

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN GERENCIA AGRÍCOLA

MONITOREO EN EL PROCESO DEL MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS EN EL CULTIVO DE CAÑA
DE AZÚCAR, INGENIO MAGDALENA, LA DEMOCRACIA, ESCUINTLA

SISTEMATIZACIÓN DE PRÁCTICA PROFESIONAL

LESTER JOSUÉ POSADAS MENDOZA

CARNET 11148-13

GUATEMALA DE LA ASUNCIÓN, MAYO DE 2018
CAMPUS CENTRAL

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN GERENCIA AGRÍCOLA

MONITOREO EN EL PROCESO DEL MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS EN EL CULTIVO DE CAÑA
DE AZÚCAR, INGENIO MAGDALENA, LA DEMOCRACIA, ESCUINTLA

SISTEMATIZACIÓN DE PRÁCTICA PROFESIONAL

TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

POR
LESTER JOSUÉ POSADAS MENDOZA

PREVIO A CONFERÍRSELE

EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO CON ÉNFASIS EN GERENCIA AGRÍCOLA EN EL GRADO
ACADÉMICO DE LICENCIADO

GUATEMALA DE LA ASUNCIÓN, MAYO DE 2018
CAMPUS CENTRAL

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

RECTOR: P. MARCO TULIO MARTINEZ SALAZAR, S. J.
VICERRECTORA ACADÉMICA: DRA. MARTA LUCRECIA MÉNDEZ GONZÁLEZ DE PENEDO
VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN: ING. JOSÉ JUVENTINO GÁLVEZ RUANO
VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA: P. JULIO ENRIQUE MOREIRA CHAVARRÍA, S. J.
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: LIC. ARIEL RIVERA IRÍAS
SECRETARIA GENERAL: LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA DE LORENZANA

AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

DECANA: LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ
SECRETARIO: MGTR. LUIS MOISES PEÑATE MUNGUÍA
DIRECTOR DE CARRERA: MGTR. JULIO ROBERTO GARCÍA MORÁN

NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

MGTR. LUIS MOISES PEÑATE MUNGUÍA

TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN

MGTR. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ

Guatemala, 29 de mayo de 2018.

Honorables miembros del Consejo
Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas
Presente

Respetables profesionales:

Reciban un cordial saludo con deseos de éxito en su laudable labor, el motivo de la presente es para hacer constar que he tenido a bien revisar el informe de Sistematización de Práctica Profesional del estudiante Lester Josué Posadas Mendoza Carné No. 11148-13, titulado "Monitoreo en el proceso del manejo integrado de plagas en el cultivo de caña de azúcar, Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla" mismo que considero reúne las condiciones exigidas por ésta Facultad.

Atentamente sugiero que pueda procederse a su revisión final y aprobación.

Sin otro particular, me suscribo.

A handwritten signature in blue ink, consisting of a large, stylized initial 'L' followed by several loops and a final flourish.

Mgtr. Luis Moisés Peñate Munguía
Código 22169

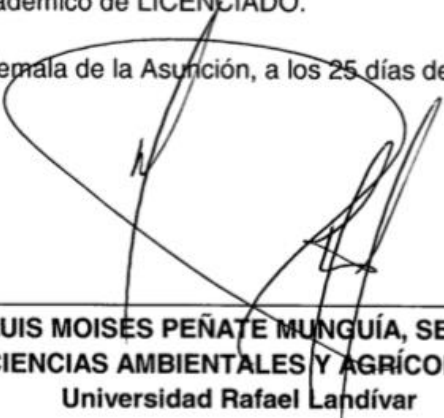
Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Sistematización de Práctica Profesional del estudiante LESTER JOSUÉ POSADAS MENDOZA, Carnet 11148-13 en la carrera LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN GERENCIA AGRÍCOLA, del Campus Central, que consta en el Acta No. 0693-2018 de fecha 25 de mayo de 2018, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

MONITOREO EN EL PROCESO DEL MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS EN EL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR, INGENIO MAGDALENA, LA DEMOCRACIA, ESCUINTLA

Previo a conferírsele el título de INGENIERO AGRÓNOMO CON ÉNFASIS EN GERENCIA AGRÍCOLA en el grado académico de LICENCIADO.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 25 días del mes de mayo del año 2018.



MGTR. LUIS MOISES PEÑATE MUNGUÍA, SECRETARIO
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
Universidad Rafael Landívar

AGRADECIMIENTOS

A:

Dios por darme la vida y la sabiduría para poder superarme.

La Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas por ser parte fundamental de mi formación profesional.

Mgtr. Luis Moisés Peñate Munguía por su asesoría, revisión y correcciones en la presente investigación.

Ingenio Magdalena por brindarme la oportunidad de realizar mi sistematización de práctica profesional.

ÍNDICE

RESUMEN	x
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. ANTECEDENTES	2
2.1 Revisión de Literatura.....	2
2.1.1 Generalidades e importancia de la caña de azúcar.	2
2.1.2 Plagas insectiles que afectan al cultivo de la caña de azúcar.	3
2.1.3 Manejo integrado de plagas.....	8
2.1.4 Umbrales económicos.	11
2.2 Descripción de la actividad de la institución anfitriona.....	11
2.2.1 Localización.....	11
2.2.2 Descripción de la empresa.....	12
2.2.3 Organización de la empresa.....	13
2.2.4 Descripción del área específica de acción en la institución.	14
3. CONTEXTO	15
3.1 Eje de Sistematización	15
3.2 Necesidad Empresarial.....	15
3.3 Justificación.....	15
4. OBJETIVOS	17
4.1 Objetivo General.....	17
4.2 Objetivos Específicos.....	17
5. PLAN DE TRABAJO.....	18
5.1 Programa Desarrollado	18
5.1.1 Monitoreo de las principales plagas que se encuentran causando daño al cultivo.	20
5.1.2 Base de datos e investigación del comportamiento y ciclo biológico de las plagas presentes.	20
5.1.3 Interpretación de los resultados obtenidos luego de aplicar el control oportuno.	20
5.2 Indicadores De Resultado.....	21
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	22
6.1 Supervisión en los muestreos de incidencia y severidad de las principales plagas que dañan el cultivo e implementación de manejo integrado.....	22
6.1.1 Muestreo de plagas en cosecha.....	22
6.1.2 Muestreo de barrenador postcosecha.	25
6.1.3 Monitoreo de roedores.	30
6.2 Análisis de la información.....	33
7. CONCLUSIONES.....	34
8. RECOMENDACIONES	35
9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36
10. ANEXOS	38

Anexo A. Boleta de muestreo de plagas en cosecha.	38
Anexo B. Boleta de muestreo de barrenador postcosecha.	39
Anexo C. Boleta de muestreo de roedores.	40

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Fincas pertenecientes a la zona I de la administración Buganvilia.	18
Cuadro 2. Fincas pertenecientes a la zona II de la administración Buganvilia.	18
Cuadro 3. Fincas pertenecientes a la zona III de la administración Buganvilia.	19
Cuadro 4. Fincas pertenecientes a la zona IV de la administración Buganvilia.	19

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de ubicación de la zona cañera en Guatemala	3
Figura 2. Fotografía de especies del género <i>Phyllophaga</i> sp.....	4
Figura 3. Fotografía del daño en hojas causado por <i>Aeneolamia</i> spp.	5
Figura 4. Larva de <i>Diatraea saccharalis</i> perforando el tallo.....	7
Figura 5. <i>Sigmoidon hispidus</i> hembra con sus crías.....	8
Figura 6. Mapa de la ubicación de las oficinas del Ingenio Magdalena.....	11
Figura 7. Organigrama del Ingenio Magdalena S.A.....	13
Figura 8. Plano de distribución espacial de las sub-muestras de plagas del tallo en cosecha	23
Figura 9. Muestreo de plagas del tallo en cosecha de caña de azúcar.....	24
Figura 10. Gráfica del comportamiento de barrenador y rata cañera del total del área estudiada hasta la semana 13 de la zafra 2017-2018.	25
Figura 11. Distribución espacial de muestreo de barrenador de caña de azúcar	26
Figura 12. Supervisión de personal realizando muestreo de barrenador de caña de azúcar en etapa postcosecha.	27
Figura 13. Larva de barrenador de caña de azúcar parasitada por <i>Beauveria bassiana</i>	29
Figura 14. Larva de barrenador de caña de azúcar muerta después de aplicación química.	29
Figura 15. Rata cañera consumiendo cebo aplicado en muestreo.....	30
Figura 16. Mapa de dispersión de rata en finca Polonia.....	32

MONITOREO EN EL PROCESO DEL MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS EN EL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR, INGENIO MAGDALENA, LA DEMOCRACIA, ESCUINTLA.

RESUMEN

A continuación, se describen las actividades realizadas por el departamento de campo, monitoreando los procesos del manejo integrado de plagas, en el Ingenio Magdalena, S. A. Así mismo dentro del monitoreo de las labores realizadas se evaluó el trabajo de caporales y personal de plagas. Los muestreos de incidencia y severidad sirvieron para determinar el estado de los cañaverales y conocer que plagas estaban causando daño para brindarles un manejo adecuado. Existieron tres principales muestreos que se realizaron durante el periodo de práctica profesional, estos fueron: muestreo de plagas del tallo en cosecha, de rata cañera y de barrenador post cosecha. El muestreo de plagas en cosecha se llevó a cabo para cumplir objetivos de determinar la calidad de caña que se llevaba a fábrica para ser molida y muestrear las principales plagas que afectaron al cultivo durante la temporada pasada y así poder dar énfasis al manejo de esas plagas en la siguiente temporada. El muestreo de rata se realizó 60 días después de corte. Por último, el muestreo de barrenador post cosecha se realizó 45 días después de corte en los lotes que presentaron un porcentaje de intensidad de infestación mayor al 5% en el muestreo de plagas en cosecha. Al analizar los resultados obtenidos, pudo inferirse que, aunque los valores medios de infestación fueron bajos, las plagas clave presentaron niveles de daño superiores a lo aceptable en sitios puntuales por lo que no pueden tomarse decisiones con base en ellos.

