



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
ÁREA INTEGRADA



**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

DIAGNÓSTICO DE PLAGAS EN EL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum officinarum*) EN FINCA "CONCEPCIÓN LA NORIA", INGENIO EL PILAR, S.A. DEL MUNICIPIO DE TIQUISATE, DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA, GUATEMALA C.A.

DOUGLAS ALEXANDER NAVAS CORADO

GUATEMALA, NOVIEMBRE 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
ÁREA INTEGRADA

DIAGNÓSTICO DE PLAGAS EN EL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum spp.*) EN FINCA “CONCEPCIÓN LA NORIA”, INGENIO EL PILAR, S.A. DEL MUNICIPIO DE TIQUISATE, DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA, GUATEMALA C,A.

PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

POR

DOUGLAS ALEXANDER NAVAS CORADO

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO  
INGENIERO AGRÓNOMO

EN  
SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

EN EL GRADO ACADÉMICO DE  
LICENCIADO

GUATEMALA, NOVIEMBRE 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA

RECTOR MAGNIFICO

Dr. CARLOS ESTUARDO GÁLVEZ BARRIOS

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	Dr. Lauriano Figueroa Quiñonez
VOCAL PRIMERO	Dr. Ariel Abderramán Ortiz López
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr.Msc. Marino Barrientos García
VOCAL TERCERO	Ing. Agr.Msc. Óscar René Leiva Ruano
VOCAL CUARTO	Br. Ana Isabel Fion Ruiz
VOCAL QUINTO	Br. Luis Roberto Orellana López
SECRETARIO	Ing. Agr. Carlos Roberto Echeverría Escobedo

Guatemala, Noviembre 2012

## ACTO QUE DEDICO

A:

DIOS

Por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud y fuerzas para lograr una de mis metas, por haber puesto en mi camino aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

A mi madre

Ligia Patricia Corado Conde por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

A mi padre

Douglas Leonel Navas Bojorquez por ser un gran ejemplo a seguir de perseverancia y constancia que lo caracterizan y que me ha infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante y por su amor.

Mis hermanos

Karen Natalie, Gustavo Andrés y Pablo Navas por todos los momentos compartidos.

Mi familia

Por creer siempre en mí y por su apoyo brindado durante mi carrera.

Mi Novia

María José Jiménez Dubón por el apoyo brindado durante la carrera.

Mis Amigos

Que nos apoyamos mutuamente en nuestra formación profesional y aquellos que marcaron cada etapa de mi camino universitario.

TRABAJO DE GRADUACIÓN QUE DEDICO

A:

Mi patria Guatemala

Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Agronomía

Mi Familia

Mis docentes

Mis Amigos

## AGRADECIMIENTOS

A las siguientes personas:

Claustro de Ingeniero de la facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, por todos sus conocimientos impartidos durante toda la carrera.

Ingeniero Marco Vinicio por las valiosas contribuciones a este documento y por todo el tiempo dedicado a este trabajo.

Ingeniero Manuel Martínez por sus contribuciones a esta investigación.

Ingenio El Pilar, S.A. Por haberme permitido realizar mi ejercicio profesional supervisado y por todos los conocimientos adquiridos durante la práctica.



## INDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINA
DIAGNÓSTICO DE PLAGAS EN EL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR ( <i>SACCHARUM SPP</i> ) EN FINCA “CONCEPCIÓN LA NORIA”, INGENIO EL PILAR, S.A. DEL MUNICIPIO DE TIQUISATE, DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA.....	1
1.1 Introducció.....	2
1.2 Objetivos.....	3
1.2.1 Objetivo general.....	3
1.2.2 Objetivos específicos.....	3
1.3 Metodología.....	4
1.3.1 Definición del estudio.....	4
1.3.2 Determinación del tamaño de la muestra.....	4
1.3.3 Tiempo y espacio.....	5
1.3.4 Revisión bibliográfica.....	5
1.3.5 Observación y caminamientos.....	5
1.3.6 Entrevistas.....	5
1.3.7 Monitoreo de poblaciones de insectos del suelo.....	6
1.3.8 Metodología de monitoreo de poblaciones de chinche salivosa.....	9
1.3.8.1 Monitoreo de huevos.....	9
1.3.8.2 Monitoreo de ninfas y adultos.....	10
1.3.8.3 Monitoreo de daño de chinche salivosa.....	10
1.3.8.4 Muestreo de daño.....	10
1.4 Resultados.....	14
1.4.1 Ubicación geográfica.....	14
1.4.2 Descripción ecológica.....	14
1.4.2.1 Zona de vida y/o clima.....	14
1.4.2.2 Suelos.....	15
1.4.2.3 Hidrología.....	15

