importante e incondicional de mi vida, instándome a seguir luchado por el título académico.

**Mi promoción 2016-2020:** Por formar parte de mi vida en la etapa de formación académica, etapa única en la vida del estudiante universitario, significando apoyo moral y motivacional para mi formación profesional.

**Mis amigos en general:** Por apoyarme incondicionalmente en todas mis etapas formativas y de vida, por todos los momentos vividos y compartidos, estando siempre presentes.

## AGRADECIMIENTOS

**A:**

La Universidad de San Carlos de Guatemala, Centro Universitario de Sur Occidente por permitirme ser parte de la casa de estudios superior, formándome y educándome académicamente.

Los Docentes del Centro Universitario de Sur Occidente, por compartir sus conocimiento y experiencias de forma profesional, siendo base fundamental para los cimientos de todo estudiante.

Mi supervisor Dr. Guillermo Tello, por compartir sus conocimientos y guiarme de forma profesional y ética a la finalización del ejercicio profesional supervisado (EPS).

Ingenio Madre Tierra, por darme la oportunidad de llevar a cabo mi ejercicio profesional supervisado (EPS) en su empresa.

## Índice general

Capítulo	Descripción	Página
I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	DEFINICIÓN DEL OBJETO DE ESTUDIO. ....	2
III.	JUSTIFICACIÓN. ....	3
IV.	MARCO TEÓRICO.....	4
	1. Marco conceptual. ....	4
	1.1. Cultivo de <i>Saccharum officinarum</i> L., Poaceae “caña de azúcar” en Guatemala.....	4
	1.2. Plaga agrícola. ....	4
	1.3. Plagas en el cultivo de <i>S. officinarum</i> L., “caña de azúcar”. ....	5
	1.4. Ciclo de vida de <i>Aeneolamia</i> spp. ....	6
	1.5. La importancia de la precipitación en el inicio de la infestación. ....	7
	1.6. Valores de pérdida e índice de daño para <i>S. officinarum</i> L. ....	8
	1.7. Impacto económico de la <i>Aeneolamia</i> spp., en la agroindustria azucarera de Guatemala.....	8
	1.8. Estimación de pérdidas económicas y de producción. ....	9
	1.9. Manejo integrado de la <i>Aeneolamia</i> spp. ....	9
	1.10. Control de huevos diapáusicos. ....	10
	1.11. Control de ninfas y adultos.....	11
	1.12. Principales métodos de control para <i>Aeneolamia</i> spp.....	11
	1.13. Definición de insecticidas agrícolas.....	12
	1.14. Fichas técnicas de insecticidas a evaluar.....	13
	2. Marco referencial.....	17

2.1.	Ubicación de la finca y lote donde se estableció el ensayo. ....	17
2.2.	Clima de la finca donde se estableció el ensayo. ....	17
2.3.	Área total del lote. ....	17
2.5.	Áreas endémicas de <i>Aeneolamia</i> spp., en las fincas de zona I. ....	18
2.6.	Descripción y variedad establecida en el lote. ....	20
2.7.	Antecedentes sobre investigaciones similares para control de <i>Aeneolamia</i> spp. ....	21
V.	OBJETIVOS. ....	24
1.	General. ....	24
2.	Específicos. ....	24
VI.	HIPÓTESIS. ....	25
VII.	MATERIALES Y MÉTODOS. ....	26
1.	Materiales o recursos. ....	26
1.1.	Humanos. ....	26
1.2.	Físicos. ....	26
2.	Metodología para determinar el grado de efectividad de los insecticidas para el control de <i>Aeneolamia</i> spp., con base al porcentaje de infestación de ninfas y adultos. ....	27
2.1.	Tratamientos para evaluar. ....	27
2.2.	Repeticiones. ....	28
2.3.	Análisis estadístico. ....	28
2.3.7.	Determinación de infestación. ....	35
3.	Metodología para realizar el análisis de costos de cada tratamiento evaluado. ....	38
3.1.	Variables. ....	38
3.2.	Análisis económico. ....	38

3.3. Análisis de la información. ....	38
VIII. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	39
1. Determinar el grado de efectividad de los insecticidas para el control de <i>Aeneolamia</i> spp., con base al porcentaje de infestación de ninfas y adultos. ....	39
1.1. Porcentaje de infestación de ninfas y adultos de <i>Aeneolamia</i> spp.	41
2. Análisis de costos de cada tratamiento a evaluar. ....	44
IX. CONCLUSIONES.....	45
X. RECOMENDACIONES.....	46
XI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	47
XII. ANEXOS. ....	50

## Índice de cuadros

Cuadro No.	Descripción	Página
1.	Factor de pérdida e índice de daño estimado para la <i>Aeneolamia</i> spp., en Guatemala. ....	8
2.	Pérdidas económicas causadas por <i>Aeneolamia</i> spp. ....	9
3.	Pérdidas en producción causadas por <i>Aeneolamia</i> spp. ....	9
4.	Descripción del producto dantotsu para control de <i>Aeneolamia</i> spp. ....	13
5.	Hectáreas endémicas de <i>Aeneolamia</i> spp., en las fincas de zona I. ....	18
6.	Productos químicos para evaluar para el control de <i>Aeneolamia</i> spp. ....	27
7.	Descripción de la unidad experimental de los tratamientos para evaluar. ....	28
8.	Distribución y aleatorización de los tratamientos en el diseño experimental....	30
9.	Descripción específica de las parcelas del diseño experimental. ....	31
10.	Descripción de las muestras y resultados de la población de <i>Aeneolamia</i> spp., en las parcelas del diseño experimental. ....	32
11.	Descripción de dosis de producto aplicado en el diseño experimental. ....	33
12.	Umbral económico de <i>Aeneolamia</i> spp., de ninfas y adultos ....	36
13.	Antecedentes del año 2020 de población de ninfas/tallo de <i>Aeneolamia</i> spp., en lotes y finca de la zona de producción I. ....	36
14.	Resultados de análisis de varianza de los resultados de cada muestreo. ....	39
15.	Resultados de infestación de ninfas y adultos por tallo de <i>Aeneolamia</i> spp., en cada muestreo. ....	42
16.	Costos por hectárea de cada tratamiento evaluado para el control de <i>Aeneolamia</i> spp. ....	44
17.	Análisis de varianza del primer muestreo para determinar el grado de control de los insecticidas neonicotinoides en la <i>Aeneolamia</i> spp. ....	50
18.	Análisis de varianza del segundo muestreo para determinar el grado de control de los insecticidas neonicotinoides en la <i>Aeneolamia</i> spp. ....	50
19.	Análisis de varianza del tercer muestreo para determinar el grado de control de los insecticidas neonicotinoides en la <i>Aeneolamia</i> spp. ....	51

20. Análisis de varianza del cuarto muestreo para determinar el grado de control de los insecticidas neonicotinoides en la <i>Aeneolamia</i> spp. ....	51
21. Análisis de varianza del quinto muestreo para determinar el grado de control de los insecticidas neonicotinoides en la <i>Aeneolamia</i> spp. ....	52
22. Análisis de varianza del sexto muestreo para determinar el grado de control de los insecticidas neonicotinoides en la <i>Aeneolamia</i> spp. ....	52
23. Análisis de varianza del séptimo muestreo para determinar el grado de control de los insecticidas neonicotinoides en la <i>Aeneolamia</i> spp. ....	53
24. Boleta para muestreo de <i>Aeneolamia</i> spp.....	53
25. Datos ordenados y modificados para obtener el resultado de la ANDEVA.....	54

## Índice de figuras

<b>Figura No.</b>	<b>Descripción</b>	<b>Página</b>
1.	Medidas de control y ciclo de vida de <i>Aeneolamia</i> spp., “chinche salivosa” bajo las condiciones de Guatemala. ....	6
2.	Fluctuación poblacional de <i>Aeneolamia</i> spp., en <i>S. officinarum</i> . ....	6
3.	Descripción y datos del lote donde se establecerá el experimento. ....	19
4.	Comportamiento de <i>Aeneolamia</i> spp., en los siete muestreos realizados en el diseño experimental. ....	40
5.	Resultados de muestreos realizados para determinar el porcentaje de infestación de <i>Aeneolamia</i> spp. ....	43
6.	Medición de tiempo de la distancia recorrida del aplicador para calibración del equipo. ....	59
7.	Medición del caudal de descarga de boquillas en un minuto para calibración del equipo. ....	59
8.	Bomba de mochila Kawashima con motor Mitsubishi utilizada para la aplicación de los tratamientos. ....	60
9.	Cálculo de dosis de tratamientos para las aplicaciones en las parcelas. ....	60
10.	Llenando los tanques de las bombas para su respectiva aplicación. ....	61
11.	Lanza de doble salida, boquilla TG2 cono lleno para aplicar los tratamientos. ....	61

## Summary

The present research work consisted of the evaluation of original and generic neonicotinoid insecticides for the control of *Aeneolamia* spp., in the rainy season in the Madre Tierra Sugar Mill.

The research was carried out in the cultivation of *Saccharum officinarum* L, which was carried out throughout the rainy season, from May to October (Detection, monitoring and combat of the pest), being the object of study evaluate the degree of control of the original and generic neonicotinoid insecticides. The production zone I of the Ingenio Madre Tierra, is located in an area with average rainfall of 3,557.77 mm / year, giving an adequate condition for the reproduction of the pest, the area has 2,464.88 hectares destined for the cultivation *S. officinarum* L., of 2,464.88 hectares, 1,305 hectares are potentially endemic of *Aeneolamia* spp., being 53% of the entire area that has high presence of the pest.

The Ingenio Madre Tierra, if it does not control the pest *Aeneolamia* spp., with an economic threshold of 0.05-0.10 nymphs and adults per stem, has a damage index of 1,465 kg Az/ha/1 adult per stem; and the loss factor is 8.21 TCH/1adult per stem and 5.83 kg Az/t/1 adult per stem. (Márquez, J. M., 2015, p. 3).

In order to reduce costs, an alternative was sought, evaluating the efficiency of generic insecticides and the original insecticides for pest control *Aeneolamia* spp.

According to the results of the analysis of variance of each sample carried out, it was determined that there was no statistically significant difference between the original versus generic treatments, that is, the four neonicotinoid insecticides (Dantotsu 50 WG, Tempus 50 WG, Centric 75 SG and Lanza 25 WG) had the same degree of effectiveness of control over the plague *Aeneolamia* spp.), statistically have the same degree of control the four treatments, based on the average percentages of infestation of nymphs and adults obtained from each sampling, all treatments kept the plague controlled and with the population of nymphs and adults per stem Below the percentage of infestation allowed by the level of economic damage (0.01 to 0.20 nymphs and adults per stem), all treatments are effective in controlling the pest.

It was also determined that based on the costs per hectare of application by insecticides (treatments), all are effective and to control *Aeneolamia* spp., the insecticide Dantotsu (original) costing 358.79 quetzales per hectare, followed by the insecticide Centric (original) costing 354.96 quetzales per hectare, the third place in most expensive costs is the insecticide Tempus (generic) with 327.49 quetzales per hectare and finally the insecticide Lanza (generic) with 286.12 quetzales per hectare, therefore, it is recommended to use generic products, since they represent lower costs in the control of the pest, being these effective.

## Resumen

El presente trabajo de investigación consistió en la Evaluación de insecticidas neonicotinoides originales y genéricos para control de *Aeneolamia* spp., en época lluviosa en el Ingenio Madre Tierra.

La investigación se realizó en el cultivo de *Saccharum officinarum*, el cual se llevó a cabo en toda la época lluviosa, de mayo a octubre (Detección, monitoreo y combate de la plaga), siendo el objeto de estudio evaluar el grado de control de los insecticidas neonicotinoides originales y genéricos. La zona de producción I del Ingenio Madre Tierra, está ubicada en una zona con precipitaciones promedio de 3,557.77 mm/año, dando una condición adecuada para la reproducción de la plaga, la zona tiene 2,464.88 hectáreas destinadas para el cultivo *S. officinarum* L., de 2,464.88 hectáreas, 1,305 hectáreas son potencialmente endémicas de *Aeneolamia* spp., siendo el 53% de toda el área que tiene alta presencia de la plaga.

El Ingenio Madre Tierra, si no controla la plaga *Aeneolamia* spp., con umbral económico de 0.05-0.10 ninfas y adultos por tallo, tiene un índice de daño de 1,465 kg Az/ha/1 adulto por tallo; y el factor de pérdida es de 8.21 TCH/1adulto por tallo y 5.83 kg Az/t/1 adulto por tallo. (Márquez, J. M., 2015, pág. 3).

Con el fin de reducir costos, se buscó una alternativa, evaluando la eficiencia de los insecticidas genéricos y los insecticidas originales para control de la plaga *Aeneolamia* spp.

Según los resultados del análisis de varianza de cada muestreo realizado, se determinó que no existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos originales versus los genéricos, es decir que los cuatro insecticidas neonicotinoides (Dantotsu 50 WG, Tempus 50 WG, Centric 75 SG y Lanza 25 WG) tuvieron el mismo grado de efectividad de control sobre la plaga *Aeneolamia* spp.), estadísticamente tienen el mismo grado de control los cuatro tratamientos, con base a los porcentajes promedio de infestación de ninfas y adultos obtenido de cada muestreo, todos los tratamientos mantuvieron la plaga controlada y con la población de ninfas y adultos por tallo debajo

del porcentaje de infestación permitido por el nivel de daño económico (0.01 a 0.20 ninfas y adultos por tallo), todos los tratamientos son efectivos controlando la plaga.

También se determinó que con base a los costos por hectárea de aplicación por insecticidas (tratamientos), todos son efectivos y para controlar la *Aeneolamia* spp., el insecticida Dantotsu (original) costando 358.79 quetzales por hectárea, seguido del insecticida Centric (original) costando 354.96 quetzales por hectárea, el tercer lugar en costos más caros es el insecticida Tempus (genérico) con 327.49 quetzales por hectárea y finalmente el insecticida Lanza (genérico) con 286.12 quetzales por hectárea, por lo tanto, se recomienda utilizar los productos genéricos, ya que representan costos más bajos en el control de la plaga, siendo estos efectivos.

## I. INTRODUCCIÓN.

El Ingenio Madre Tierra, ubicado en la Costa Sur de Guatemala cultiva y procesa *Saccharum officinarum* L., “caña de azúcar”, la zona de producción I del Ingenio tiene 2,464.88 hectáreas destinadas para el cultivo *S. officinarum* L., durante la estación lluviosa la *Aeneolamia* spp., es la plaga más importante, ya que de 2,464.88 hectáreas, 1,305 son potencialmente endémicas de *Aeneolamia* spp., siendo el 53% de toda el área. El método de control se efectúa con insecticidas químicos neonicotinoides, por resultar más económicos que el utilizar un manejo integrado de plagas.