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el cultivo de caña de azúcar y la agroindustria azucarera se ha convertido en una de las principales fuentes de divisas para el país y generadora de empleos en la economía guatemalteca. Sus 12 ingenios y las 5 organizaciones que la integran contribuyen decisivamente al desarrollo de varios municipios del país y de más de un millón de personas, con lo que se constituye en un factor determinante para el progreso de Guatemala (ASAZGUA, 2014).

De acuerdo con la Asociación Azucarera Guatemalteca (ASAZGUA), los 12 ingenios que operan en el país se encuentran ubicados en 4 departamentos de la costa del Pacífico. Durante la zafra 2012-2013 dichas fabricas cultivaron aproximadamente un área de 235 mil hectáreas, lo que representa un 2.2% del área total cultivada en Guatemala, en las que se produjeron 20.8 millones de toneladas de caña molida, lo cual posicionó a Guatemala entre los primeros lugares productores de azúcar a nivel mundial. Adicional a esto, los 12 ingenios generan alrededor de 350 mil empleos directos e indirectos en época de zafra. De esa suma, 35 mil empleos corresponden a cortadores de caña.

La caña de azúcar la materia prima para la obtención de azúcar en los ingenios es necesario que se obtengan altos rendimientos de producción en campo, para ello se debe brindar un manejo adecuado e integral de plagas durante todo el proceso de producción agrícola. Dentro de las plagas consideradas de importancia económica en el cultivo de la caña de azúcar se encuentran los insectos, plagas que son causa frecuente de pérdidas importantes en rendimiento y producción agrícola; por ello, es indispensable la detección y control de dichos agentes perjudiciales en el momento adecuado, unido al empleo de métodos de lucha efectivos.

2. ANTECEDENTES

2.1 Revisión de Literatura

2.1.1 Generalidades e importancia de la caña de azúcar. Es originaria del continente asiático. Es una planta herbácea perenne, que tiene la capacidad de adaptarse a condiciones climatológicas con características similares al trópico y subtropico. Tiene una tolerancia alta en cuanto a la altura sobre el nivel del mar, debido a que es capaz de desarrollarse desde los 20 hasta los 1623 msnm (Pérez, 2013).

La caña de azúcar es el cultivo que tiene mayor importancia en la producción de edulcorante a nivel mundial. El área total de siembra de este cultivo es de 19.24 millones de hectáreas, aproximadamente, distribuidas en el continente asiático 42.5%, América 47.7%, África 7.4%, y Oceanía 2.4% (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2002).

Este cultivo tuvo su inicio en Guatemala a finales de la década de los 80 y tomó un gran auge en la década de los 90. A partir de esta década la agroindustria azucarera comenzó a posicionarse a nivel mundial, y se ubicó entre los diez países más importantes en volúmenes de exportación, según la International Sugar Organization (ISO) (Asociación de azucareros de Guatemala, 2014).

Cabe mencionar que hoy en día la caña de azúcar es uno de los cultivos que tiene una de las mayores extensiones de tierra sembradas en Guatemala, alcanzando aproximadamente 260,000 hectáreas. La caña de azúcar es uno de los rubros que genera más divisas para el país. La agroindustria azucarera en Guatemala se compone por 12 ingenios, que producen 2,782,693 TM anuales de azúcar en conjunto; generando un incremento de la producción del 11% en la zafra del 2012-2013, ubicando al país en el tercer lugar a nivel mundial en cuanto a la productividad TM/ha (Asociación de azucareros de Guatemala, 2014).

La zona cañera se centra en la costa sur de Guatemala (figura 1) se encuentra ubicada entre las coordenadas geográficas 91°50'00" - 90°10'00" Longitud Oeste y 14°33'00" - 13°50'00" Latitud Norte. Geopolíticamente está localizada en los departamentos de Retalhuleu, Suchitepéquez, Escuintla, Santa Rosa y actualmente se está expandiendo hacia el departamento de Jutiapa (Contreras, 2009).

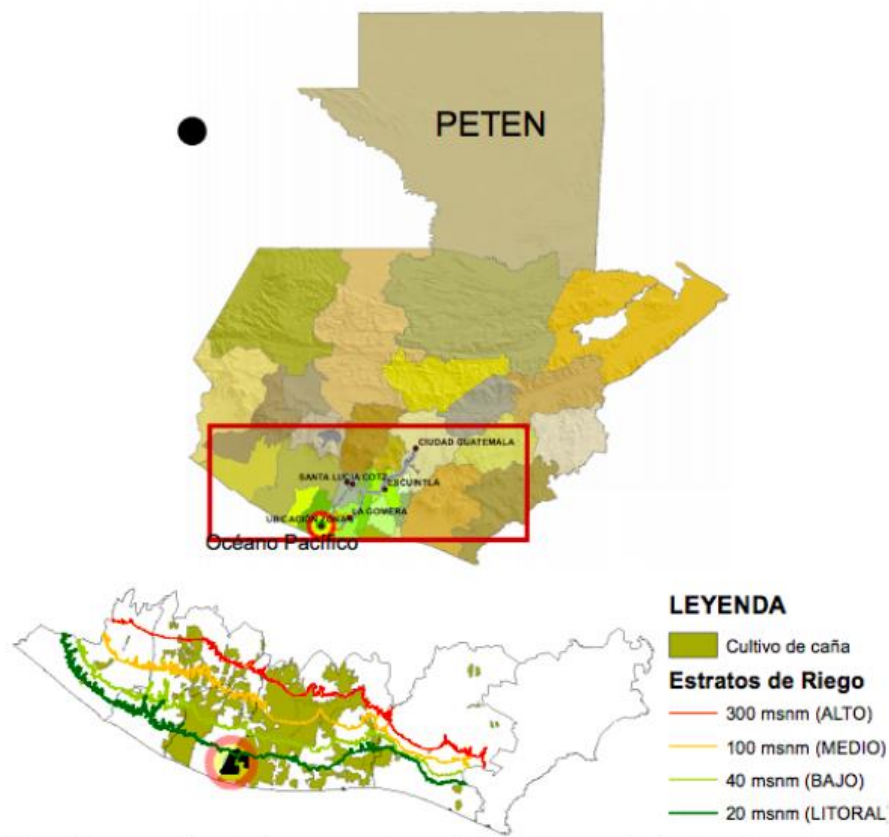


Figura 1. Mapa de ubicación de la zona cañera en Guatemala (Santos, 2014).

2.1.2 Plagas insectiles que afectan al cultivo de la caña de azúcar. Según Subiros (2000), la caña de azúcar es un monocultivo que se siembra en áreas extensas, alterando así el equilibrio natural. Esto permite que algunas plagas se desarrollen y reproduzcan, al existir una gran cantidad de sustrato para alimentarse. Actualmente existen aproximadamente 1500 especies de insectos que son considerados como plagas para este cultivo. La densidad y la distribución de las especies de plagas en un área, está determinada íntimamente con los factores edafoclimáticos.

El cultivo de la caña de azúcar es atacado por diversas especies de plagas desde la siembra o rebrote hasta el momento de la cosecha, estas plagas reducen el rendimiento e incrementan los costos de producción. Entre las plagas que tienen mayor importancia en este cultivo se encuentran:

2.1.2.1 *Phyllophaga* spp. Los adultos son escarabajos de tamaño medio de 1.0 a 2.5 cm de longitud de color marrón amarillento a marrón oscuro dependiendo de la especie (figura 2). Aparecen poco después de las primeras lluvias (mayo) y se mantienen hasta octubre en dependencia de las condiciones climáticas. Las larvas son rizófagas. Pasan por tres estadios a lo largo de un periodo de 21 a 31 semanas. Las larvas del primer y segundo estadio, se alimentan de materia orgánica y raíces fibrosas, durante aproximadamente de cuatro a seis semanas. Las larvas del tercer estadio son las de mayor importancia al alimentarse de gran manera de las raíces de las plantas por aproximadamente de 5 a 8 semanas.

Las plantas dañadas presentan síntomas de un amarillamiento periférico, crecimiento lento y raquítico, las cepas enteras son susceptibles al acame, el sistema radical es poco y la planta no tiene anclaje ni se puede nutrir, su rendimiento disminuye y puede morir (Osorio, 2007).



Figura 2. Fotografía de especies del género *Phyllophaga* sp. (CENGICAÑA, 2014).

2.1.2.2 *Aeneolamia* spp. Es conocida por su nombre común “chinche salivosa” o “salivazo”. Esta especie presenta metamorfosis incompleta, pasa por tres estados de desarrollo: huevo, ninfa y adulto. Los huevos son de dos tipos: unos de corto desarrollo y otros con diapausa, que puede ser corta, media o larga. Son alargados con una longitud promedio de 1 mm y 0.3 mm de diámetro, con superficie lisa, de color blanco cremoso (López y Pérez, 2012).

Según López y Pérez (2012), las ninfas cuando eclosionan se introducen dentro del suelo, se adhieren y parasitan las raíces de la caña chupando la savia; las ninfas son de color cremoso. Durante el 4° y 5° estadio ninfal que se presenta durante el inicio de una nueva temporada de lluvias, con el aumento en la temperatura y humedad relativa, el insecto emerge del suelo cubriéndose con una espuma o masa fluida semejante a saliva que protege a la ninfa de sus enemigos naturales y le brinda la humedad que requiere para completar su condición de adulto.



Figura 3. Fotografía del daño en hojas causado por *Aeneolamia* spp.

Los adultos son bastante activos ya que saltan cuando se les perturba o molesta. La hembra es capaz de depositar de 40 a 100 huevecillos por postura aproximadamente. El insecto

adulto absorbe la savia e inyecta al mismo tiempo sustancias enzimáticas que destruyen el protoplasma de las células originando la muerte del tejido (López y Pérez, 2012).

Es uno de los principales problemas en el cultivo de la caña de azúcar, se presentan en todas las zonas cañeras de Guatemala, provocando grandes daños al cultivo de la caña de azúcar, su desarrollo se ve favorecido por la alta humedad relativa. Son numerosos los daños que causan en las hojas, uno de los principales daños causados es la típica intoxicación sistemática que se le conoce como “quema de las hojas”. En la caña en proceso de maduración la quema de las hojas reduce el proceso fotosintético, acorta los entrenudos y seca la planta. La caña que está en una etapa fenológica pequeña y en proceso de crecimiento se quema notablemente rápido, aparecen hojas nuevas causando un estado de debilidad general en la plantación, este proceso tóxico puede causar la pérdida total de lotes en las fincas (Osorio, 2007).

