

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS

DETERMINACIÓN DE NIVEL DE DAÑO ECONÓMICO
PARA EL GUSANO ALAMBRE (*Agriotes spp.*)
EN CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum spp.*).

FINCA "BELÉN", INGENIO LA UNIÓN, SANTA LUCÍA COTZUMALGUAPA,
ESCUINTLA.



PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA
DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA DE LA UNIVERSIDAD
DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

POR

FRANCISCO JOSE ROSALES ROSSI

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO INGENIERO AGRONOMO

EN EL GRADO ACADEMICO DE LICENCIADO

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DEL 2,001.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Ing. Agr. Efraín Medina Guerra

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

Decano	Ing. Agr. Edgar Oswaldo Franco Rivera
Vocal Primero	Ing. Agr. Walter Estuardo García Tello
Vocal Segundo	Ing. Agr. Manuel de Jesús Martínez Ovalle
Vocal Tercero	Ing. Agr. Erberto Raúl Alfaro Ortiz
Vocal Cuarto	Prof. Abelardo Caal Ich
Vocal Quinto	Br. Axel Aureliano Herrera Pérez
Secretario	Ing. Agr. Edil René Rodríguez Quezada

Guatemala, 21 de Septiembre del 2,001.

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

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de tesis titulado:

“DETERMINACIÓN DE NIVEL DE DAÑO ECONÓMICO PARA EL GUSANO ALAMBRE (*Agriotes spp.*), EN CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum spp.*), FINCA “BELÉN”, INGENIO LA UNIÓN, SANTA LUCÍA COTZUMALGUAPA, ESCUINTLA.”

Como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo, en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

Esperando que el presente trabajo de investigación satisfaga los requisitos necesarios para su aprobación, y agradeciendo su atención, me despido muy atentamente.



FRANCISCO JOSÉ ROSALES ROSSI

ACTO QUE DEDICO

- A:
- DIOS Autor infinito de la Creación.
- A MIS PADRES Samuel Rosales (Q.E.P.D.) y Rosario de Rosales por su esfuerzo por hacer de nosotros personas honorables.
- A MI ABUELA María Pivaral, por su entrega y abnegación.
- A MI ESPOSA Andrea Salinas, por su apoyo incondicional.
- A MIS HERMANOS Sergio Samuel, Juan Jacobo, Carlos Guillermo y María Raquel, por la convivencia y apoyo en la adversidad.

TESIS QUE DEDICO:

A:

- ◆ A la Agroindustria Azucarera Nacional, que con su trabajo y esfuerzo tanto en su proceso agrícola como industrial, han hecho de esta un ejemplo para la iniciativa privada.
- ◆ A la Presidencia del Consejo de Administración de la Empresa La Unión - Los Tarros, por velar en pro de la Tecnificación de la Explotación de la Caña de Azúcar, así como la implementación de la explotación de otros recursos en favor del medio ambiente.
- ◆ A los técnicos de campo de la Agroindustria Nacional, pioneros en implementar y crear nuevas tecnologías para hacer de la Caña de Azúcar un cultivo promisorio. Esperando que el presente estudio forme parte de las soluciones que oriente a la resolución de un problema específico en el campo.

AGRADECIMIENTOS:

A:

- ◆ Empresa Ingenio La Unión - Los Tarros, Gerencia de Operaciones, Superintendencia de Campo y Departamento de Investigación, por el apoyo técnico y logístico en la ejecución de este proyecto.
- ◆ Bioasesoría Internacional, en especial al Dr. Francisco Badilla por promover y apoyar la ejecución de esta Tesis.
- ◆ Mis asesores Dr. Víctor Salguero e Ing, Samuel Córdova, por su valiosa colaboración y la dedicación del tiempo que me proporcionaron para la adecuada ejecución de esta tesis.

INDICE

	Pág.
Indice de Cuadros.....	iii
Indice de Figuras.....	iv
Resumen.....	v
1. Introducción.....	1
2. Planteamiento del problema.....	2
3. Justificación de la Investigación.....	3
4. Marco Teórico.....	4
4.1 Marco Conceptual.....	4
4.1.1 Familia Elateridae.....	4
4.1.2 Importancia y tipo de daño.....	6
4.1.3 Ciclo de vida, apariencia y hábitos.....	7
4.1.4 Control de gusano alambre.....	8
4.1.5 Estimación de los niveles de daño económico para plagas insectiles.....	8
4.1.5.1 Estimación de pérdidas.....	8
4.1.5.2 El nivel de daño económico y el umbral económico...	9
4.1.5.3 Las componentes y cálculo del NDE.....	10
4.1.5.3.1 Efectos de cambios de las variables.....	11
4.1.5.3.2 La relación entre la densidad de la plaga y el rendimiento.....	12
4.1.5.3.3 Etapas fenológicas.....	12
4.2 Marco Referencial.....	13
4.2.1 Descripción del área.....	13
4.2.1.1 Aspectos Generales del Departamento de Escuintla.....	13
4.2.1.2 Aspectos propios de la finca "Belén".....	13
4.2.2 Descripción de la Variedad de caña de azúcar CP72-2086.....	14
4.2.3 Antecedentes de la presencia de gusanos alambre en la zona azucarera.....	16
5. Objetivos.....	18
6. Hipótesis.....	19
7. Metodología.....	20
7.1 Tratamientos evaluados.....	20
7.2 Diseño del experimento.....	21
7.3 Montaje del experimento.....	22
7.4 Variables evaluadas.....	24
7.5 Análisis de la Información.....	26

7.6 Material y Equipo utilizado.....	28
8. Resultados y Discusión.....	29
8.1 Germinación y Población de Tallos.....	29
8.2 Longitud de Tallos.....	32
8.3 Diámetro de Tallos.....	34
8.4 Analisis de las variables de Producción.....	36
8.5. Valores para el Cálculo del NDE.....	41
8.5.1 Costo de Control de (Agriotes sp) y Precio de Venta de Caña..	41
8.5.2 Grado de supresión efectuado por el control.....	42
8.5.3 Densidad poblacional de la Plaga.....	42
8.5.3.1 Densidad poblacional para toneladas de caña por hectárea.....	42
8.5.3.2 Densidad poblacional para toneladas de azúcar por hectárea.....	44
9. Conclusiones.....	47
10. Recomendaciones.....	48
11. Bibliografía.....	49

INDICE DE CUADROS

Cuadro No.	Pág.
1. Resumen de los efectos de cambios en los parámetros de NDE.....	12
2. Epoca y síntomas característicos que ocasiona el gusano alambre (<i>Agriotes spp.</i> y <i>Conoderus spp.</i>). Ingenio Pantaleón, Escuintla. 1994...	16
3. Niveles de población de gusanos alambre, por metro cuadrado, Finca El Bálsamo, Siquinalá, Escuintla. Ingenio Pantaleón S.A. 1,995...	17
4. Tratamientos implementados al momento de la siembra para la determinación del NDE con gusano alambre (<i>Agriotes spp.</i>) para caña de azúcar. Finca Belén Mayo de 1998 - Marzo de 1999.....	20
5. Fórmula para el cálculo del NDE, a partir de un modelo polinomial cuadrático.....	27
6. Resumen de las pruebas de comparación de medias (Tukey al 95%), medias por tratamiento y resumen de ANDEVA para la germinación y población de tallos en relación a la población de larvas por metro cuadrado y días después de la siembra. Finca Belén Mayo 98 - Marzo 99.....	29
7. Resumen de las pruebas de comparación de medias (Tukey al 95%), medias por tratamiento y resumen de ANDEVA para la longitud de tallos en relación a la población de larvas por metro cuadrado y días después de la siembra. Finca Belén Mayo 98 - Marzo 99.....	32
8. Resumen de las pruebas de comparación de medias (Tukey al 95%), medias por tratamiento y resumen de ANDEVA para el diámetro de tallos en relación a la población de larvas por metro cuadrado y días después de la siembra. Finca Belén Mayo 98 - Marzo 99.....	34
9. Resumen comparación de medias (Tukey al 95%), medias por tratamiento y resumen de ANDEVA para producción en toneladas de caña por hectárea (TCH), kilogramos de azúcar por tonelada y toneladas de azúcar por hectárea. Finca Belén Mayo 98 - Marzo 99...	36
10. Determinación de Costos de Aplicación para plagas del suelo y Precio de venta por tonelada de caña. Ingenio La Unión. Marzo 99.....	41
11. Proyección de los rendimientos y porcentajes de pérdida para la variable de toneladas de caña por hectárea a partir del modelo encontrado, en diferentes niveles de población de <i>Agriotes spp.</i>	43
12. Proyección de los rendimientos y porcentajes de pérdida a partir del modelo encontrado para la variable de toneladas de azúcar por hectárea, en diferentes niveles de población de <i>Agriotes spp.</i>	45

INDICE DE FIGURAS

Figura No.	Pág.
1. Comportamiento en la germinación de tallos de caña, con diversas poblaciones de <i>Agriotes</i> spp. Finca Belén Mayo 98 - Marzo 99.....	30
2. Evolución en la población de tallos de caña, con diversas poblaciones de <i>Agriotes</i> spp. Finca Belén Mayo 98 - Marzo 99.....	31
3. Evolución en la longitud de tallos de caña, con diversas poblaciones de <i>Agriotes</i> spp. Finca Belén Mayo 98 - Marzo 99.....	33
4. Evolución en el diámetro de tallos de caña, con diversas poblaciones de <i>Agriotes</i> spp. Finca Belén Mayo 98 - Marzo 99.....	35
5. Producción en toneladas de caña por hectárea, bajo diversas poblaciones de <i>Agriotes</i> spp. Finca Belén Mayo 98 - Marzo 99.....	38
6. Producción en kgs de azúcar por tonelada de caña, bajo diversas poblaciones de <i>Agriotes</i> spp. . Finca Belén Mayo 98 - Marzo 99.....	39
7. Producción en toneladas de azúcar por hectárea, bajo diversas poblaciones de <i>Agriotes</i> spp. Finca Belén Mayo 98 - Marzo 99.....	40
8. Diagrama de dispersión y modelo de regresión generado para la variable de producción de toneladas de caña por hectárea, bajo diversas poblaciones de <i>Agriotes</i> spp. Finca Belén Mayo 98 - Marzo 99.....	42
9. Diagrama de dispersión y modelo de regresión generado para la variable de producción de toneladas de azúcar por hectárea, bajo diversas poblaciones de <i>Agriotes</i> spp. Finca Belén Mayo 98 - Marzo 99.....	44

v

**DETERMINACIÓN DE NIVEL DE DAÑO ECONÓMICO PARA EL GUSANO
ALAMBRE *Agriotes. spp*, EN CAÑA DE AZÚCAR *Saccharum. spp*, FINCA "BELÉN",
INGENIO LA UNIÓN, SANTA LUCÍA COTZUMALGUAPA, ESCUINTLA.**

**DETERMINATION OF THE ECONOMIC INJURY LEVEL FOR WIREWORMS
Agriotes. Spp, IN SUGAR CANE *Saccharum. spp*, IN FARM "BELEN",
SUGAR FACTORY "LA UNION", SANTA LUCÍA COTZUMALGUAPA,
ESCUINTLA.**

RESUMEN:

Dentro de los organismos insectiles que actúan de manera adversa en la producción, uno de estos es el gusano alambre, *Agriotes spp.*, Coleóptera: Elateridae, reportado como plaga en las fincas de la zona cañera nacional. Para poder definir si este organismo es una plaga de importancia económica, se debe cuantificar el daño que causan diferentes densidades poblacionales. Es decir, conocer la población que causa un nivel de daño económico al momento de la siembra.

Para la determinación del NDE, se siguió la siguiente metodología:

- Se implementó un Diseño Completamente al Azar, con 11 tratamientos y 3 repeticiones, siendo los tratamientos de 0, 4, 8, 12, 16, 20, 24, 28, 32, 36 y 40 larvas/m², siendo dispuestos los tratamientos en cajas de madera 1 m² de superficie por 0.80 m de profundidad, siendo cada caja una unidad experimental. Captura de gusanos alambre provenientes de campos afectados por esta plaga. Clasificación por género y por tamaño (2.5 a 3 cms). Se inocularon las cajas de madera con las larvas en la densidades preestablecidas. Siembra de caña con la variedad CP72-2086 a razón de 12 yemas/metro lineal. Llevándose hasta la cosecha.
- Las variables medidas fueron el porcentaje de germinación, población, longitud y diámetro de tallos, estas últimas con periodicidad mensual. Las variables de Toneladas de Caña por Hectárea, Kilogramos de Azúcar por Tonelada y Toneladas de Azúcar por Hectárea cuantificadas al momento de la cosecha.

Se analizó la información mediante el análisis de varianza (ANDEVA) en niveles de significancia del 0.05 y 0.01, en los cuales se detectaron diferencias altamente significativas entre tratamientos. Posteriormente se sometieron las variables al análisis de Medias de Tukey al 95%. En las cuales se apreció que en poblaciones crecientes de *Agriotes spp* disminuye gradualmente la germinación, población de tallos y por ende el rendimiento en tonelaje, siendo estas las variables directamente afectadas por la incidencia de este insecto.

Se pudo observar que en poblaciones crecientes de *Agriotes spp*, la variable en la cual incide el daño de esta plaga es en la germinación y población de tallos, lo cual manifestó en una disminución gradual en los rendimientos de tonelaje así como en la producción de azúcar por unidad de área. Registrándose en los tratamientos con más individuos de gusano alambre la germinación fue nula por ende los rendimientos.

Para el cálculo del NDE, se analizaron diferentes modelos de regresión, comparando las poblaciones de *Agriotes spp* con respecto a los rendimientos de Toneladas de Caña y Azúcar, determinándose que el modelo que mejor se adecuaba era el modelo cuadrático, dado el alto índice de ajuste de los datos del índice de R^2 . Se empleó la fórmula planteada por Hruska (7).

$$\text{NDE} = D = x = \frac{-b \pm [b^2 - 4a(C/P)]^{1/2}}{2a}$$

Donde: C = Costo del Control.
P = Precio de venta por unidad de Cosecha.

Para la variable de Toneladas de Caña por Hectárea se estableció un modelo donde $y = -0.0655x^2 - 0.0774x + 107.92$ con un R^2 de 0.898, registrándose el NDE en 6.05 larvas por metro cuadrado.

Para Toneladas de Azúcar por Hectárea el modelo que mejor se ajusta es donde $y = -0.0057x^2 - 0.0311x + 10.423$ con un R^2 de 0.894, siendo el NDE en 3.65 larvas por metro cuadrado.

Por tanto se recomienda implementar las medidas de control al registrarse en muestreo previo antes de la siembra una densidad de población de 3.65 larvas por metro cuadrado, dado que es el nivel de población en que se comienzan a experimentar pérdidas económicas para la producción de azúcar.

1. INTRODUCCION

La agroindustria de la caña de azúcar es una de las actividades económicas que ocupa un lugar importante a nivel nacional. En los últimos años se ha mantenido en creciente expansión, tanto en toneladas molidas (zafra 99/00: 15,585,927 toneladas) como en área de siembra, (zafra 99/00: se registró en 163,463 has). Siendo la segunda actividad generadora de divisas para el país. Para mantener una producción sostenible dentro de este crecimiento es necesario alcanzar la eficiencia con el fin de maximizar los recursos de producción (2).

En el área agrícola, la cual se encarga de la producción de la caña, que es la materia prima para el ingenio; es necesario obtener altos rendimientos. Por lo que se debe evitar el efecto de organismos que actúan de manera adversa en la producción, uno de estos es el gusano alambre, *Agriotes sp.*, Coleóptera: Elateridae, reportado como plaga en algunas fincas de la zona cañera nacional (20).

Para poder definir si este organismo es una plaga de importancia económica, se debe cuantificar el daño que causan diferentes densidades poblacionales. Es decir, conocer la población que causa un nivel de daño económico al momento de la siembra; ya que a partir de esta etapa se deben evitar los efectos adversos de este insecto sobre las poblaciones de caña, grosores y longitudes de tallo, así como en los rendimientos de campo y tonelaje de azúcar (19).