	PÁGINA
1.4.1 Insectos plagas de importancia económica en finca Concepción La Noria.....	16
1.4.1.1 Gallina ciega ( <i>Phyllophaga spp</i> ).....	16
1.4.1.2 Gusano alambre ( <i>Agriotes sp y Conoderus</i> ).....	18
1.4.1.3 Umbrales establecidos por el departamento técnico del Ingenio El Pilar, S.A.....	19
1.4.1.4 Historial de población de insectos del suelo en finca “Concepción La Noria”.....	20
1.4.1.5 Monitoreo de plagas del suelo del año 2,011 en finca “Concepción La Noria”.....	20
1.4.1.6 Estrategias del manejo integrado de las plagas del suelo por el departamento técnico del Ingenio El Pilar, S.A.....	24
1.4.1.7 Estrategias de manejo integrado de plagas del suelo recomendadas.....	25
1.4.1.7.1 Medidas preventivas.....	25
1.4.1.7.2 Trampas de luz.....	25
1.4.1.7.3 Cultivos trampa.....	25
1.4.1.7.4 Uso de insecticidas.....	26
1.4.1.7.5 Control biológico.....	26
1.4.1.8 Barrenador del tallo ( <i>Elasmopalpus lignosellus Zeller</i> ).....	26
1.4.1.8.1 Barrenador menor ( <i>Elasmopalpus lignosellus</i> )...	26
1.4.1.8.2 Barrenador mayor (N.C.).....	27
1.4.1.8.3 Distribución geográfica.....	27
1.4.1.8.4 Ciclo de vida.....	27
1.4.1.8.5 Daño.....	27
1.4.1.8.6 Metodología de monitoreo de poblaciones de <i>Diatraeae</i> .....	29
1.4.1.8.7 Muestreo de daño.....	30

1.4.1.8.8 Umbral económico establecido por el departamento técnico.....	31
1.4.1.8.9 Historial de población de <i>Diatraeae</i> en finca “Concepción La Noria” .....	31
1.4.1.8.10 Monitoreo de <i>Diatraeae</i> del año 2,011 en finca “Concepción La Noria” .....	31
1.4.1.8.11 Estrategias del manejo integrado de <i>Diatraeae</i> por el departamento técnico del Ingenio El Pilar, S.A.....	33
1.4.1.8.12 Estrategias del manejo integrado para <i>Diatraeae</i> .....	33
1.4.1.9 Chinche salivosa ( <i>Aenolamia spp</i> ).....	35
1.4.1.9.1 Características del estado ninfal.....	35
1.4.1.9.2 Proceso de alimentación.....	36
1.4.1.9.3 El daño foliar.....	37
1.4.1.9.4 Umbral económico establecido por el departamento técnico.....	38
1.4.1.9.5 Historial de población de Chinche Salivosa en finca “Concepción La Noria” .....	39
1.4.1.9.6 Monitoreo de Chinche Salivosa del año 2,011 en finca “Concepción La Noria” .....	39
1.4.1.9.7 Estrategias del manejo integrado de Chinche Salivosa por el departamento técnico del Ingenio El Pilar, S.A.....	41
1.4.1.9.8 Estrategias del manejo integrado de Chinche Salivosa recomendadas Desbasurado.....	41
1.4.1.10 Rata Cañera ( <i>Sigmodon hispidus</i> ).....	43
1.4.1.10.1 Distribución.....	43
1.4.1.10.2 Daño.....	44
1.4.1.10.3 Metodología de muestreo de rata cañera de población y daño.....	45