2.1.2.3 *Diatraea* spp. Son insectos lepidópteros. Comúnmente se les conoce como “barrenador del tallo”. Los adultos son polillas de color pajizo, de 15 a 17 mm de longitud aproximadamente. Presentan los palpos extendidos hacia delante y presentan además dos líneas oscuras oblicuas y un punto central en las alas delanteras. Las hembras depositan de 400 a 500 huevos en masas de hasta 15 a 35 huevos protegidos por una sustancia que se solidifica y le da a la oviposición una apariencia de escama de color blanco-amarillento (Sistema Nacional Argentino de Vigilancia y Monitoreo de Plagas, 2017).

El resultado de las pérdidas es por la actividad alimenticia del estado larvario, que perfora y construye galerías en los tallos (figura 4). El mayor efecto se produce en el deterioro de la calidad del jugo, el cual se asocia con la proliferación del muermo rojo (*Colletotrichum falcatum*) que produce una reducción en los grados brix, así como un aumento en el porcentaje de fibra (Osorio, 2007).



Figura 4. Larva de *Diatraea saccharalis* perforando el tallo.

2.1.2.4 *Sigmodon hispidus*. Conocida comúnmente como rata cañera, constituye una plaga de mucha importancia para el cultivo de caña de azúcar, ya que causan pérdidas considerables para la agroindustria azucarera debido a la disminución significativa en los rendimientos industriales y agrícolas. El cultivo de caña de azúcar al ser un agroecosistema modificado por el hombre, presenta condiciones adecuadas para que se establezcan poblaciones críticas de ratas en niveles importantes que provocan que estos roedores sean catalogados como plaga al cultivo (Angulo y Conejo, 2006).

Según Angulo y Conejo (2006), la comúnmente conocida como rata cañera (*Sigmodon hispidus*) es una especie muy prolifera, las hembras son poliestricas continuas, su gestación oscila entre 21-23 días. Tanto las hembras como machos alcanzan su madurez sexual a los 3 meses de edad y el promedio de embriones por camada oscila entre 5 - 8 miembros, la vida productiva de los adultos es aproximadamente de un año.



Figura 5. *Sigmidon hispidus* hembra con sus crías (Angulo y Conejo, 2006).

Comúnmente el daño que causa este roedor en la caña de azúcar es grave, el perjuicio principal se presenta en la base de los tallos, donde la roedura predispone el acame (postración de los tallos) y muerte de estos, también se ha observado en algunos casos que la roedura puede alcanzar la totalidad del tallo. Asimismo, la intensidad de daño provocado por el roedor es variable, frecuentemente el daño se caracteriza por lesiones que van de leves hasta daños severos en el entrenudo de los tallos, provocando el ingreso de enfermedades como el muermo rojo, o bien causando una pérdida de tonelaje por hectárea cortada (Angulo y Conejo, 2006).

2.1.3 Manejo integrado de plagas. El manejo integrado de plagas consiste principalmente en la utilización inteligente de los recursos que estén disponibles con el objetivo de reducir las densidades de plagas por debajo del umbral económico, esto quiere decir, que el daño causado ya no justifique el costo y esfuerzo de ejercer más acciones de combate. Antes de recurrir al control químico, es mejor considerar como prioridad otras técnicas de manejo, como la implementación de las buenas prácticas agrícolas y el control biológico. Esto no quiere decir que el control químico se tenga que omitir, sin embargo, se puede complementar, reduciendo la dosis o frecuencia de aplicación y así asegurar una mejor eficiencia (Coto y Saunders, 2004).

Según Coto y Saunders (2004), las plagas agrícolas corresponden a animales, malezas y patógenos, cuya presencia en abundancia afecta los bienes de la especie humana. Esto puede implicar desde la destrucción total de determinado cultivo hasta pequeños daños que reducen la calidad y el valor del producto final en el mercado. Las plagas de tipo agrícolas se pueden dividir en cuatro grupos principales, dependiendo de su importancia y su comportamiento en el campo. La acción necesaria para combatir estas plagas varía en cada caso.

2.1.3.1 Plagas claves o primarias. Están presentes casi siempre y se puede esperar que causen pérdidas significantes en cada temporada de cualquier cultivo. Su densidad poblacional fluctúa poco relativamente de un año a otro. Muchas veces combatirlo de forma natural o biológica puede ser insuficiente para mantener a las poblaciones por debajo del umbral de daño económico; y las medidas de combate son casi siempre necesarias en cada temporada.

2.1.3.2 Brotes de plagas. A menudo ocurren o inciden en el cultivo en un grado bajo, pero son capaces de aumentar de forma súbita y masiva, usualmente como respuesta a períodos de clima favorable. Este aumento puede ocurrir directamente dentro del cultivo o en hospederos alternos, creando una repentina invasión desde afuera; dicha invasión generalmente es breve, local y tienden a presentarse durante el mismo año.

2.1.3.3 Plagas secundarias o intermitentes. En la mayoría de los casos se encuentran presentes en el cultivo en bajas densidades, debido a la presencia de sus enemigos naturales, y se mantienen sin causar daños significantes durante varios años. Sin embargo, en algunas ocasiones puede ser necesario aplicar medidas de combate cuando:

- 1) Las condiciones edafoclimáticas retardan el crecimiento del cultivo o amplían su periodo de susceptibilidad, provocando mayor daño con un efecto acumulativo sobre el cultivo.
- 2) Por la acción combinada con otras plagas menores.

- 3) Cuando el uso excesivo de aplicaciones químicas durante un largo período ha eliminado el combate natural e inducido el resurgimiento de la plaga.
- 4) cuando las condiciones ambientales son favorables para su desarrollo; cabe destacar que se debe llevar a cabo un combate químico en casos especialmente severos de infestación.

2.1.3.4 Vectores. La mayoría de las veces causan poco o ningún daño por sí mismo, pero son importantes en bajas densidades ya que tienen la capacidad de transmitir enfermedades a las plantas. La manera más eficaz de evitar pérdidas significantes en el cultivo es sembrar variedades resistentes o tolerantes ya sea al vector, o bien a las enfermedades.

Conforme la popularidad del cultivo de caña de azúcar iba creciendo durante la primera mitad del siglo XX, así también se iban desarrollando productos insecticidas, como el D.D.T, en ese tiempo se pensó que se había encontrado la solución para combatir todos los insectos; sin embargo, no fue así. A partir de los años 50, se comenzaron a desarrollar productos sistémicos que al principio controlaron de manera eficaz y económica las plagas. Estas consideraciones variaron sustancialmente, ya que cada vez era necesario aplicar dosis mayores para controlar eficazmente los insectos; así también comenzaron a aparecer nuevas especies de insectos que atacaban el cultivo y que antes no ocasionaban ningún daño económico. Con las aplicaciones descontroladas de estos agroquímicos, se observó mayor resistencia de los insectos y se presentaron alteraciones en el equilibrio biológico (Subirós, 2000).

Por lo anteriormente expuesto, se han estado realizando investigaciones a nivel mundial dirigiendo sus esfuerzos al desarrollo de métodos de control menos perjudiciales para proteger los cultivos, como por ejemplo el control biológico, mediante el cual se emplean enemigos naturales como depredadores, parásitos y patógenos contra los insectos y las plagas.

2.1.4 Umbrales económicos. Coto (2004), señala que el umbral económico (UE) es el punto en el cual la densidad de una plaga está por debajo del nivel de daño económico (NDE), donde el costo del daño causado es igual al costo de tratamiento. La relación del costo de combate sobre el beneficio que se obtiene como resultado de este es menor a 1:1. El costo de combate se puede conocer con exactitud, sin embargo, es más difícil calcular el valor del beneficio obtenido.

2.2 Descripción de la actividad de la institución anfitriona

2.2.1 Localización. Las prácticas se llevaron a cabo en el Ingenio Magdalena S.A., ubicado en el kilómetro 99.5 Carretera a Sipacate, La Democracia, Escuintla, Interior de la Finca Bugarvilla Guatemala, C.A. (figura 6).

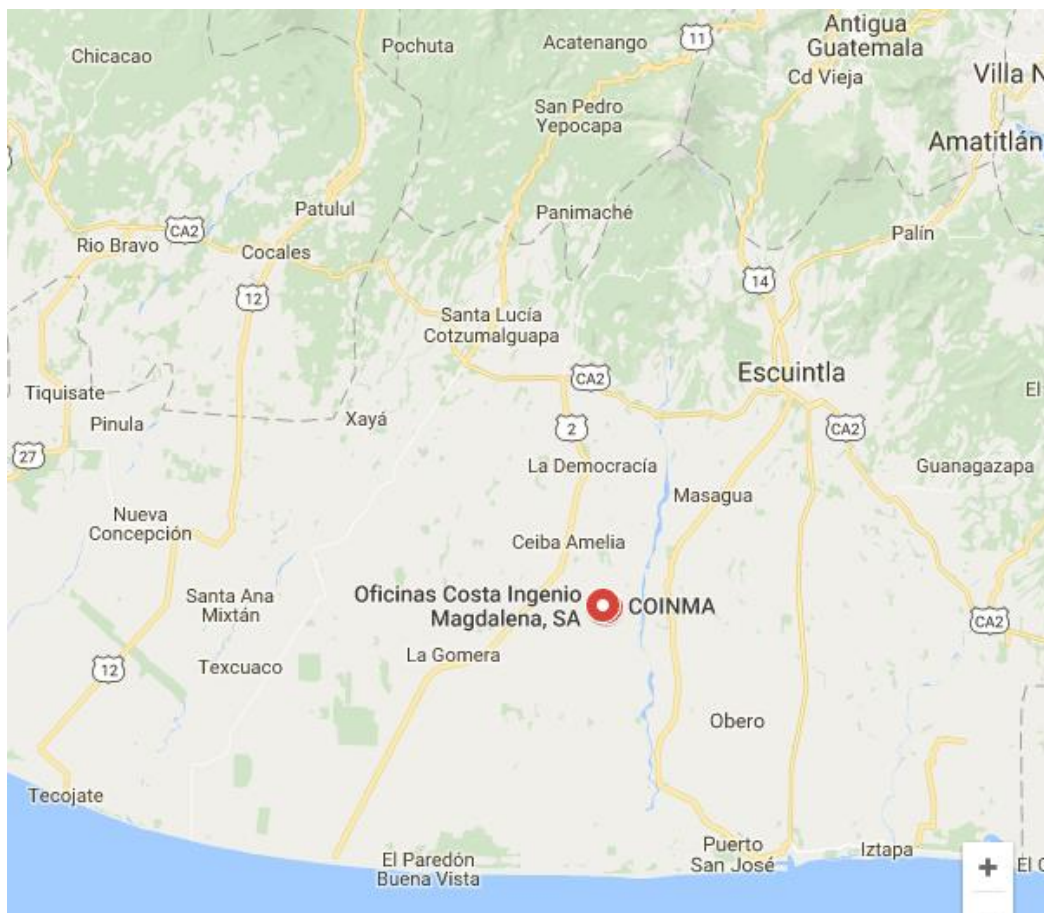


Figura 6. Mapa de la ubicación de las oficinas del Ingenio Magdalena (Google Maps, 2017).