Por lo que esta investigación, pretendió determinar la población de *Agriotes spp.* con la que se alcanza el nivel de daño económico, con la finalidad de tomar decisiones que conlleven la optimización y racionalización del uso de plaguicidas para su control. La investigación se realizó en la Finca Belén del Ingenio La Unión en jurisdicción municipal de Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla, de mayo 1998 a marzo 1999.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Para que la explotación comercial del cultivo de caña de azúcar *Saccharum spp.* sea rentable es necesaria la obtención de altos rendimientos, para lo cual es indispensable conocer y manejar los diversos factores que actúan en forma adversa para el cultivo. Dentro de estos factores existen abióticos y bióticos. Dentro de los bióticos se pueden mencionar las plagas insectiles y enfermedades.

Dentro de las plagas insectiles existen varias, las cuales afectan de una u otra forma el cultivo, ocupando un lugar de importancia las plagas del suelo. Dentro de estas se encuentra el gusano alambre (*Agriotes spp.*) el cual se ha reportado como causante de daños al cultivo de caña de azúcar en la zona azucarera. Esta plaga se encuentra presente durante todo el ciclo de cultivo de la caña de azúcar, ya sea en soca o en plantía, registrándose su presencia en toda la zona cañera (3).

Durante la fase de germinación y establecimiento del cultivo es especialmente dañina; ya que tiende a alimentarse de las yemas y tallos recién emergidos, afectando de manera directa la población de tallos y por ende los rendimientos de caña. Tomando en cuenta que en la actualidad no se conoce la densidad de población de individuos con la cual se alcanza el nivel de daño económico para la fase de siembra, es necesario realizar investigaciones tendientes a determinarlo, para poder usarlo dentro de un plan de manejo de este insecto (19).

3. JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACION

En la finca Belén se ha detectado que el gusano alambre es especialmente dañino para el cultivo, en la fase de siembra dado que este se alimenta directamente de las yemas o de los tallos recién emergidos, lo cual ha conllevado a lotes con germinación irregular además de bajas densidades poblacionales de caña de azúcar, con la consecuente baja de tonelaje de caña.

En la actualidad para las condiciones de la Finca Belén, se invierten un total de Q216.13 / ha. por concepto de control químico de plagas del suelo. Siendo empleado este control en todas las áreas que se realice la siembra sin antes haberse efectuado un muestreo para conocer la población de gusanos alambre, para determinar la necesidad de la implementación de este control o no.

Esto ha conllevado a que los plaguicidas para el control de plagas del suelo sean utilizados de forma indiscriminada en los lotes de siembra, y por ende se obtiene un incremento en el costo de producción de caña, así como se vierten al ambiente mayores cantidades de plaguicidas que tienden a elevar la contaminación de este.

Por lo que debido a la presencia de este insecto es necesario realizar un estudio en el cual se determine cual es el nivel de población de gusanos alambre *Agriotes* spp. presentes al momento de la siembra que causen nivel de daño económico, dado que es en esta fase en la que ocasiona más daño.

Una vez conocida esta densidad de población, se estará en capacidad de hacer discriminaciones, con el fin de determinar la necesidad de ejercer algún tipo de control sobre la plaga de gusano alambre *Agriotes* spp. optimizando de esta forma el uso de los insumos de producción.

En la región azucarera de Guatemala el 33% de los Ingenios efectúa el control químico al detectar un nivel de población de 1 a 8 larvas de gusano alambre por metro cuadrado al momento de la siembra (3).

4.MARCO TEORICO

4.1 MARCO CONCEPTUAL

4.1.1 Familia Elateridae

Los gusanos alambre habitan en suelos arenosos y arcillosos. Pueden habitar en vegetación caída especialmente árboles y troncos, viviendo entre la hojarasca y en situaciones donde ellos no sean expuestos a la luz solar, la cual evitan. Muchas especies son destructivas para los tubérculos, tallos subterráneos, raíces, semillas de plantas, plántulas de muchas especies, especialmente de herbáceas. En algunas localidades son especialmente dañinos, en la papa, trigo, maíz, pastos, repollos, rábanos, etc. Muchas especies no son dañinas y viven exclusivamente en la hojarasca. Algunos son distintamente depredadores, capturando insectos y otros invertebrados. Muchos depredadores pertenecen a los géneros *Adelocera*, *Agrypnus*, *Alaus*, *Chalcolepidis*, *Hemirhipis*, *Monocrepidus*, *Pyrophorus* y otros (14).

La longitud de las larvas de gusano alambre puede variar considerablemente. Prácticamente todas las especies se encuentran dentro del rango de 15 a 60 mm, y muchas especies de importancia económica dentro de los 15 a 35 mm. Como "Gusano alambre", se nombran las larvas de muchos elatéridos, que son alargadas, cilíndricas, curvadas, duras, de coloración uniforme, usualmente de rojiza a café y destacadamente segmentadas. Algunas especies tienen colores pálidos mientras que otras son café oscuras, cercanas al color negro. Algunas de estas especies poseen una profunda pigmentación en las puntas de la cabeza y la cola y con la región intermedia con un color pálido. Otros (*Cardiophorinae*) son grandemente elongados, pálidos en color y aparentan ser muy segmentados porque los segmentos abdominales son divididos transversalmente en tres anillos. La cabeza es distinta, profundamente pigmentada, algunas veces tienen deprimido el pronoto. En el aspecto dorsal, la sutura epicraneal cerca de la frente, clipeo y labrum es de forma de lira. El labrum está ausente o fundido con el clipeo y en su lugar es posible que exista una proyección medianamente esclerotizada. Esta proyección o caracteres nasales poseen características distintivas que son usadas en la determinación de especies. Las características arriba mencionadas, concernientes a la sutura epicraneal y labrum, son típicas para todas las larvas de elatéridos y usualmente para separarlos de los "falsos gusanos alambre" (*Tenebrionidae*) que son superficialmente similares a los "verdaderos gusanos alambre". Entre los tenebrionidos, la sutura epicraneal es en forma de U o de Y, y se aprecian el clipeo y el labrum. Los ocelos en los gusanos alambre, si se presentan, se manifiestan por una o más manchas de pigmento (14).

Las mandíbulas de la mayoría de especies son cónicas, algunas en forma de gancho y usualmente terminan en un punto cortante. Un retináculo puede existir en el margen medial, y setas en el área medial de cada mandíbula. Entre los Cardioforinae cada mandíbula tiene 2 formas, la cara ventral es simple y el lado dorsal es dentado. Las máxilas y el labium son bien desarrollados, elongados y fusionados en una sola unidad (14).

El tórax consiste en 3 distintos segmentos, cada uno posee un par de patas, bien desarrolladas. Las patas poseen cuatro segmentos y terminan en un tarso en forma de garra. Dentro de los Elaterinae, los escleritos torácicos son más uniformemente esclerotizados diferenciándose de otros grupos en los que los escleritos se distinguen por estar rodeados por una membrana pálida. El abdomen posee 9 segmentos en el aspecto dorsal. El décimo muestra el ano en el aspecto central. El segmento 9 muestra considerable variación y es la parte más importante para la determinación de géneros y especies. El urogompi, si existe, varía considerablemente en tamaño y forma. Las setas pueden aparecer en el dorso y con espinas esclerotizadas en los márgenes laterales. Dentro de las Elaterinae el extremo caudal del noveno segmento es redondeado o plano, chato o agudo pero nunca cortado, los segmentos son cilíndricos y casi completamente esclerotizados (14).

Agriotes spp:

Esta es una especie que mide de 18 a 20 mm. es elateriforme, amarillo brillante, con muchas setas elongadas y conspicuas en todos los segmentos. Los espiráculos son elongados. El noveno segmento es el doble que el octavo. El extremo caudal es fuertemente redondeado, profundamente pigmentado, con depresiones ovaladas en las áreas de los lados de la cabeza. Se le encuentra en suelos con poco drenaje y viejas praderas o potreros (14).

Conoderus spp:

Las especies de *Conoderus* miden de 22 a 27 mm. son elateriformes, con prominentes constricciones intersegmentales, color blanco amarillento, con cabeza y un pronoto definitivamente café rojizo y el dorso del mesotórax y el noveno segmento abdominal café amarillento más brillante (14).

4.1.2 Importancia y tipo de daño.

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

Tenhet y Howe, citados por Tejeda (19), mencionan que el daño de los gusanos alambre al maíz, caña de azúcar y todas las gramíneas es diferente, ya que el tallo es duro, fibroso y raramente atacado; el daño es únicamente a las raíces. Las raíces pequeñas son cortadas tan rápidamente como se desarrollan, por lo que dejan a la planta literalmente sin crecer por carecer de alimento y agua. En muchos casos las plantas de maíz atacadas se mueren y si permanecen vivas rinden poco.

Jones y Jones, citados por Tejeda (19), establecen 4 rangos de infestación y algunos cultivos que pueden tolerar estos rangos.

- a) 0 a 500,000 Gusanos alambre por ha ($50 / m^2$) generalmente no causa daños a los cultivos.
- b) 500,000 a 750,000 Gusanos alambre por ha (50 a $75/m^2$), el daño es moderado, permite que muchos cultivos se establezcan y que las condiciones de crecimiento sean buenas.
- c) 750,000 a 1,500,000 Gusanos alambre por ha (75 a $150/ m^2$), el daño es alto y el riesgo de fracaso es considerable; solo se puede sembrar en invierno trigo temprano, centeno y fríjol.
- d) Arriba de 1,500,000 Gusanos alambre por ha (mayor de $150/ m^2$), el daño es muy alto, solo crecen cultivos resistentes como fríjol, chícharo, linaza y mostaza.

4.1.3 Ciclo de vida, apariencia y hábitos

Los gusanos alambre tienen un ciclo de vida de 4 a 5 años, aunque se menciona que generalmente el ciclo de vida de los elatéridos varía de 2 a 6 años o más, como en el caso del gusano alambre del trigo, *Agriotes mancus*, que tiene un ciclo de vida de 3 años. En términos generales, se acepta que las diversas especies de gusanos alambre pueden variar de 1 a 6 años dependiendo de la disponibilidad de alimento y condiciones ambientales (10).

Garza, citado por Tejeda (19), menciona que muy pocos gusanos de alambre pasan al estado adulto en un año, como Conoderus amplicolis, Conoderus vespertinus, esto depende de las condiciones favorables de alimentación, suelo y temperatura.

Los huevos son pequeños, blancos, esféricos o un poco ovalados y llegan a medir 0.5 mm de longitud; eclosionan en días o semanas, dependiendo de la temperatura y del sitio de puesta (10).

Metcalf y Flint (11), indican que las larvas que incuban de los huevecillos pasan de 2 a 6 años alimentándose de las raíces de los pastos y de otras plantas. A medida que el suelo se vuelve caliente y seco, las larvas emigran hacia abajo, de tal manera que a veces es difícil encontrarlas en los veranos secos, aún en los campos infestados severamente. La ubicación de los gusanos alambre en el suelo se ve afectada por las condiciones de humedad y temperatura de este. La mayoría de las especies cambian a una pupa desnuda y suave, y en unas semanas más al estado adulto, en celdas en la tierra, durante fines del verano o el otoño del año en el cual alcanzaron su desarrollo completo. Los adultos que comúnmente miden más o menos 1.25 cm de largo, permanecen enterrados en el suelo hasta la primavera siguiente.

Los adultos son mayates de "concha dura" generalmente de color café, grisáceo o casi negro, un tanto alargados "aerodinámicos", con el cuerpo adelgazándose más o menos hacia los extremos. La cabeza y el tórax se ajustan cercanamente contra las cubiertas de las alas la cual es fuerte y flexible, y cuando los mayates son volteados o caen sobre sus dorsos, ellos golpean la parte media del cuerpo contra el suelo, de tal manera que se lanzan al aire por varios centímetros. Las hembras de las especies que son más perjudiciales al maíz, hacen galerías en el suelo y ponen sus huevos principalmente alrededor de las raíces de los pastos. Los adultos viven de 10 a 12 meses, la mayor parte de cuyo tiempo, y todo el de los otros estados, es pasado en el suelo. Poco después de aparearse mueren los machos y las hembras durante la primavera o a principios del verano, cuando la oviposición ha terminado (11).

4.1.4 Control de gusano alambre

Metcalf y Flint (11), mencionan que las prácticas culturales de combate son difíciles de aplicar para el gusano alambre, debido a su ciclo relativamente largo y a la necesidad de adaptarlos a cada región. Ciertas especies de gusanos alambre son abundantes solo en suelos mal drenados. El drenaje adecuado de dichos suelos, puede evitar por completo el daño por estas especies. En los distritos irrigados, todos los estados de los gusanos de alambre pueden ser aniquilados inundando la tierra, de manera que el agua se estanque a unos cuantos centímetros de profundidad durante una semana en la época de calor, cuando la temperatura del suelo a una profundidad de 15 cm promedio 21°C o más. Permitir que los 45 cm superiores del suelo se sequen durante varias semanas en el verano, cuando menos una vez cada 6 años, también es una medida recomendada. Las rotaciones más efectivas, los métodos de barbecho, las fechas de siembra y otras prácticas agrícolas, deben ser estudiadas para cada región agrícola.

4.1.5 Estimación de los niveles de daño económico para plagas insectiles

Un insecto herbívoro u otro organismo se constituye en una plaga cuando ha alcanzado un nivel poblacional que es suficiente para causar pérdidas económicas. La meta principal de la estimación de los niveles de daño económico ("economic injury levels") es definir la pérdida económica" para un cultivo dado y calcular el nivel poblacional de una plaga que provocaría tal pérdida (7).

4.1.5.1 Estimación de pérdidas

La estimación de las pérdidas provocadas por plagas insectiles, es el primer paso hacia la racionalización del manejo de éstas. Una vez que son cuantificadas las pérdidas, se puede priorizar el trabajo investigativo, según la importancia económica que tienen las diferentes plagas. Además se pueden identificar problemas actuales de insectos antes no reconocidos como plagas y de insectos que son objeto de muchas aplicaciones químicas a pesar de que no causan daños económicos. Finalmente, los datos adquiridos permiten estimar el nivel de daño económico, obteniendo así información básica para el manejo de las plagas (1).

4.1.5.2 El nivel de daño económico y el umbral económico.

La filosofía del manejo integrado de plagas tiene como una de sus metas racionalizar el uso de los plaguicidas. Por tal motivo, se ha desarrollado la técnica del umbral económico. Esta técnica es una regla de decisión para un control económicamente eficiente de la plaga. La aplicación del control de la plaga se hace cuando la población de esta sobrepasa un umbral. El concepto, en general, consiste en soportar la presencia de la plaga hasta el punto en que cause suficiente daño como para que el beneficio de su control justifique el costo de dicho control. El umbral económico entonces, será el nivel mínimo de población donde el beneficio marginal del control es igual a su costo marginal. Esta definición del umbral económico es similar a lo que se conoce en la literatura entomológica como niveles de daño económico (5).

Hay una gran confusión en la literatura entomológica entre el Nivel de Daño Económico (NDE) y el “Umbral Económico “ (economic threshold) o “umbral de acción” (action threshold). La tendencia ha sido la de usar estos términos como si fueran intercambiables, aunque en realidad son conceptos distintos (7).

El nivel de daño económico es la densidad poblacional de plaga en la cual el costo de combate coincide con el beneficio económico esperado del mismo. La acción de control “salva” una parte del rendimiento, lo cual se hubiera perdido si no se hubiese implementado el control. Dicho “rendimiento salvado” tiene un valor monetario, que iguala el costo de implementar el control, si esto se hace cuando la densidad poblacional de la plaga alcanza el NDE. En otras palabras, el NDE es la densidad poblacional de la plaga donde el valor del rendimiento salvado cubre exactamente los gastos del control. Si la densidad de la plaga es menor, no sería rentable implementar el control (7).

El Umbral Económico (UE) o “Umbral de Acción” es generalmente definido como la densidad poblacional de la plaga donde el productor debe iniciar la acción de control para evitar que la población sobrepase el NDE en el futuro. El UE se encuentra a una densidad menor de la plaga que el NDE, para permitir el tiempo en que actúa el método del control (7).