Con el fin de reducir costos, se buscó una alternativa, evaluando la eficiencia de los insecticidas genéricos y los insecticidas originales para control de la plaga *Aeneolamia* spp.

El estudio se llevó a cabo en toda la época lluviosa, de mayo a octubre (Detección, monitoreo y combate de la plaga), siendo el objeto de estudio; evaluar el grado de control de los insecticidas neonicotinoides originales y genéricos, el diseño se estableció en el lote 0850309 con descripción La Maquinaria, Finca Santa Isabel, siendo un lote con alta presencia de *Aeneolamia* spp., el lote tiene establecida la variedad CP73-1547.

Para realizar la comparación se empleó el Diseño Bloques Completos al Azar (BCA), con cuatro tratamientos, se utilizaron dos insecticidas neonicotinoides originales (Dantotsu 50 WG y Centric 75 WG) y dos genéricos (Tempus 50 WG y Lanza 25 WG); y cinco repeticiones, cómo resultado, se obtuvo que no hay diferencias estadísticas significativas entre cada tratamiento en el control de la plaga.

## II. DEFINICIÓN DEL OBJETO DE ESTUDIO.

La *Aeneolamia* spp., se alimenta de la xilema de la planta de *S. officinarum* L., en estado adulto migra hacia el follaje y al alimentarse introduce una sustancia tóxica que destruye e interfiere con la formación de clorofila; fisiológicamente se altera el desarrollo normal de la planta y por ende causa efecto sobre el tonelaje de caña y producción de azúcar, puede causar pérdidas de dos a cuatro toneladas de azúcar/ha. (CENGICAÑA, 2017, pág. 13).

El Ingenio Madre Tierra si no controla la plaga *Aeneolamia* spp., con umbral económico de 0.05-0.10 ninfas y adultos por tallo, tiene un índice de daño de 1,465 kg Az/ha/1 adulto por tallo; y el factor de pérdida es de 8.21 TCH/1adulto por tallo y 5.83 kg Az/t/1 adulto por tallo. (Márquez, J. M., 2015, pág. 3).

Según Cifuentes (2021) en una entrevista, el Ingenio Madre Tierra controla la *Aeneolamia* spp., utilizando un método de control químico preventivo, no se ha hecho uso de controles biológicos por que sale más caro (logística de manejo), por lo tanto, se usa un control químico derivado de insecticidas de la nicotina, hay productos originales que son los caros y productos genéricos que son más baratos, según los fabricantes los genéricos pueden brindar el mismo grado de control que los originales. Por este motivo se planteó evaluar los tratamientos para determinar el producto más eficiente para el control de la plaga.

Por tanto, surgen las siguientes preguntas.

¿Se podrá determinar el grado de control de los insecticidas químicos con base al porcentaje de infestación de ninfas y adultos de *Aeneolamia* spp, presentes en cada tratamiento?

¿Qué tratamiento es más económico aplicar según los costos de aplicación de cada insecticida por hectárea?

### III. JUSTIFICACIÓN.

Para conocer el grado de control de cada insecticida que se utilizó como tratamiento, se utilizó el porcentaje de infestación de ninfas y adultos por tallo de *Aeneolamia* spp., presentes en cada tratamiento, los resultados de infestación se correlacionan con la escala de infestación manejada por el Ingenio, determinando si la población de ninfas y adultos por tallo fue menor al nivel de daño económico permitido según la escala de infestación, con base a los resultados obtenidos, esta investigación por medio de un análisis de varianza de los porcentajes de infestación que presentó cada tratamiento, determinó el insecticida con mejor control de la plaga *Aeneolamia* spp.

A cada tratamiento se le realizó un análisis de costos, correlacionando los costos de cada tratamiento (precio del insumo y el costo de aplicación) con los resultados de control que tiene cada tratamiento (según resultados del análisis de varianza) y con base en ello determinar el tratamiento más rentable económicamente y que el mismo brinde un control eficiente en la población de *Aeneolamia* spp.

En síntesis, la finalidad es utilizar el insecticida que brinde un grado de control por debajo del nivel de daño económico y que este represente menor costo económico para el control de la plaga.

## IV. MARCO TEÓRICO.

### 1. Marco conceptual.

Las plagas disminuyen la capacidad de producción de un cultivo, interrumpiendo el desarrollo fisiológico potencial del cultivo agrícola, el efecto se ve reflejado en la producción y rendimiento de los cultivos en los campos agrícolas.

#### 1.1. Cultivo de *Saccharum officinarum* L., Poaceae “caña de azúcar” en Guatemala.

En Guatemala se cultivó *S. officinarum* L., desde el siglo XVI de forma artesanal y en 1587 ya había varios trapiches en el valle de Guatemala y el ayuntamiento de Santiago promulgó las ordenanzas del gremio de los hacendados de azúcar. El primer ingenio fue documentado en 1591. (ASAZGUA, s.f.).

La *S. officinarum* L., “caña de azúcar” proviene de Nueva Guinea. Es un cultivo perenne que macolla fuertemente y produce 4-12 tallos, que crecen hasta alcanzar 3-5 metros de altura. Al ser una planta C4, tiene una tasa de fotosíntesis muy alta: alrededor de 150-200% por encima del promedio de otras plantas. Después del período de macollaje, las plantas entran en un período de rápido crecimiento. Esta fase de gran crecimiento necesita el apoyo de un programa nutricional completo. (Yara, s.f.).

Según López (2014, pág. 28) citando a GEPLACEA. La *S. officinarum* L., es una gramínea tropical, tiene un tallo macizo de 2 a 5 metros de altura, con 5 o 6 cm de diámetro. El tallo acumula un jugo rico en sacarosa, que al ser extraído y cristalizado en el ingenio forma el azúcar. La sacarosa es sintetizada gracias a la energía tomada del sol durante la fotosíntesis con hojas que llegan a alcanzar de dos a cuatro metros de longitud.

#### 1.2. Plaga agrícola.

En el específico contexto de la agricultura, se considerará plaga a cualquier animal, microorganismo, planta, entre otros, que ostente un directo efecto negativo contra la producción agrícola. Normalmente, las plagas, proliferan en caso de haber consistente alimento, una situación que es prácticamente regular y común ya que es una de las medidas que los productores implementan para aumentar la productividad de las

cosechas, creando entonces indirectamente un escenario favorable para las plagas (Ucha, 2010).

### **1.3. Plagas en el cultivo de *S. officinarum* L., “caña de azúcar”.**

Las plantaciones de *S. officinarum* L., son atacadas a nivel de suelo, tallo y follaje por diversas plagas y enfermedades, desde la siembra hasta el momento de la cosecha, entre los insectos más perjudiciales se mencionan a las *Heterotermes* y *Amitermes* “termitas subterráneas”, *Aeneolamia* “salivazo o mosca pinta” y los *Diatraea*, *Eoreuma* y *Elasmopalpus* “barrenadores del tallo”. (Lagunes, 2016).

Para minimizar los efectos de las plagas, se ha implementado el manejo regional fitosanitario con tres acciones durante todo el desarrollo del cultivo: “Prevención”, que se basa en la georreferenciación de las plantaciones, manejo agronómico del cultivo, identificación y conocimiento del insecto nocivo-benéfico y organismo causal de las enfermedades; “Monitoreo-Diagnóstico”, que consiste en determinar en zonas seleccionadas, mediante el muestreo sistemático, los niveles de infestación-distribución de las plagas y los niveles de propagación e intensidad de las enfermedades; y “Combate”, que está relacionado con las características regionales del clima y medidas de control del manejo integrado de plagas en el cultivo y verificación de efectividad de las mismas. (Lagunes, 2016).

#### **1.3.1. *Aeneolamia* spp., “chinche salivosa”.**

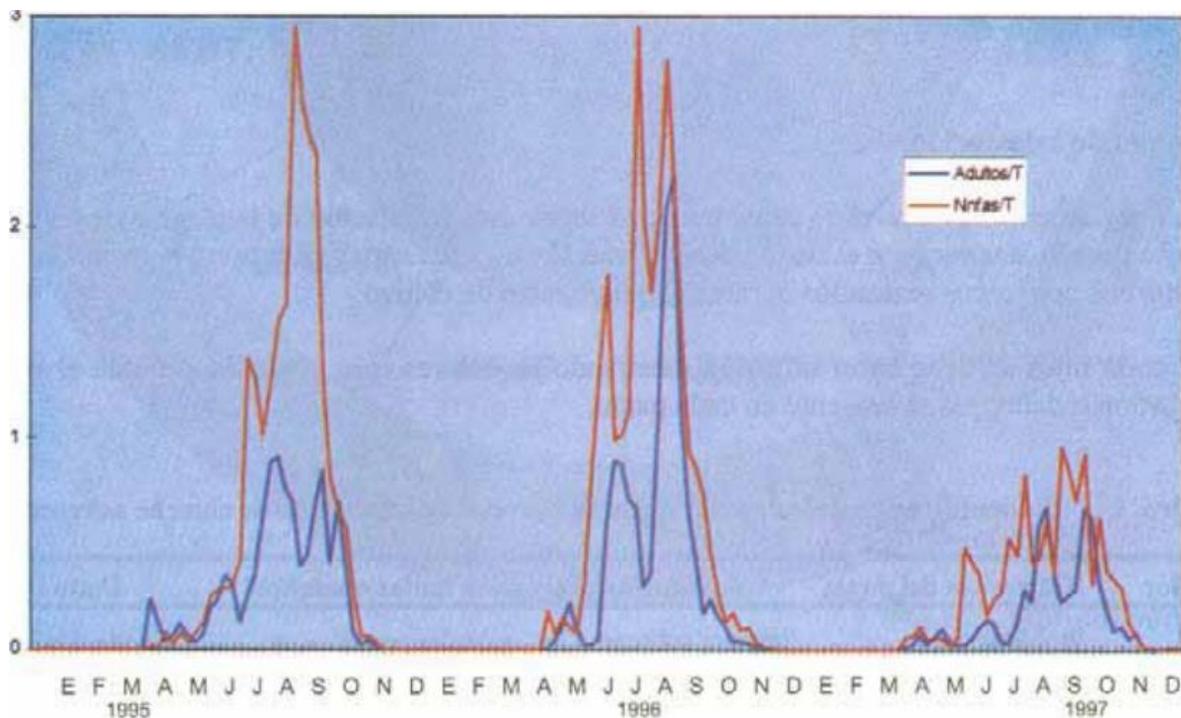
*Aeneolamia postica* y *Aeneolamia simulans* son las especies de importancia en el cultivo de *S. officinarum* L., con el 96 y 4 por ciento de abundancia, respectivamente. Es un insecto con aparato bucal picador-chupador, que se alimenta de la xilema de una gran variedad de gramíneas neotropicales y cuya infestación en *S. officinarum* L., 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. (Márquez, J. M., 2015, pág. 09).

#### 1.4. Ciclo de vida de *Aeneolamia* spp.



**Figura 1.** Medidas de control y ciclo de vida de *Aeneolamia* spp., “chinche salivosa” bajo las condiciones de Guatemala.

Fuente: (CENGICAÑA, 1998, pág. 13).



**Figura 2.** Fluctuación poblacional de *Aeneolamia* spp., en *S. officinarum*.

Fuente: (CENGICAÑA, 1998, pág. 11).

### **1.5. La importancia de la precipitación en el inicio de la infestación.**

Aunque es complejo describir con certeza las interacciones entre las variables del clima y la regulación genética de la eclosión de los huevos diapáusicos, al menos se ha identificado que el valor acumulado de la precipitación tiene una influencia marcada en el inicio de la infestación anual de chinche salivosa. Con base en el monitoreo de las poblaciones de ninfa y su relación con la precipitación, se pudo establecer una relación directa entre el incremento significativo de la misma y el inicio de la eclosión masiva de los huevos diapáusicos, dejados en el suelo en el ciclo anterior. (CAÑAMIP & CENGICAÑA, 2008, pág. 08).

Esta condición de alta humedad relativa conlleva al establecimiento de un período crítico en el cual el índice de infestación de ninfas alcanza valores máximos (1.8 -2.25 ninfas/tallo) que sobrepasan la capacidad de control de muchos productos aplicados. Esta alta población de ninfas se transforma en una alta población de adultos (20-30 días después) quienes con los procesos de copulación y oviposición de huevos no diapáusicos mantendrán constante la infestación ninfas y generaciones traslapadas de nuevos adultos. Estos adultos en su alimentación introducen la toxina responsable de la quemazón (necrosis) del tejido foliar del cultivo. (CAÑAMIP & CENGICAÑA, 2008, pág. 08).

Fue evidente que el incremento significativo en el valor de precipitación acumulado entre el 2 al 9 de junio en finca Caobanal y del 5 al 25 de julio en finca Nuevo Mundo, favoreció la eclosión de huevos diapausicos y un rápido y sostenido incremento de las poblaciones de ninfas. De lo anterior se deduce que es necesario identificar este estímulo de humedad, en las áreas de mayor ocurrencia, para implementar a tiempo las acciones de control y prevenir las explosiones de adultos que, al final son los responsables del daño foliar severo. El registro de la precipitación por pentadas y un buen sistema de monitoreo de la población de ninfas serán indispensables para apoyar la toma de decisiones el manejo eficiente de la plaga. (CAÑAMIP & CENGICAÑA, 2008, pág. 08).

### 1.6. Valores de pérdida e índice de daño para *S. officinarum* L.

El programa MIP-CENGICAÑA en colaboración con el Comité de Manejo Integrado de Plagas (CAÑAMIP) ha generado valores de pérdida e índices de daño para las principales plagas, las que se presentan en el Cuadro 1. Estos valores son relativos y variables, según las condiciones locales y valores de manejo para cada ingenio.

**Cuadro 1.** Factor de pérdida e índice de daño estimado para la *Aeneolamia* spp., en Guatemala.

Plaga	Factor de pérdida	Índice de daño	Umbral económico
Chinche salivosa	8.21 TCH/1 ad/tallo 5.83 kg Az/t/1adulto/tallo	1465kg Az/ha/1 adulto/tallo	0.05-0.10 ninfas y adultos/tallo

Fuente: (Márquez, J. M., 2015, pág. 3).

### 1.7. Impacto económico de la *Aeneolamia* spp., en la agroindustria azucarera de Guatemala.

Según Fernández (2013, pág. 03) citando a Asazgua, indica que en Guatemala operaron 15 ingenios en la zafra 2004-2005, ubicados en 5 departamentos de la costa del Pacífico. En esta zafra las fábricas cultivaron un área de 250,000 (ha), en las que se produjeron 850,000 toneladas de azúcar. La industria azucarera genera alrededor de 300,000 empleos (corresponden a cortadores de caña), la caña provee además a otros productos como energía eléctrica, papel, abono, alcohol, levadura y otros.