	PÁGINA
1.4.1.10.4 Historial de población de la población y daño de la rata cañera finca” Concepción La Noria” .....	47
1.4.1.10.5 Comportamiento de la rata cañera con respecto a la temperatura y la precipitación del año 2,011 en finca “Concepción La Noria” .....	48
1.4.1.10.6 Estrategias del manejo integrado por la rata cañera por el departamento técnico del Ingenio El Pilar, S.A.....	50
1.4.1.10.7 Estrategias del manejo integrado de la rata cañera.....	51
1.4.2 Otros insectos.....	53
1.4.2.1 Chinche hedionda ( <i>Scaptocoris talpa</i> ).....	53
1.4.2.2 Termitas o comejenes.....	54
1.4.2.3 Pulgones ( <i>Sipha flava</i> ).....	55
1.4.2.3.1 Daños y síntomas.....	56
1.4.2.4 Chinche de Encaje ( <i>Leptodyctia tábida</i> ).....	56
1.4.2.4.1 Características.....	56
1.4.2.4.2 Biología y hospederos.....	57
1.4.2.5 Ronrón cornudo de la caña de azúcar ( <i>Podischnus agenor</i> ). .....	57
1.4.2.5.1 Ciclo de vida.....	58
1.4.2.5.2 Daño.....	58
1.4.2.6 Spodoptera spp y Mocis sp.....	60
1.5 Conclusiones.....	61
1.6 Bibliografía.....	62
 EVALUACIÓN DE TRAMPAS TIPO JAULA, GOLPE Y CEBO EN EL MONITOREO DE LA POBLACIÓN DE RATA DE CAMPO ( <i>Sigmodon hispidus</i> ) Y DAÑO ECONÓMICO EN CAÑA DE AZÚCAR VARIEDAD CP73-1547 EN CONCEPCIÓN LA NORIA, TIQUISATE, ESCUINTLA, GUATEMALA C.A.....	 63

2.1 Introducción.....	64
2.2 Marco conceptual.....	66
2.1.1 Rata de campo ( <i>S. hispidus</i> ).....	66
2.1.2 Descripción.....	66
2.1.3 Clasificación taxonómica.....	66
2.1.4 Distribución.....	67
2.1.5 Rata de campo.....	68
2.1.6 Pérdidas productivas por rata cañera.....	69
2.1.7 Control de la rata de campo.....	69
2.1.7.1 Medidas preventivas.....	69
2.1.7.1.1 Control de malezas dentro y fuera del cañal.....	70
2.1.7.1.2 Eliminar fuentes de refugio.....	70
2.1.7.1.3 Detección y monitoreo.....	70
2.1.7.1.4 Eliminar las fuentes de refugio en las áreas improductivas.....	71
2.1.7.1.5 Protección y fomento de los depredadores.....	71
2.1.7.2 Control cultural.....	71
2.1.7.3 Control mecánico.....	71
2.1.7.4 Control biológico.....	71
2.1.7.5 Control químico.....	72
2.1.7.5.1 STORM ( <i>flocoumafen</i> ).....	73
2.1.7.5.2 KLERAT ( <i>brodifacoum</i> ).....	73
2.1.7.5.3 MATARRATA.....	73
2.1.7.5.4 RODILON ( <i>difetialona</i> ).....	73
2.1.7.5.4 RODILON ( <i>difetialona</i> ).....	73
2.1.7.5.5 FELINO ( <i>indandiona difacinona</i> ).....	74
2.1.7.5.6 RACUMIN ( <i>Cumatetralil</i> ).....	74
2.1.8 El umbral Económico (UE).....	74
2.3 Marco referencial.....	75

	PÁGINA
2.3.1 Localización.....	75
2.3.2 Zona de vida y/o clima.....	75
2.3.3 Suelos.....	75
2.3.4 Variedad CP73-1547.....	76
2.3.5 Historial de ratas en la finca.....	77
2.3.6 Metodología para determinar el Umbral económico.....	78
2.4 Objetivos.....	79
2.4.1 General.....	79
2.4.2 Específicos.....	79
2.5 Metodología.....	80
2.5.1 Diseño experimental.....	80
2.5.1.1 Criterio del bloque.....	80
2.5.1.2 Aleatorización.....	80
2.5.1.3 Área del experimento.....	80
2.5.1.4 Variable.....	80
2.5.1.5 Muestreo de población de ratas de campo.....	81
2.5.1.5.1 Trampa tipo jaula.....	81
2.5.1.5.2 Trampa tipo golpe.....	82
2.5.1.5.3 Bolsa con cebo.....	83
2.5.1.6 Ratat/hectárea.....	83
2.5.1.7 Muestreo del nivel de daño en tallos.....	84
2.5.1.8 Estimación del Nivel de Daño Económico (NDE).....	84
2.5.2 Correlaciones.....	85
2.6 Resultados y discusión.....	86
2.6.1 Determinación del método más apropiado para muestreo de ratas en el cultivo de caña de azúcar.....	86
2.6.2 Costos de muestreo.....	88
2.6.3 Relación existente entre el porcentaje de captura de ratas y el daño que ocasiona la rata en las diferentes etapas fenológicas del cultivo de caña de azúcar.....	90