El UE es sumamente difícil de estimar, porque depende de la dinámica poblacional de la plaga. Normalmente se requieren años de investigación para poder predecir el crecimiento de una población. Se podría pensar en otros criterios potenciales para determinar un “umbral de acción”. Su estimación podría depender, por ejemplo, de los factores subjetivos que incorpora el agricultor en su proceso de toma de decisiones, como de los recursos monetarios disponibles, el nivel de riesgo que está dispuesto a aceptar, o el hecho de producir para autoconsumo versus de querer maximizar su ganancia, etc. Estos factores también son

difíciles de cuantificar, y tampoco están realmente al alcance del investigador. En cambio el NDE es relativamente fácil de estimar, y puede servir como un primer paso o “umbral provisional” que divida las acciones de control en dos grupos: las que se implementan por debajo de NDE, **que no son rentables**; y las que se implementan del NDE para arriba, que **sí son rentables**. Esto quizás no indica la densidad óptima para iniciar un control, pero permite eliminar las aplicaciones no rentables y lógicamente innecesarias, “racionalizando” así el control químico (7).

4.1.5.3 Las componentes y cálculo del NDE.

Volviendo a la definición del NDE, “La densidad de la plaga en la cual el costo de control iguala al beneficio económico del control”. Se aprecia que el NDE está compuesto por 2 tipos de datos: datos biológicos provenientes de la experimentación y datos económicos (7):

En la esfera biológica se ha de estimar:

1. La relación entre la densidad poblacional de la plaga y el rendimiento del cultivo.
2. La reducción de la densidad de la plaga ocasionada por el método de control.

Los datos económicos que son:

1. El precio de venta de cosecha (el valor).
2. El costo del método de control (materia, maquinaria, y mano de obra)

El NDE en su forma más sencilla está dado como la densidad de la plaga donde

$$\text{Costo} = \text{Beneficio.}$$

Esta relación puede expresarse como:

$$C = mDSP$$

Donde

C = el costo de control.

m = la reducción en el rendimiento por unidad de plaga

D = la densidad poblacional de la plaga.

S = el grado de supresión de la plaga efectuado por el control.

P = el precio de venta de la cosecha.

Al reflexionar queda claro que el término mDS representa el “rendimiento salvado” por unidad de plaga, debido a la aplicación del control. Al multiplicar esta densidad por P se obtiene el valor monetario de dicho rendimiento salvado. Para calcular la densidad de plaga equivalente al NDE, se resuelve la ecuación para D, o sea (7):

$$\text{NDE} = D = C/mSP.$$

Esta es la forma más sencilla de la relación, sin embargo diferentes autores presentan distintas formas de la ecuación. Por ejemplo se utilizan diferentes nombres para las mismas variables. También suele suponerse que la supresión de la plaga siempre es de 100 %, y en tal caso no aparece S como variable. Algunos autores utilizan porcentajes para la supresión de la plaga, otros prefieren proporciones. A veces se habla en términos de rendimiento absoluto, a veces de “rendimiento perdido” o del “porcentaje de rendimiento perdido”. Todas estas variaciones son válidas (7).

4.1.5.3.1 Efectos de cambios de las variables

Zavaleta citado por Hruska et al (7), indica que se debe ser claro que un cambio en el valor de cualquiera de las variables cambiaría el nivel de daño económico.

- El costo cambia cuando se sustituye otro producto con otro precio. El producto nuevo podría tener también un diferente grado de efectividad.
- Si el valor de la cosecha sube se justifica un uso mayor de insecticida, como consecuencia de un NDE menor.
- El valor m, la reducción en el rendimiento por unidad de densidad de plaga, también puede cambiar, como por ejemplo la introducción de una variedad resistente o tolerante del cultivo. El uso de la variedad más resistente resultaría en un valor menor de m, o sea, una pérdida menor por unidad de plaga. Queda claro por la ubicación de m en la ecuación que al bajarlo aumentaría el NDE, reduciendo así el uso de insecticida.
- Al introducir un producto nuevo, con mayor efectividad en cuanto al grado de supresión de la densidad de plaga obtenida, se aumenta la cantidad de mDS (rendimiento rescatado), justificando una mayor inversión en control.

4.1.5.3.2 La relación entre la densidad de la plaga y el rendimiento.

En las ecuaciones anteriores se usó la constante m , que representa la reducción causada en el rendimiento por "unidad" de plaga. Esta constante se obtiene de la función que relaciona **Rendimiento/Densidad de la Plaga** ("yield/pest density function) donde m es el valor absoluto de la pendiente de la línea que representa la relación entre el rendimiento del cultivo y la densidad de la plaga. La función es la ecuación de regresión entre las variables de densidad y rendimiento. En algunos casos se supone una relación no lineal entre rendimiento y densidad (7).

4.1.5.3.3 Etapas fenológicas.

La susceptibilidad de la planta al daño insectil varía durante la vida de la planta. Hay etapas fenológicas donde un daño mínimo causa una pérdida significativa del rendimiento, mientras que hay otras etapas donde la planta tolera mayor daño sin perjudicar el rendimiento. En el tomate, por ejemplo, la etapa de plántula y de formación de frutos son susceptibles, mientras que durante la etapa de crecimiento vegetativo de la planta típicamente pueden soportar una defoliación de 30% sin reducir el rendimiento final. Entonces se ha de estimar separadamente para cada etapa fenológica de la planta, la relación entre el nivel de población de la plaga y el rendimiento perdido. Luego se utiliza el valor de m de cada etapa para calcular un NDE para la misma (5).

Como conclusión debe quedar claro que el NDE carece de un valor único y varía según, los costos, precios, etapas fenológicas, rendimientos, variedades, zonas y épocas del año. Esto indica un error común: el de establecer un solo NDE que nunca cambie para cada plaga. Esto no es válido. En el cuadro 1 se esquematiza el cambio que puede sufrir el NDE cuando se cambian los parámetros del cálculo del NDE.

Cuadro 1. Resumen de los efectos de cambios en los parámetros de NDE (6)

<u>Al</u>		<u>El NDE se.</u>
Aumentar	El costo de Control.	aumenta
Bajar		baja.
Aumentar	El precio de venta de la cosecha	baja
Bajar		aumenta
Aumentar	La resistencia de la planta	aumenta
bajar		baja
Aumentar	La efectividad del insecticida	baja
bajar		aumenta

4.2 MARCO REFERENCIAL.

4.2.1 Descripción del área

4.2.1.1 Aspectos Generales del Departamento de Escuintla

El Departamento de Escuintla está en el Sur de Guatemala. Está limitado al sur por el Océano Pacífico; al oeste por el Departamento de Suchitepequez; al norte por los Departamentos de Chimaltenango y Sacatepequez y al este por el Departamento de Santa Rosa (17).

Las industrias que se desarrollan en la región generan importantes fuentes de trabajo para la población de la zona. Las más importantes son los ingenios azucareros, fábricas de aceite, destilerías, refinerías de petróleo, agroquímicos, camaronicultura, procesadoras de pescado y obtención de sal marina (17).

La agricultura representa la actividad más importante del Departamento de Escuintla. Las características genéticas y de fertilidad de los suelos, las condiciones del clima, las técnicas de explotación y los cultivos escogidos, favorecen el desarrollo de esta actividad. Los cultivos más destacados son la caña de azúcar, el algodón, la soya, ajonjolí, hule, maíz, banano, la palma de aceite o africana, los frutales y los pastos, frutas y hortalizas varias; considerados base de la economía y alimentación regional nacional (17).

La ganadería en sus líneas de leche, cría, levante y engorde, constituye también un factor muy importante para el desarrollo de la región, dentro de las especies de pastos observadas, sobresalen el *Panicum maximum*, *Paspalum sp.*, *Hyparrhenia ruffa* (17).

El tipo de explotación de las ganaderías es bastante complejo, observándose en algunas áreas explotaciones intensivas con un adecuado manejo tecnológico, mientras que en otras áreas predominan las explotaciones extensivas y semiextensivas (17).

4.2.1.2 Aspectos propios de la finca "Belén"

La finca "Belén", comprende un área de 478.23 Ha, situada a 14° 11' Latitud Norte, 90°53' Longitud Oeste. y 146 msnm, la precipitación pluvial es de 2,469 mm/año y la temperatura media anual es de 25° C.

De acuerdo a las características anteriormente mencionadas, la finca está situada en la zona denominada *Bosque húmedo subtropical (Cálido) bhst (c)* (17).

La serie de suelos en la cual se encuentra ubicada la Finca “ Belén” tiene como característica de ser suelos profundos sobre materiales volcánicos mezclados, específicamente en la finca se encuentra la serie de suelos Torolita (17).

Los suelos de esta finca se encuentran taxonómicamente agrupados dentro del Orden de los Andisoles, los cuales ocupan el 26% del área y se encuentran en el cuerpo y ápice de los abanicos de la cadena montañosa, su origen son cenizas volcánicas. El relieve es ligero a fuertemente ondulado en las partes altas y ligeramente inclinado en el cuerpo de los abanicos. Son suelos poco evolucionados de color muy oscuro, con altos contenidos de materia orgánica, de baja densidad aparente, consistencia friable a suelta, desarrollados principalmente sobre suelos amorfos. Reacción ácida a ligeramente ácida y de alta capacidad de retención de fósforo. Textura franca y franca arenosa. Siendo la especie en donde se encuentra la Finca Belén *Typic haplaudans* (4).

4.2.2 Descripción de la Variedad de caña de azúcar CP72-2086 (12)

Para esta investigación se hizo uso de esta variedad ya que a nivel de la empresa Ingenio La Unión esta es la más explotada, siendo establecida en 8,503 Ha de las 12,265 Ha totales, equivalente a un 69.34 % de esta empresa.

Aspectos Generales.

Hábito de Crecimiento:	Erecto.
Deshoje Natural:	Ninguno.
Cantidad de Follaje:	Mediana.
Capacidad de macollamiento:	Intermedio.
Floración (%):	75%

NUDO:

Tipo de Nudo:	Obconoidal.
Protuberancia del anillo de crecimiento:	Prominente.

YEMA:

Forma:	Redonda con poro germinativo central.
Protuberancia:	Casi superficial.
Proyección respecto al anillo de crecimiento:	Mismo Nivel
Proyección respecto a Cicatriz Foliar:	Mismo Nivel.

ENTRENUDO:

Forma:	Cilíndrico
Diámetro (mm):	20
Longitud (cm)	16
Tipo de Crecimiento:	Erecto.
Banda Cerosa:	Poca
Diámetro respecto al nudo:	Igual
Profundidad Canal:	Intermedia
Largo Canal :	1/5 Entrenudo.

VAINA DE LA HOJA:

Color:	Verde Claro Rojizo.
Longitud (cm)	30
Textura	Coriácea
Cerosidad	Ausente
Presencia de Afate	Ausente
Adhesión al Tallo	Total

LÁMINA FOLIAR:

Color:	Verde Claro
Largo (cm)	184
Ancho (cm)	5.9
Índice Foliar	31.2
Forma de crecimiento:	Decumbente en el ápice.
Margen:	Aserrado fino.
Forma de la Aurícula:	Transicional Ascendente.

Forma de la Lígula	Creciente con centro ancho.
Protuberancia de la cicatriz foliar:	Intermedio.
Color Ultimo cuello visible:	Café.
Superficie último cuello visible:	Liso.

4.2.3 Antecedentes de la presencia de gusanos alambre en la zona azucarera

Actualmente en la empresa La Unión - Los Tarros, no existen registros documentados de las poblaciones y daños ocasionados por gusano alambre, aunque ya se han reportado daños, por esta razón se tomaron valores a partir de estudios efectuados en la empresa Pantaleón (Cuadro 2) de fincas con características similares a las de la Finca Belén del Ingenio La Unión.

Cuadro 2. Epoca y síntomas característicos que ocasiona el gusano alambre (Agriotes spp. y Conoderus spp.). Ingenio Pantaleón, Escuintla. 1994 (19).

DEPARTAMENTO O FINCA	EPOCA	CANA		SINTOMAS CARACTERISTICOS
		SOCA	PLANTILLA	
Investigación Ing. Concepción.	Siempre que haya humedad	si	si	Plantas con hojas amarillentas y poco crecimiento
Investigación Ing. Pantaleón	Siempre esta presente	si	si	Ataca las yemas y reduce la germinación destruye el Sistema foliar.
Investigación (I)	Siempre esta presente se han reportado problemas	si	si	Plantas pequeñas y quemadas en forma círculo.
Finca Pantaleón	En Invierno	no	si	No hay nacimiento de yemas
Finca San Bonifacio	En verano	si	no	Seca la cepa
Finca Bálsamo	Todo el año	si	No daña 1er año	Amarillamiento, acame, poca población
Fincas Limones y Playa Grande	Mayo, Junio y Julio	si	No problemas	No tipificados.

Como se puede apreciar (Cuadro 2) dentro de las diversas opiniones emitidas, es notoria la presencia del gusano alambre dentro de las plantaciones de caña de azúcar. Aunque siempre existen diferencias de opinión de acuerdo a las características específicas de cada finca o Departamento.

Dentro de las fincas mencionadas en el cuadro 2, se presenta específicamente para la Finca El Bálsamo (Cuadro 3), las poblaciones de gusano alambre por metro cuadrado observadas en los lotes de caña que han reportado a este insecto como plaga (20)
Ver anexos 1 y 2.

Cuadro 3: Niveles de población de gusanos alambre, por metro cuadrado, Finca El Bálsamo, Siquinalá, Escuintla. Ingenio Pantaleón S.A. 1,995

No.	CANAL	Lote	Pantes	Larvas m ²
1	Ojo de Agua	2.01	1,2,3,6,7,8,9	16.69
		2.02	4,5,10,11,12,13	13.25
2	Mangales	3.01	1,6	29.31
3	Tanilar	7.01	1,2,3,4,5	23.50
4	La Laguna	16.04	6,7,12,23,33,34	27.13
5	Martinica	17.02	4,5,6,7,8,9	29.00
6	Guatalon	18.01	1,2,4,5,6,7,8	41.69
		18.02	9,11,12,13,24,25,26,27,28,29	32.25
		18.03	18	33.88
7	El Retiro	28.01	19,20	37.00
		28.02	5,6,7,9	51.81
		28.03	10,11,12,13,14,17	43.56

De acuerdo a lo observado en los cuadros anteriores (2 y 3) se destaca que si existe presencia de gusanos alambre, y por ende se plantea la necesidad de ejercer investigación sobre estos.

Carrillo (3) menciona que las plagas de la raíz, el barrenador del tallo *Diatraea sp*, la rata cañera *Sigmodon hispidus* y la chinche salivosa *Aenolamia spp* constituyen las plagas de mayor importancia en la caña de azúcar en Guatemala. Para el control de las plagas del suelo todos los ingenios realizan aplicaciones de insecticidas al momento de la siembra. El 33% de los ingenios hacen muestreo antes de la siembra y realizan la aplicación de insecticidas cuando se alcanza un nivel crítico que va desde 1 larva por metro cuadrado, hasta mayor o igual a 8 larvas por metro cuadrado, cuando se trata de gusano alambre o de gallina ciega. El 67% de los ingenios no realizan el muestreo y aplican insecticida por prevención. De todos los ingenios que aplican insecticida, el 60% de ellos utiliza terbufos. con un costo de Q282.06/ha, más Q12.26/ha de costo de aplicación, llegándose a un costo total por hectárea de Q294.32.

5. OBJETIVOS

- Determinar el nivel de población de gusano alambre con el cual se alcanza el Nivel de Daño Económico, al momento de la siembra en caña de azúcar en la Finca Belén, Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla.
- Cuantificar las pérdidas de caña y azúcar con diversos niveles de población de gusano alambre *Agriotes* spp.
- Determinar el efecto sobre la densidad, grosor y longitud de tallos de caña, con diferentes niveles de población de *Agriotes* spp.

6. HIPOTESIS.

- El ataque de gusano alambre (*Agriotes* spp.) en el cultivo de caña de azúcar al momento de la siembra incide directamente en la producción de tonelaje y azúcar por unidad de área.
- Las poblaciones crecientes de gusano alambre (*Agriotes* spp.) en el cultivo de caña de azúcar al momento de la siembra disminuirán gradualmente el rendimiento en tonelaje y azúcar, debido a que el daño que ejerce incide en la germinación y población de los tallos.