Fernández (2013, pág. 03) citando a Asazgua, menciona que las exportaciones del edulcorante crecieron 44% durante la zafra 2004-2005. Los principales destinos siguen siendo Corea y China, que suman un poco más de 400,000 toneladas métricas (TM) al año, le siguen Canadá con 117,000 TM y México con 65,000 TM. Se menciona que el crecimiento en la producción no obedeció precisamente al aumento de tierras sembradas sino a un mejor aprovechamiento de recursos disponibles. Guatemala es el segundo productor más eficiente de azúcar cruda del mundo, según los datos de la Asociación Mundial de Azucareros, es superada solo por Colombia, 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 permanezca como el sexto exportador de azúcar en el mundo.

### 1.8. Estimación de pérdidas económicas y de producción.

En el cuadro siguiente se puede observar el nivel de pérdidas económicas provocadas por la *Aeneolamia* spp.

**Cuadro 2.** Pérdidas económicas causadas por *Aeneolamia* spp.

<b>Nivel de daño</b>	<b>Pérdidas en dólares/hectáreas</b>	<b>No. hectáreas afectadas</b>	<b>Total pérdidas</b>
Moderado	310.91	747.35	2,313,221.38
Severo	664.89	507.46	337,405.07
Total	-----	-----	<b>2,650,626.45</b>

Fuente: Fernández (2013, pág. 6) citando a Acevedo.

**Cuadro 3.** Pérdidas en producción causadas por *Aeneolamia* spp.

<b>Nivel de daño</b>	<b>Pérdidas en kg/ha</b>	<b>No. hectáreas</b>	<b>Total pérdidas</b>
Moderado	1,408.91	747.35	1,052,948.88
Severo	3,015.89	507.07	1,529,267.34
Total	-----	-----	<b>2,582,216.23</b>

Fuente: Fernández (2013, pág. 6) citando a Acevedo.

Según el estudio realizado por Cañamip (2008), *Aeneolamia postica* es la especie de mayor abundancia y distribución en la zona cañera de Guatemala con 96.56 % por ciento de ocurrencia.

### 1.9. Manejo integrado de la *Aeneolamia* spp.

Tanto ninfas como adultos utilizan su estilete para elaborar túneles de alimentación, que finalizan en los elementos de la xilema ((Byers y Wells, 1996). Debido a la baja calidad nutritiva de la savia de la 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. (Márquez, J. M., 2015, pág. 10).

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. 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 5.83 kg Az/t, por cada adulto/tallo (Márquez, J. M., 2015, pág. 10).

#### **1.10. Control de huevos diapáusicos.**

El Comité de Manejo Integrado de Plagas (CAÑAMIP) y el Programa de Manejo Integrado de Plagas de CENGICAÑA han documentado una secuencia básica de referencia que incluye información sobre la época para cada actividad, forma de realizarla, criterio de uso, equipo, eficiencia operativa y las condiciones especiales para garantizar la eficacia de su ejecución. El éxito del manejo integrado se basa en la reducción de la población de huevos, mediante la implementación de una secuencia básica de labores mecanizadas que incluye el uso de implementos como la rastra sanitaria, el rodillo de púas o Lilliston, descarne, desaporque, cultivo-aporque y las mejoras en el drenaje de los campos que se anegan en la época lluviosa. El propósito de este control cultural es el de reducir la cantidad de huevos diapáusicos, mediante su exposición al sol y a los depredadores. Estas labores se practican inmediatamente después de la cosecha de la caña, para no dañar la brotación de la cepa y asegurar al menos un 60 por ciento en la reducción de huevos (Márquez, J. M., 2015, pág. 11).

### **1.11. Control de ninfas y adultos.**

Cuando empieza la época de lluvia es necesario iniciar los monitoreos de ninfas y adultos, ya sea mediante el uso de trampas amarillas adhesivas en el contorno de los campos, o con el muestreo visual utilizando las macollas como unidades de observación. El umbral de acción para aplicaciones terrestres de *Metarhizium anisopliae* varía entre 0.05 y 0.10 insectos/tallo dirigidas al control de la primera generación de ninfas, lo que causará la epizootia en adultos en el campo. Las áreas con antecedentes de daño severo en la zafra anterior requieren de un análisis que considere la opción de aplicar productos químicos sistémicos preventivos (Thiamethoxam, Imidacloprid) o bien el cambio de fecha de corte o la renovación del cultivo (Márquez, J. M., 2015, pág. 11).

### **1.12. Principales métodos de control para *Aeneolamia* spp.**

Un buen manejo y control de las poblaciones de salivazos e insectos adultos depende de un buen programa de manejo integrado, aplicado oportunamente las diversas técnicas de control disponibles: químico, etológico, físico y biológico. En donde:

Según Fernández (2013, pág. 13) citando a Carrillo, indica que el método de control más utilizado es el químico, habiéndose realizado hasta cinco aplicaciones de insecticidas en el año 1993.

Además, existe mucho interés de parte del sector azucarero en implementar un buen Manejo Integrado de Plagas (MIP) debido a los problemas que pueden ocasionar el abuso de productos químicos. Entre estos se presentan el desarrollo de resistencia de los insectos a los insecticidas, la contaminación del ambiente, el incremento de los costos de producción (Fernández Marín , 2013, pág. 14).

Según Fernández (2013, pág. 14) citando a Chiri, el control etológico de plagas consiste en el aprovechamiento del comportamiento de estas para su control.

Según Fernández (2013, pág. 14) citando a Ciat, este medio de control comprende varios aspectos. Se debe tomar en cuenta que la distribución geográfica de la plaga, la tasa de crecimiento y la densidad de su población son sujetos a los factores climáticos,

los cuales condicionan la migración y emigración de la plaga, la fluctuación de las poblaciones a través del tiempo, y demás comparativos vitales.

El control físico consiste en la utilización de maquinaria agrícola o implementos manuales, para romper los primeros centímetros de suelo y exponer los huevecillos al efecto directo del medio ambiente y a la depredación por animales (Márquez J. M., 2020, pág. 14).

Fernández (2013, pág. 14) citando a Rice, indica que el control biológico es un método de control de plagas, enfermedades y malezas que consiste en utilizar organismos vivos con objeto de controlar las poblaciones de otro organismo.

### **1.13. Definición de insecticidas agrícolas.**

Los insecticidas son compuestos químicos utilizados para controlar o matar insectos portadores de enfermedades. El origen etimológico de la palabra insecticida deriva del latín y significa literalmente matar insectos (hormigas, cucarachas, mosquitos, moscas, piojos, polillas, escarabajos, pulgas, avispas, termitas, ácaros, caracoles, babosas, pulgones, orugas, trips, moscas blancas, infecciones parasitarias de gusanos, polillas, escarabajos y otras plagas). (INSP, 2020).

Los insecticidas están disponibles en muchas formas diferentes, las cuales incluyen polvos humectables, aerosoles, gases, gránulos, soluciones oleosas, concentrados emulsionables, tratamientos de semillas, aerosoles líquidos a base de aceite, concentrado de nebulización, líquidos de ultra bajo volumen y aerosoles de volumen ultra bajo. (INSP, 2020).

#### **1.13.1. Tipos de insecticidas agrícolas.**

De acuerdo con su composición química, acción toxicológica o método de penetración, los insecticidas se clasifican en orgánicos (contienen carbono) e inorgánicos. Los insecticidas orgánicos atacan el sistema nervioso central o interrumpen el crecimiento de los insectos. Incluyen compuestos organofosforados (como el

malatión), compuestos organoclorados (como el DDT), carbamatos, piretro, piretroides sintéticos, reguladores del crecimiento de insectos y fumigantes. (INSP, 2020).

#### 1.14. Fichas técnicas de insecticidas a evaluar.

A continuación, se describe y se presenta información acerca de los productos químicos que se utilizarán para la evaluación. Dantotsu y Centric son los insecticidas originales y Tempus y Lanza son los genéricos.

##### 1.14.1. DANTOTSU® 50WG (Original).

Es un insecticida neonicotinoide sistémico de última generación con alta eficacia biológica para el control de un amplio espectro de plagas en cultivos tanto de campo abierto como arroz, pastos y algodón y bajo invernadero como clavel y rosas (Ramírez, P. , 2019, pág. 01).

**Cuadro 4.** Descripción del producto Dantotsu para control de *Aeneolamia* spp.

Ingrediente Activo:	Clothianidin
Concentración:	500 g/ Kg
Nombre químico:	(E)-1-(2-Chloro-1,3-thiazol-5-ylmethyl)-3-methyl-2-nitroguanidine
Tipo de Formulación:	Gránulos Dispersables - <b>WG</b>
Subgrupo químico:	<b>4 A</b> - Neonicotinoides
Grupo Principal y sitio de acción primario (IRAC)	<b>4</b> - Moduladores competitivos del receptor nicotínico de la acetilcolina (sistema nervioso).
Número de Identificación UN:	2588
Categoría Toxicológica:	III – Ligeramente Peligroso
Franja Toxicológica:	Azul
Cultivo Registrados:	Rosas, arroz, tomate, clavel, pastos, algodón, café
Blancos Biológicos:	<b>Pulgón Verde</b> ( <i>Macrosiphum rosae</i> ), <b>Sogata</b> ( <i>Tagosodes orizicolus</i> ), Chinche Hedionda ( <i>Oebalus</i> spp), Mosca Blanca ( <i>Bemisia tabaci</i> ), Trips ( <i>Franklinella occidentalis</i> ), Chinche de los pastos ( <i>Collaria</i> sp), Picudo del Algodonero ( <i>Anthonomus grandis</i> Boh), Mosca blanca ( <i>Bemisia tabaco</i> ), Broca del café ( <i>Hypothenemus hampei</i> )
Presentaciones:	100 g y 500 g

Fuente: (Ramírez, P. , 2019, pág. 01).

#### - Modo de acción.

**En la planta:** DANTOTSU 50 WG es altamente sistémico de tipo acropétalo. El ingrediente activo clothianidin es absorbido rápidamente por las hojas y raíces de la planta, por lo que el producto puede ser aplicado en aspersión foliar o al suelo. (Ramírez, P. , 2019, pág. 01).

**En el insecto:** Clothianidin actúa por contacto e ingestión.

- **Mecanismo de acción.**

Los neonicotinoides actúan sobre el sistema nervioso central de los insectos (SNC), causando un bloqueo irreversible de los receptores post sinápticos de la acetilcolina. DANTOTSU 50 WG es un agonista (imita la función) de la acetilcolina, por lo tanto, transmite los impulsos nerviosos, compitiendo con la acetilcolina por el sitio receptor. Una diferencia básica es que la acetilcolina es hidrolizada por la acetilcolinesterasa después de la transmisión del impulso nervioso, mientras que el clothianidin no es degradado inmediatamente, lo cual permite que las transmisiones de los impulsos nerviosos ocurran de forma continua, llevando al sistema nervioso a la hiperexcitación luego al colapso y finalmente la muerte. El mecanismo de acción es diferente a los insecticidas tradicionales como fosforados, carbamatos, y piretroides, permitiendo así un control efectivo de las plagas que presentan baja susceptibilidad a esos grupos químicos (Ramírez, P. , 2019, pág. 01).

**1.14.2. TEMPUS 50 WG (Genérico).**

- |  |             |
|--|-------------|
| - <b>Composición química:</b>  | <b>%m/m</b> |
| (E)-1-(2-chloro-1,3-thiazol-5-ylmethyl)-3-methyl-2-nitroguanidine..... | 50,00       |
| Ingredientes inertes.....  | 50,00       |
- **Contiene:** 500 gramos de ingredientes activos por kilogramo de producto comercial.
- **Uso agronómico:** Es un insecticida para el control de diferentes plagas chupadoras en diferentes estadíos.
- **Modo y mecanismo de acción:** TEMPUS 50 WG, es un insecticida sistémico, de contacto, ingestión y translaminar en las raíces, con movimiento acropetal en la planta. TEMPUS 50 WG, actúan sobre el sistema nervioso central de los insectos

(SNC), causando un bloqueo irreversible de los receptores post sinápticos de la acetilcolina.

- **Equipo de aplicación:** TEMPUS 50 WG, puede ser aplicado con cualquier equipo de aspersión de espalda manual, eléctrica o motorizada, así también con equipo accionado por tractor o equipo aéreo. Antes de la aplicación revisar que el equipo de aspersión este en buen funcionamiento. Calibre con agua el equipo de aspersión para verificar que esté aplicando la dosis correcta. Se recomienda utilizar boquilla de cono hueco o su equivalente. Después de la aplicación lave el equipo de aspersión y de protección (Foragro, s.f., pág. 01).

### 1.14.3. CENTRIC® 75 SG (Original).

- **Composición:**

Tiametoxam\* 75 % p/p (750 g/kg).

Coformulantes, c.s.p. 100 % p/p (1 kg).

- **Grupo químico:**

El ingrediente activo Tiametoxam pertenece al grupo químico neonicotinoides.

- **Descripción:**

CENTRIC® 75 SG es un insecticida de amplio espectro, con actividad sistémica, para uso vía foliar y al suelo (radicular), y de largo efecto residual. En el insecto muestra actividad estomacal y de contacto, afectando su sistema nervioso. CENTRIC® 75 SG es altamente activo sobre insectos chupadores y masticadores que atacan al follaje tales como chanchitos blancos, Mosquitas blancas, langostinos, conchuelas, y otros en diferentes Frutales, mencionados en el cuadro de Instrucciones de Uso (Syngenta, 2018, pág. 1).

#### 1.14.4. Lanza 25 WG (Genérico).

Es un insecticida de amplio espectro, con actividad sistémica, para uso vía foliar y al suelo (radicular) y de largo efecto residual.

- **Ingrediente activo:**

Thiamethoxam 25 WG

- **Control:**

*Aeneolamia postica* “chinche salivosa”, *Leptodictya tabida* “chinche de encaje” y *Aleyrodidae* “mosca blanca”.

- **Cultivos:**

Caña de azúcar, frijol, arroz y hortalizas.

- **Beneficios:**

Insecticida sistémico de amplio espectro, pertenece a la familia de los neonicotinoides que actúa sobre el sistema nervioso de los insectos afectando la sinapsis (Ramírez E. , 2020, pág. 24).

## **2. Marco referencial.**

### **2.1. Ubicación de la finca y lote donde se estableció el ensayo.**

El lote 0850309 con descripción La Maquinaria, Finca Santa Isabel. Se encuentra ubicado en coordenadas 14° 17' 0.28" N; 91° 04' 51.8" W, a una altura de 252 msnm.

### **2.2. Clima de la finca donde se estableció el ensayo.**

Según la clasificación de las zonas de vida en Guatemala por De la Cruz (1,982) las fincas de la zona de producción I del Ingenio Madre Tierra se encuentran ubicadas en la zona de vida bosque muy húmedo subtropical cálido. La temperatura promedio anual es de 24.84 °C, la precipitación promedio es de 3557.77 mm.