2.2.2 Descripción de la empresa. El Ingenio Magdalena, S.A. es una empresa agroindustrial, dedicada a la producción de azúcar y sus derivados (alcohol, melaza, energía eléctrica).

El Ingenio Magdalena, era un ingenio que había sido inicialmente productor de mieles para alcoholes principalmente para el ron y en el año 1976 fue transformado en ingenio azucarero con una capacidad instalada para poder moler hasta 2000 toneladas cortadas diariamente. Después, instalaron cuatro molinos, a raíz de esto se amplió su capacidad instalada a 3,500 TM diarias que le permitió alcanzar en el período de zafra 1983-1984 una producción de 18,200 TM de azúcar (IMSA, 2017).

Durante la década de los 90, el ingenio Magdalena completó la instalación de los molinos 5 y 6, adicionándole terceras y cuartas masas, instalaron un segundo tándem con lo cual se alcanzó al final de la década una capacidad de molienda diaria de 20,000TM (IMSA, 2017).

En la década del 2000, el área industrial amplió su capacidad de molienda con la instalación de un tercer tándem de molinos con capacidad de 9,200 TM diarias. Con esta instalación, el Ingenio Magdalena se convirtió en el primer ingenio de la región en contar con 3 tándems de molinos en el mismo centro de producción, con un fuerte componente de tecnología de vanguardia que le permitió hacer más eficiente su molienda. (IMSA, 2017).

Con 34 años de historia, este ingenio se ha transformado en el mayor productor centroamericano de azúcar y el segundo en América Latina, cuenta con la refinería más grande del mundo anexa a un ingenio. También es el tercer generador de energía eléctrica del país y un importante productor de alcohol a nivel internacional (IMSA, 2017).

2.2.3 Organización de la empresa. El Ingenio Magdalena se encuentra organizado por varios departamentos con el objetivo de realizar todas las actividades correspondientes de una manera eficiente y eficaz (figura 7), la realización de la práctica profesional se llevó a cabo en la superintendencia de campo (Ruíz, 2012).

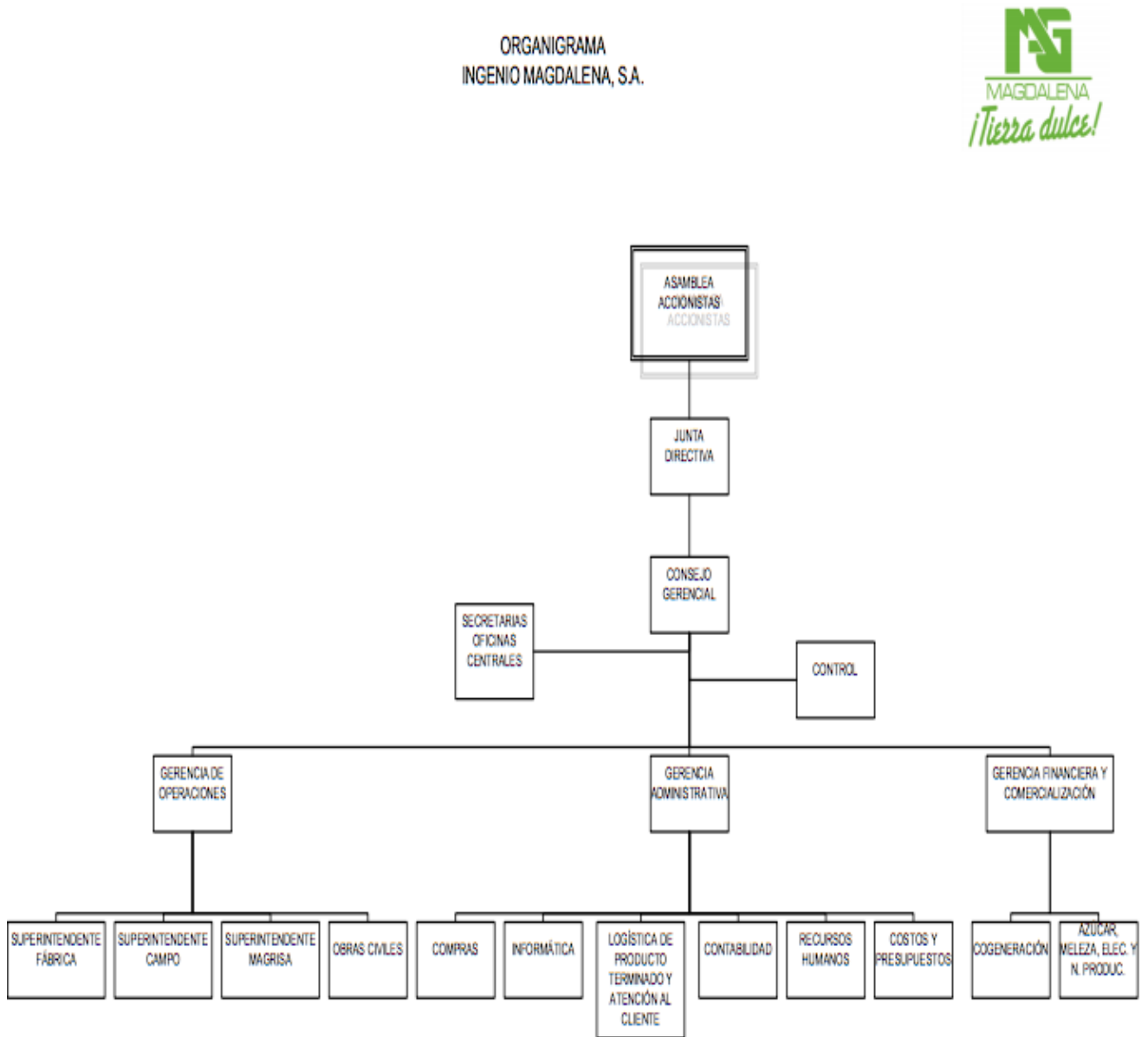


Figura 7. Organigrama del Ingenio Magdalena S.A. (Ruiz, 2012).

2.2.4 Descripción del área específica de acción en la institución. La Sistematización de Práctica Profesional se enfocó principalmente en las actividades realizadas por la Superintendencia de Campo, específicamente en el área de Servicios Técnicos Agrícolas (STA) que tiene como una de sus principales funciones la supervisión del manejo integrado de plagas que se le brinda a todas las fincas del ingenio.

La superintendencia de campo tiene a su cargo la administración de la información de productividad, planificación y ejecución de todas las actividades de campo (fertilización, riego, manejo de herbicidas, manejo integrado de plagas), desde la preparación del terreno hasta la cosecha.

3. CONTEXTO

3.1 Eje de Sistematización

Se participó en el monitoreo del manejo integrado de plagas en el departamento de campo, en donde se supervisaron los muestreos de incidencia y severidad de cada plaga que afecta el cultivo de caña de azúcar con el fin de brindar un plan de manejo adecuado y obtener resultados para conocer la eficiencia de las aplicaciones realizadas.

3.2 Necesidad Empresarial

Ingenio Magdalena, S, A. es una empresa agroindustrial que se dedica con exclusividad a la producción de azúcar y sus derivados. En todo el proceso de producción es necesario contar con mano de obra calificada y realizar cada una de las labores de forma eficiente y eficaz para reducir costos. Dentro del proceso de producción es de suma importancia el manejo que se le brinde a las plagas insectiles que afectan dicho cultivo, el objetivo fue realizar monitoreos periódicos de plagas que comunmente afectan al cultivo para poder encontrar un umbral de acción y poder aplicar una combinación de controles en el momento oportuno, antes que la plaga cause una merma en la producción, y, para poder llevar a fabrica la mejor materia prima posible. El manejo integrado de plagas reúne una serie de actividades continuas que necesita de una supervisión para garantizar que las labores se realicen conforme lo indica la metodología. El impacto potencial de las plagas en el cultivo de caña implica un riesgo económico y fitosanitario tan alto que se requiere una inversión seria de capital económico y humano en su gestión; el departamento en el que trabajé, tiene la misión de generar información, orientar la mejor toma de decisiones en términos de manejo de plagas así como la implementación de las medidas fitosanitarias correspondientes.

3.3 Justificación

Conforme ha pasado el tiempo y el ingenio ha ido creciendo y tecnificándose más, también han aparecido ciertos inconvenientes en el manejo del cultivo de caña de azúcar.

Uno de estos inconvenientes ha sido la aparición de distintos tipos de plagas en el cultivo; y el inconveniente se ha agravado ya que ciertas plagas se han vuelto más resistentes a los plaguicidas. Por lo que el ingenio se ha visto en la necesidad de estudiar y experimentar diferentes tipos de

control e implementar un manejo integrado de plagas para evitar que el rendimiento del cultivo se vea mermado por daño de plagas y esto represente pérdidas económicas. El cultivo de la caña de azúcar es comúnmente atacado por diversas especies de plagas desde la siembra o rebrote hasta el momento de la cosecha, estas plagas reducen el rendimiento e incrementan los costos de producción.