7. METODOLOGIA

7.1 Tratamientos evaluados

Los tratamientos evaluados se definieron a partir de observaciones realizadas en el campo, y con base a lo sugerido por el asesor técnico de la empresa, y lo planteado por Carrillo (3), quién menciona que el 33% de los ingenios hacen muestreo y deciden efectuar control químico cuando se encuentra un nivel de población de 8 larvas por metro cuadrado. Se evaluaron tratamientos con niveles inferiores a los sugeridos por Carrillo (3), así como tratamientos con niveles más altos, de tal manera que se cubrió un amplio espectro de niveles poblacionales, mismos que se presentan en el cuadro 4.

Cuadro 4. Tratamientos implementados al momento de la siembra para la determinación del NDE con gusano alambre (Agriotes spp.) para caña de azúcar. Finca Belén Mayo de 1998 - Marzo de 1999.

TRATAMIENTO	LARVAS / M ²
1	0
2	4
3	8
4	12
5	16
6	20
7	24
8	28
9	32
10	36
11	40

Los tratamientos se establecieron en cajas de madera, con el fin de garantizar el aislamiento de las poblaciones planteadas para cada tratamiento. El tratamiento 1 con 0 gusanos se constituyó como el testigo absoluto.

La variedad de caña que se estableció fue la CP72-2086, dado que esta es la más ampliamente utilizada en el Ingenio La Unión, localizándose en un 69% de la totalidad del área sembrada.

La etapa fenológica en la que se establecieron los tratamientos fue al momento de la siembra de la caña. En este momento es evidente el daño de los gusanos alambre, atraídos por las emisiones de anhídrido carbónico que se dan en los puntos activos de germinación de las plantas, para el caso de la caña de azúcar estos se localizan en las yemas (13).

7.2 Diseño del experimento

Se establecieron 11 tratamientos, con 3 repeticiones, para lo cual fue necesario tener 33 unidades experimentales. Se usó el diseño completamente al azar en el cual el modelo estadístico es el siguiente:

$$Y_{ij} = u + T_i + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} : Variable respuesta observada en la ij ésima Unidad Experimental.

u : Efecto de la media General.

T_i : Efecto del i ésimo tratamiento.

E_{ij} : Error experimental asociado a la ij -ésima unidad experimental (16).

Las unidades experimentales fueron cajas de madera de 1 * 0.8 * 0.8 metros, con agujeros en la base. Estas cajas tenían un área de 0.8 metros cuadrados. Para la implementación esta prueba fue necesario la construcción de 33 cajas, es decir que una caja equivalía a una unidad experimental.

Se usaron cajas debido a que los gusanos fueron establecidos artificialmente, entonces para ello se debió disponer de un medio en el cual se confinaran los gusanos. Siendo puestos antes de efectuarse la siembra, con el objetivo de simular su presencia cuando se sembró, tratando de replicar lo que ocurre en el campo. El uso de cajas permitió que se estableciera el número de gusanos definido en los tratamientos; ya que en el campo, la distribución de las poblaciones es desuniforme y no permitiría el establecimiento de tratamientos con poblaciones de individuos perfectamente definidas.

Se usó un tamaño de cajas que permitiera un buen desarrollo radicular de la caña, de tal manera que el efecto de la caja no ejerciera interferencia directa sobre la fisiología y desarrollo de las plantas, sino que solo fueran un medio para el confinamiento de los gusanos.

La distribución de las cajas en el área donde se realizó el experimento se hizo en 3 hileras cada una conteniendo los 11 tratamientos planteados distribuidos de manera aleatoria.

Para facilitar el acceso y el manejo de los tratamientos se dejó un espacio de 80 cms entre las cajas. Estableciéndose en el campo, sin necesidad de cubrir el experimento porque el insecto a investigar se colocó dentro del suelo.

7.3 Montaje del experimento

Para la implementación de este experimento se realizaron los siguientes pasos:

7.3.1 Construcción cajas de Madera

Como ya se mencionó, las cajas tuvieron dimensiones de 1 x 0.8 x 0.8 metros, con una capacidad de 0.64 metros cúbicos de suelo, aunque se emplearon 0.6 metros cúbicos porque no se llenaron hasta el borde sino que se dejaron 5 centímetros de margen para que no existan deslaves o rebalses del suelo y de esta forma prevenir pérdidas de larvas.

Para facilitar el drenaje de las cajas se hicieron 5 agujeros en la base de la caja, los cuales fueron cubiertos con malla de cedazo con el objeto de evitar que las larvas salieran por los orificios.

7.3.2 Llenado de las cajas con el sustrato

El sustrato utilizado fue suelo de la finca Belén, el cual se recolectó de pantes adyacentes al sitio de la prueba, la cual tenía fácil acceso, así como a fuentes de agua para el riego. El sitio experimental estaba alejado de viviendas, con el fin de evitar que llegaran animales domésticos (cerdos y gallinas) los cuales potencialmente podían interferir con el desarrollo del experimento.

7.3.3 Desinfección y desinfestación del sustrato.

Este proceso se efectuó con el fin de erradicar cualquier organismo ajeno (invertebrado, vertebrado y vegetal) que pudiera interferir con el insecto a estudiar, por efecto de depredación o patogénico. Para ello previamente del llenado de las cajas se utilizó Bromuro de Metilo 72 horas, seguidamente el suelo se dejó airear por 48 horas, posteriormente se procedió al llenado de las cajas.

7.3.4 Recolección de gusanos alambre

Mientras se trató el sustrato, se procedió a la recolección de los gusanos alambre, los cuales se colectaron de pantes de la finca Belén que habían tenido historial de presencia de este insecto. La captura se hizo en pantes con más de 4 años de edad, establecidos en áreas húmedas, ya que este es el hábitat preferido de estos insectos.

A las larvas recolectadas se les sometió a dos procesos de selección.

- a) **Determinación por género:** a modo que las larvas a emplear fueran del género Agriotes, para ello se empleó una clave de determinación (18).
- b) **Clasificación por tamaño:** se descartaron las larvas más grandes y las más pequeñas, a modo de uniformizar el lote de larvas que se empleó en la infestación artificial. Las larvas se conservaron en vasos plásticos con tierra y raíces, mientras el suelo se encontraba durante el proceso de aireación. El tamaño de larvas usado fue de aproximadamente de 2.5 a 3 cm.

7.3.5 Desinfección de las larvas.

Con la finalidad de asegurar que las larvas se encontraran sanas antes de su deposición en las cajas, se procedió a desinfectarlas con una solución de Hipoclorito de sodio a una concentración del 1% durante dos minutos, y un lavado posterior con agua destilada.

7.3.6 Infestación de las cajas.

Al haberse definido los tratamientos y su distribución, se procedió a la deposición de las larvas en las cajas con las densidades establecidas para cada tratamiento. Depositadas las larvas, con cuidado se procedió a revolver el suelo a una profundidad de 25 centímetros, para que las larvas se distribuyan uniformemente en la caja.

7.3.7 Siembra de la caña de azúcar.

Posteriormente de haberse infestado las cajas se procedió a la siembra de caña con la variedad CP72-2086. Para ello se utilizaron esquejes de caña de 40 a 50 cm de longitud, provenientes de caña plantilla de 6 a 8 meses de edad de un mismo pante o lote de semilla. La siembra se realizó trazando un surco de una profundidad de 20 cms, en el cual se depositaron los esquejes, a modo de que en toda la longitud de la caja (1 m) se establecieran 15 yemas. Las yemas se inspeccionaron visualmente para asegurar que estas se encontraran sanas y libres de enfermedades.

7.3.8 Manejo Agronómico del Cultivo.

La fase de cultivo se llevó hasta la cosecha, por lo cual fue necesario efectuar el manejo agronómico correspondiente:

Riego durante la época seca con una frecuencia de 20 días y un riego de germinación al momento de la siembra.

Fertilización de Nitrógeno y Fósforo a razón de 6.15 quintales/Ha, utilizando fosfato diamónico (18-46-00), al momento de la siembra. A los 4 meses de edad, se fertilizó con Urea (46-00-00), con una dosis de 4.30 qq por Ha. El combate de las malezas se efectuó manualmente y se realizó de acuerdo a la incidencia y aparición de las malezas.

7.4 Variables evaluadas

Estas variables se evaluaron para determinar la incidencia o el efecto que el gusano alambre podía ocasionar sobre las plantas, y por ende del desarrollo del cultivo. Estas fueron:

7.4.1 Porcentaje de Germinación a los 22 días.

Este se determinó mediante conteo directo en las cajas a los 22 días después de la siembra y se calculó de la siguiente forma:

$$\% \text{ de Germinación} = \left(\frac{\text{Tallos emergidos}}{\text{No. de Yemas depositadas}} \right) * 100$$

Esta variable es de importancia debido a que las larvas ejercen su efecto directo sobre las yemas de los esquejes, y consecuentemente afectan directamente la población de tallos de caña y por ende los rendimientos.

7.4.2 Número de tallos por metro lineal.

Variable íntimamente relacionada con la anterior, con la cual puede apreciarse el efecto del gusano alambre durante el ciclo de cultivo. Debido a que la larva ejerce su efecto directo en las yemas, impidiendo la formación de brotes y la población de tallos. Este se realizó mediante el conteo directo en toda la longitud de la caja. Realizándose cada 30 días a partir de la germinación de la caña, hasta la cosecha.

7.4.3 Grosor de tallos.

Esta variable se tomó considerando que en algunos de los tratamientos, los gusanos alambre no eliminarían totalmente los brotes de caña estos continuarían alimentándose del sistema radicular y parte basal del tallo, afectando el desarrollo de la caña.

Se midió marcando 3 plantas por caja, a las cuales se les midieron los diámetros, con un Vernier de bolsillo. Esta variable se midió con una frecuencia de 30 días, al mismo tiempo que la variable anterior.

7.4.4 Longitud de tallo en la última lígula visible.

Considerando que esta es una variable que está íntimamente relacionada con el desarrollo del cultivo, y que su efecto se refleja en el rendimiento del cultivo, se midió a las mismas plantas a las cuales se determinó el grosor. Esta variable se midió usando una cinta métrica y se tomó con igual frecuencia que las dos variables anteriores.

Para estas tres variables se reportaron los valores registrados a los 60, 120, 150, 210, 240, 270, 300 y 330 días después de la siembra (d.d.s).

7.4.5 Producción de Caña expresada en toneladas por hectárea.

Esta variable se determinó hasta el momento de la cosecha (330 días después de la siembra), cortándose en verde. De la caña cortada se excluyeron los tallos secundarios y terciarios, así como la porción apical aérea del tallo, considerados indeseables en el proceso azucarero, careciendo de valor comercial. La caña cortada se pesó y posteriormente se hizo la conversión a toneladas de caña por hectárea.

7.4.6 Producción de Azúcar (kilogramos de azúcar por tonelada).

Esta variable se determinó bajo condiciones de laboratorio, ya que por el poco volumen de caña cortado, se consideró no viable llevar la caña al ingenio. Para ello se procedió a moler la caña en un molino cubano y se usó la siguiente fórmula para el análisis de jugos:

$$\text{Rto} = \text{Pol} \times 4.278327388 \times \text{EXP}(5.525027012 \times (0.28 - 0.08/\text{Brix} \times 100))$$

Donde: Pol = Polaridad.

Brix = Concentración de sólidos disueltos medido en grados Brix.

Aunque esta fórmula expresa el rendimiento en libras de azúcar por tonelada cortada se transformó esta variable a Kg de azúcar por tonelada (8).

7.4.7 Rendimiento en toneladas de azúcar por hectárea. (Rendimiento por unidad de área)

Este se obtuvo mediante la siguiente operación:

$$\text{TAH} = (\text{toneladas de caña/ha} * \text{kgs azúcar/ ha}) / 1000 \text{ Kgs tm}$$

7.5 Análisis de la Información

A las variables mencionadas anteriormente se les hizo un análisis de varianza (ANDEVA), y al detectarse diferencias entre tratamientos, se hizo el análisis de comparación de medias de TUKEY al 95% . A las variables que originalmente se registraron en términos de porcentajes, como lo fue la germinación, previo a realizarse el ANDEVA se hizo una transformación de los valores utilizando para ello la función ARCOSENO.

Para las variables de Toneladas por Hectárea, y Toneladas de Azúcar por Hectárea, se realizaron análisis de regresión, siendo estas las variables independientes, mientras que las poblaciones por metro cuadrado de *Agriotes* spp se constituyeron como la variable independiente. Con el modelo el cual, se logró una mejor correlación, sirvió de base para calcular la pérdida de rendimiento por unidad de plaga (m).

Al tenerse determinado este valor, se empleó la fórmula para el cálculo del Nivel de Daño Económico, al tenerse ya registrados los demás valores de la fórmula.

La determinación del NDE se pudo realizar porque su cálculo se basa en el siguiente principio:

$$\text{Costo} = \text{Beneficio.}$$

y esta relación puede expresarse como:

$$C = mDSP$$

donde

C = el costo de control.

m = la reducción en el rendimiento por unidad de plaga

D = la densidad poblacional de la plaga.

S = el grado de supresión de la plaga efectuado por el control.

P = el precio de venta de la cosecha. (7)

Dado que los modelos que mejor se adaptaron a las curvas de producción fueron los del tipo cuadrático, se empleó la fórmula planteada por Hruska (7), quien menciona que a veces la relación entre rendimiento y densidad de la plaga no es lineal. En este caso se utiliza una polinomial cuadrática en regresión curvilínea. en donde la forma de la ecuación que describa la curva es:

$$Y = ax^2 + bx + c$$

Donde para determinar el NDE se emplea la fórmula siguiente. (Cuadro 5)

Cuadro 5. Fórmula para el cálculo del NDE, a partir de un modelo polinomial cuadrático.

Fuente: Hruska (7)

$$NDE = D = x = \frac{-b \pm [b^2 - 4a (C/P)]^{1/2}}{2 a}$$

Donde: C = Costo del Control.
P = Precio de venta por unidad de Cosecha.

7.6 Material y Equipo utilizado

Cajas de Madera
Suelo de la Finca Belén
Estereoscopio
Solución de Hipoclorito de Sodio
Esquejes de caña CP72-2086
Machetes
Palas
Molino Cubano
Computador Personal
Hojas Electrónicas
Apoyo Administrativo Finca Belén
Apoyo Logístico FAUSAC - Ingenio La Unión - CENGICAÑA
Bioasesoría Internacional.

Malla de Cedazo
Vasos plásticos.
Cajas de Petri.
Claves Entomológicas.
Fertilizantes
Azadones
Balanza
Polarímetro Digital.
Procesador de Palabras
Paquetes Estadísticos.

8. RESULTADOS Y DISCUSION

8.1 Germinación y población de Tallos

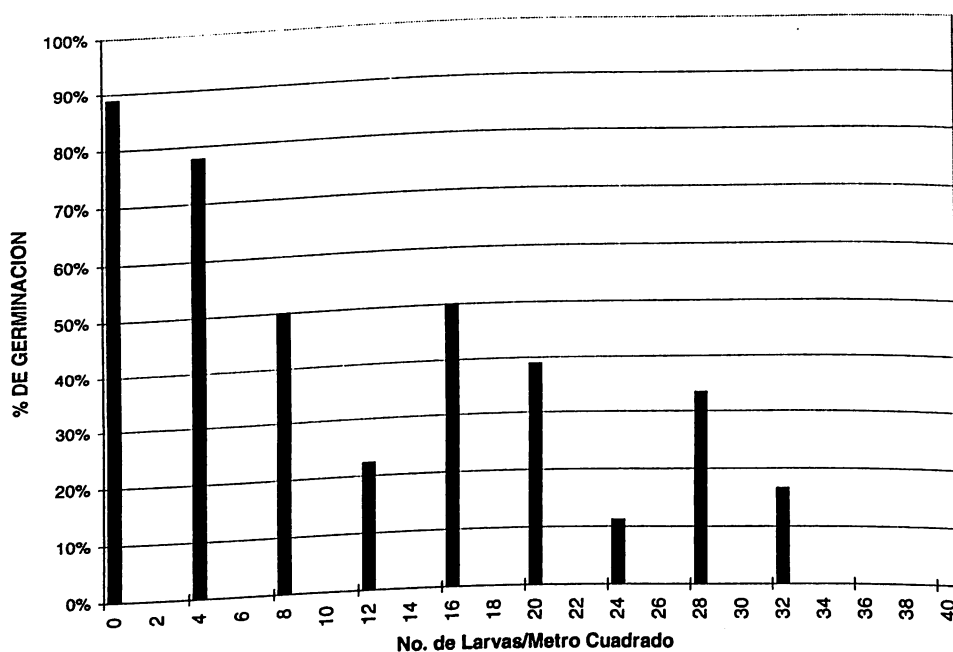
Para todos los ANDEVAS que se realizaron para estas variables se detectaron diferencias estadísticas altamente significativas, Por tal motivo se tuvieron que realizar las pruebas de comparación de medias (TUKEY) respectivas. En las cuales, tratamientos con igual literal son estadísticamente similares, es decir que pertenecen a una misma categoría estadística (Cuadro 6).