La época lluviosa inicia en el mes de mayo para finalizar en el mes de octubre, tiempo en el cual la plaga *Aeneolamia* spp., causa daño potencial al cultivo.

### **2.3. Área total del lote.**

Finca Santa Isabel tiene 412.69 hectáreas, se encuentra dividida en 46 lotes, los cuales tienen cinco descripciones diferentes, siendo Sector 1, Coralito, La Maquinaria, San Jerónimo y Etelvina.

El lote tiene 10.91 hectáreas de área, el cultivo está establecido a 1.40 mts entre surcos, tiene establecida la variedad CR73-1547, solo tiene un corte.

### **2.4. Suelo.**

Los suelos son del orden Andisol, originados de cenizas volcánicas, cementadas de color claro, relieve ligeramente plano, drenaje interno moderado, café oscuro, textura franca, consistencia friable y de un espesor aproximado de 25 a 50 cm.

## 2.5. Áreas endémicas de *Aeneolamia* spp., en las fincas de zona I.

A continuación, se presenta el total de hectáreas en las fincas con mayor presencia de la plaga.

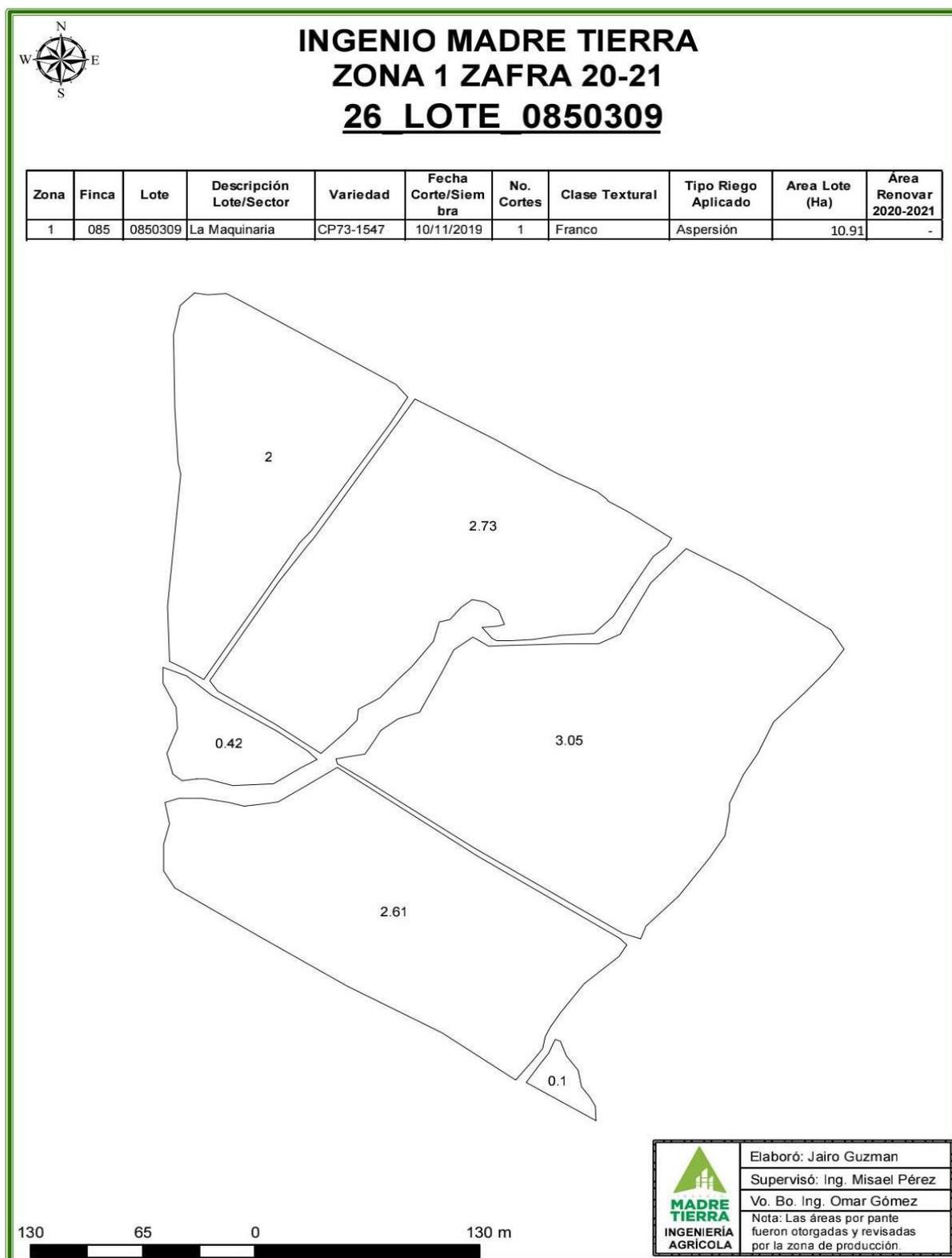
**Cuadro 5.** Hectáreas endémicas de *Aeneolamia* spp., en las fincas de zona I.

ZONA	FINCA	AREA HAS
1	Camantulul	271
	Cristóbal	53
	Las Flores MT	148
	Los Amigos	151
	Madre Tierra 2	66
	Patricia	192
	Santa Isabel	256
	Tesalia	168
<b>TOTAL ZONA 1</b>		<b>1,305</b>

Fuente: Departamento de plagas y enfermedades MT (2021).

El área potencialmente endémica y con mucha presencia de *Aeneolamia* spp., son 1305 hectáreas, en toda la zona I finca Camantulul y finca Santa Isabel son las que tienen mayor frecuencia de esta plaga.

Zona de producción 1, Ingenio Madre Tierra; tiene 2,464.88 hectáreas totales destinadas a producción de caña de azúcar, de las 2,464.88 hectáreas; 1,305 hectáreas son potencialmente endémicas de *Aeneolamia* spp., del 100% del área total, el 53% es endémica de la plaga.



**Figura 3.** Descripción y datos del lote donde se establecerá el experimento.

Fuente: Ingeniería Agrícola MT (2020).

## **2.6. Descripción y variedad establecida en el lote.**

- Variedad: CP 73-1547
- CP Canal Point (Florida)
- 73 año de selección
- 1547 número correlativo de selección
- Progenitores CP 66-1043 X CP 56-63

### **2.6.1. Características morfológicas**

Es de regular deshoje natural, el crecimiento es de tallos semiabiertos, posee una regular cantidad de follaje y cogollo largo; el entrenudo es de color verde amarillento con manchas negras y ceroso, su forma de crecimiento es ligeramente curvado en zigzag, tiene una cicatriz foliar ligeramente abultada; su nudo es de forma de crecimiento cilíndrico, su yema es aproximadamente redonda protuberante con alas su anillo de crecimiento es semi liso; su vaina es de crecimiento intermedio de coloración verde con manchas rojizas, borde seco unido longitudinalmente con presencia de afate intermedio; la lámina foliar posee hojas anchas de color verde oscuro; la aurícula posee una forma lanceolada larga y corta en un lado y en el otro transicional inclinada y la lígula es deltoide con rombo; el cuello es de color verde oscuro, su superficie es lisa. (Aguirre, 2006, pág. 20).

### **2.6.2. Características agronómicas**

Esta variedad se adecua para el estrato medio y bajo, posee un porcentaje de floración del 38 por ciento para el estrato medio y un 28 por ciento para el estrato bajo, su contenido de corcho es de 24 por ciento para el estrato medio y 22 por ciento para el estrato bajo, su contenido de fibra es de 12.5 por ciento, posee una incidencia baja a Escaldadura y Carbón. (Aguirre, 2006, pág. 20).

## 2.7. Antecedentes sobre investigaciones similares para control de *Aeneolamia* spp.

- Márquez et al (2015, pág. 1), evaluó la **“Eficiencia de Thiamethoxam y productos a base de imidacloprid, en el control de ninfas y adultos de *Aeneolamia postica*”**: Dos ensayos se establecieron para determinar la eficiencia de productos a base de Thiamethoxam (Actara 25 WG) y productos con Imidacloprid (Jade 0.8 GR, Plural 20 OD, Confidor 70 WG, Kpaz 70 WG, Joker 1 GR y Kohinor 35 SC). Bajo las condiciones de finca Limones, con cosecha mecanizada en verde y aplicación de los productos a los 6.5 meses de edad del cultivo (10 de julio) y la cosecha en noviembre, el efecto benéfico del control se observó sobre el rendimiento de azúcar, siendo evidente la superioridad del Thiamethoxam sobre los productos a base de Imidacloprid con 9.7 Kg más por tonelada de caña (8 %) que representó 2.04 TAH más que el tratamiento testigo. Sin embargo, la mayor relación beneficio/costo fue con el uso de Jade 0.8GR en dosis de 16 kg/ha con valor de 12.0, mientras que Actara 25 WG y Kpaz 70 WG mostraron una tasa de 9.1 en finca Los Almendros, bajo condiciones de cosecha manual quemado, aplicación de los productos a los 5.2 meses de edad (21/junio) y la cosecha en enero, el efecto benéfico del control se observó sobre el rendimiento en peso de caña (TCH).

El producto Actara 25 WG (Thiamethoxam) fue superior con 14 tm/ha sobre los productos a base de Imidacloprid, logrando un beneficio de 1.4 TAH sobre el tratamiento testigo y con ello, el mayor valor de la relación beneficio/costos con una tasa de 6.3. El control químico no debe ser exclusivo en el control de la *Aeneolamia postica* ya que el Manejo Integrado incluye el control de huevos diapáusicos con labores mecanizadas, luego de la cosecha.

- Márquez et al (2017, pág. 1), evaluó **“El control de la primera generación de ninfas; una estrategia eficiente en el control de la *Aeneolamia postica* en áreas endémicas”**: El presente estudio fue establecido para cuantificar el efecto de control de la primera generación de ninfas de *Aeneolamia postica*

en áreas endémicas de la plaga y mejorar aspectos del uso de insecticidas sistémicos. La prueba fue realizada en finca Renacimiento (Ingenio San Diego) sobre un campo nuevo para caña sembrado en marzo 2016 con la variedad CG98-10. En julio la infestación fue alta con media de 1.46 ninfas/tallo y por ello, fueron elegidos ocho insecticidas sistémicos (mayoría Neonicotinoides) más el tratamiento testigo sin control para comparar la dinámica de infestación. Un total de 12 muestreos semanales fueron registrados entre julio a octubre para mostrar que el control de la primera generación de ninfas fue eficiente para reducir el 96 de la población, respecto al testigo. Los productos como Actara 25WG (Thiamethoxam), Curbix Plus (Ethiprole+Imidacloprid), Kpaz (Imidacloprid) y Dantotsu (Clothianidin), mostraron el efecto más prolongado, pero sin diferencia significativa entre ellos. El uso de productos químicos debe ser el último recurso de control, sin embargo, con el incremento de la cosecha mecanizada y el cambio climático, existen factores que no se pueden cambiar, pero es imperativo hacer un uso racional y adecuado de esta estrategia.

- Márquez et al (2020, pág. 1) evaluó la **“Evaluación de la eficiencia de control de *Aeneolamia postica* con opciones aprobadas por EPA/CODEX, en el cultivo de *S. officinarum*”**: Con el propósito de evaluar la capacidad de control de ninfas de *Aeneolamia postica* bajo condiciones de campo, fueron establecidos tres ensayos en las fincas: Capuano (ingenio Tululá), La Libertad y Naranjales (ingenio Palo Gordo), durante el período de mayor incidencia de la plaga, entre abril a noviembre de 2019. Dentro de las opciones se incluyó a representantes de los grupos químicos: Piretroides (3), reguladores del crecimiento de los insectos (2), Diamidas (1), Organofosforados (1), Neonicotinoides con aprobación EPA (1), y los productos de referencia para la comparación de su eficiencia como Thiamethoxam, Clothianidin e Imidacloprid. Los resultados indican que para condiciones de baja y media infestación (0.51 y 0.88 ninfas/tallo) los productos a base de Beta ciflutrina y Etoprofos son opciones de igual eficiencia que

Thiamethoxam. Bajo condiciones extremas de alta infestación y en el período crítico (julio-septiembre) solo fue posible identificar productos de igual capacidad que Imidacloprid, siendo los productos promisorios: Preza 10 OD (Cyantraniliprole), Arpón 10 EC (Pyriproxyfen), Rescate 20 SP (Acetamiprid) y Villano 4.6 EC (Acetamiprid + Lambda Cyhalotrina). Bajo condiciones extremas de alta infestación y en el período crítico (julio-septiembre), solo podemos considerar productos similares a la eficiencia mostrada por Imidacloprid: Preza (Cyantraniliprole), Arpón 10 (Pyriproxyfen), Rescate 20 SP (Acetamiprid) y Villano 4.6 EC (Acetamiprid + Lambda Cyhalotrina). Es importante indicar que los neonicotinoides mostraron su eficiencia en todos los ensayos, resaltando entonces la necesidad de identificar productos como reemplazo, ya que tienen mayor probabilidad de llegar a las ninfas. Por ahora, las opciones promisorias deben continuar con más evaluaciones, pero con énfasis en un manejo preventivo (4-6 meses de edad del campo) que facilite el ingreso para la aplicación terrestre, con mejoras en los equipos de aplicación haciendo cambios en las boquillas para provocar el drench y con ello, favorecer el modo de acción por contacto de estas opciones no sistémicas.

#### **2.7.1. Conclusión de los resultados de los controles químicos descritos anteriormente en los antecedentes de investigaciones.**

Según los resultados, de las investigaciones que se han hecho, el control químico con productos neonicotinoides son los más eficaces para el control de la plaga *Aeneolamia* spp.

## V. OBJETIVOS.

### 1. General.

- 1.1. Evaluar insecticidas neonicotinoides originales e insecticidas genéricos, para el control de *Aeneolamia* spp., en el Ingenio Madre Tierra.

### 2. Específicos.

- 2.1. Determinar el grado de efectividad de los insecticidas para el control de *Aeneolamia* spp., con base al porcentaje de infestación de ninfas y adultos.
- 2.2. Realizar un análisis de costos de cada tratamiento a evaluar.

## VI. HIPÓTESIS.

### 1. Hipótesis nula.

**Ho:** Los cuatro insecticidas neonicotinoides (Dantotsu 50 WG, Tempus 50 WG, Centric 75 SG y Lanza 25 WG) tendrán el mismo grado de efectividad de control sobre la plaga *Aeneolamia* spp.

### 2. Hipótesis alternativa.

**Ha:** Al menos uno de los cuatro insecticidas neonicotinoides (Dantotsu 50 WG, Tempus 50 WG, Centric 75 SG y Lanza 25 WG) tendrá un grado de efectividad de control diferente sobre la plaga *Aeneolamia* spp.

## VII. MATERIALES Y MÉTODOS.

A continuación, describo la metodología utilizada en la investigación inferencial, así como los recursos físicos y humanos que se necesitaron.