Por lo anteriormente expuesto, el ingenio consideró como una necesidad el darle seguimiento y supervisión al manejo integrado de plagas implementado, y así garantizar que el proceso se está realizando conforme lo indica la metodología tratando de economizar al máximo los costos de producción.

Por lo tanto, se desarrolló la práctica profesional en el área de manejo integrado de plagas, llevando a cabo una supervisión en los monitoreos y muestreos periódicos realizados de las principales plagas que generan mayor daño económico al cultivo, generando una base de datos en el sistema informático, con el objetivo de contar con antecedentes y brindarle principal atención y manejo a los lotes que han sido endémicamente atacados por las principales plagas insectiles.

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo General

Participar en los procesos que se llevan a cabo en el manejo integrado de plagas en el cultivo de caña de azúcar.

4.2 Objetivos Específicos

Calcular la incidencia y severidad de las principales plagas que dañan el cultivo de caña de azúcar.

Monitorear los muestreos y las aplicaciones de control de plagas con forme a la metodología de la institución anfitriona.

Analizar los resultados que se obtienen luego de la implementación o aplicación de un control.

Realizar una base de datos por cada plaga estudiada.

5. PLAN DE TRABAJO

5.1 Programa Desarrollado

El objetivo principal de la Práctica Profesional fue apoyar al departamento de campo en la Región Central Norte, administración Buganvilia, la cual está compuesta por 4 zonas y cada una de ellas contiene varias fincas:

Cuadro 1.

Fincas pertenecientes a la zona I de la administración Buganvilia.

Nombre de finca	Código de finca	Área (ha)
Buganvilia	11	787.12
La Quijada	42	163.65
Varsovita	52	140.22
El Rincón	62	150.74
Campo Libre	131	65.58
Miraflores	153	157.83
Agua Zarca	155	17.26
Varsovia Guzmán	336	121.03
Rancho Santa Lucía	341	4.41
Retana	390	16.94

Cuadro 2.

Fincas pertenecientes a la zona II de la administración Buganvilia.

Nombre de finca	Código de finca	Área (ha)
Varsovia I	172	205.47
Josefina	366	126.13
Mérida	367	145.24
Polonia	377	1543.95

Cuadro 3.

Fincas pertenecientes a la zona III de la administración Buganvilia.

Nombre de finca	Código de finca	Área (ha)
El Mirador	362	862.51
San Jorge	363	41.73
Santa Teresa	365	149.85
Luceros	372	941.58
Santa Isabel II	379	69.57
Dinamarca	381	151.86

Cuadro 4.

Fincas pertenecientes a la zona IV de la administración Buganvilia.

Nombre de finca	Código de finca	Área (ha)
Santa Rita	12	574.62
Santa Mónica	13	393.60
San Carlos Arzú	83	164.42
El Carmen Guadalupe	157	279.38
La Selva	291	298.27
La Fuerzeza	292	38.47

Tomando en cuenta todas las fincas, el área de estudio sumó un total de 7,611.43ha. Se realizó una supervisión y evaluación de todos los procesos que se llevan a cabo en el manejo integrado de plagas, en las fincas anteriormente enlistadas, desde los muestreos de niveles de plaga, hasta la obtención de resultados después de la aplicación de un control. Esto con el propósito de determinar si todas las labores se estaban realizando como lo indica la metodología de la empresa, y así por medio de esta supervisión se pudo enmendar ciertas actividades en las cuales existía baja eficiencia; con ello se logró garantizar que las decisiones que se tomaron en cuanto al manejo de plagas fueron las adecuadas.

5.1.1 Monitoreo de las principales plagas que se encuentran causando daño al cultivo.

Durante todo el proceso de la práctica profesional, se realizaron muestreos de plagas periódicos, en campo, destinados a estimar la abundancia, distribución y los tipos de plagas que se encuentran presentes en el cultivo y que causan daño económico. Estos muestreos se realizaron principalmente en lotes donde endémicamente ha existido daño. El objetivo principal de esta labor fue la obtención de umbrales de acción, es decir, la determinación del momento adecuado para realizar medidas de control ya sea por medio de la aplicación de pesticidas químicos, liberación de enemigos naturales, colocación de trampas u otras formas de control. A través de este manejo se logró minimizar el daño de las plagas en el cultivo.

5.1.2 Base de datos e investigación del comportamiento y ciclo biológico de las plagas presentes.

Esta actividad fue exclusivamente de oficina, es decir, cuando se estaba realizando la labor de monitoreo se llenaron boletas en campo (ver anexos) con el objetivo de estimar la abundancia de plagas. Los resultados obtenidos de la identificación y monitoreo de las plagas se llevaron a un documento de Excel para llenar y obtener una base de datos donde se tenía un rango que determina si sobrepasa el umbral de daño económico (UDE); también fue de ayuda tener dicho documento para poder contar con un historial de los lotes monitoreados. Se realizaron investigaciones documentales para conocer específicamente el comportamiento de dichas plagas y su ciclo biológico para saber en qué etapa y fechas es en la que causan mayor daño al cultivo, y con esto, mediante antecedentes e investigaciones, implementar o aplicar un tipo de control oportuno.

5.1.3 Interpretación de los resultados obtenidos luego de aplicar el control oportuno.

Después de obtener los resultados del monitoreo, se tomaba la decisión y se programaba la aplicación de un control oportuno para cada plaga específica que estuviera afectando el cultivo de caña de azúcar en ese momento; luego de haber aplicado el control programado, al cabo de unos días (dependiendo del tipo de plaga), se llevaban a cabo nuevamente monitoreos para recopilar datos y agregarlos a la base de datos para conocer la dinámica poblacional de cada plaga estudiada. La interpretación de los resultados se presentó a la empresa mediante gráficas y cuadros.

5.2 Indicadores De Resultado

- Porcentaje de infestación e intensidad de infestación de plagas del tallo en cosecha por cada lote muestreado.
- Promedio de larvas/hectárea de barrenador del tallo en cada lote muestreado 45 días después de corte.
- Promedio de ratas/hectárea en cada lote muestreado 60 días después de corte.

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Supervisión en los muestreos de incidencia y severidad de las principales plagas que dañan el cultivo e implementación de manejo integrado

Durante todo el periodo de sistematización de práctica profesional, se realizaron muestreos periódicos de incidencia y severidad de las principales plagas que se encontraban causando daño económico en ese momento, en la región Central Norte, administración Buganvilia. Se llevaron a cabo 3 principales muestreos de plagas, el primero fue:

6.1.1 Muestreo de plagas en cosecha. La identificación del daño por plagas del tallo en cosecha, consistió en muestrear los tallos al momento del corte, y así se pudo determinar el estado de la caña como materia prima que se estaba entregando a fábrica para ser procesada. Se evaluaron los daños causados por cuatro principales plagas que son las que comúnmente atacan el tallo durante el ciclo fenológico del cultivo, estos daños son: 1.- daño por barrenador mayor, 2.- daño por rata, 3.- daño por ronrón cornudo, y 4.- daño por termita.

Se evaluó que el personal de plagas estuviera cumpliendo con la metodología de este muestreo realizando una muestra compuesta de 5 sub-muestras de 4 tallos cada una por hectárea, recolectando un total de 20 tallos distribuidos espacialmente de la siguiente manera (ver figura 8).

La primera entrada se realizó en la chorra número 3, se tomaba la primera sub-muestra de 4 tallos a los 25m y se continuaba tomando las siguientes sub-muestras a cada 50m, hasta salir del otro lado del lote o pante.

La segunda entrada se realizó en la chorra número 6, se tomaba la primera sub-muestra de 4 tallos a los 50m y se continuaba realizando las siguientes sub-muestras a cada 100m, hasta salir del otro lado del lote o pante.

La tercera entrada se realizó en la chorra número 9, se tomaba la primera sub-muestra de 4 tallos a los 25m y se continuaba tomando las siguientes sub-muestras a cada 50m, hasta salir del otro lado del lote o pante. Con esta entrada se terminaba de muestrear una hectárea.

La cuarta entrada se realizó en la chorra número 14, se tomaba la primera sub-muestra de 4 tallos a los 25m y se continuaba tomando las siguientes sub-muestras a cada 50m, hasta salir del otro lado del lote o pante. Con esta entrada se comenzaba a muestrear una nueva hectárea. Y se continuaba recolectando las siguientes sub-muestras repitiendo el orden indicado.

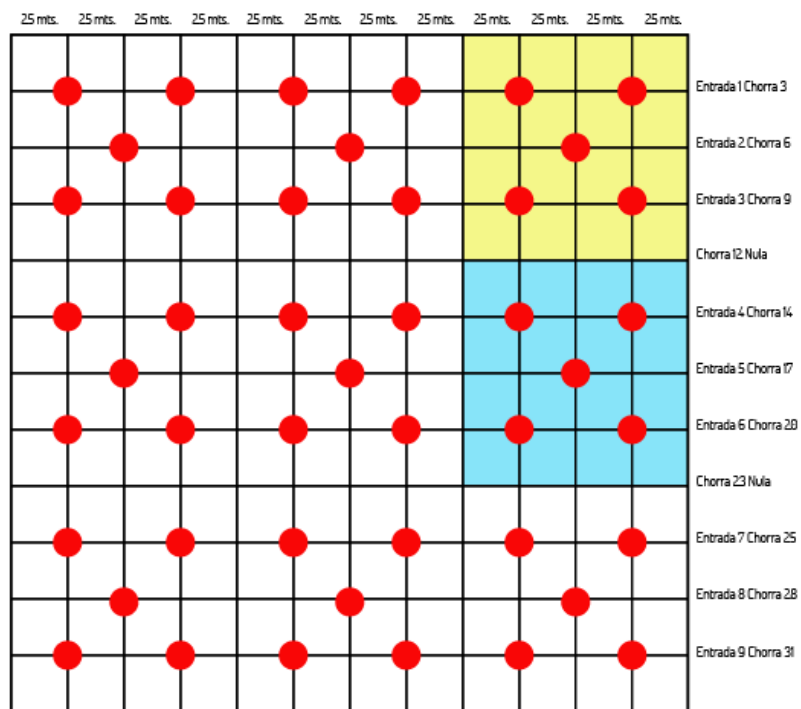


Figura 8. Plano de distribución espacial de las sub-muestras de plagas del tallo en cosecha (Badilla, 2014).