Cuadro 6. Resumen de las pruebas de comparación de medias (Tukey al 95%), medias por tratamiento y resumen de ANDEVA para la germinación y población de tallos en relación a la población de larvas por metro cuadrado y días después de la siembra. Finca Belén Mayo 98 - Marzo 99.

TRAT	LARVAS		GERMINACION Y POBLACION DE TALLOS POR METRO LINEAL																
	M2	GERM	60	120	150	210	240	270	300	330									
1	0	A 89%	A 11.66	A 16.00	A 15.67	A 21.00	A 22.33	A 23.33	A 23.67	A 26.00									
2	4	A 78%	A 14.00	A 17.33	A 19.33	A 26.00	A 28.67	A 30.33	A 31.00	A 30.33									
3	8	B 50%	AB 10.66	AB 13.33	AB 12.67	AB 15.33	AB 16.00	AB 16.33	AB 16.67	B 17.33									
4	12	B 33%	B 4.50	B 9.00	B 8.00	B 11.00	B 12.50	B 12.50	B 13.00	B 14.00									
5	16	B 50%	B 7.33	AB 15.00	AB 14.33	AB 17.00	AB 16.00	AB 18.00	AB 18.00	AB 19.00									
6	20	B 39%	B 5.60	B 8.67	B 9.33	B 14.00	AB 16.33	AB 17.33	AB 17.67	AB 19.00									
7	24	C 17%	B 4.00	B 8.00	B 8.50	B 12.00	B 11.00	B 11.50	B 11.50	B 11.50									
8	28	B 33%	B 6.00	B 9.33	AB 9.67	B 11.67	AB 15.67	AB 16.67	AB 16.67	B 17.00									
9	32	C 17%	B 3.33	B 7.33	B 8.00	B 8.33	B 10.33	B 11.67	B 12.00	B 11.67									
10	36	D 0%	C 0.00	C 0.00	C 0.00	C 0.00	C 0.00	C 0.00	C 0.00	C 0.00									
11	40	D 0%	C 0.00	C 0.00	C 0.00	C 0.00	C 0.00	C 0.00	C 0.00	C 0.00									
RESULTADOS DE ANDEVA																			
F.C		5.543	5.287	3.854	3.490	5.878	4.804	4.751	4.828	5.427									
F.T 0.05		2.470	2.470	2.470	2.470	2.470	2.470	2.470	2.470	2.470									
F.T 0.01		4.410	4.410	4.410	4.410	4.410	4.410	4.410	4.410	4.410									
Niv. Sig		**	**	**	**	**	**	**	**	**									
Promedio		33.52	6.23	9.52	9.68	12.45	13.65	14.48	14.71	15.23									
CME		316.90	11.41	26.17	30.33	31.50	44.49	50.15	51.06	47.93									
C.V		53.12%	54.26%	53.76%	56.91%	45.07%	48.88%	48.89%	48.58%	45.47%									
Correl. Var. Vrs. Larv		-0.822	-0.788	-0.738	-0.705	-0.783	-0.732	-0.716	-0.720	-0.751									

Para las variables analizadas se detectaron altas correlaciones negativas, en la que se determinó que mientras es más alta la población de individuos de gusano alambre, menor será la germinación y población de tallos de caña de azúcar (Cuadro 5).

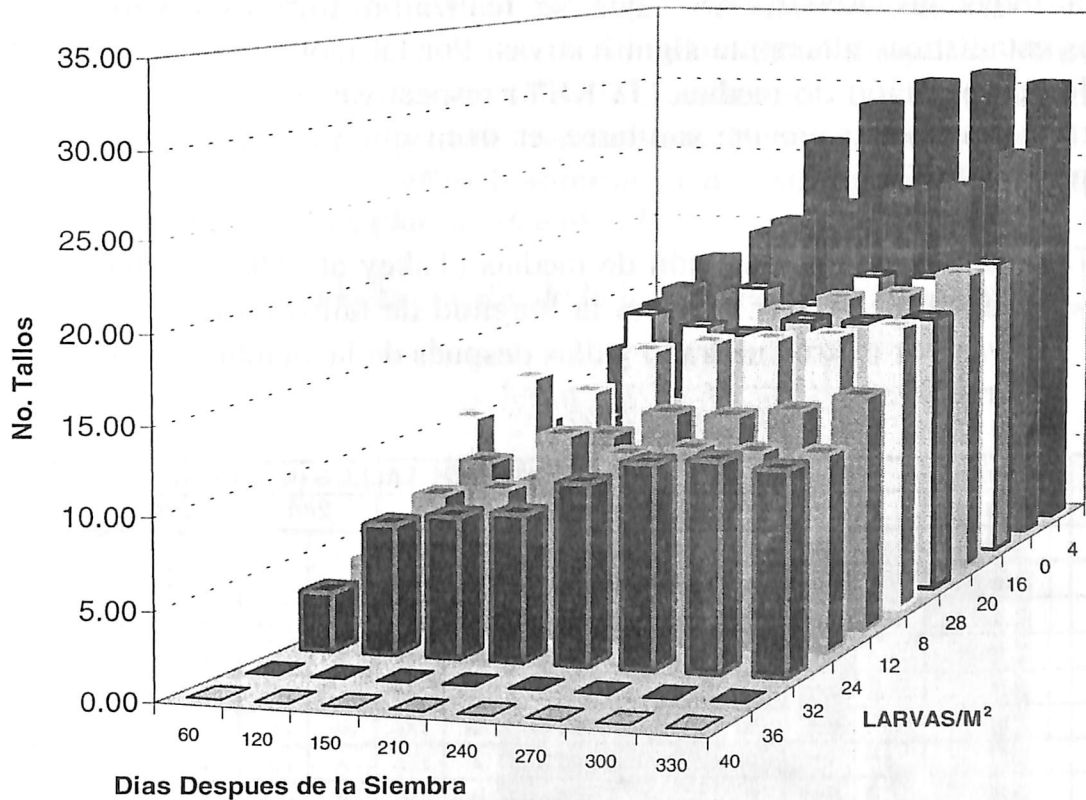
Para la variable de germinación, se aprecia que los tratamientos 1 y 2 fueron los que más porcentaje de yemas germinadas registraron, es decir que es similar existiendo entre 0 y 4 larvas por metro cuadrado, siendo estos estadísticamente similares. Posteriormente los tratamientos 3, 4, 5, y 6 se situaron en otra categoría inferior con 8, 12, 16 y 20 larvas por metro cuadrado. En otra categoría inferior está el tratamiento 8 con 28 larvas por metro cuadrado. Seguidamente los tratamientos 7 y 9 con 24 y 32 larvas por metro cuadrado se situaron en otra categoría inferior. Finalmente los tratamientos 10 y 11 con 36 y 40 larvas/m² se registraron en la categoría inferior de todo el experimento, debido a que no registraron germinación de las yemas siendo los los tratamientos con más larvas establecidas en el experimento. Apreciándose que en cantidades crecientes de larvas de *Agriotes* spp. existe una disminución en la germinación (gráfica 1).



Gráfica 1: Comportamiento en la germinación de tallos de caña, con diversas poblaciones de *Agriotes* spp. Finca Belén Mayo 98 - Marzo 99

Con base al análisis de población de tallos se aprecia que los tratamientos 1 y 2, con 0 y 4 larvas por m² obtuvieron las poblaciones más altas de tallos por metro lineal, durante toda la fase del experimento, mientras que los demás tratamientos se registraron en diversas categorías durante la fase del experimento. Es importante destacar que los tratamientos 10 y 11 con 36 y 40 larvas por m² se registraron en las categorías inferiores como consecuencia de que no se registró germinación y por ende tampoco se estableció población de tallos de caña de azúcar (Cuadro 6).

En la gráfica 2 se esquematiza la evolución de las poblaciones de tallos de caña durante el experimento:



Gráfica 2: Evolución en la población de tallos de caña, con diversas poblaciones de *Agriotes* spp. Finca Belén Mayo 98 - Marzo 99

La evolución del tratamiento 1 y 2 con 0 y 4 larvas por metro cuadrado, experimentó una población más alta de tallos de caña por metro lineal, mientras que los demás tratamientos obtuvieron diversos valores. Así como los tratamientos 10 y 11 con 36 y 40 larvas por metro cuadrado no registraron población alguna, debido al efecto directo que ocasionó este insecto sobre las yemas de la caña, impidiendo su germinación y consecuentemente poblaciones de tallos (Gráfica 2).

8.2 Longitud de Tallos

Para todas las ANDEVAS que se realizaron para esta variable se detectaron diferencias estadísticas altamente significativas. Por tal motivo se tuvieron que realizar las pruebas de comparación de medias (TUKEY) respectivas. En las cuales, tratamientos con igual literal son estadísticamente similares, es decir que pertenecen a una misma categoría estadística (Cuadro 7).

Cuadro 7. Resumen de comparación de medias (Tukey al 95%), medias por tratamiento y resumen de ANDEVA para la longitud de tallos en relación a la población de larvas por metro cuadrado y días después de la siembra.. Finca Belén Mayo 98 - Marzo 99.

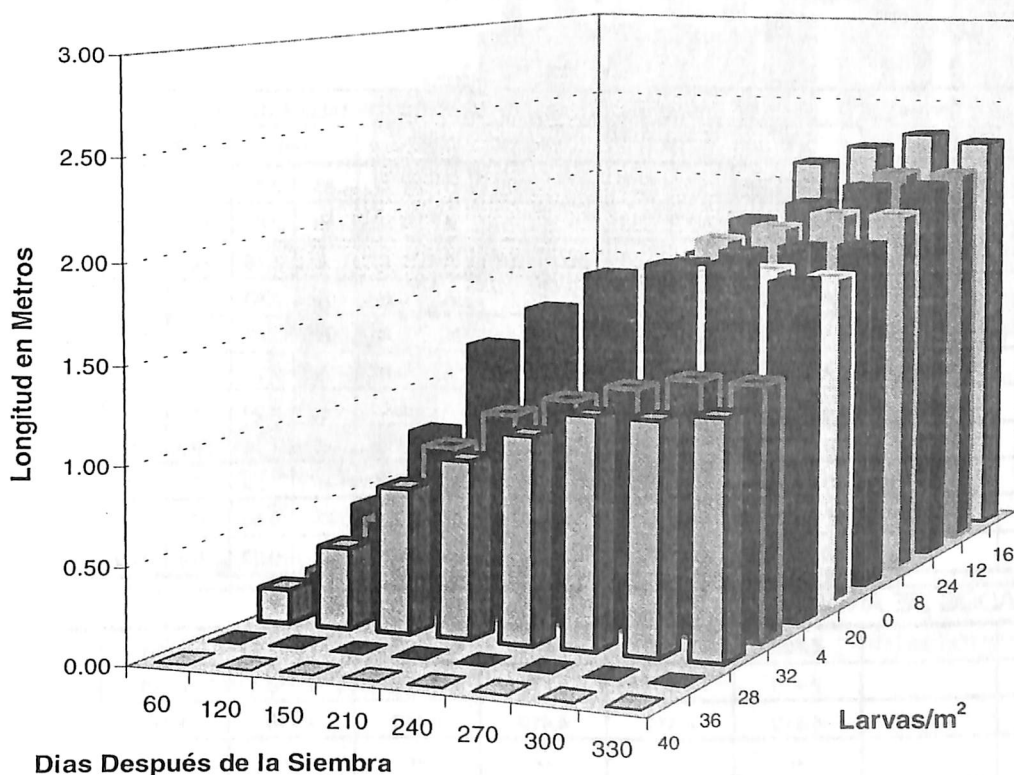
TRAT	LARVAS M2	LONGITUD DE TALLOS (METROS)															
		60		120		150		210		240		270		300		330	
1	0	A	0.46	A	0.92	A	1.36	A	1.53	A	1.75	A	1.82	A	1.86	AB	1.88
2	4	A	0.45	A	0.88	A	1.38	A	1.59	A	1.79	A	1.85	A	1.87	AB	1.79
3	8	AB	0.40	A	0.89	A	1.37	A	1.50	A	1.38	A	1.90	A	1.99	A	1.99
4	12	B	0.32	AB	0.70	AB	1.21	AB	1.46	A	1.76	A	1.87	A	2.13	A	2.13
5	16	AB	0.42	A	0.95	A	1.56	A	1.61	A	2.13	A	2.23	A	2.32	A	2.27
6	20	AB	0.41	AB	0.78	A	1.31	AB	1.45	AB	1.71	AB	1.76	A	1.79	AB	1.76
7	24	B	0.27	B	0.64	AB	1.20	A	1.58	A	1.88	A	1.99	A	2.09	A	2.10
8	28	C	0.18	B	0.42	B	0.76	B	0.93	B	1.08	B	1.21	B	1.21	B	1.24
9	32	C	0.18	B	0.48	B	0.90	B	1.10	B	1.19	AB	1.28	AB	1.34	AB	1.34
10	36	D	0.00	C	0.00	C	0.00	C	0.00	C	0.00	C	0.00	C	0.00	C	0.00
11	40	D	0.00	C	0.00	C	0.00	C	0.00	C	0.00	C	0.00	C	0.00	C	0.00
RESULTADOS DE ANDEVA		60		120		150		210		240		270		300		330	
F.C		7.378		6.989		6.914		6.290		7.219		6.386		6.902		6.609	
F.T 0.05		2.470		2.470		2.470		2.470		2.470		2.470		2.470		2.470	
F.T 0.01		4.410		4.410		4.410		4.410		4.410		4.410		4.410		4.410	
Niv. Sig		**		**		**		**		**		**		**		**	
Promedio		0.280		0.603		0.990		1.134		1.345		1.415		1.470		1.461	
CME		0.012		0.051		0.128		0.174		0.222		0.272		0.276		0.282	
C.V		39.12%		37.45%		36.14%		36.78%		35.03%		36.86%		35.74%		36.35%	
Correl. Var. Vrs. Larv		-0.815		-0.789		-0.735		-0.712		-0.709		-0.692		-0.690		-0.683	

Para esta variable también se determinó que existe una alta correlación negativa, infiriéndose que mientras más alta sean las poblaciones de larvas de gusano alambre, menores serán las longitudes de los tallos de la caña de azúcar, debido a que estas larvas no eliminaron el cultivo sino que continuaron alimentándose de este, afectando de manera directa su desarrollo (Cuadro 7).

Los tratamientos que durante todo el experimento registraron las longitudes más altas fueron los tratamientos 1, 2 y 3 (0, 4 y 8 larvas/m²) respectivamente, siendo estos similares

estadísticamente. Para esta variable en su último muestreo los tratamientos 3, 4, 5, y 7 fueron estadísticamente similares registrándose en la categoría más alta, pudiendo decirse que bajo estos niveles de población (8, 12, 16 y 24 larvas/m²), el efecto de las larvas sobre esta variable no es tan marcado como en la población de tallos. Sin embargo, se obtuvo una alta correlación negativa para la longitud de tallos, al analizarse el comportamiento de los tratamientos de una manera conjunta. Los tratamientos 10 y 11 con 36 y 40 larvas/m², respectivamente se situaron en la categoría inferior al no establecerse las plantas por no haberse dado la germinación de las plantas. (Cuadro 7)

En la gráfica 3 se muestra la evolución de la longitud en los tallos de caña, durante la fase del experimento.