	PÁGINA
2.6.4 Facilidad de uso de trampas tipo jaula, golpe y bolsa con cebo.....	91
2.6.5 Determinación del nivel de daño económico (NDE).....	95
2.7 Conclusiones y recomendaciones.....	98
2.8 Recomendaciones.....	99
2.9 Bibliografía.....	100
INFORME FINAL DE SERVICIOS PRESTADOS EN EL INGENIO EL PILAR, S.A., EN EL CULTIVO DE CAÑA DE AZUCAR (Saccharum spp), EN EL MUNICIPIO DE TIQUISATE, DEL DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA.....	102
3.1 Introducció n.....	103
3.2 Área de influencia.....	104
3.3 Objetivo general.....	105
3.4 Servicios realizados.....	105
3.4.1 Servicios planificados.....	105
3.4.1.1 Monitoreo y control de aplicación aérea de sulfato de amonio ((nh4)2so4) en el cultivo de caña de azúcar (saccharum spp.), en el Ingenio el Pilar S.A.....	105
3.4.1.1.1 Definición del problema.....	105
3.4.1.1.2 Objetivos específicos.....	106
3.4.1.1.3 Metodología.....	106
3.4.1.1.4 Evaluación.....	109
3.4.1.1.5 Constancias.....	114
3.4.1.2 Monitoreo en la aplicación de madurantes químicos, en el cultivo de la caña de azúcar (saccharum spp.).....	114
3.4.1.2.1 Definición del problema.....	114
3.4.1.2.2 Objetivos específicos.....	115
3.4.1.2.3 Metodología.....	115
3.4.1.2.4 Resultados.....	119
3.4.1.2.5 Constancias.....	123

	PÁGINA
3.4.1.3 Efecto de dos distanciamientos de siembra para cosecha mecanizada en cultivo de caña de azúcar.....	125
3.4.1.3.1 Definición del problema.....	125
3.4.1.3.2 Objetivos específicos.....	125
3.4.1.3.3 Metodología.....	126
3.4.1.3.4 Resultados.....	127
3.4.1.3.5 Evaluación.....	129
3.4.1.4 Dinámica de la población de la rata de campo y daño en el cañaveral durante sus etapas fenológicas del cultivo de caña de azúcar (saccharum spp) en la Finca Concepción La Noria del Ingenio el Pilar, S.A. Tiquisate, Escuintla.....	129
3.4.2 Servicios no planificados.....	129
3.4.2.1 Elaboración de cebo para control de rata de campo a base de Racumin en la Finca San Juan La Noria, del Ingenio el Pilar, S.A., Tiquisate, Escuintla.....	129
3.4.2.1.1 Definición del problema.....	129
3.4.2.1.2 Objetivos específicos.....	130
3.4.2.1.3 Metodología.....	130
3.4.2.1.4 Evaluación.....	131
3.4.2.2 Evaluación de mortalidad en un rodenticida anticuagulante Storm y de un cebo elaborado a base de Racumin para el control de la rata de campo.....	133
3.4.2.2.1 Definición del problema.....	133
3.4.2.2.2 Objetivos específicos.....	133
3.4.2.2.3 Metodología.....	133
3.4.2.2.4 Resultados.....	135
3.4.2.2.5 Constancias.....	137
3.4.2.3 Evaluación de palatabilidad de cebo elaborado comparado con Klerat Pellet.....	138
3.4.2.3.1 Definición del problema.....	138

	PÁGINA
3.4.2.3.2 Objetivos específicos.....	138
3.4.2.3.3 Metodología.....	138
3.4.2.3.4 Constancias.....	139
3.4.2.4 Comportamiento de la floración de la caña de azúcar (saccharum spp.) en tres fincas de Tiquisate del Ingenio El Pilar, S.A.....	140
3.4.2.4.1 Definición del problema.....	140
3.4.2.4.2 Metodología.....	140
3.4.2.4.2 Evaluación.....	141
3.4.2.4.3 Resultados.....	142
3.4.2.4.4 Constancias.....	146
3.3 Bibliografía.....	148