### 1. Materiales o recursos.

#### 1.1. Humanos.

- Estudiante EPS.
- Caporal o supervisor encargado del área.
- Trabajadores de campo (muestreador y aplicador).

#### 1.2. Físicos.

- Tractor.
- Tanque.
- Boletas de muestreo para ninfas.
- Libreta de campo.
- Cámara fotográfica.
- Estacas
- Pita de nylon.
- Computadora.
- Lapiceros.
- Tabla Shannon.
- Bombas de PC.
- Probetas.
- Equipo de protección.
- Boquillas DG 8006.
- Recipientes.
- Filtros.
- Toneles.
- Cubetas.
- Dantotsu 50 WG.
- Tempus 50 WG.
- Centric 75 SG.
- Lanza 25 WG.

## 2. Metodología para determinar el grado de efectividad de los insecticidas para el control de *Aeneolamia* spp., con base al porcentaje de infestación de ninfas y adultos.

Para hacer la comparación entre los productos químicos y medir la efectividad para el control de *Aeneolamia* spp., se empleó el Diseño de Bloques Completos al Azar. El establecimiento del diseño experimental se hizo en Finca Santa Isabel, lote 0850309 con descripción La Maquinaria. Es uno de los lotes con mayor presencia de la plaga.

### 2.1. Tratamientos para evaluar.

A continuación, se presenta la descripción de los productos químicos a evaluar en el diseño experimental, se evaluaron insecticidas originales contra insecticidas versión genéricos.

**Cuadro 6.** Productos químicos para evaluar para el control de *Aeneolamia* spp.

Trat.	Nombre comercial del producto	Ingrediente activo	Dosis/ha
1	Insecticida Dantotsu 50 WG (Original)	CLOTHIANIDIN	0.3 kg
2	Insecticida Tempus 50 WG (Genérico)	CLOTHIANIDIN	0.3 kg
3	Insecticida Centric 75 SG (Original)	TIAMETOXAM	0.2 kg
4	Insecticida Lanza 25 WG (Genérico)	TIAMETOXAM	0.6 kg

Fuente: Administración zona 1 (2021).

Los tratamientos relativos son los productos originales, son los que se han utilizado siempre, los tratamientos a evaluar son los genéricos, para verificar si tienen el mismo grado de control que los productos originales. El tratamiento absoluto se tomó en cuenta, pero por la facilidad de reproducción de la plaga eso significaría un foco de propagación y realizar una nueva aplicación en el lote, y por temas administrativos el personal en su mayoría solo trabaja hasta agosto, es decir ya no iba a ver aplicadores hasta iniciar nuevamente la temporada de Zafra, por lo tanto, como evidencia del tratamiento absoluto se utilizarán datos de los muestreos de los lotes de años anteriores donde no se realizó el control de la plaga.

## 2.2. Repeticiones

El número de repeticiones se calculó tomando en cuenta los 12 grados de libertad para que el diseño experimental conserve su confiabilidad, a continuación, se presenta el número de repeticiones:

$$(t - 1) (r - 1) = 12 \rightarrow r = (12 / (t - 1)) + 1$$

$$r = (12 / (4 - 1)) + 1$$

$$r = 5 \text{ repeticiones}$$

## 2.3. Análisis estadístico.

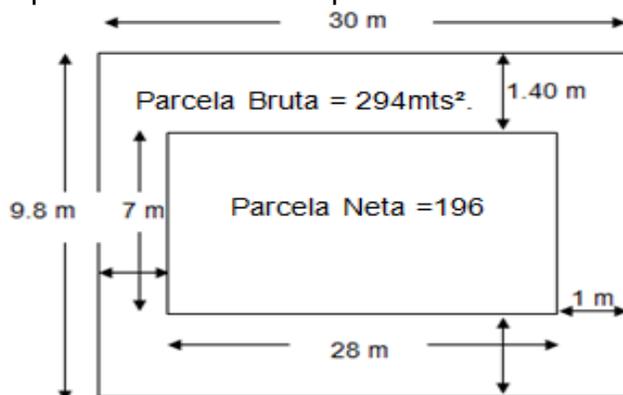
### 2.3.1. Diseño experimental.

El Diseño Bloques Completos al Azar (BCA), constó, con cuatro tratamientos, los cuales son los productos químicos para control de *Aeneolamia* spp., y cinco repeticiones, esto para obtener los 12 grados de libertad que corresponden.

### 2.3.2. Tamaño de la unidad experimental.

El tamaño fue de; parcela bruta de 294 m<sup>2</sup>, siendo siete surcos a 1.40 m de distancia y 30 m de longitud, la parcela neta será definida de cinco surcos localizados al centro y 28 m de longitud, esto para contrarrestar el efecto de bordes y cabeceras, para que la parcela neta tenga 196 m<sup>2</sup>.

**Cuadro 7.** Descripción de la unidad experimental de los tratamientos para evaluar.



Fuente: autor (2021).

La parcela bruta tiene 30 m de longitud por siete surcos a 1.40 m de ancho (9.80 m), siendo el área total de 294 m<sup>2</sup>. La parcela neta mide 28 m de longitud a causa de que

le reste un metro a cada lado por el efecto cabecera, y cómo borde le quite un surco a cada lado de 1.40 m, siendo siete metros de ancho por 28m de longitud, siendo un área total de 196 m<sup>2</sup>.

### 2.3.3. Modelo estadístico.

$$Y_{ij} = U + T_i + B_j + E_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = Son las observaciones obtenidas la j-ésima vez que se repite el experimento, con el tratamiento i-ésimo.

$U$  = La media general

$T_i$  = Efecto del i-ésimo tratamiento

$B_j$  = Efecto del j-ésimo bloque

$E_{ij}$  = Efecto del error experimental que se presenta al efectuar la j-ésima observación del i-ésimo tratamiento.

$i$  = 1, 2, 3, 4, tratamientos.

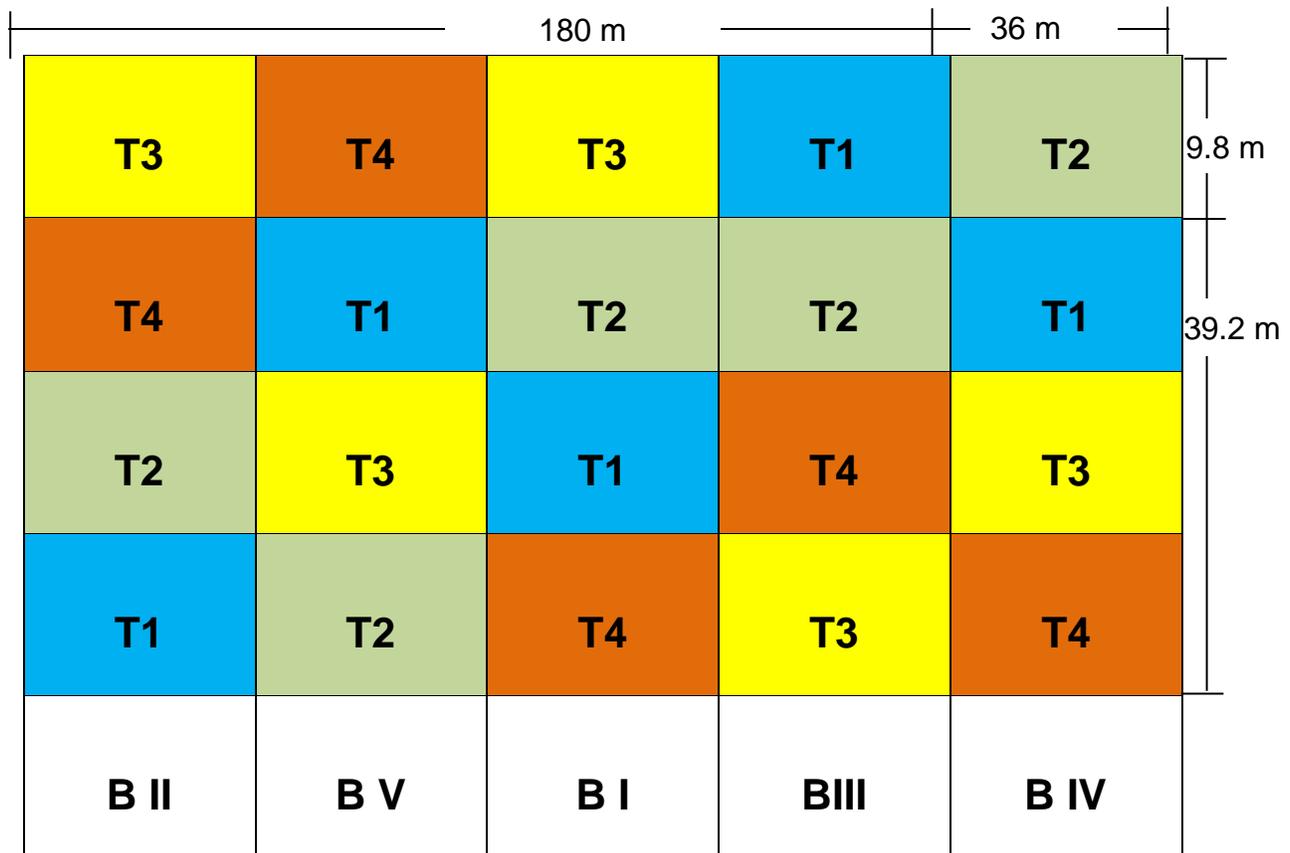
$j$  = 1, 2, 3, 4, 5, repeticiones.

### 2.3.4. Croquis de campo.

A continuación, se presenta el croquis con la distribución y aleatorización de los tratamientos en el diseño.

El área total que ocupará el diseño será de 5,880 m<sup>2</sup>, siendo el ancho de 39.2 m por una longitud de 150 m.

El diseño consta de cuatro tratamientos (insecticidas químicos de insecticidas) y cinco repeticiones (bloques).

**Cuadro 8.** Distribución y aleatorización de los tratamientos en el diseño experimental.

Fuente: Autor (2021).

### 2.3.5. Aplicación de los tratamientos.

Principalmente se marcó e identificó el diseño en el lote determinado para evaluar los diferentes productos químicos. Los diferentes tratamientos se aplicaron en toda la época de lluvia, de mayo a septiembre, es el tiempo de mayor incidencia de la plaga en el cultivo, para determinar si los productos son efectivos en el control de la plaga, se realizaron muestreos con intervalos de 15 días para conocer la densidad poblacional del insecto, determinando el número de ninfas y de adultos, los resultados se analizaron utilizando la ANDEVA mencionada.

A continuación, las descripciones específicas del diseño experimental donde se realizó la evaluación de los tratamientos.

**Cuadro 9.** Descripción específica de las parcelas del diseño experimental.

<b>Variedad</b>	CP73-1547
<b>No. cortes</b>	2
<b>No. tratamientos</b>	4
<b>No. de repeticiones.</b>	5
<b>Numero de parcelas ensayo</b>	20
<b>Largo de surco (m)</b>	36
<b>Distanciamiento entre surco</b>	1.4
<b>Numero de surcos por parcela</b>	7
<b>Área de parcela (Ha)</b>	0.03528
<b>Área total de ensayo (Ha)</b>	0.7056

Fuente: Departamento de Investigación Agrícola y el Autor (2021).

Se observa la descripción del lote y del diseño experimental establecido en el lote 0850309 con descripción La Maquinaria, Finca Santa Isabel.

Para estimar la posible población de *Aeneolamia* spp., se realizó un muestreo para determinar la cantidad de huevos diapáusicos en las parcelas donde se estableció el diseño experimental, el cual se presenta a continuación.

**Cuadro 10.** Descripción de las muestras y resultados de la población de *Aeneolamia* spp., en las parcelas del diseño experimental.

Identificación	No. Muestra	Peso de la muestra(kg)	Huevos fértiles	HF/ Ha.	promedio/huevos fértiles
B1/T1	1	1.68	0	0	1,016,798
B1/T2	2	1.75	3	2,099,582	
B1/T3	3	1.80	1	719,857	
B1/T4	4	1.56	2	1,247,752	
B2/T1	1	1.59	0	0	0
B2/T2	2	1.56	0	0	
B2/T3	3	1.57	0	0	
B2/T4	4	1.88	0	0	
B3/T1	1	1.56	1	623,876	769,847
B3/T2	2	1.63	2	1,303,741	
B3/T3	3	1.72	0	0	
B3/T4	4	1.44	2	1,151,771	
B4/T1	1	1.50	1	599,881	149,970
B4/T2	2	1.39	0	0	
B4/T3	3	1.57	0	0	
B4/T4	4	1.49	0	0	
B5/T1	1	1.82	1	727,855	478,905
B5/T2	2	1.22	1	487,903	
B5/T3	3	1.75	1	699,861	
B5/T4	4	1.52	0	0	

Fuente: CENGICANA, Departamento de Investigación Agrícola y el Autor (2021).

Las muestras son del lugar donde se estableció el ensayo, siendo respectivamente Finca Santa Isabel, Ingenio Madre Tierra, lote con descripción La Maquinaria (0850309). En el cuadro anterior se puede observar los resultados de los muestreos para determinar la cantidad de huevos fértiles de *Aeneolamia* spp., la muestra se identificó por bloque y tratamiento, seguido del peso obtenido en la muestra en

kilogramos, finalmente se determinó la cantidad de huevos fértiles por parcela y el promedio total de todas las parcelas de cada bloque, en el primer bloque se tiene un promedio de huevos fértiles de 1,016,798, en el segundo ninguno, en el tercero 769,847, en el cuarto 149,970 y finalmente en el quinto bloque 478,905.

A continuación, se describen las dosis de los productos químicos insecticidas y de coadyuvante o adherente a aplicar por hectárea:

**Cuadro 11.** Descripción de dosis de producto aplicado en el diseño experimental.

<b>Nombre comercial del producto</b>	<b>Dosis / Ha</b>	<b>Área / Trat.</b>	<b>Agua / bomba</b>	<b>Gramos /bomba</b>	<b>Carrier / bomba</b>
Insecticida Dantotsu 50 WG	0.3 kg	0.1764 ha	25 Lts	21	70 mL
Insecticida Tempus 50 WG	0.3 kg	0.1764 ha	25 Lts	21	70 mL
Insecticida Centric 75 SG	0.2 kg	0.1764 ha	25 Lts	14	70 mL
Insecticida Lanza 25 WG	0.6 kg	0.1764 ha	25 Lts	42	70 mL

Fuente: Departamento de Investigación Agrícola y el Autor (2021).

En el cuadro anterior se observa el área total por tratamiento, la dosis de insecticida por hectárea, la cantidad de agua y gramos utilizados por las bombas de 25 litros, también se muestra la dosis de coadyuvante (Adherente) utilizado por bombas en las aplicaciones de las parcelas del diseño experimental.