Gráfica 3: Evolución en la longitud de tallos de caña, con diversas poblaciones de *Agriotes* spp. Finca Belén Mayo 98 - Marzo 99

Las longitudes de tallos en los tratamientos donde se estableció la caña de azúcar (del 1 al 9, de 0 a 32 larvas), siguieron una tendencia a incrementar su altura, bajando gradualmente su crecimiento mientras aumentaba la población de larvas por metro cuadrado. Mientras que en los tratamientos 10 y 11 con 36 y 40 larvas/m², no registraron crecimiento dado que la población de tallos de caña de azúcar era inexistente (Gráfica 3).

8.3 Diámetro de Tallos

Para todos los ANDEVAS que se realizaron para esta variable se detectaron diferencias estadísticas altamente significativas, Por tal motivo se tuvieron que realizar las pruebas de comparación de medias (TUKEY) respectivas. En las cuales, tratamientos con igual literal son estadísticamente similares, es decir que pertenecen a una misma categoría estadística (Cuadro 8).

Cuadro 8: Resumen comparación de medias (Tukey al 95%), medias por tratamiento y resumen de ANDEVA para diámetros de tallos en relación a la población de larvas por metro cuadrado y días después de la siembra.. Finca Belén Mayo 98 - Marzo 99.

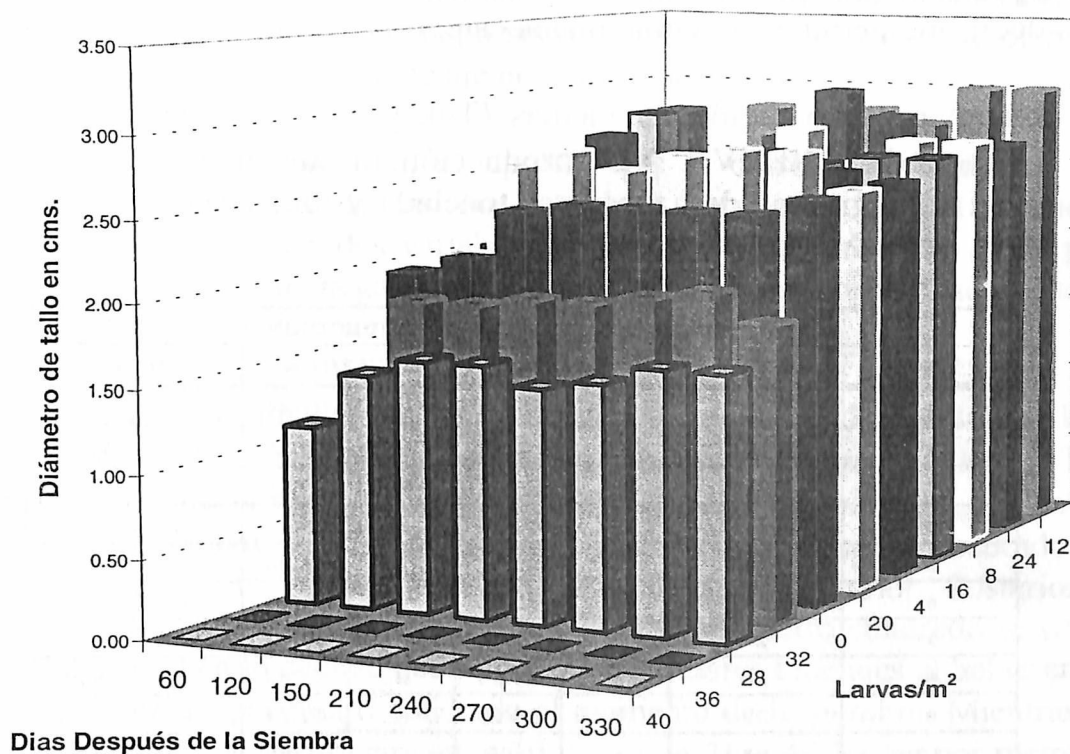
TRAT	Larvas M2	DIAMETROS DE TALLOS (Cms)															
		60		120		150		210		240		270		300		330	
1	0	A	1.94	AB	2.06	AB	2.39	A	2.44	AB	2.44	AB	2.44	AB	2.44	AB	2.56
2	4	A	2.00	AB	2.33	A	2.78	A	2.50	AB	2.61	AB	2.72	AB	2.61	AB	2.56
3	8	A	1.89	AB	2.56	AB	2.56	A	2.61	A	2.78	AB	2.56	AB	2.72	A	2.72
4	12	A	1.83	AB	2.42	A	2.83	A	2.67	A	2.83	AB	2.75	A	3.00	A	3.00
5	16	A	1.83	AB	2.50	A	2.89	AB	2.28	A	2.67	AB	2.61	AB	2.67	A	2.67
6	20	A	2.00	A	2.61	A	2.72	A	2.61	A	2.72	A	2.78	AB	2.78	AB	2.56
7	24	A	2.21	A	2.83	AB	2.50	A	2.67	A	3.00	A	2.83	AB	2.67	A	2.67
8	28	B	1.11	B	1.44	B	1.56	B	1.56	B	1.44	B	1.50	B	1.61	B	1.61
9	32	B	1.06	B	1.83	B	1.83	AB	1.89	B	1.89	B	1.94	B	2.00	B	1.83
10	36	C	0.00	C	0.00	C	0.00	C	0.00	C	0.00	C	0.00	C	0.00	C	0.00
11	40	C	0.00	C	0.00	C	0.00	C	0.00	C	0.00	C	0.00	C	0.00	C	0.00
RESULTADOS DE ANDEVA																	
F.C		7.796	6.402	7.083	5.803	7.151	6.534	6.480	6.979								
F.T.0.05		2.470	2.470	2.470	2.470	2.470	2.470	2.470	2.470								
F.T.0.01		4.410	4.410	4.410	4.410	4.410	4.410	4.410	4.410								
Niv. Sig		**	**	**	**	**	**	**	**								
Promedio		1.406	1.822	1.963	1.882	1.978	1.962	1.995	1.963								
CME		0.236	0.451	0.475	0.514	0.486	0.509	0.521	0.474								
C.V		34.55%	36.86%	35.11%	38.09%	35.24%	36.36%	36.18%	35.07%								
Correl. Var. Vrs. Larv		-0.736	-0.630	-0.703	-0.683	-0.687	-0.681	-0.680	-0.715								

Para esta variable también se determinó que existe correlación negativa, infiriéndose que mientras más alta sean las poblaciones de larvas de gusano alambre, menores serán los diámetros de caña de azúcar (Cuadro 8).

En el último muestreo se detectó que los tratamientos 3, 4, 5 y 7, con 8, 12, 16 y 24 larvas/m², se situaron en la categoría más alta. Posteriormente los tratamientos 1, 2 y 6 con 0, 4 y 20 larvas/m². En una categoría inferior se registraron los tratamientos 8, y 9 con 28 y

32 larvas/m². Finalmente en la última categoría los tratamientos 10 y 11 con 36 y 40 larvas/m², debido al efecto directo que ejerció este insecto sobre la población de tallos de caña (Cuadro 8).

En la gráfica 4 se aprecia que se registraron diversos comportamientos en los diámetros de caña, sin poder apreciarse una íntima relación entre los diámetros de caña y las poblaciones de gusano alambre.



Gráfica 4: Evolución en el diámetro de tallos de caña, con diversas poblaciones de (*Agriotes* spp). Finca Belén Mayo 98 - Marzo 99

8.4 Análisis de las variables de Producción

Para todos los ANDEVAS que se realizaron se detectaron diferencias estadísticas altamente significativas para las variables de toneladas de caña por hectárea (TCH) y kg de azúcar/ton, mientras que para la variable ton azúcar/ha, se determinaron diferencias significativas. Por tal motivo se tuvieron que realizar las pruebas de comparación de medias (TUKEY) respectivas. En las cuales, tratamientos con igual literal son estadísticamente similares, es decir que pertenecen a una misma categoría estadística (Cuadro 9).

Cuadro 9. Resumen comparación de medias (Tukey al 95%), medias por tratamiento y resumen de ANDEVA para producción en toneladas de caña por hectárea (TCH), kilogramos de azúcar por tonelada y toneladas de azúcar por hectárea. Finca Belén Mayo 98 - Marzo 99.

TRAT	Larvas	PRODUCCION					
	M2	TCH		KG/AZ/TON		TON AZ/HA	
1	0	A	120.40	AB	91.48	A	11.58
2	4	AB	106.26	AB	96.85	AB	10.19
3	8	AB	90.91	AB	91.55	AB	8.11
4	12	B	79.70	A	104.69	AB	8.42
5	16	AB	92.12	A	98.89	AB	9.20
6	20	B	85.45	AB	80.46	B	6.60
7	24	B	77.58	AB	97.47	AB	7.67
8	28	B	55.56	B	63.09	B	5.26
9	32	B	58.59	B	62.74	B	5.44
10	36	C	0.00	C	0.00	C	0.00
11	40	C	0.00	C	0.00	C	0.00
RESULTADOS DE ANDEVA							
F.C		5.024		4.426		3.375	
F.T 0.05		2.47		2.47		2.47	
F.T 0.01		4.41		4.41		4.41	
Niv. Sig		**		**		*	
Promedio		69.111		99.617		6.497	
CME		910.817		937.466		11.198	
C.V		43.67%		30.74%		51.51%	
Correl. Var. Vrs. Larv		-0.778		-0.681		-0.746	

En las tres variables se determinaron correlaciones negativas, al compararse contra el número de larvas por metro cuadrado, siendo en un mayor grado la correspondiente a TCH, para lo cual puede inferirse que al ser mayor la población de *Agriotes* spp. ejerce un efecto negativo sobre la producción de tallos molederos de caña, tal como se ha anotado anteriormente que *Agriotes* spp estaba ejerciendo un efecto negativo en la germinación,

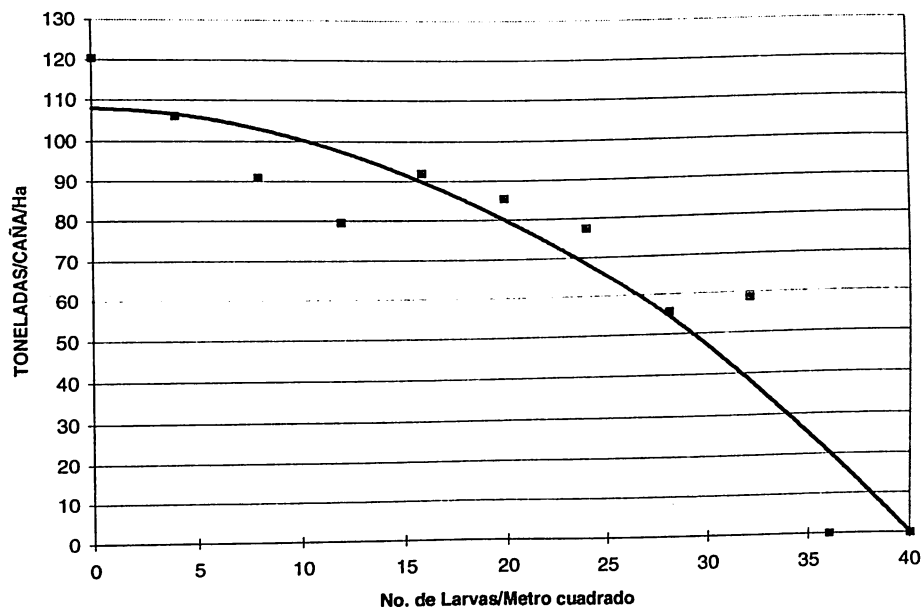
población de tallos, longitud de tallos y diámetro de tallos, y por ende afectando los rendimientos en el tonelaje.

La variable kg azúcar/ton también manifestó una correlación negativa al compararse contra las poblaciones de *Agriotes* spp, aunque en un menor grado que la anterior, por lo tanto puede decirse que el efecto de *Agriotes* spp sobre la calidad de los jugos no ejerce un efecto directo, como el registrado sobre el tonelaje de la caña de azúcar.

Para la variable ton azúcar/ha, se aprecia que la correlación negativa de esta es intermedia a las correlaciones de las dos variables anteriores, debido a que esta está íntimamente relacionada con las dos variables anteriores, infiriéndose que si las poblaciones de *Agriotes* sp afectan en forma negativa las TCH y kg/de azúcar por tonelada, entonces como consecuencia afectarán la producción de azúcar por hectárea.

Según la prueba de medias de TUKEY para la variable de toneladas de caña por hectárea (TCH), se aprecia que el tratamiento con 0 larvas por metro cuadrado (Tratamiento 1), es el que proporcionó el mayor tonelaje, estando registrado en la categoría más alta (A). Seguidamente los tratamientos 2, 3 y 5 con 4, 8 y 16 larvas por metro cuadrado registraron tonelajes similares entre sí, aunque inferiores a la categoría anterior. Posteriormente, los tratamientos 4, 6, 7, 8, 9 con 12, 20, 24, 28 y 32 larvas por metro cuadrado se situaron en la siguiente categoría, pudiendo decirse que se obtienen similares tonelajes al haber entre 12 y 32 larvas de gusano alambre por metro cuadrado al momento de la siembra. Mientras, que en la última categoría se situaron los tratamientos 10 y 11 con 36 y 40 larvas por metro cuadrado, tanto en esta variable como en las de kilos de azúcar por tonelada y toneladas de azúcar por hectárea (Cuadro 9).

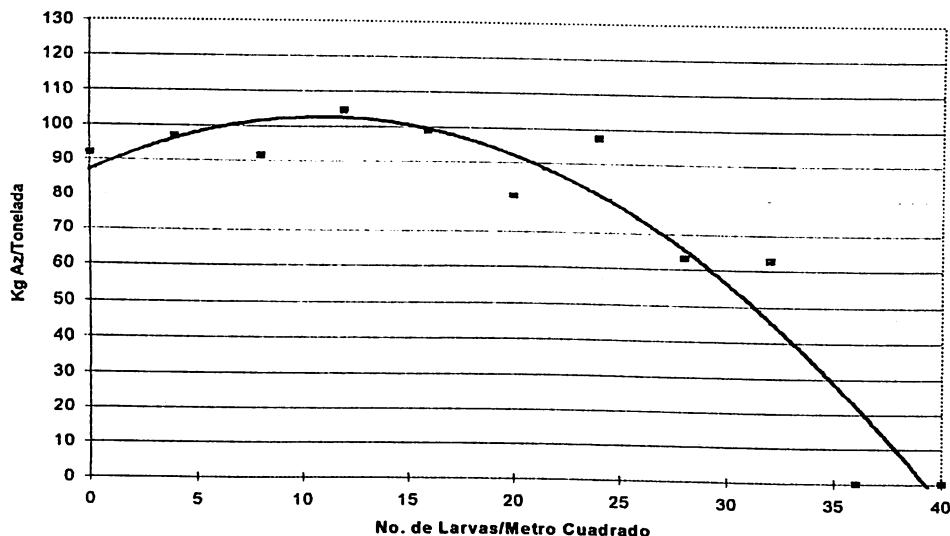
En la gráfica 5 se han planteado las medias de los tratamientos para la variable de toneladas de caña por hectárea, en la cual se aprecia que a medida que aumentan las poblaciones de gusanos alambre la producción disminuye gradualmente, llegando al extremo que la población de tallos es inexistente, siendo estos valores registrados para los tratamientos con 36 y 40 larvas por metro cuadrado.



Gráfica 5: Producción en toneladas de caña por hectárea, bajo diversas poblaciones de (*Agriotes* spp.) Finca Belén Mayo 98 - Marzo 99

Según la prueba de medias de TUKEY para la variable de kgs de azúcar por tonelada, se aprecia que los tratamientos 4 y 5 con 12 y 16 larvas por metro cuadrado, manifestaron la mejor calidad de jugos. Mientras, que los tratamientos 1, 2, 3, 6 y 7 con 0, 4, 8, 20 y 24 larvas registraron una calidad más baja en cuanto a su contenido de azúcar, situándose en una categoría inferior. Los tratamientos 8 y 9 con 28 y 32 larvas/m² registraron contenidos de sacarosa más bajos que los anteriores, estableciéndose en otra categoría inferior. Finalmente los tratamientos más bajos fueron los de 36 y 40 larvas por metro cuadrado, debido a que no se desarrolló el cultivo por la presión que ejerció la población excesiva de *Agriotes* spp no permitió en ningún momento el desarrollo de la caña, y por ende los rendimientos (Cuadro 9).