## INDICE DE FIGURAS

	CONTENIDO	PÁGINA
Figura 1.	Finca Concepción La Noria.....	3
Figura 2.	Fórmula para determinar el número de muestras según la población.....	6
Figura 3.	Metodología de muestreo de insectos del suelo, triángulos identifican punto de muestreo.....	8
Figura 4.	Muestreo de plagas del suelo, agujero de 80 cm X 20 cm X 30 cm de profundidad.....	9
Figura 5.	Metodología de muestreo para chinche salivosa, triángulos identifican cada muestra.....	12
Figura 6.	Metodología de muestreo de daño por rata cañera, triángulos identifican cada muestra.....	14
Figura 7.	Gallina ciega ( <i>Phyllophaga spp</i> ).....	18
Figura 8.	Gusano de Alambre ( <i>Elateridae</i> ).....	19
Figura 9.	Comportamiento de gallina ciega ( <i>Phyllophaga spp</i> ).....	20
Figura 10.	Resultados del promedio de gallina ciega por lote.....	22
Figura 11.	Comportamiento de gusano de alambre ( <i>Elateridae spp</i> ).....	22
Figura 12.	Comportamiento promedio de gusano de alambre por lote.....	24
Figura 13.	Perforación del tallo de caña por <i>Diatraeae spp</i> .....	28
Figura 14.	Formación de galerías a causa de <i>Diatraeae spp</i> .....	29
Figura 15.	Comportamiento de gusano barrenador.....	31
Figura 16.	Comportamiento de porcentaje de tallos dañados por lote.....	32
Figura 17.	Escupitajo de chinche salivosa.....	36
Figura 18.	Comportamiento de chinche salivosa.....	39
Figura 19.	Comportamiento promedio de de chinche salivosa por lote.....	40
Figura 20.	Rata cañera ( <i>Sigmodon hispidus</i> ).....	44
Figura 21.	Daño por la rata cañera.....	45

Figura 22. Comportamiento de la rata de campo en la finca Concepción La Noria.....	48
	PÁGINA
Figura 23. Comportamiento promedio de rata de campo por lote.....	50
Figura 24. Daño por barrenador y daño secundario de termitas.....	54
Figura 25. Daño de termitas en caña de azúcar.....	55
Figura 26. Ronrón Cornudo ( <i>Podischnus agenor</i> ).....	58
Figura 27. Ronrón Cornudo dentro de la caña de azúcar.....	59
Figura 28. Daño en caña de azúcar por Ronrón cornudo.....	60
Figura 29. Ronrón Cornudo dentro de la caña de azúcar.....	59
Figura 30. Promedio de capturas obtenidos en los muestreos realizados con los tres métodos de muestreo evaluado.....	87
Figura 31. Preferencia por facilidad de uso de trampas y bolsa con cebo.....	92
Figura 32. Jumbo con sulfato de amonio está siendo descargado en la avioneta.....	114
Figura 33. Tanque de pre-mezcla de madurante.....	123
Figura 34. Colocación de estacas para monitoreo de aplicación de madurante...	124
Figura 35. Cortina de aplicación por Trush-Comander.....	124
Figura 36. Población por metro lineal de dos distanciamientos de siembra de caña de azúcar.....	128
Figura 37. Altura de plantas de dos distanciamientos de siembra de caña de azúcar.....	128
Figura 38. Mezcla de rodenticida con granos de maíz quebrado.....	132
Figura 39. Bolsa de cebo elaborado.....	132
Figura 40. Diferentes dosis para ensayo de dosis letal.....	137
Figura 41. Evaluación de dosis letal en rata de campo.....	138
Figura 42. Bolsa con cebo elaborado y bolsa con Klerat Pellet.....	139
Figura 43. Cebo elaborado a base de Racumin y Klerat pellet.....	139
Figura 44. Meristemo apical sin flor.....	146
Figura 45. Aparición del primordio floral visible.....	147
Figura 46. Flor con más de un centímetro de alto.....	147