Para evaluar el daño por plaga que tenía el cañaveral en un lote determinado se realizó el siguiente procedimiento (ver figura 9): Por cada sub-muestra se tomaron 4 tallos al azar y se contaron el total de entrenudos, posteriormente se proseguía a anotar el dato en una boleta, luego se cortaba longitudinalmente cada uno de los tallos y se contaba el número de entrenudos dañados por barrenador, rata, ronrón cornudo y termitas, este dato también se iba anotando en la boleta; por último, se calculaba la infestación (i) y la intensidad de infestación (ii) por cada daño de plaga evaluado.



Figura 9. Muestreo de plagas del tallo en cosecha de caña de azúcar.

El cálculo realizado de i e ii se realizó por cada lote cosechado del área supervisada, y se realiza de la siguiente manera:

$$\% \text{ Infestación} = \frac{\text{Número de tallos dañados}}{\text{total de tallos}} \times 100$$

$$\% \text{ Intensidad de infestación} = \frac{\text{Número de entrenudos dañados}}{\text{total de entrenudos}} \times 100$$

Sin embargo, se determinó que en la zafra 2017- 2018 el ronrón cornudo y la termita no representaron mayor daño en los tallos muestreados, por lo tanto, se le dio mayor énfasis al barrenador mayor y a la rata cañera y se tomaron los siguientes criterios de manejo post cosecha según los resultados:

Todos los lotes donde el resultado de ii de barrenador fue igual o mayor al 5%, se programaron muestreos de corazón muerto a los 45 días después de corte (ddc). Y, todos los lotes donde el resultado de i de rata cañera fue igual o mayor al 3% se le programaron muestreo de roedores 60 ddc.

Con los datos obtenidos de los muestreos y los cálculos realizados en cada lote se pudo determinar que en promedio todos los lotes cosechados y muestreados hasta la semana 13 de la zafra 2017-2018 del área supervisada si tienen daño, pero no sobrepasa el umbral de daño económico (ver figura 10) para ninguna de las dos plagas estudiadas, sin embargo, existieron algunos lotes específicos en donde si hubo gran abundancia de barrenador y rata por lo tanto se les realizó un plan de manejo específico.

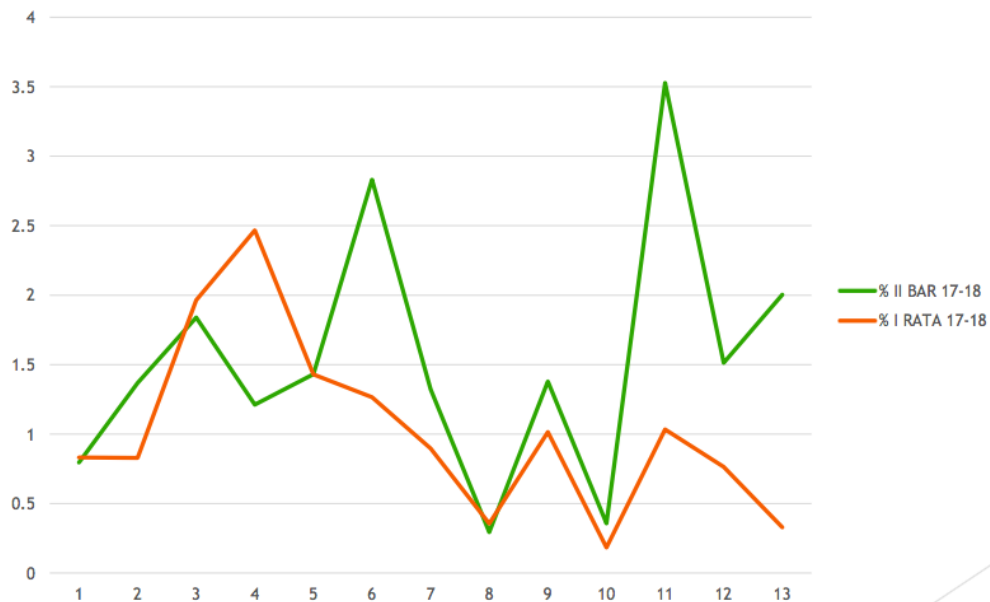


Figura 10. Gráfica del comportamiento de barrenador y rata cañera del total del área estudiada hasta la semana 13 de la zafra 2017-2018.

Con este muestreo se hizo posible obtener la siguiente información por lote:

- Se evaluó de la calidad con la que se estaba entregando la caña al final del ciclo,
- Se determinó la forma espacial, incidencia y severidad de daño ocasionado por las plagas,
- Se evaluó la efectividad de las labores de control de plagas realizadas durante todo el ciclo pasado y, por último,
- Se determinaron los lotes con mayor presencia de plagas para definir el plan de manejo a ejecutar para la siguiente temporada.

6.1.2 Muestreo de barrenador postcosecha. Se muestrearon todos los lotes que en el muestreo de plagas del tallo en cosecha salieron igual o mayor a 5% de ii. El muestreo de

barrenador postcosecha consistió en verificar los tallos con el meristemo apical muerto o lo que se le conoce comúnmente como cogollo o corazón muerto 35 días después de corte en la variedad CP-881165 ya que tiene un crecimiento precoz y 45 días después de corte en las demás variedades.

Se realizó la evaluación de la calidad y eficiencia del personal de plagas para realizar este muestreo, se realizaron 5 sub-muestras de 12 metros lineales cada una por hectárea, formando una muestra compuesta.

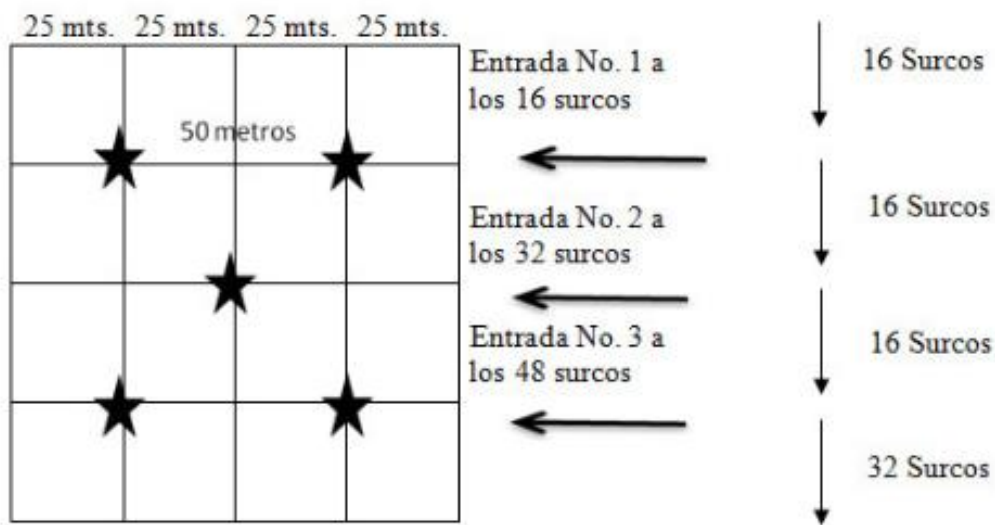


Figura 11. Distribución espacial de muestreo de barrenador de caña de azúcar (Badilla, 2014).

Primero se midieron 12 metros lineales al inicio y al final de estos 12 metros se le hace un nudo a la planta para tomarlo como referencia y que la muestra sea más precisa, luego se contó el total de tallos que hay en la sub-muestra, después se observó, se contó y se cortaron todos los tallos con el corazón muerto para determinar si el daño había sido causado por barrenador, rata, ronrón cornudo o daño mecánico y se introducían estos datos a la boleta; por último se abrieron los tallos con corazón muerto longitudinalmente y se contaron y recolectaron las larvas encontradas, este procedimiento se repitió por cada sub-muestra.



Figura 12. Supervisión de personal realizando muestreo de barrenador de caña de azúcar en etapa postcosecha.

Con estos datos se pudo determinar el % de corazón muerto, % de larvas recolectadas y el número de larvas por hectárea por medio de las siguientes fórmulas:

$$\% \text{ Corazón muerto: } \frac{\text{Número de tallos dañados}}{\text{Total de tallos}} \times 100$$

$$\% \text{ Larvas: } \frac{\text{Número de larvas}}{\text{Total de tallos}} \times 100$$

Larvas/ha: $\frac{\text{Total de larvas}}{12} \times 6667$ donde, el 12 representa los metros lineales de una sub-muestra y el 6667 los metros lineales de una hectárea.

Se realizaron tres tipos de control para el manejo adecuado del barrenador mayor, estos son control cultural, control biológico y control químico.

Control cultural: Dentro del control cultural se realizó una labor denominada entresaque, esta se realizaba 2000m² al cuadrante de la sub-muestra donde existió 2 o más larvas en el muestreo de barrenador postcosecha, ya que cada sub-muestra representa 0.2has. La técnica de entresaque consistió en utilizar un cuchillo o navaja y un costal cortando los tallos con corazón muerto, al ras del suelo y colocándolos dentro del costal, luego se cuenta el total

de tallos recolectados y se abren longitudinalmente para contar el número de larvas dentro de los tallos. Estos datos se colocaban en una boleta para luego calcular la eficiencia del entresaque con la siguiente fórmula:

$$\text{EF Entresaque} = \frac{\text{Total de larvas}}{\text{Total de tallos}} \times 100$$

Se determinó que este control es muy efectivo, ya que realizándolo se rompe el ciclo biológico de la larva y se extraen directamente de los focos en los lotes donde existió alta presencia, sin embargo, esta labor resulta tener un costo bastante alto, ya que la eficiencia del personal de plagas por jornal es baja siendo de 0.30has. debido a esto los administradores de fincas dejaron de ejecutar la labor para economizar costos de producción.