### **2.3.6. Calibración del equipo de aplicación**

Para realizar una aplicación efectiva y precisa en dosis de que cada tratamiento, se realizó la calibración del equipo de aplicación y del aplicador, como se muestra a continuación.

Distancia recorrida = 100 m

Tiempo en segundos que recorre la distancia = 62 segundos

Caudal/minuto = 4.3 litros/minuto

$$\text{Velocidad} = \frac{\text{Distancia recorrida}}{\text{Segundos en que recorrio distancia}} * 3.6 = \frac{\text{Km}}{\text{hrs}}$$

$$\text{Velocidad} = \frac{100 \text{ mts}}{62 \text{ seg}} * 3.6 = 5.806 \frac{\text{Km}}{\text{hrs}}$$

$$Q \left( \frac{\text{Lts}}{\text{ha}} \right) = \frac{q \left( \frac{\text{Lts}}{\text{min}} \right) * 600}{V(\text{km/hrs}) * \text{Dist. entre surco}} = \text{Lts/Ha}$$

Donde:

Q = Lts/ha

q = Descarga boquilla Lts/Min

D = Distanciamiento boquilla o entresurco

V = Velocidad Km/hora

600 = constante.

$$Q \left( \frac{\text{Lts}}{\text{ha}} \right) = \frac{4.3 \left( \frac{\text{Lts}}{\text{min}} \right) * 600}{5.806 \left( \frac{\text{km}}{\text{hrs}} \right) * 1.5 \text{ mts}} = 296.24 \text{ Lts/ha}$$

Según los resultados se aplicaron 296.24 litros por hectárea, considerando que la zona tiene establecido aplicar 300 litros por hectárea y de que no permite una variación de +- 10%, se aplicó la siguiente formula.

$$\% \text{ variación} = \frac{\text{Dosificado}}{\text{Planificado}} - 1 * 100 = \%$$

$$\% \textit{variación} = \frac{296.24}{300} - 1 * 100 = -1.253 \%$$

Según los resultados del porcentaje de variación, está dentro del rango de variación permitido por la zona en las aplicaciones de los tratamientos, es decir que se tiene un -1.253% de variación en la aplicación.

### 2.3.7. Determinación de infestación.

- Identificar el área de muestreo, midiendo en el surco cinco o tres metros lineales cómo mínimo para hacer el muestreo.
- Desbajerar (limpiar o quitar las hojas secas de la base del tallo) el área de muestreo medido, para luego realizar la búsqueda de ninfas y adultos de la plaga.
- Contabilizar en el área de muestreo las ninfas y adultos de la plaga, también se debe contar el número de tallos por área de muestreo, para poder determinar el porcentaje de infestación de la plaga por tallo.
- De los resultados de los muestreos quincenales, se aplicó la siguiente fórmula para determinar el porcentaje de infestación de ninfas y adultos de la plaga *Aeneolamia* spp.

$$\textit{Porcentaje de infestación} = \frac{\textit{No. ninfas/adultos}}{\textit{No. de tallos}} * 100$$

Donde:

- Porcentaje de infestación = N. de ninfas/adultos por tallo.
- No. ninfas/adultos = encontrados por área de muestreo.
- No. de tallo = encontrados por área de muestreo.

Los resultados de los porcentajes de infestación de ninfas y adultos de *Aeneolamia* spp., se comparó con el umbral económico, para determinar si las poblaciones se mantuvieron por debajo del nivel de daño económico, de esta forma se conoció la efectividad del grado de control que ofrece cada insecticida.

**Cuadro 12.** Umbral económico de *Aeneolamia* spp., de ninfas y adultos

<b>Ninfa por tallo</b>	<b>Daño</b>
0.01 a 0.20	Leve
0.21 a 0.40	Moderado
>0.40	Severo

Fuente:

Departamento de plagas y enfermedades MT (2021).

**Cuadro 13.** Antecedentes del año 2020 de población de ninfas/tallo de *Aeneolamia* spp., en lotes y finca de la zona de producción I.

<b>Fecha de muestreo</b>	<b>Lote</b>	<b>Descripción del lote</b>	<b>Ninfas/tallo</b>	<b>Nivel de Infestación</b>
12/06/2020	0850309	La Maquinaria	0.8	Severo
18/06/2020	0850309	La Maquinaria	0.93	Severo
19/09/2020	0850309	La Maquinaria	0.41	Severo
18/06/2020	0850106	Sector 1	0.55	Severo
26/06/2020	0850502	Etelvina	0.49	Severo
25/09/2020	0100301	La Esperanza	1.2	Severo
24/09/2020	0100601	El Carmen	0.89	Severo
24/09/2020	0101201	Victorias 1	0.79	Severo
23/09/2020	0101901	La Ladrillera	1.36	Severo
23/09/2020	0103401	La Cochera 1	0.72	Severo
22/09/2020	0102101	San Juan	0.86	Severo
22/09/2020	0103203	Buena Vista 3	0.89	Severo
4/09/2020	0100702	San Miguel	1.09	Severo
4/09/2020	0100801	La Virgen 1	0.73	Severo
19/08/2020	0103205	Buena Vista 5	1.51	Severo

Fuente: Administración zona I, Ingenio Madre Tierra (2021).

Haciendo las comparaciones del umbral económico establecido por el Ingenio Madre Tierra con los resultados de los muestreos del año 2020 que tiene la zona de

producción I, el daño causado sin aplicaciones de insecticidas químicos es severo (Ver escala de daño en el umbral económico, cuadro 9), sobrepasa el nivel de daño económico permitido, el resultado es una alta densidad de ninfas por tallo. Los resultados del muestreo se compararon con el umbral económico de la plaga, si el porcentaje de infestación era menor al nivel de infestación permitido no se aplica otra dosificación, si está arriba del nivel permitido, que es la escala leve (0.01 a 0.20 ninfas o adultos por tallo) era necesario realizar una segunda aplicación del insecticida. (en anexos se puede observar el cuadro de muestreo utilizado).

### **2.3.8. Variable respuesta.**

Grado de control: Efectividad de los productos químicos evaluados para control de *Aeneolamia* spp., con base a los resultados de porcentajes de infestación de ninfas y adultos de la plaga por el efecto de los tratamientos químicos evaluados.

### **2.3.9. Levantamiento de datos.**

El levantamiento de datos inicio post aplicación de los insecticidas, los controles son preventivos, la aplicación se hace al inicio del establecimiento de la estación lluviosa, antes de que los huevos diapáusicos eclosionen para evitar daños al cultivo, los muestreos se hicieron en toda la estación lluviosa, cada 15 días, siendo en total siete muestreos, determinado la densidad poblacional de la plaga, obteniendo el número de ninfas y adultos que hay por tallo en cada parcela de los tratamientos.

### **2.3.10. Análisis de la información.**

Para determinar la efectividad de los insecticidas neonicotinoides se realizó la ANDEVA de Diseño Bloques Completos al Azar a los resultados poblacionales de ninfas y adultos de la plaga, definiendo si hay o no diferencias significativas entre los insecticidas para el control del insecto. Para el análisis fue necesario hacer transformación de datos de los muestreos de porcentaje de infestación de la plaga (Raíz del valor +0.5).

También se utilizó estadística descriptiva para el análisis de los datos (graficas, porcentajes y promedios).

### 3. Metodología para realizar el análisis de costos de cada tratamiento evaluado.

A continuación, se presenta la metodología empleada para el análisis de costos de los tratamientos evaluados.

#### 3.1. Variables.

**Costo total de aplicación de cada tratamiento por hectárea.**

- Costo de kilogramo de tratamiento (insecticida).
- Costo de tratamiento (insecticida) utilizado por hectárea (insumo).
- Costo de adherente por hectárea.
- Costo de jornal por hectárea.
- Costos de combustible por hectárea.
- Costo de tractorista por hectárea.
- Costo caporal por hectárea.

#### 3.2. Análisis económico.

Para determinar este resultado se utilizó el costo de cada tratamiento a evaluar utilizado por hectárea: insecticida, el costo de mano de obra, combustible, jornal y maquinaria. La información de cada costo la brindó el Departamento de Plagas y Enfermedades del Ingenio Madre Tierra.

#### 3.3. Análisis de la información.

El cálculo se hará con base al costo invertido de cada variable que se describió anteriormente, el análisis se hizo utilizando los costos parciales únicamente para comparar los costos de cada tratamiento (suma de insumos y mano de obra invertida en una hectárea).

### VIII. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados según las variables de cada objetivo de la evaluación de insecticidas neonicotinoides originales y genéricos para el control de la *Aeneolamia* spp., en el cultivo de *S. officinarum* L.

#### 1. Determinar el grado de efectividad de los insecticidas para el control de *Aeneolamia* spp., con base al porcentaje de infestación de ninfas y adultos.

A continuación, se presentan los resultados del análisis de varianza de la variable respuesta planteada en la metodología (Grado de control: Efectividad de los productos químicos evaluados para control de *Aeneolamia* spp., con base a los resultados de porcentajes de infestación de ninfas y adultos de la plaga por el efecto de los tratamientos químicos evaluados).

Se realizó un análisis de varianza por cada muestreo, para conocer el comportamiento de la plaga en toda la fase de evaluación. En el siguiente cuadro únicamente se muestran un resumen de los análisis de varianza, siendo el valor que indica si hay o no diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos con los resultados de cada muestreo realizado.

**Cuadro 14.** Resultados de análisis de varianza de los resultados de cada muestreo.

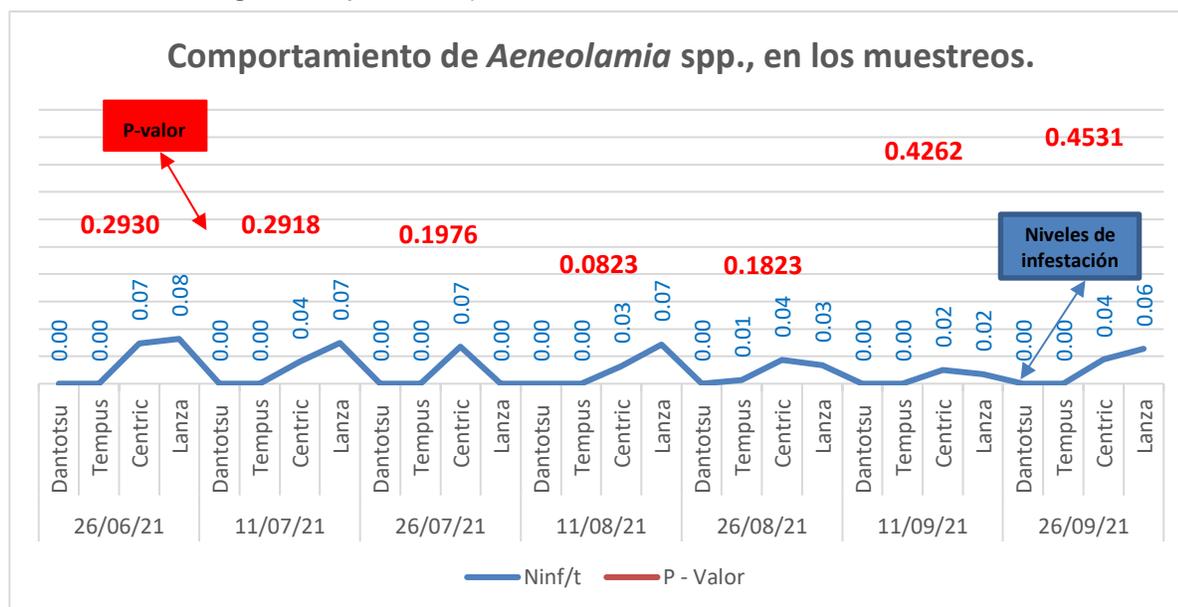
No. Muestreo	P-valor de tratamiento
1	0.2930
2	0.2918
3	0.1976
4	0.0823
5	0.1823
6	0.4262
7	0.4531

Fuente: Autor (2021).

Para el análisis de varianza en cada muestreo fue necesario transformar los datos de obtenidos de infestación de la plaga (Raíz del valor +0.5) de los siete muestreos, cabe mencionar que en cada muestreo únicamente se encontró población de la plaga en

estado ninfal, no se encontraron insectos en estado adulto, por lo tanto, los datos utilizados en el análisis de varianza son de la densidad poblacional de ninfas por tratamiento.

Según los resultados del análisis de varianza de los porcentajes de infestación de ninfas por tallo de cada muestreo, se determinó que en cada uno de ellos no existió diferencias significativas entre los tratamientos y que con los P-valores del cuadro anterior, en cada muestreo se acepta la hipótesis nula (Los cuatro insecticidas neonicotinoides (Dantotsu 50 WG, Tempus 50 WG, Centric 75 SG y Lanza 25 WG) tendrán el mismo grado de efectividad de control sobre la plaga *Aeneolamia* spp). Es decir que todos los tratamientos estadísticamente son iguales y que todos brindan un grado de control efectivo en la plaga *Aeneolamia* spp., por que mantuvieron la población ninfal debajo de nivel de daño económico permitido por el Ingenio Madre Tierra, que de 0.01 a 0.20 ninfas por tallo (escala de daño leve, al sobrepasar estos valores es necesario realizar una segunda aplicación).



**Figura 4.** Comportamiento de *Aeneolamia* spp., en los siete muestreos realizados en el diseño experimental.

Fuente: Autor (2021).

En la figura anterior se observa el comportamiento de la plaga en los meses de evaluación de los tratamientos, las ninfas por tallo y el P – Valor de cada varianza, denota

que estadísticamente todos los tratamientos son efectivos para el control de la plaga *Aeneolamia* spp., los niveles de infestación en cada muestreo están por debajo del nivel de daño económico (0.01 a 0.20 ninfas por tallo), cada tratamiento necesito únicamente una aplicación del insecticida en toda la estación lluviosa para obtener estos resultados descritos anteriormente.

Se destaca que, en los siete muestreos, los promedios de porcentajes de infestación entre cada tratamiento, el insecticida Dantotsu presentó un nivel de infestación de 0%, siendo el más efectivo, seguido de Tempus que únicamente en un muestreo presentó un 0.01% de infestación.

El insecticida Centric y Lanza fueron los insecticidas que presentaron % de infestación en cada muestreo, a pesar de esta diferencia matemática, todos los insecticidas son efectivos para el control de la plaga.

### **1.1. Porcentaje de infestación de ninfas y adultos de *Aeneolamia* spp.**

Después de cada aplicación de los insecticidas, según el cronograma de actividades se iniciaron los muestreos a cada 15 días, los que fueron fundamentales para determinar la densidad poblacional de ninfas y adultos de *Aeneolamia* spp., en las parcelas del diseño experimental, de esta forma se monitoreo el efecto de los insecticidas para controlar la *Aeneolamia* spp. Los resultados obtenidos de los muestreos son el resultado de la efectividad de control que tiene cada insecticida. Todos los insecticidas controlaron la plaga manteniéndola por debajo del umbral de daño económico permitido.