## INDICE DE CUADROS

	CONTENIDO	PÁGINA
Cuadro 1.	Boleta para cuantificar población de plagas del suelo.....	10
Cuadro 2.	Boleta para cuantificar la población de barrenadores.....	11
Cuadro 3.	Boleta para cuantificar la población de chinche salivosa.....	13
Cuadro 4.	Boleta de muestreo de población de caños por rata cañera.....	15
Cuadro 5.	Umbrales establecidos.....	19
Cuadro 6.	Correlación entre larvas/m <sup>2</sup> de gallina ciega versus factores como precipitación y temperatura.....	21
Cuadro 7.	Correlación de larvas/m <sup>2</sup> de gusano de alambre versus factores de precipitación y temperatura.....	23
Cuadro 8.	Insecticidas utilizados por el departamento técnico.....	25
Cuadro 9.	Umbral económico establecido por el departamento técnico.....	31
Cuadro 10.	Correlación de tallos barrenados versus precipitación y temperatura.....	32
Cuadro 11.	Producto y dosis necesarias.....	33
Cuadro 12.	Correlación de ninfas/tallo versus factores como precipitación y temperatura.....	39
Cuadro 13.	Boleta del muestreo de población de rata cañera.....	47
Cuadro 14.	Historial de población y daño provocado por rata de la finca Concepción La Noria, 2011.....	48
Cuadro 15.	Población y daños provocado por rata en finca Concepción La Noria.....	48
Cuadro 16.	Correlación de ratas/ha versus principales factores climáticos.....	49
Cuadro 17.	Clasificación taxonómica de la rata de campo ( <i>S. hispidus</i> ).....	67
Cuadro 18.	Historial de población y daño.....	77
Cuadro 19.	Población y daño por rata de campo.....	78
Cuadro 20.	Análisis de varianza (SC tipo III) para población de ratas por hectárea / 2011.....	86
Cuadro 21.	Prueba de medias para población de ratas por hectárea.....	86

Cuadro 22.	Costo de muestreo para trampas tipo (jaula y golpe) y cebo en el monitoreo de la rata de campo.....	89
Cuadro 23.	Correlación entre porcentaje de capturas y porcentaje de daño en campo.....	91
Cuadro 24.	Ventajas de trampa o cebo por su facilidad de uso.....	93
Cuadro 25.	Comparación negativa de las trampas y cebo por facilidad de uso...	94
Cuadro 26.	Costos estimados para control de rata de campo.....	95
Cuadro 27.	Nivel de Daño Económico (NDE) y Umbral Económico (UE).....	97
Cuadro 28.	Datos de control de vuelo para la aplicación de sulfato de amonio...	109
Cuadro 29.	Datos de monitoreas realizados con sulfato de amonio.....	113
Cuadro 30.	Datos de control de aplicación de madurante con avioneta.....	119
Cuadro 31.	Datos de control de aplicación de madurante mediante helicóptero..	120
Cuadro 32.	Datos de monitoreos realizados de aplicación de madurantes con avioneta.....	121
Cuadro 33.	Datos de monitoreos realizados de aplicación de madurantes con helicóptero.....	122
Cuadro 34.	Promedio de datos mensuales.....	127
Cuadro 35.	Costos de insumos para elaboración de rodenticida a base de Racumin.....	131
Cuadro 36.	Ensayo de mortalidad de <i>S. hispidus</i> utilizando Racumin ( <i>coumatetralil</i> ).....	135
Cuadro 37.	Ensayo de mortalidad de <i>S. hispidus</i> utilizando Storm ( <i>flocoumafen</i> ).....	136
Cuadro 38.	Porcentaje de aparición de primordio floral en finca Concepción la Noria.....	142
Cuadro 39.	Porcentaje de aparición de primordio floral en finca San Juan La Noria.....	143
Cuadro 40.	Porcentaje de aparición de primordio floral en finca La Providencia..	143
Cuadro 41.	Porcentaje de aparición de primordio floral en finca Las Marías.....	144
Cuadro 42.	Porcentaje de aparición de primordio floral en finca Los Encuentros.	144

## RESUMEN

La presente investigación pretende demostrar cuál de los métodos, utilizando trampas o bolsa con cebo, es más eficiente para el monitoreo de la población de la rata de campo. Durante dicha investigación se utilizó la metodología del Ingenio El Pilar, S.A, la cual consistió en distribuir las trampas y la bolsa con cebo al tres bolío en toda el área del lote, colocando 2 trampas por hectárea.