Control biológico: Con el objetivo de brindarle un manejo integrado al control de barrenador se ejecutaron aplicaciones de *Beauveria bassiana* que es un hongo que se aplica de forma líquida en los lotes con infestación alta de dicha plaga. Este hongo comienza su parasitismo cuando sus esporas entran en contacto con la cutícula del barrenador, una vez dentro las hifas crecen internamente destruyendo las estructuras del barrenador hasta que este último muere. La ventaja de este método es que dentro del ingenio se cuenta con un laboratorio de hongos entomopatógenos por lo tanto al ser el ingenio el propio productor del hongo el costo de aplicación es bajo, sin embargo, se determinó que el porcentaje de parasitismo fue de 20% al 25% dependiendo de las condiciones ambientales y la eficiencia de aplicación, al tener un bajo porcentaje de parasitismo, se recomendó aplicar en lotes donde el número de larvas estuviera levemente por encima del umbral de daño económico.



Figura 13. Larva de barrenador de caña de azúcar parasitada por *Beauveria bassiana*.

Control químico: Se programaron aplicaciones químicas en lotes donde el número de larvas por hectárea sobrepasará significativamente el umbral de daño económico, se observó que luego de la ejecución de control químico existió una gran población de larvas muertas (figura 14) o moribundas, por lo tanto la efectividad de este control fue bastante alto, sin embargo, se recomendó aplicar únicamente en lotes donde realmente fuera necesario ya que si se aplica constantemente el mismo producto en un mismo lote, las plagas comenzarán a generar resistencia.



Figura 14. Larva de barrenador de caña de azúcar muerta después de aplicación química.

6.1.3 Monitoreo de roedores. Esta labor se ejecutó en todos los lotes del área estudiada 60 días ddc que en el muestreo de plagas del tallo en cosecha tuvo un resultado igual o mayor al 3% de infestación. Se realizó la supervisión de este muestreo el cual consiste en la colocación de 5 cebos por hectárea. La primera entrada al lote se realiza en el surco número 4 y el cebo se coloca 5 metros hacia adentro del surco, el segundo a los 95m y los siguientes a cada 100m hasta salir del otro lado del lote. La segunda entrada se realiza en el surco número 35 y a los 50m hacia dentro se coloca el primer cebo y los siguientes a cada 100m hasta salir del otro lado del lote. El resto de entradas se colocan a 32 surcos, todas las entradas impares repiten la primera entrada y las pares la segunda entrada.

Luego de la colocación de los cebos se supervisó que se llenaran las boletas por cada lote monitoreado y detrás de dicha boleta se elaboraba un croquis esto debido a que a las 24 horas después de la colocación de cebos se recoge cada uno de ellos para determinar el tipo de mordida que tengan que puede ser por rata, hormiga o pájaro; entonces, el croquis ayuda a encontrar fácilmente donde se colocaron los cebos el día anterior.



Figura 15. Rata cañera consumiendo cebo aplicado en muestreo.

Se calculó el número de ratas por hectárea de cada lote monitoreado, para determinar cuáles de ellos necesitaban aplicación de control y a que dosis se debe aplicar, este cálculo se realizó mediante los datos obtenidos de las boletas recolectadas en campo las cuales eran ingresadas a la base de datos, la fórmula utilizada fue la siguiente:

$$\text{Ratas/ha} = \frac{10,000m \times \# \text{ cebos mordidos}}{45.62m^2 \times \# \text{ cebos colocados}}$$

Donde:

- 10,000m² Es el área de una hectárea.
- 45.62m² Es el área de acción de las ratas.

Dependiendo del número de ratas que había presente en cada lote muestreado se programaban aplicaciones con dos dosis distintas la primera a 1kg de Rodenticida/ha. (producto químico fabricado en la empresa) y la segunda a 2kg de Rodenticida/ha.

1kg/ha de producto se aplicaba en los lotes que tenían de 28 a 43 ratas/ha y los lotes con más de 43 ratas/ha se aplicaba a 2kg/ha, la dosis a aplicar fue posible obtenerla gracias a la fórmula de determinación del umbral económico que es la siguiente:

$$\text{Factor de pérdida} = \frac{\text{Promedio de entrenudos comidos rata} \times \text{días que come} \times \text{ton/rata}}{\text{Toneladas métricas}}$$

$$FP = \frac{1.5 \times 6 \times 1.4}{906} = 0.0139$$

$$\text{Umbral de daño económico (UDE)} = \frac{CC}{VTC \times FP \times EF}$$

Donde:

- CC= Costo de control 1kg= \$4.35, 2kg= \$6.76
- VTC= Ganancia de una tonelada de caña= \$16.00
- FP= Factor de pérdida= \$0.0139
- EF= Eficiencia de control= 0.7

$$UDE = \frac{\$6.76}{\$16.00 * \$0.0139 * 0.70} = 43 \text{ Ratas/ha.} = 2\text{kg (Badilla, 2014).}$$

Conociendo la dosis que se debía aplicar en cada lote muestreado, se programaron las aplicaciones de rodenticida correspondientes. Siendo la finca Polonia una de las más afectadas por rata ya que presentó altas poblaciones. Se realizó un mapa de dispersión de la finca (figura 16) para conocer los lotes que tenían mayor población y así darle mayor énfasis y seguimiento. Los lotes que están de color blanco son los que aún no se habían monitoreado porque no se había cumplido la fecha de la programación, los lotes de color verde son los que no sobrepasaron el umbral, los lotes de color rojo son los que sí lo sobrepasaron y que se programaron para aplicación de control. El 65% de los lotes muestreados sobrepasaron el umbral y fueron programados para aplicación de rodenticida.

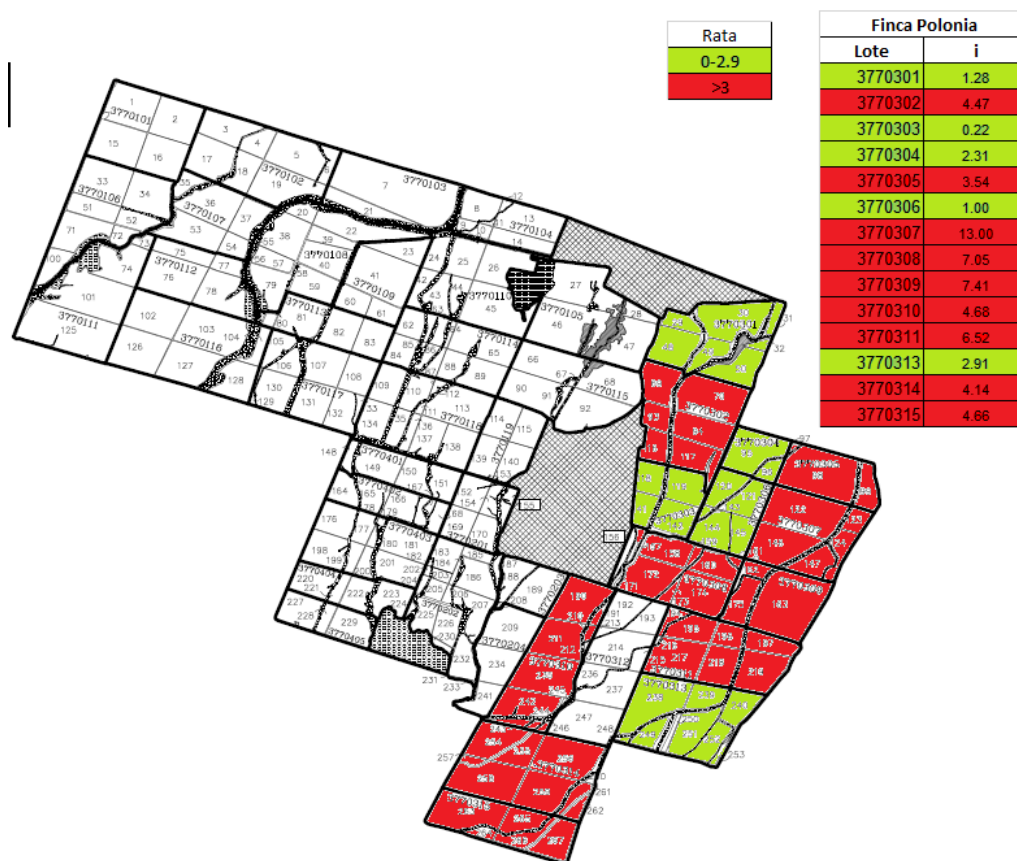


Figura 16. Mapa de dispersión de rata en finca Polonia.

6.2 Análisis de la información

Otros elementos que considerar en la discusión se generaron posteriormente en el análisis de la información, se determinó que, de acuerdo con los criterios de clasificación posibles, Región, Administración, Zona, Finca, Lote, sería imposible hacer un análisis estadístico representativo para toda el área estudiada, ya que en algunos casos el número de muestras obtenido tanto para barrenadores como rata fueron 1.

Con lo anterior, no podría calcularse apropiadamente la variabilidad asociada para construir un análisis estadístico, sin embargo, tomando todos los datos como una dispersión de las plagas, se intentó hacer un análisis basado en la distribución normal, sin embargo, para ambos casos, el valor resultante de la prueba Shapiro Wilks modificada, unilateral, reflejó un valor de $p < 0.001$ con lo que los datos no presentaron tal distribución.

El único indicador que podría aplicarse en este caso dado el número total de datos obtenidos, 60 y 116 para larvas de barrenador por hectárea y ratas por hectárea respectivamente, sería la relación media/varianza 0.004 de Larvas/ha y 0.064 de ratas/ha.

Éstos dos valores resultan importantes en la orientación de la toma de decisiones en manejo de plagas, aunque no se tenga distribución normal, reflejan que la variabilidad con respecto a la media es tan grande que podrían existir lotes con valores bajos o cero, frecuentes, para la presencia de ambas plagas, pero, por otro lado, ciertos puntos, concentrando altos valores para las variables.

De nuevo, la relevancia de los indicadores es que podrían tomarse medidas basadas en datos generales cuando se tienen plagas que se distribuyen y dañan en focos o con patrones aleatorios, de igual forma, se podría orientar a intensificar el muestreo en sitios o lotes donde se encuentre una presencia positiva y no seguir con el enfoque de abarcar toda el área.