A continuación, se presenta la media del porcentaje de infestación de ninfas por tallo de cada tratamiento y la media de cada muestreo realizado, únicamente se encontraron resultados de ninfas porque no se encontraron adultos de la plaga en cada muestreo:

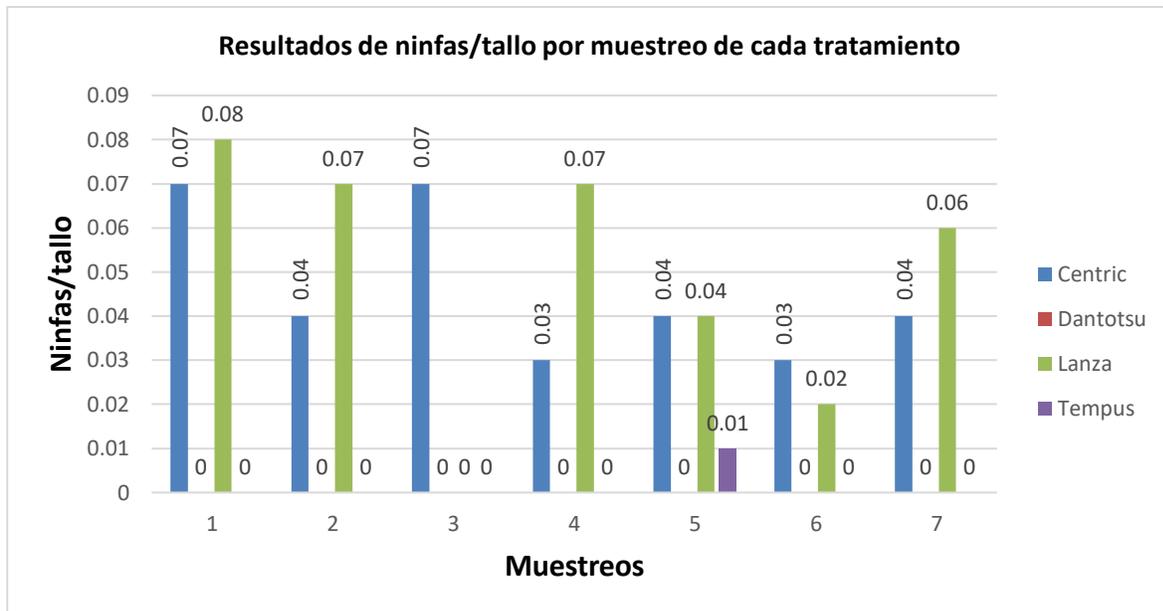
**Cuadro 15.** Resultados de infestación de ninfas y adultos por tallo de *Aeneolamia* spp., en cada muestreo.

Promedio infestación de ninfas y adultos por tallo								
No.	Centric		Dantotsu		Lanza		Tempus	
	Ninfas	Adultos	Ninfas	Adultos	Ninfas	Adultos	Ninfas	Adultos
1	0.07	0	0	0	0.08	0	0	0
2	0.04	0	0	0	0.07	0	0	0
3	0.07	0	0	0	0	0	0	0
4	0.03	0	0	0	0.07	0	0	0
5	0.04	0	0	0	0.04	0	0.01	0
6	0.03	0	0	0	0.02	0	0	0
7	0.04	0	0	0	0.06	0	0	0
<b>Total</b>	0.045714	0	0	0	0.048571	0	0.001429	0

Fuente: Autor (2021).

Se observa el promedio general del porcentaje de infestación de cada tratamiento de los siete muestreos realizados, tanto en ninfas como en adultos de la plaga, haciendo la comparación con el umbral económico se determinó que cada tratamiento (insecticidas neonicotinoides) controló efectivamente la plaga y que solo se hizo una aplicación de cada uno en toda la estación lluviosa, numéricamente controla mejor el insecticida Dantotsu, seguido de Tempus, Lanza y Centric. En los muestreos únicamente se encontró presencia de ninfas, no se encontró ningún adulto, por eso los valores en esa casilla es igual a cero.

A continuación, se presenta una gráfica para observar de mejor manera los resultados del cuadro anterior.



**Figura 5.** Resultados de muestreos realizados para determinar el porcentaje de infestación de *Aeneolamia* spp.

Fuente: Autor (2021).

Se observan las ninfas por tallo encontradas en cada muestreo realizado por tratamiento (siete muestreos) y en todos ellos se determinó que la población estuvo por debajo de nivel de daño económico permitido, por tal razón no fue necesario realizar una segunda aplicación de los tratamientos evaluados. Se observa el patrón de comportamiento de la plaga en toda la época de muestreos, siendo matemáticamente el mejor tratamiento el insecticida original Dantotsu.

## 2. Análisis de costos de cada tratamiento a evaluar.

A continuación, se presentan los costos que conlleva la aplicación de una hectárea para el control de *Aeneolamia* spp., únicamente se necesita una aplicación para controlar la plaga por año.

**Cuadro 16.** Costos por hectárea de cada tratamiento evaluado para el control de *Aeneolamia* spp.

Descripción de Insecticida	Unidad de medida	Dosis/ha	Costo de Kilogramo SIN IVA	Costo/ha solo con insumo	Costo de adherente/ha
Insecticida en polvo Centric 75 SG	Kilogramo	0.20	Q 1,415.25	Q 283.05	Q 14.25
Insecticida en polvo Lanza 25 WG	Kilogramo	0.60	Q 357.02	Q 214.21	Q 14.25
Insecticida en polvo Dantotsu 50 WG	Kilogramo	0.30	Q 956.25	Q 286.88	Q 14.25
Insecticida en polvo Tempus 50 WG	Kilogramo	0.30	Q 851.92	Q 255.58	Q 14.25

Descripción de Insecticida	Costo/ha jornal	Costo de combustible/ha	Costo/ha tractorista	Costo/ha caporal	Costo total/ha
Insecticida en polvo Centric 75 SG	Q 47.50	Q 2.80	Q 3.26	Q 4.10	Q 354.96
Insecticida en polvo Lanza 25 WG	Q 47.50	Q 2.80	Q 3.26	Q 4.10	Q 286.12
Insecticida en polvo Dantotsu 50 WG	Q 47.50	Q 2.80	Q 3.26	Q 4.10	Q 358.79
Insecticida en polvo Tempus 50 WG	Q 47.50	Q 2.80	Q 3.26	Q 4.10	Q 327.49

Fuente: Departamento de Investigación Agrícola y el Autor (2021).

El tratamiento más caro es el insecticida Dantotsu (original) costando 358.79 quetzales por hectárea, seguido de Centric (original) costando 354.96 quetzales por hectárea, el tercer lugar en costos más caros es el Tempus (genérico) con 327.49 quetzales por hectárea y finalmente Lanza (genérico) con 286.12 quetzales por hectárea.

Según los resultados, cómo todos los tratamientos son efectivos para el control de la plaga, se recomienda aplicar el insecticida Lanza (genérico), que tiene un costo de aplicación menor al resto. De esta forma los costos de control de la plaga se reducen de Q 358.79/ha a Q286.12/ha.

## IX. CONCLUSIONES

1. Según los resultados del análisis de varianza de cada muestreo realizado se determinó que no existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos originales y genéricos, es decir que los cuatro insecticidas neonicotinoides (Dantotsu 50 WG, Tempus 50 WG, Centric 75 SG y Lanza 25 WG) tuvieron el mismo grado de efectividad de control sobre plaga *Aeneolamia* spp.
2. Se determinó con base a los porcentajes promedio de infestación de ninfas y adultos obtenido de cada muestreo que todos los tratamientos mantuvieron la plaga controlada y con la población de ninfas y adultos por tallo debajo del porcentaje de infestación permitido por el nivel de daño económico (0.01 a 0.20 ninfas y adultos por tallo) permitido por el ingenio.
3. Con base a los costos por hectárea de aplicación por insecticida, se determina que el tratamiento más caro es el insecticida Dantotsu (original) costando 358.79 quetzales por hectárea, seguido del insecticida Centric (original) costando 354.96 quetzales por hectárea, el tercer lugar en costos es el insecticida Tempus (genérico) con 327.49 quetzales por hectárea y finalmente el insecticida Lanza (genérico) con 286.12 quetzales por hectárea.

## X. RECOMENDACIONES

1. Cómo los insecticidas genéricos y originales brindan un grado de control efectivo por que mantiene la población de ninfas y adultos por debajo del nivel de daño económico permitido, se recomienda utilizar los insecticidas genéricos ya que representan una disminución en costos para el control de la plaga.
2. De los productos genéricos, para realizar los controles químicos de la plaga *Aeneolamia* spp., se recomienda utilizar el producto Lanza 25 WG (costo por hectárea Q 286.12), ya que representa un costo menor de aplicación para el control de la plaga por hectárea.
3. Realizar investigaciones con otros métodos de control de la chinche salivosa para alternar los métodos de control y evitar la resistencia de la plaga a los insecticidas

## XI. REFERENCIAS

- Asociación de Azucareros de Guatemala ASAZGUA. (2017). *El Cultivo de la Caña de Azúcar*. Recuperado en Marzo de 2021, de <https://cengicana.org/files/20170103101309141.pdf>
- Aguirre, S. D. (Octubre de 2006). *Evaluación de variedades de caña de azúcar (Saccharum spp)*. Recuperado en Marzo de 2021, de [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01\\_2285.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_2285.pdf)
- Asociación de Azucareros de Guatemala ASAZGUA. (s.f.). *Evolución de la agroindustria azucarera de Guatemala*. Recuperado en marzo de 2021, de <https://www.azucar.com.gt/azucar-de-guatemala-historia/>
- Comité de Manejo Integrado de Plagas de la caña de azúcar CAÑAMIP & Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar CENGICAÑA. (Marzo de 2008). *Bioecología de la chinche salivosa*. Obtenido de <https://cengicana.org/files/20210504103037736.pdf>
- Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar CENGICAÑA. (Abril de 2017). *Guía de Buenas Prácticas Agrícolas en Caña de Azúcar*. Recuperado en Marzo de 2021, de <https://cengicana.org/files/20170425171748989.pdf>
- Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar CENGICAÑA. (Abril de 1998). *Manejo Integrado de la Chinche Salivosa en Caña de Azúcar*. Recuperado en Marzo de 2010, de <https://cengicana.org/files/20150902101626318.pdf>
- Fernández Marín , M. J. (Abril de 2013). *Manejo integrado de chinche salivosa (Aeneolamia postica; Cercopidae) en caña de azúcar en el Ingenio Pantaleón; Siquinalá, Escuintla*. Obtenido de <http://biblio3.url.edu.gt/Tesario/2013/06/14/Fernandez-Mauricio.pdf>

- Instituto Nacional de Salud Pública INSP. (26 de Agosto de 2020). *Los insecticidas*. Recuperado en Marzo de 2021, de <https://www.insp.mx/avisos/4736-insecticidas.html>
- Lagunes, D. A. (2016). *Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades de la Caña de Azúcar*. Recuperado en Marzo de 2021, de <https://www.intagri.com/articulos/fitosanidad/manejo-integrado-de-plagas-y-enfermedades-de-la-cania>
- López, O. S. (Mayo de 2014). *Uso de siete densidades de siembra de caña de azúcar (Saccharum spp.), Variedad CP 88-1165, en finca Marinalá y Diagnóstico y servicios, realizados en Ingenio la Unión, S.A. Escuintla, Guatemala C.A.* Recuperado en Marzo de 2021, de <http://www.repositorio.usac.edu.gt/2696/1/Oscar%20Santiago%20Marroqu%C3%ADn%20L%C3%B3pez.pdf>
- Márquez, J. M. (2015). *Eficiencia de thiamethoxam y productos a base de imidacloprid, en el control de ninfas y adultos de chinche salivosa (Aeneolamia postica)*. Obtenido de <https://cengicana.org/files/20150902101647170.pdf>
- Márquez, J. M. (2015). *Manejo Integrado de plagas*. Recuperado en Marzo de 2021, de <https://cengicana.org/files/20150902101644564.pdf>
- Márquez, J. M. (2017). *El control de la primera generación de ninfas; una estrategia eficiente en el control de la chinche salivosa (Aeneolamia postica) en áreas endémicas*. Obtenido de <https://cengicana.org/files/2017092711494128.pdf>
- Márquez, J. M. (2020). *Evaluación de la eficiencia de control de chinche salivosa (Aeneolamia postica) con opciones aprobadas por EPA/CODEX, en el cultivo de caña de azúcar*. Recuperado en Marzo de 2021, de <https://cengicana.org/files/20200928124653942.pdf>
- Ramírez, E. (2020). *Catálogo de productos fitosanitarios y foliares*. Recuperado en Marzo de 2021, de <https://docplayer.es/170286755-Catalogo-de-productos-fitosanitarios-y-foliares-1.html>

Ramirez, P. (2019). *Ficha Técnica DANTOTSU® 50WG*. Recuperado en Marzo de 2021, de [https://co.uplonline.com/download\\_links/EWM9aIZnAzNMJSDCZFEZRFvhgZ1Gpwlcd6K51ST.pdf](https://co.uplonline.com/download_links/EWM9aIZnAzNMJSDCZFEZRFvhgZ1Gpwlcd6K51ST.pdf)

Syngenta. (07 de Febrero de 2018). *CENTRIC® 75 SG*. Recuperado en Marzo de 2021, de [https://www.syngenta.cl/sites/g/files/zhg471f/etiqueta\\_centric\\_2019.pdf?token=1611151438](https://www.syngenta.cl/sites/g/files/zhg471f/etiqueta_centric_2019.pdf?token=1611151438)

Ucha, F. (Marzo de 2010). *Definición de plaga*. Recuperado en Marzo de 2021, de <https://www.definicionabc.com/general/plaga.php>

Yara. (s.f.). *Caña de azúcar*. Recuperado en Marzo de 2021, de <https://www.yara.com.gt/nutricion-vegetal/cana-de-azucar/pricipios-agronicos-en-cana-de-azucar/>

Vo. Bo.   
Lcda. Ana Teresa de González  
Bibliotecaria CUNSUROC.



## XII. ANEXOS

**Cuadro 17.** Análisis de varianza del primer muestreo para determinar el grado de control de los insecticidas neonicotinoides en la *Aeneolamia* spp.

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>	Aj	CV
Ninf+0.5/t	20	0.50	0.21	15.88	

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.09	7	0.01	1.73	0.1932
Bloque	0.06	4	0.01	1.98	0.1615
Tratamiento	0.03	3	0.01	1.39	0.2930
Error	0.09	12	0.01		
Total	0.18	19			

Fuente: Autor (2021).

**Cuadro 18.** Análisis de varianza del segundo muestreo para determinar el grado de control de los insecticidas neonicotinoides en la *Aeneolamia* spp.