En la gráfica 6 se han ploteado las medias de los tratamientos para la variable de producción en kilos de azúcar por tonelada de caña, en la cual se esquematiza el comportamiento de esta variable frente a poblaciones crecientes de *Agriotes* spp.

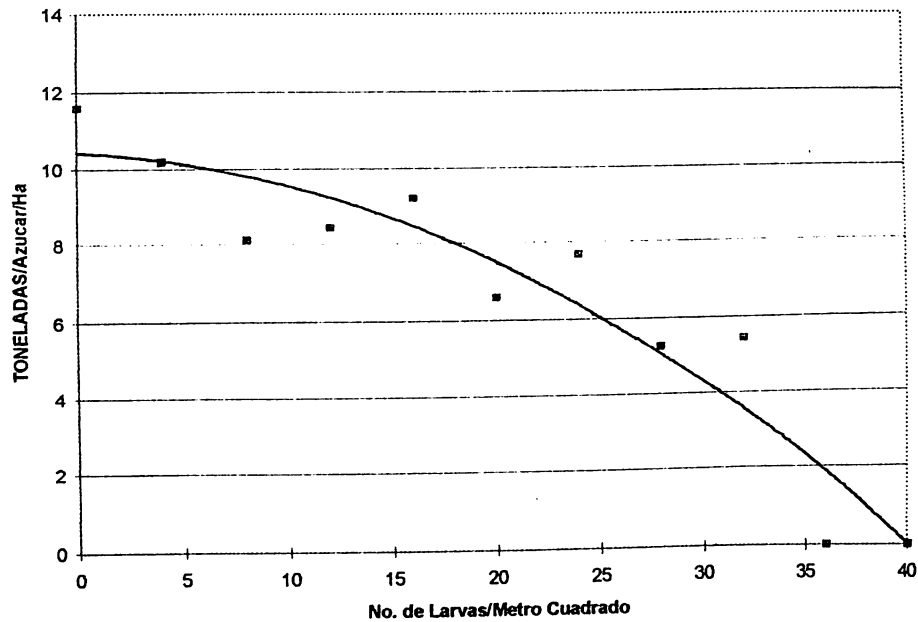


Gráfica 6: Producción en kgs de azúcar por tonelada de caña, bajo diversas poblaciones de *Agriotes* spp. Finca Belén Mayo 98 - Marzo 99

Se aprecia que los valores de registrados en kgs. de azúcar por tonelada de caña, dan una correlación negativa, aunque no tan marcada como en la anterior, por lo tanto se puede decir que la calidad de los jugos no se ve afectada directamente por el efecto que ejerce la población de individuos de *Agriotes* spp. dado que existieron tratamientos con poblaciones intermedias de los tratamientos evaluados que tenían un alto contenido de azúcar en sus jugos (Gráfica 6).

Según el análisis de medias de TUKEY, para la variable de toneladas de azúcar por hectárea, el tratamiento que registró los mejores rendimientos fue el testigo, tratamiento 1, el que no tenía larvas de gusanos alambre, mientras que los tratamientos 2, 3, 4, 5, y 7 con 4, 8, 12, 16 y 24 larvas/metro cuadrado, registraron rendimientos similares entre sí, aunque en una categoría inferior a la anterior. Seguidamente los tratamientos 6, 8 y 9 con 20, 28 y 32 larvas/metro cuadrado, registraron rendimientos inferiores a la categoría anterior pero muy similares entre sí, estadísticamente. Finalmente los tratamientos con 36 y 40 larvas no registraron rendimiento alguno debido a que no se desarrolló la caña (Cuadro 8).

El rendimiento en toneladas de azúcar por hectárea se ve afectado debido al efecto directo que ejercen las poblaciones de *Agriotes* spp. sobre el desarrollo del cultivo, específicamente en la biomasa (TCH), siendo esta una variable íntimamente relacionada con la variable que expresa las toneladas de azúcar por hectárea, registrando un índice de correlación entre las dos variables de 0.985669 (Gráfica 7).



Gráfica 7: Producción en toneladas de azúcar por hectárea, bajo diversas poblaciones de (*Agriotos* spp.) Finca Belén Mayo 98 - Marzo 99

Existe correlación negativa en los rendimientos de las toneladas de azúcar por ha, debido al efecto de *Agriotos* spp. sobre las toneladas de caña por hectárea (Gráfica 7).

8.5. Valores para el Cálculo del NDE

8.5.1 Costo de Control de (Agriotes sp) y Precio de Venta de Caña

El costo de insumos, mano de obra, prestaciones, transporte y costos administrativos se estiman en Q. 218.63/ha empleando el insecticida "terbufos", y el precio de venta de la caña por TM en Q. 76.05, puesta en el Ingenio (Cuadro 10).

Cuadro 10. Determinación de Costos de Aplicación para plagas del suelo y precio de venta por tonelada. de caña. Ingenio La Unión. Marzo 99.

Fuente : Departamento de Presupuestos, Ingenio La Unión (9).

ITEM	Valor
Costos de Aplicación	
Valor Insumo Terbufos	Q 169.15
Valor Mano de Obra Aplic y Prestaciones	Q 34.88
Transporte Terbufos	Q 3.06
Transporte Interno Bodega Finca-Campo	Q 0.05
Tractorista y Ayudante + Prestaciones	Q 1.08
Gastos de Administración (5%)	Q 10.41
T O T A L	Q 218.63
Precio de Venta TM caña:	Q 76.05
Precio de Venta TM azúcar:	Q1,175.64

Para la determinación del valor de la tonelada de azúcar se cotizó un precio en el mercado internacional de US\$ 6.94 a una tasa de cambio de Q. 7.70 por 1 dólar (15).

Entonces los valores de caña y azúcar que serían igual al costo de control serán:

$$\text{TM Caña} = (\text{Costos/ Precio de Venta}) \quad (218.63/76.05) = 2.87 \text{ Tons.}$$

$$\text{TM Azúcar} = (\text{Costos/ Precio de Venta}) \quad (218.63/1,175.64) = 0.189 \text{ Tons.}$$

Esto indica que para que se amerite el control se debe tener una población que ocasione una pérdida de 2.87 tons/ha de caña, y si fuera para azúcar vendida en el mercado internacional sería de 0.189 tons de azúcar.

8.5.2 Grado de supresión efectuado por el control

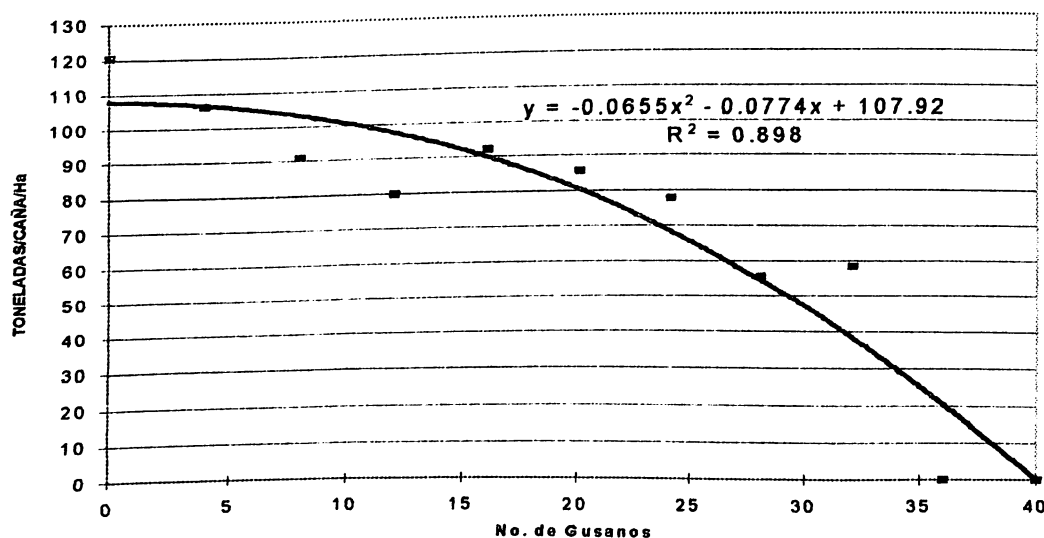
Según Carrillo (3) el producto Terbufos está específicamente recomendado para el control de plagas del suelo entre ellas *Agriotes* spp, ejerciendo un control total de estas al momento de la siembra. Por lo tanto se le ha asignado un valor de 1.

8.5.3 Densidad poblacional de la Plaga

Para el cálculo de la Densidad Poblacional de la Plaga en la que se encuentra el nivel de daño económico, se analizaron diferentes modelos de regresión, comparando las poblaciones de *Agriotes* spp. con respecto a los rendimientos de Toneladas de Caña y Azúcar, determinándose que el modelo que mejor se adecuaba era el modelo cuadrático, dado el alto índice de ajuste de los datos a través del índice de R^2 , para las dos variables analizadas.

8.5.3.1 Densidad poblacional para toneladas de caña por hectárea

Para esta variable se determinó el siguiente modelo, el cual fue estimado a partir de las medias de cada uno de los tratamientos analizados en esta investigación, en los cuales el que obtuvo el mejor ajuste en su R^2 fue el cuadrático (Gráfica 8).



Gráfica 8: Diagrama de dispersión y modelo de regresión generado para la variable de producción de toneladas de caña por hectárea, bajo diversas poblaciones de *Agriotes* spp. Finca Belén Mayo 98 - Marzo 99

Como puede apreciarse el índice de R^2 para esta variable se registró con un alto grado de ajuste siendo este 0.898.

Entonces, a partir de este modelo se empleó la fórmula sugerida por Hruska (7) por medio de la cual se determinó que al sustituir los valores de costo de control (C) y precio de venta en la fórmula la población en la cual se alcanza el NDE, para la variable de toneladas de caña por hectárea es de 6.05 gusanos alambre *Agriotes* spp. por metro cuadrado.

En el modelo anterior se sustituyeron las diferentes poblaciones que se estudiaron en los tratamientos, para la variable toneladas de caña por hectárea se proyectaron las pérdidas que se obtendrían al tenerse dichas poblaciones (Cuadro 11).

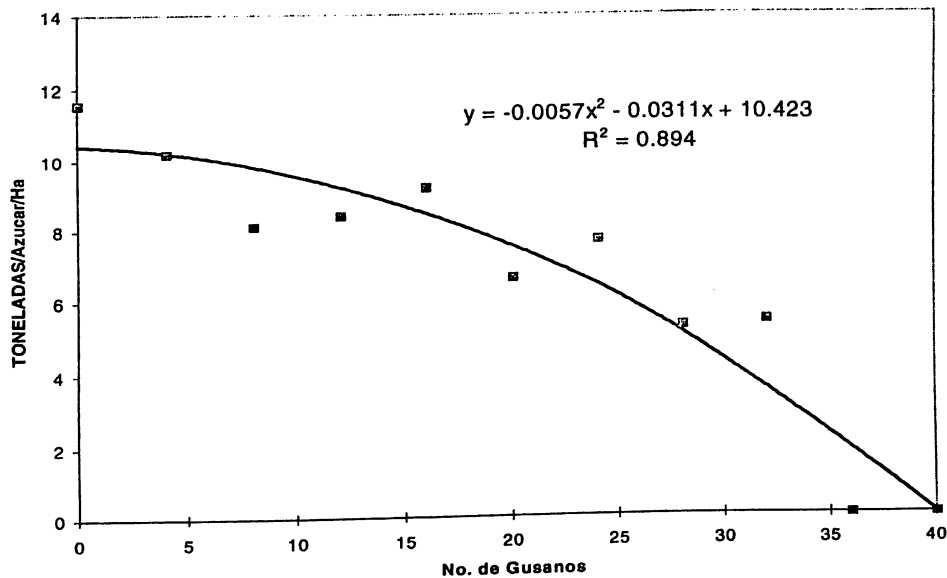
Cuadro 11. Proyección de los rendimientos y porcentajes de pérdida para la variable de toneladas de caña por hectárea a partir del modelo encontrado, en diferentes niveles de población de *Agriotes* spp.

Densidad	Rto	Pérdida	%
Población	THD	THA	Pérdida
0	107.92	0.00	0.00%
1	107.78	0.14	0.13%
2	107.50	0.42	0.39%
3	107.10	0.82	0.76%
4	106.56	1.36	1.26%
5	105.90	2.02	1.88%
6	105.10	2.82	2.62%
6.05	105.05	2.87	2.66%
7	104.17	3.75	3.48%
8	103.11	4.81	4.46%
9	101.92	6.00	5.56%
10	100.60	7.32	6.79%
15	92.02	15.90	14.73%
20	80.17	27.75	25.71%
25	65.05	42.87	39.73%
30	46.65	61.27	56.78%
35	24.97	82.95	76.86%
40	0.02	107.90	99.98%

En este cuadro se han calculado las pérdidas de caña que se obtendrían al tenerse 6.05 larvas por m², valor el cual se sustituyó dentro del modelo cuadrático de regresión y se alcanzan las 2.87 toneladas de caña que igualan el costo del control.

8.5.3.2 Densidad Poblacional para toneladas de azúcar por hectárea

Para esta variable se determinó el siguiente modelo, a partir de las medias de cada uno de los tratamientos, en la cual al igual que el anterior fue cuadrático debido a su alta correlación manifestada en su R^2 (Gráfica 9).



Gráfica 9: Diagrama de dispersión y modelo de regresión generado para la variable de producción de toneladas de azúcar por hectárea, bajo diversas poblaciones de (*Agriotes* spp.) Finca Belén Mayo 98 - Marzo 99

Como puede apreciarse el índice de R^2 para esta variable se registró con un alto grado de ajuste siendo este 0.894. Entonces, a partir de este modelo se emplea la fórmula sugerida por Hruska (7) . Se ha determinado que al operar los valores del modelo en la fórmula la población en la cual se alcanza el NDE, para la variable de toneladas de caña por hectárea es de 3.65 gusanos alambre *Agriotes* spp, por metro cuadrado.

Se sustituyeron las diferentes densidades de población evaluadas en esta investigación dentro del modelo generado y se obtuvo la siguiente producción en función de las poblaciones de gusano alambre, presentes dentro del suelo (Cuadro 12).

Cuadro 12. Proyección de los rendimientos y porcentajes de pérdida a partir del modelo encontrado para la variable de Toneladas de Azúcar por Hectárea, en diferentes niveles de población de *Agriotes spp.*

Densidad	Rto	Pérdida	%
Poblacion	T Az/Ha	T Az/Ha	Pérdida
0	10.42	0.000	0.00%
1	10.39	0.037	0.35%
2	10.34	0.085	0.82%
3	10.28	0.145	1.39%
3.65	10.23	0.189	1.82%
4	10.21	0.216	2.07%
5	10.13	0.298	2.86%
6	10.03	0.392	3.76%
6	10.03	0.392	3.76%
7	9.93	0.497	4.77%
8	9.81	0.614	5.89%
9	9.68	0.742	7.12%
15	8.67	1.749	16.78%
20	7.52	2.902	27.84%
25	6.08	4.340	41.64%
30	4.36	6.063	58.17%
35	2.35	8.071	77.43%
40	0.06	10.364	99.43%

Se han determinado dos niveles de daño económico, uno para la producción de caña como materia prima, y el otro para la producción de azúcar como producto terminado. Los cuales son diferentes siendo de 6.05 larvas/metro cuadrado para caña de azúcar y de 3.65 larvas/metro cuadrado para el azúcar. Se aprecia que el de producción de azúcar es menor que el de caña, debido a que el azúcar como producto terminado tiene más valor en el mercado que la caña en sí, debido a que la caña ha pasado a través de un proceso fabril el cual ha dado un valor agregado y por ende un mayor precio de venta. Dado que las plantaciones comerciales de caña de azúcar se establecen para la producción de azúcar proveniente de caña que es propiedad del ingenio o bien para la venta de caña de un productor particular (proveedor cañero) hacia el ingenio.