7. CONCLUSIONES

Se participó en todos los procesos y actividades que se ejecutan en el manejo integrado de plagas, desde muestreos de plagas del suelo en siembra, hasta los muestreos de plagas del tallo en cosecha.

Se determinó el porcentaje de incidencia y severidad por lote de las principales plagas que dañan el tallo durante todo el ciclo fenológico de la caña de azúcar, siendo el barrenador del tallo el que causa mayor daño y al que se le brindó un manejo más preciso.

Se realizaron muestreos de población de plagas del tallo en cosecha, de barrenador del tallo y de rata. En los casos donde los resultados obtenidos de los muestreos fueron mayores al permitido por el umbral de daño económico que indica la metodología de la empresa, se ejecutaron aplicaciones curativas y preventivas.

Se determinó que las aplicaciones de controles curativos se estaban ejecutando eficientemente, ya que después de cada aplicación se realizó un muestreo y se observó que la dinámica poblacional disminuyó en cada lote aplicado.

Se realizó una base de datos, la cual permitió conocer las labores de manejo de plagas realizadas en cada lote del área de estudio.

8. RECOMENDACIONES

Innovar la metodología de muestreo de plagas del tallo en cosecha y de monitoreo de barrenador post cosecha, con el fin de aumentar la eficiencia de la labor y economizar costos, ya que con 5 sub muestras por hectárea ambos monitoreos tienen un costo elevado de mano de obra.

Debido al tamaño del área estudiada (7,611.43ha) no es posible ejercer un análisis estadístico representativo para toda la región, por lo tanto, es recomendable tomar decisiones con base en los datos obtenidos por lote monitoreado para determinar los focos donde existe mayor daño o presencia de plaga y brindarle un manejo adecuado y oportuno.

Brindar un programa de capacitación permanente y constante para los caporales y personal de plagas, con ello se lograría el desarrollo personal de cada colaborador, y aumentaría la eficiencia en cada actividad.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Angulo, A. y Conejo, A. (2006). *Determinación del Factor de Pérdida y Grado de Daño Provocado por la Rata Cañera (Sigmodon hispidus), en Plantaciones de Caña de Azúcar. Ingenio Taboga. Cañas, Guanacaste.*
- Asociación de azucareros de Guatemala ASAZGUA. (2014). *Informe anual de Zafra 2014.* Guatemala
- Badilla, F. (2014). *Manual de metodologías de plagas Ingenio Magdalena.* Escuintla, Guatemala.
- Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña De Azúcar, CENGICAÑA. (2014). *El cultivo de caña de azúcar en Guatemala.* Guatemala. 512p.
- Coto, D. y Saunders, J. (2004). *Insectos plagas de cultivos perennes con énfasis en frutales en América Central.* Universidad Earth, Costa Rica. 400p.
- González, L. (2012). *Análisis del impacto económico de plagas y malezas que provocan daño en el cultivo de caña de azúcar (Saccharum officinarum) en el Ingenio La Unión, Santa Lucia Cotzumalguapa, Escuintla.* Universidad de San Carlos de Guatemala. 101 p.
- Hernández, J. (2007). *Recomendaciones para disminuir la población de plagas de la raíz en caña de azúcar, en la finca bugambilia de Ingenio Magdalena en el municipio de la Democracia, Escuintla.* Guatemala, 105 p.
- Ingenio Magdalena, S.A., Guatemala. (2016). *Historia del Ingenio Magdalena.* Guatemala, Guatemala. Consultado el 1 de septiembre del 2017. Disponible en <http://imsa.com.gt/sitio/historia.html>
- López, J. y Pérez, W. (2012). *Hoja técnica: Mosca pinta de la caña de azúcar.* Veracruz, México. Consultado el 5 de septiembre del 2017. Disponible en <https://sites.google.com/site/moscapinta/hoja-tecnica>
- Márquez; J., Motta, V., López, E. y Velásquez, C. (2006). *Dinámica Poblacional del Gusano Alambre (Dipropus spp) en Caña de Azúcar. Campo. Finca Río Azul, Ingenio La Unión.*

Entomología-CENGICANA. En: Memoria presentación de resultados de investigación zafra 2005-2006. CENGICANA. Guatemala. 125-130p.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2002). Honduras. Extraído el 24 de agosto del 2017 desde http://teca.fao.org/sites/default/files/technology_files/T1639.pdf

Osorio, O. (2007). *Determinación de niveles de daño económico para Diatraea spp. (Fabricius) (Insecta:Lepidoptera, Pyralidae) en dos variedades de caña de azúcar (Saccharum officinarum) en la Democracia, Escuintla.* Tesis Ing. Agr. Guatemala, Guatemala, URL.

Pérez, B. (2013). *Evaluación de la calidad de corte de caña de azúcar, zafra 2014-2015.* Tesis Ing. Agr. Guatemala, Guatemala, URL. 59p.

Ruiz, I. (2012). *Diseño de los procesos y reorganización administrativa de los movimientos logísticos y plan de contingencia ante desastres naturales del Ingenio Magdalena, S.A.* Tesis Ing. Industrial. Guatemala, Guatemala, USAC. 442pp.

Santos, J. (2014). *Balance hídrico en el cultivo de caña de azúcar (Saccharum spp.) en época lluviosa en la región litoral centro, diagnóstico y servicios en la zona de producción seis (6), ingenio Madre Tierra, Guatemala, C.A.* Tesis Agronomía. Guatemala, Guatemala, USAC. 142pp.

Sistema Nacional Argentino de Vigilancia y Monitoreo de Plagas SINAVIMO. (2017). *Diatraea saccharalis.* Consultado el 5 de septiembre del 2017. Disponible en <http://www.sinavimo.gov.ar/plaga/diatraea-saccharalis>

Subirós, F. (2000). *El cultivo de la caña de azúcar.* 1ra edición. San José, Costa Rica. 448p.

10. ANEXOS

Anexo A. Boleta de muestreo de plagas en cosecha.

		Muestreo de plagas en cosecha						Código: RE-CAM-FTS-001 Versión: 01 Página: 1 de 1				
FITOSANIDAD												
Región		Zona						Fecha				
Finca		Lote						Mecanizado <input type="checkbox"/> Manual <input type="checkbox"/>				
Hectárea	Total		Clasificación de daño por plaga									
	Tallos	Entrenudos	Barrenador		Rata		Ron-Ron Cormudo		Termita		Muermo Rojo	
			Tallos	Entrenudos	Tallos	Entrenudos	Tallos	Entrenudos	Tallos	Entrenudos	Tallos	Entrenudos
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												
21												
22												
23												
24												
25												
26												
27												
28												
29												
30												
31												
32												
33												
34												
35												
36												
37												
38												
39												
40												
41												
42												
43												
44												
45												
46												
47												
48												
49												
50												
Y												
Cálculo												
Observaciones:												
Nombre del muestreador					Código				Firma			

Anexo B. Boleta de muestreo de barrenador postcosecha.



MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS
INGENIO MAGDALENA S.A.
DIVISION AGRICOLA



MUESTREO DE CORAZON MUERTO

1mdc 2mdc 3mdc 4mdc

No. Cortes: _____ VARIEDAD: _____

Admon: _____

FINCA: _____

FECHA: _____

LOTE _____

Nombre muestreador: _____ Codigo: _____ AREA _____ Prod. Ton/Has. _____

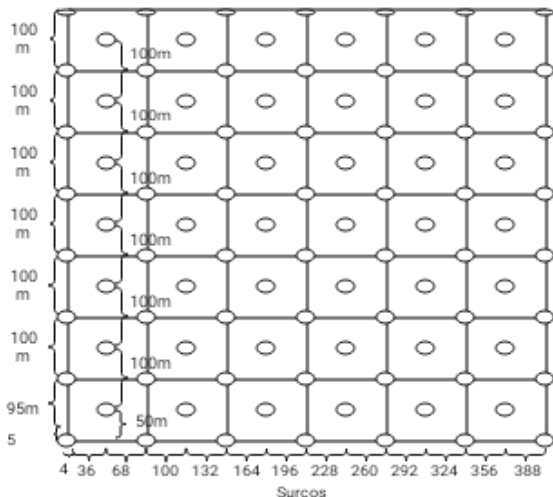
	Punto	No. Tallos	TALLOS con C.M.	BARRENADOR mayor	Rorrion Corn.	Rata	Daño Mec.	NO. DE LARVAS	Ralla Roja	Has.	Punto	No. Tallos	TALLOS con C.M.	BARRENADOR mayor	Rorrion Corn.	Rata	Daño Mec.	NO. DE LARVAS	Ralla Roja												
1	1									9	1																				
	2										2																				
	3										3																				
	4										4																				
	5										5																				
2	1									10	1																				
	2										2																				
	3										3																				
	4										4																				
	5										5																				
3	1									11	1																				
	2										2																				
	3										3																				
	4										4																				
	5										5																				
4	1									12	1																				
	2										2																				
	3										3																				
	4										4																				
	5										5																				
5	1									13	1																				
	2										2																				
	3										3																				
	4										4																				
	5										5																				
6	1									14	1																				
	2										2																				
	3										3																				
	4										4																				
	5										5																				
7	1									15	1																				
	2										2																				
	3										3																				
	4										4																				
	5										5																				
8	1									16	1																				
	2										2																				
	3										3																				
	4										4																				
	5										5																				
TOTAL											TOTAL																				

Observaciones:
5 muestras por has

Anexo C. Boleta de muestreo de roedores.



fecha _____ finca _____ lote _____ area _____
 Admon _____ edad de cañal _____ Muestreador _____



Totales
 Bolsitas Mordidas (BM): _____
 Bolsitas Colocadas (BC): _____

Pante _____

Área Improductiva: Linderos,
 Pozas, Quineles y Rumas.

Ratas/Ha. = $219 \times (BM/BC)$: _____

CONTROL

Dó sis	42-81 Ratas/Ha. = Aplicar 100 cebos/Ha.	Cada 4 surcos y cada 16.66mts.
	>82 Ratas/Ha. = Aplicar 200 cebos/Ha.	Cada 4 surcos y cada 8.33mts.

Observaciones: _____

Responsable: _____