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>	Aj	CV
Ninf+0.5/t	20	0.55	0.29	12.79	

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.07	7	0.01	2.08	0.1263
Bloque	0.05	4	0.01	2.60	0.0897
Tratamiento	0.02	3	0.01	1.40	0.2918
Error	0.05	12	4.6E-03		
Total	0.12	19			

Fuente: Autor (2021).

**Cuadro 19.** Análisis de varianza del tercer muestreo para determinar el grado de control de los insecticidas neonicotinoides en la *Aeneolamia* spp.

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Ninf+0.5/t	20	0.44	0.11	10.91

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.03	7	4.3E-03	1.35	0.3087
Bloque	0.01	4	3.2E-03	1.00	0.4449
Tratamiento	0.02	3	0.01	1.82	0.1976
Error	0.04	12	3.2E-03		
Total	0.07	19			

Fuente: Autor (2021).

**Cuadro 20.** Análisis de varianza del cuarto muestreo para determinar el grado de control de los insecticidas neonicotinoides en la *Aeneolamia* spp.

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Ninf+0.5/t	20	0.53	0.25	8.61

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.03	7	4.0E-03	1.92	0.1523
Bloque	0.01	4	2.5E-03	1.23	0.3479
Tratamiento	0.02	3	0.01	2.85	0.0823
Error	0.02	12	2.1E-03		
Total	0.05	19			

Fuente: Autor (2021).

**Cuadro 21.** Análisis de varianza del quinto muestreo para determinar el grado de control de los insecticidas neonicotinoides en la *Aeneolamia* spp.

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>	Aj	CV
Ninf+0.5/t	20	0.54	0.27	6.75	

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.02	7	2.5E-03	2.02	0.1352
Bloque	0.01	4	2.6E-03	2.11	0.1420
Tratamiento	0.01	3	2.4E-03	1.91	0.1823
Error	0.01	12	1.2E-03		
Total	0.03	19			

Fuente: Autor (2021).

**Cuadro 22.** Análisis de varianza del sexto muestreo para determinar el grado de control de los insecticidas neonicotinoides en la *Aeneolamia* spp.

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>	Aj	CV
Ninf+0.5/t	20	0.38	0.01	5.74	

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.01	7	8.9E-04	1.04	0.4536
Bloque	3.7E-03	4	9.2E-04	1.07	0.4135
Tratamiento	2.6E-03	3	8.6E-04	1.00	0.4262
Error	0.01	12	8.6E-04		
Total	0.02	19			

Fuente: Autor (2021).

**Cuadro 23.** Análisis de varianza del séptimo muestreo para determinar el grado de control de los insecticidas neonicotinoides en la *Aeneolamia* spp.

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Ninf+0.5/t	20	0.31	0.00	14.13

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.03	7	4.2E-03	0.77	0.6263
Bloque	0.01	4	3.5E-03	0.64	0.6461
Tratamiento	0.02	3	0.01	0.94	0.4531
Error	0.07	12	0.01		
Total	0.10	19			

Fuente: Autor (2021).

**Cuadro 24.** Boleta para muestreo de *Aeneolamia* spp.

<b>FECHA:</b>		<b>LOTE:</b>	
Tamaño de unidad de muestra: 5 metros lineales o 3 macollas continuas			
<b>Código Cap.:</b>		<b>Boleta No.:</b>	
<b>MUESTRA</b>	<b>Ninfas/Adultos</b>	<b>Tallos</b>	<b>Nin. y Adul. / tallo</b>
1			
2			
3			
4			
5			
<b>Total</b>			

Fuente: Administración zona I (2021).

**Cuadro 25.** Datos ordenados y modificados para obtener el resultado de la ANDEVA.

<b>Muestreo</b>	<b>Bloque</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>Ninf/t</b>	<b>Ninf+0.5/t</b>
1	1	Dantotsu	0.00	0.50
1	1	Tempus	0.00	0.50
1	1	Centric	0.02	0.52
1	1	Lanza	0.00	0.50
1	2	Dantotsu	0.00	0.50
1	2	Tempus	0.00	0.50
1	2	Centric	0.00	0.50
1	2	Lanza	0.00	0.50
1	3	Dantotsu	0.00	0.50
1	3	Tempus	0.00	0.50
1	3	Centric	0.00	0.50
1	3	Lanza	0.20	0.70
1	4	Dantotsu	0.00	0.50
1	4	Tempus	0.00	0.50
1	4	Centric	0.00	0.50
1	4	Lanza	0.00	0.50
1	5	Dantotsu	0.00	0.50
1	5	Tempus	0.00	0.50
1	5	Centric	0.35	0.85
1	5	Lanza	0.21	0.71
2	1	Dantotsu	0.00	0.50
2	1	Tempus	0.00	0.50
2	1	Centric	0.00	0.50
2	1	Lanza	0.00	0.50
2	2	Dantotsu	0.00	0.50
2	2	Tempus	0.00	0.50
2	2	Centric	0.18	0.68
2	2	Lanza	0.32	0.82

<b>Muestreo</b>	<b>Bloque</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>Ninf/t</b>	<b>Ninf+0.5/t</b>
2	3	Dantotsu	0.00	0.50
2	3	Tempus	0.00	0.50
2	3	Centric	0.00	0.50
2	3	Lanza	0.00	0.50
2	4	Dantotsu	0.00	0.50
2	4	Tempus	0.00	0.50
2	4	Centric	0.00	0.50
2	4	Lanza	0.00	0.50
2	5	Dantotsu	0.00	0.50
2	5	Tempus	0.00	0.50
2	5	Centric	0.02	0.52
2	5	Lanza	0.05	0.55
3	1	Dantotsu	0.00	0.50
3	1	Tempus	0.00	0.50
3	1	Centric	0.08	0.58
3	1	Lanza	0.00	0.50
3	2	Dantotsu	0.00	0.50
3	2	Tempus	0.00	0.50
3	2	Centric	0.00	0.50
3	2	Lanza	0.00	0.50
3	3	Dantotsu	0.00	0.50
3	3	Tempus	0.00	0.50
3	3	Centric	0.00	0.50
3	3	Lanza	0.00	0.50
3	4	Dantotsu	0.00	0.50
3	4	Tempus	0.00	0.50
3	4	Centric	0.00	0.50
3	4	Lanza	0.00	0.50
3	5	Dantotsu	0.00	0.50

<b>Muestreo</b>	<b>Bloque</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>Ninf/t</b>	<b>Ninf+0.5/t</b>
3	5	Tempus	0.00	0.50
3	5	Centric	0.26	0.76
3	5	Lanza	0.00	0.50
4	1	Dantotsu	0.00	0.50
4	1	Tempus	0.00	0.50
4	1	Centric	0.00	0.50
4	1	Lanza	0.00	0.50
4	2	Dantotsu	0.00	0.50
4	2	Tempus	0.00	0.50
4	2	Centric	0.00	0.50
4	2	Lanza	0.11	0.61
4	3	Dantotsu	0.00	0.50
4	3	Tempus	0.00	0.50
4	3	Centric	0.00	0.50
4	3	Lanza	0.14	0.64
4	4	Dantotsu	0.00	0.50
4	4	Tempus	0.00	0.50
4	4	Centric	0.00	0.50
4	4	Lanza	0.02	0.52
4	5	Dantotsu	0.00	0.50
4	5	Tempus	0.00	0.50
4	5	Centric	0.16	0.66
4	5	Lanza	0.09	0.59
5	1	Dantotsu	0.00	0.50
5	1	Tempus	0.00	0.50
5	1	Centric	0.00	0.50
5	1	Lanza	0.08	0.58
5	2	Dantotsu	0.00	0.50
5	2	Tempus	0.00	0.50

<b>Muestreo</b>	<b>Bloque</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>Ninf/t</b>	<b>Ninf+0.5/t</b>
5	2	Centric	0.00	0.50
5	2	Lanza	0.00	0.50
5	3	Dantotsu	0.00	0.50
5	3	Tempus	0.00	0.50
5	3	Centric	0.00	0.50
5	3	Lanza	0.00	0.50
5	4	Dantotsu	0.00	0.50
5	4	Tempus	0.03	0.53
5	4	Centric	0.16	0.66
5	4	Lanza	0.06	0.56
5	5	Dantotsu	0.00	0.50
5	5	Tempus	0.00	0.50
5	5	Centric	0.06	0.56
5	5	Lanza	0.04	0.54
6	1	Dantotsu	0.00	0.50
6	1	Tempus	0.00	0.50
6	1	Centric	0.10	0.60
6	1	Lanza	0.00	0.50
6	2	Dantotsu	0.00	0.50
6	2	Tempus	0.00	0.50
6	2	Centric	0.03	0.53
6	2	Lanza	0.09	0.59
6	3	Dantotsu	0.00	0.50
6	3	Tempus	0.00	0.50
6	3	Centric	0.00	0.50
6	3	Lanza	0.00	0.50
6	4	Dantotsu	0.00	0.50
6	4	Tempus	0.00	0.50
6	4	Centric	0.00	0.50

<b>Muestreo</b>	<b>Bloque</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>Ninf/t</b>	<b>Ninf+0.5/t</b>
6	4	Lanza	0.00	0.50
6	5	Dantotsu	0.00	0.50
6	5	Tempus	0.00	0.50
6	5	Centric	0.00	0.50
6	5	Lanza	0.00	0.50
7	1	Dantotsu	0.00	0.50
7	1	Tempus	0.00	0.50
7	1	Centric	0.10	0.60
7	1	Lanza	0.02	0.52
7	2	Dantotsu	0.00	0.50
7	2	Tempus	0.00	0.50
7	2	Centric	0.02	0.52
7	2	Lanza	0.00	0.50
7	3	Dantotsu	0.00	0.50
7	3	Tempus	0.00	0.50
7	3	Centric	0.10	0.60
7	3	Lanza	0.00	0.50
7	4	Dantotsu	0.00	0.50
7	4	Tempus	0.00	0.50
7	4	Centric	0.00	0.50
7	4	Lanza	0.30	0.80
7	5	Dantotsu	0.00	0.50
7	5	Tempus	0.00	0.50
7	5	Centric	0.00	0.50
7	5	Lanza	0.00	0.50

Fuente: Administración zona I, Departamento de investigación agrícola y el autor (2021).



**Figura 6.** Medición de tiempo de la distancia recorrida del aplicador para calibración del equipo.

Fuente: Autor (2021).



**Figura 7.** Medición del caudal de descarga de boquillas en un minuto para calibración del equipo.

Fuente: Autor (2021).



**Figura 8.** Bomba de mochila Kawashima con motor Mitsubishi utilizada para la aplicación de los tratamientos.

Fuente: Mercado Libre (2021).



**Figura 9.** Cálculo de dosis de tratamientos para las aplicaciones en las parcelas.

Fuente: Autor (2021).



**Figura 10.** Llenando los tanques de las bombas para su respectiva aplicación.

Fuente: Autor (2021).



**Figura 11.** Lanza de doble salida, boquilla TG2 como lleno para aplicar los tratamientos.

Fuente: Autor (2021).



Mazatenango, 10 de enero de 2023

**Ph.D. Mynor Raúl Otzoy Rosales**  
**Coordinador**  
**Carrera de Ingeniería en Agronomía Tropical**  
**Centro Universitario de Sur Occidente**  
**Universidad de San Carlos de Guatemala**

Respetable Ph.D. Otzoy:

Por este medio me dirijo a usted, deseándole éxitos en sus labores de coordinación de la carrera.

El motivo de la presente es para informar que luego de haber asesorado y revisado el Trabajo de Graduación titulado. **“Evaluación de insecticidas neonicotinoides originales y genéricos para control de *Aeneolamia* spp., en época lluviosa en el Ingenio Madre Tierra.”**, presentado por el estudiante **T.P.A. Kevin Antonio Lopreto Santay**, quién se identifica con número de carné **201640956** de la carrera de Ingeniería en Agronomía Tropical. Y de conformidad con lo establecido en el Reglamento de Trabajo de Graduación, doy visto bueno y aprobación, para que el estudiante pueda continuar con el trámite correspondiente.

Agradeciendo de antemano la atención prestada a la presente y sin otro particular me suscribo.

Atentamente.

“Id y enseñad a todos”

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Guillermo Vinicio Tello Cano'.

Vo.Bo. Ph.D. Guillermo Vinicio Tello Cano.  
Supervisor



Mazatenango, 11 de enero de 2023

**Licenciado**  
**Luis Carlos Muñoz López**  
**DIRECTOR**  
**Centro Universitario del Suroccidente**  
**Universidad de San Carlos de Guatemala**  
**Su despacho**

Señor director:

De manera atenta, me dirijo a usted para informar que el estudiante **T.P.A. Kevin Antonio Lopreto Santay**, quien se identifica con número de carné **201640956** de la carrera de Ingeniería en Agronomía Tropical, ha concluido su trabajo de graduación titulado: **“Evaluación de insecticidas neonicotinoides originales y genéricos para control de *Aeneolamia* spp., en época lluviosa en el Ingenio Madre Tierra.”**; el cuál fue asesorado, revisado y con dictamen favorable del Ingeniero Agrónomo y Ph.D. Guillermo Vinicio Tello Cano.

Como Coordinador de la Carrera de Ingeniería en Agronomía Tropical, hago constar que el estudiante Kevin Antonio Lopreto Santay, ha cumplido con el normativo de Trabajo de Graduación, razón por la que someto a consideración el documento presentado por el estudiante, para que continúe con el trámite correspondiente.

Sin otro particular, me suscribo.

Atentamente.

*“Id y enseñad a todos”*

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Mynor Raúl Otzoy Rosales', written over a horizontal line.

**Vo.Bo. Ph.D. Mynor Raúl Otzoy Rosales**  
**COORDINADOR**



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUROCCIDENTE  
MAZATENANGO, SUCHITEPEQUEZ  
DIRECCIÓN DEL CENTRO UNIVERSITARIO

### CUNSUROC/USAC-I-010-2023

DIRECCION DEL CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUROCCIDENTE,  
Mazatenango, Suchitepéquez, veintiocho de febrero de dos mil veintitrés-----

Encontrándose agregados al expediente los dictámenes del asesor y revisor, SE  
AUTORIZA LA IMPRESIÓN DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN TITULADO:  
**"EVALUACIÓN DE INSECTICIDAS NEONICOTINOIDES ORIGINALES Y  
GENÉRICOS PARA CONTROL DE *Aeneolamia spp.*, EN ÉPOCA LLUVIOSA  
EN EL INGENIO MADRE TIERRA"**, del estudiante: **TPA. Kevin Antonio Lopreto  
Santay**, carné 201640956 CUI: 3243 30502 1005 de la carrera Ingeniería en Agronomía  
Tropical.

**"ID Y ENSEÑAD A TODOS"**

M.A. Luis Carlos Muñoz López  
Director



/ gris