Con base a los resultados anteriores se considera oportuno emplear medidas de control cuando se obtiene 3.65 larvas/metro cuadrado, porque es un nivel de población en el cual aún no se ha obtenido pérdida económica para caña. Sin embargo para el azúcar es el nivel de población en el cual se iguala con el valor del control.

Con base a los datos obtenidos en el experimento, se determina que el NDE para *Agriotes* spp. es inferior a lo mencionado por Jones y Jones citados por Tejeda (17), quienes expresan que entre 0 a 50 larvas por metro cuadrado no ocasionan daños a los cultivos, sin embargo se determinó que en los niveles poblacionales establecidos durante el experimento, en la fase fenológica correspondiente a la germinación del cultivo se detectó que a partir de 3.65 larvas por metro cuadrado se detectan pérdidas económicas para la producción de toneladas de caña por hectárea y por ende en la producción de toneladas de azúcar por hectárea.

9. CONCLUSIONES

1. El Nivel de Daño Económico para las condiciones en las que se realizó esta investigación para la variable de toneladas de caña por hectárea es de 6.05 larvas de *Agriotes sp* por metro cuadrado.
2. Para la variable de toneladas de azúcar por hectárea se alcanza el Nivel de Daño Económico con 3.65 larvas *Agriotes sp*, por metro cuadrado, presentes al momento de la siembra. Siendo en esta variable un valor menor al registrado para toneladas de caña por hectárea, dado que el precio de venta de la tonelada de azúcar es superior al precio de venta de la tonelada de caña.
3. El efecto directo de la acción de *Agriotes sp*, incide directamente en las poblaciones de tallos, al alimentarse de las yemas de la caña, impidiendo de este modo la germinación de la caña. Así mismo, cuando el cultivo no es eliminado completamente por el insecto este continúa alimentándose de la planta, por lo tanto se ve disminuído el desarrollo de esta.
4. Las poblaciones crecientes de *Agriotes sp*, ejercen un efecto negativo en las variables de germinación, población de tallos, longitud de tallos, diámetro de tallos y por ende en los rendimientos, tanto en toneladas de caña por hectárea, como de toneladas de azúcar por hectárea. Es decir que a mayores niveles de población de *Agriotes sp*, menores serán los rendimientos de caña y azúcar.

10. RECOMENDACIONES

1. Con base a los resultados obtenidos se recomienda efectuar las medidas de control cuando se tenga un nivel de población de 3.65 larvas/metro cuadrado de *Agriotes spp*, debido a que es el nivel en donde se comenzarían a experimentar pérdidas económicas para la producción de azúcar por unidad de área.
2. Al tenerse información de las pérdidas que ocasionan las diferentes poblaciones de larvas de *Agriotes spp* al momento de la siembra, se recomienda recalcular el NDE, por cambios en los costos de control, precio de venta de la cosecha, si esta fuese en caña o en azúcar, así como por el cambio de uso de algún plaguicida o cambio en la eficiencia del producto químico empleado.
3. Considerar el NDE en un muestreo previo a la siembra de caña de azúcar, como una alternativa para la implementación de la racionalización de plaguicidas.

11. BIBLIOGRAFIA.

- 1.) ANDREWS, K.; QUEZADA, J. 1,989. Manejo integrado de plagas insectiles en la agricultura: estado actual y futuro. Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 618 p.
- 2.) ASOCIACION DE AZUCAREROS DE GUATEMALA. 2,000. Reportes semanales avances Zafra 99/00. Guatemala. 7 p
- 3.) CARRILLO, E. 1,996. Evaluación de tácticas de control; racionalización de insecticidas para el control de plagas del suelo. Sta Lucía Cotzumalguapa. Guatemala, CENGICAÑA. 12 p.
- 4.) CENTRO GUATEMALTECO DE INVESTICACION Y CAPACITACION DE LA CAÑA DE AZUCAR. DE LA CAÑA DE AZUCAR. 1996. Estudio semidetallado de suelos de la zona cañera del sur de Guatemala. Guatemala, CENGICAÑA. 215 p.
- 5.) FRENCH, B. 1,989. Métodos de análisis económico para su aplicación en el manejo integrado de plagas. Manejo Integrado de Plagas. (C.R) / no. 36: 17-23.
- 6.) HERNANDEZ, G. 1,995. Evaluación de cinco tamaños de muestra por Ha. en plagas del suelo, en caña de azúcar (Saccharum officinarum) utilizando el muestreo de una muestra (simulacro), Siquinalá, Escuintla. Investigación Inferencial EPSA. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Agronomía. 58 p.
- 7.) HRUSKA, A.; ROSSET, P. 1,987. Estimación de los niveles de daño económico para plagas insectiles. Manejo Integrado de Plagas. (C.R) / No. 27: 12-18.
- 8.) INGENIO LA UNION. LABORATORIO DE FABRICACIÓN. 1,998. Manual de métodos y análisis de fabricación de azúcar. Escuintla, Guatemala. Ingenio La Unión. 112 p.
- 9.) INGENIO LA UNION. DEPARTAMENTO DE COSTOS Y PRESUPUESTACIÓN. 1,998. Estimado de Costos por Actividad. Escuintla, Guatemala. Ingenio La Unión. 48 p.
- 10.) LOPEZ, F. 1,959. Plagas del regadío; Los gusanos de alambre. Hojas Divulgadoras. (España) No. 25: 04-09.

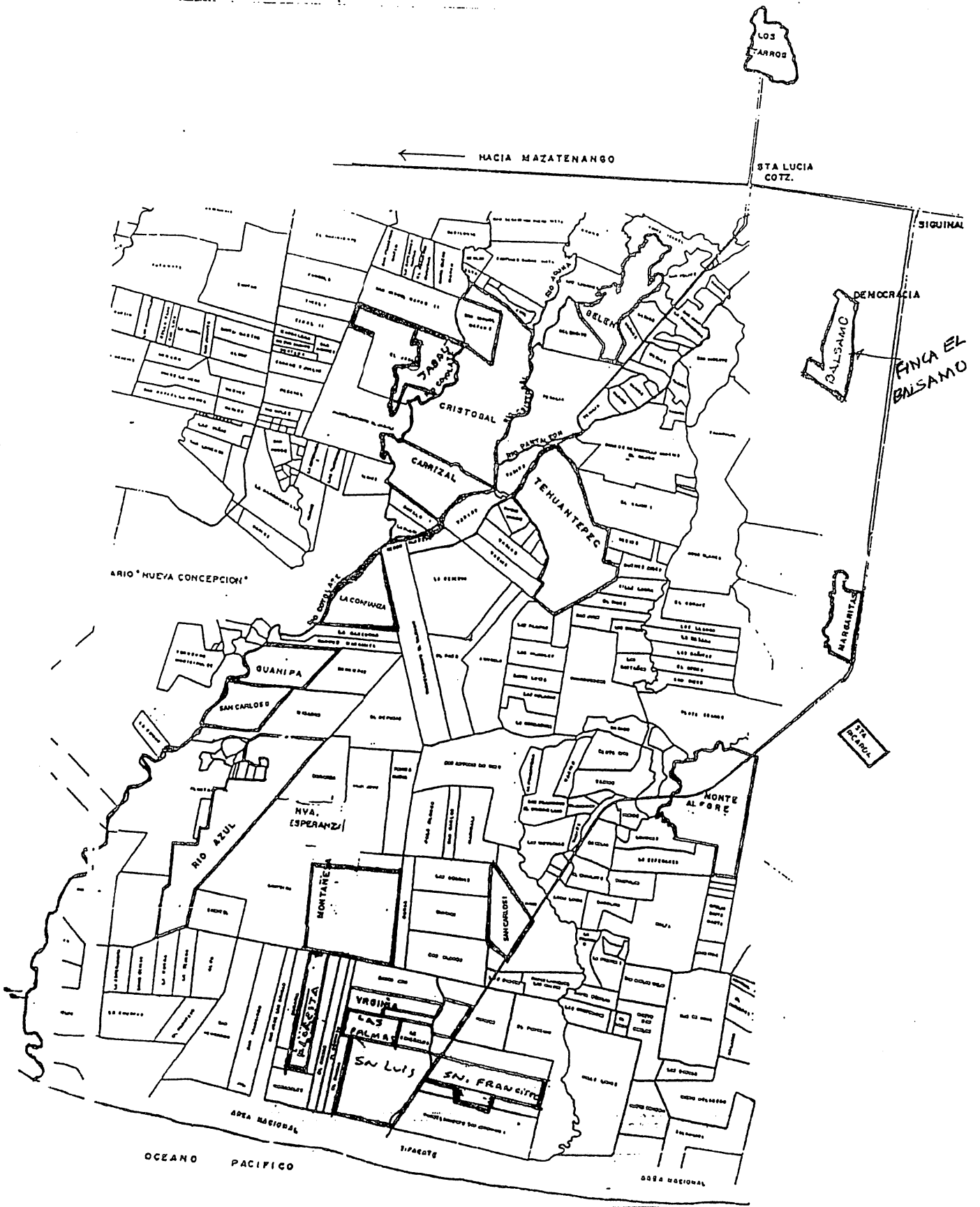
11.) METCALF, C.; FLINT, W. 1,982. Insectos destructivos e insectos útiles; sus costumbres y su control. México. Continental. 1208 p.
12.) OROZCO, H. et al. 1,996. Morfología de las variedades de caña de azúcar (*Saccharum spp*) importantes en Guatemala y de variedades en evaluación regional grupo CGVO. Escuintla, Guatemala. Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar. Documento Técnico No. 7. 36 p.
13.) PEDIGO, L. 1,997. Wireworms as a pest in corn. Iowa, E.E.U.U. 23 p. (<http://www.vegedge.umn.edu/VEGPEST/SWTCORN/wirewrm.htm>)
14.) PETERSON, A. 1,960. Larvae of insects, an introduction to nearctic species. Columbus, Ohio, E.E.U.U., s.e. pte 2, 416 p.
15.) PRECIOS DEL azúcar; el dulce global. 1,999. Prensa Libre, Guatemala. (GUA); Nov. 23:56.
16.) REYES, P. 1,982. Diseño de experimentos aplicados. México, México. Trillas. 343 p.
17.) SIMMONS, Ch.; TARANO, J.M.; PINTO, J.H. 1959. Clasificación y reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala. Traducido por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala. José de Pineda Ibarra. 1000 p.
18.) STEHR, F. 1991. Inmature Insects. Michigan, E.E.U.U. Kendall Hunt Publishing Company. 974 p.
19.) TEJEDA, V. 1,993 Evaluación de cuatro unidades de muestra, para estimar densidades de plagas del suelo en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) en Siquinalá, Escuintla. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Agronomía. 89 p.
- 20.) URZUA, C. 1,994. Diagnóstico de plagas del suelo, Finca El Bálsamo, Pantaleón, Siquinalá, Escuintla. Diagnóstico-EPSA. USAC. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Agronomía. 32p.



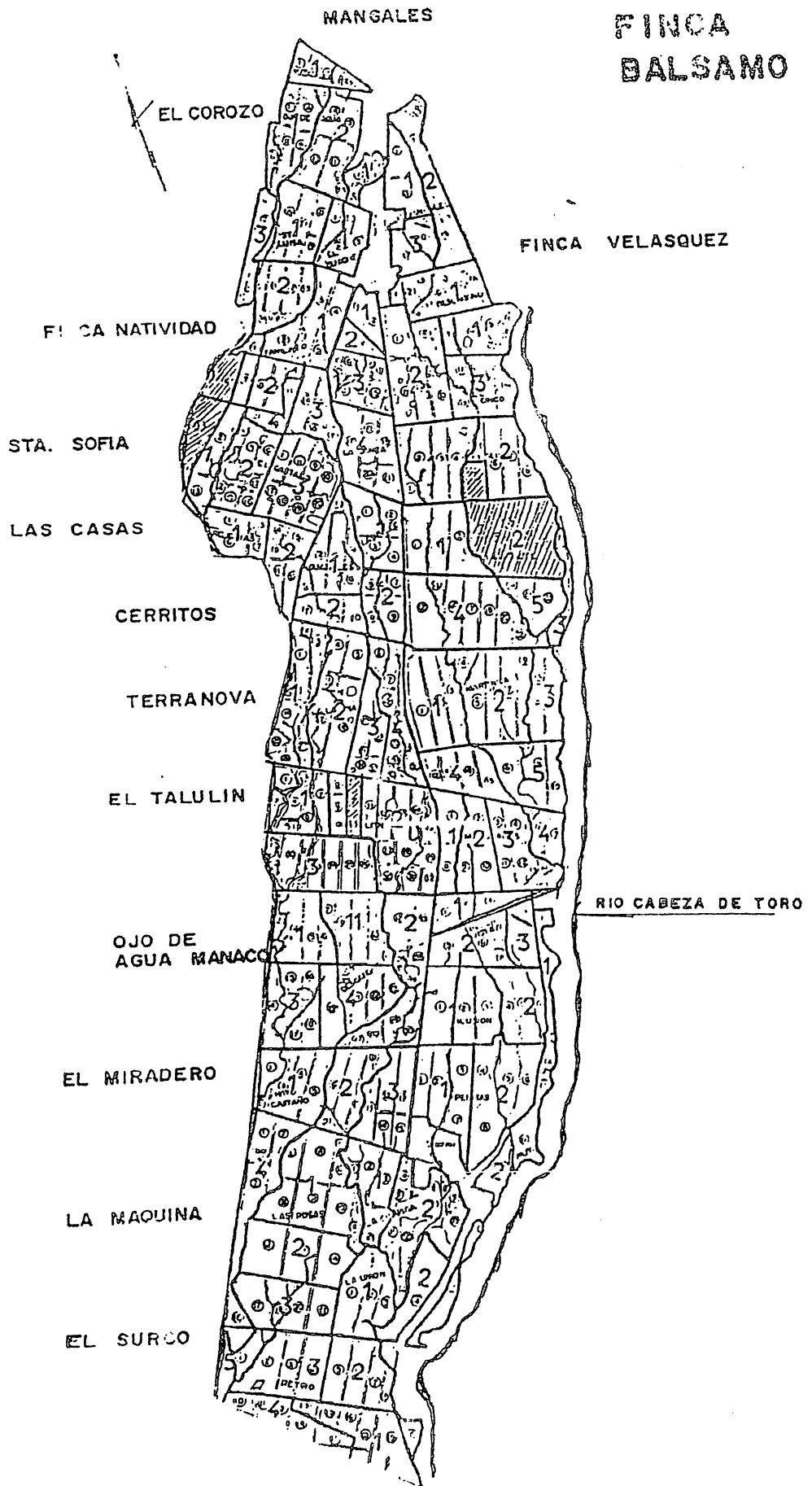
Vo. Bo.
 Urzua

ANEXOS.

UBICACION GEOGRAFICA DE FINCAS



Anexo 1. Mapa de ubicación de Finca El Balsamo



INGENIC PANTALEON

DEPTO. TOPOGRAFIA

Anexo 2. Mapa de Finca El Balamo, con lotes afectados con Gusano Alambre Agriotes spp.



FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
AGRONOMICAS

LA TESIS TITULADA: "DETERMINACION DE NIVEL DE DAÑO ECONOMICO PARA EL GUSANO ALAMBRE Agriotes. spp, EN CAÑA DE AZUCAR Saccharum spp, FINCA "BELEN", INGENIO LA UNION, SANTA LUCIA COTZ, ES-CUINTLA".

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: FRANCISCO JOSE ROSALES ROSSI

CARNET No: 9113835

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Filadelfo Guevara Chávez
Dr. Carlos Alfonso Orozco Castillo
Ing. Agr. Walter Estuardo García Tello

Los Asesores y las Autoridades de la Facultad de Agronomía, hacen constar que ha cumplido con las Normas Universitarias y Reglamentos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Ing. Agr. M.Sc. Samuel G. Córdova Calvillo

Dr. Víctor Salguero



Dr. Ariel Abderramán Ortiz López
DIRECTOR DEL IIA.

I M P R I M A S E

Ing. Agr. M.Sc. Edgar Oswaldo Franco Rivera
D E C A N O



cc:Control Académico
IIA.

e-mail: ilusac.edu.gt & <http://www.usac.edu.gt/facultades/agronomfa.htm>

Archivo
AO/prr.