El monitoreo de la rata de campo (*Sigmodon hispidus*) es una actividad de suma importancia, ya que permite determinar en forma oportuna el comportamiento y crecimiento de las poblaciones y el momento en que las mismas poblaciones son capaces de causar pérdidas de significancia económica. Por lo que es importante determinar el método de muestreo utilizando trampas o cebo que sea más eficiente para poder monitorear grandes extensiones de tierra cultivada con caña de azúcar (*Saccharum spp*). Debido que ha sido por años, una de las plagas principales en el cultivo de caña de azúcar, principalmente en el estrato bajo, ya que causan pérdidas directas al roer y cortar el tallo, sin embargo hay pérdidas secundarias como la reducción del contenido de azúcar, por el apareamiento del hongo muermo rojo (*Colletotrichum falcatum*) como efecto secundario el cual causa la fermentación de los jugos en tallos dañados.

La investigación se realizó en la finca Concepción La Noria, perteneciente al Ingenio El Pilar, S.A. ubicada en Tiquisate, Escuintla. Se utilizaron tres tratamientos y 64 repeticiones ya que fue evaluado durante ocho meses. Para lo que se necesitaron 24 lotes de aproximadamente 10 hectáreas cada uno con cultivo de caña de azúcar, sembradas con la variedad CP73-1547. Los resultados obtenidos con esta investigación permitieron conocer el método más eficiente de monitoreo de ratas, lo cual es de suma importancia para la empresa y para el campo ya que permite pronosticar, justificar y determinar el tipo más conveniente de medida de supresión, evitando daños y propiciando un uso más eficiente de los recursos de la empresa.

La finalidad del presente trabajo de diagnóstico radicó en la realización de un análisis que muestre como se encuentran las plagas en el cultivo de caña de azúcar durante el año 2,011, en la finca “Concepción la Noria” del Ingenio El Pilar, S.A. en el municipio de Tiquisate, del departamento de Escuintla.

El monitoreo de la rata de campo (*Sigmodon hispidus*) es una actividad de suma importancia, ya que permite determinar en forma oportuna el comportamiento y crecimiento de las poblaciones y el momento en que las mismas poblaciones son capaces de causar pérdidas de significancia económica.

El análisis de datos fue realizado mediante un diseño estadístico de diseño de bloques completamente al azar, correlaciones, tanto en porcentajes de captura entre trampas y bolsa con cebo, daño en precosecha. Para luego establecer que trampa o bolsa con cebo fue la más eficiente para el monitoreo de la población de la rata de campo y que porcentaje de captura se relaciona mejor con el porcentaje de daño en precosecha.

Los resultados obtenidos con esta investigación permitieron conocer que el método más eficiente de monitoreo de ratas es la bolsa con cebo, lo cual es de suma importancia para la empresa y para el campo ya que permite pronosticar, justificar y determinar el tipo más conveniente de medida de supresión, evitando daños y propiciando un uso más eficiente de los recursos de la empresa.

Durante el Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) se realizó una serie de servicios profesionales solicitados por el área técnica como también servicios propuestos que están relacionados directamente con las labores del departamento técnico y que tienen como propósito poner en práctica todos los conocimientos adquiridos durante el desarrollo del estudio académico como también adquirir nuevos conocimientos tanto teóricos como prácticos.

Los servicios fueron realizados en un período de 10 meses febrero-noviembre de 2011, tiempo en el cual se llevan a cabo todos los labores agronómicos en caña de azúcar, los cuales se realizaron en fincas del Ingenio El Pilar S.A en la zona de Tiquisate, Escuintla. Los servicios fueron enfocados en apoyar las actividades del programa de investigación del área técnica tales como el distanciamiento entre surcos, la dinámica poblacional de la rata de campo y algunos seguimientos a labores convencionales como fertilización de sulfato de amonio, floración, aplicación de madurantes, y otros más.

## **CAPITULO I**

**DIAGNÓSTICO DE PLAGAS EN EL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR  
(*Saccharum officinarum*) EN FINCA “CONCEPCIÓN LA NORIA”, INGENIO EL  
PILAR, S.A. DEL MUNICIPIO DE TIQUISATE, DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA**

## 1.1 Introducción

El Pilar, S.A. es una organización dedicada al procesamiento de caña de azúcar para la producción de azúcar y melaza. La caña de azúcar es uno de los cultivos más importantes para Guatemala, ya que es generador de fuentes de divisas y trabajo para muchas personas.

El presente estudio está enfocado al diagnóstico de plagas de la finca “Concepción la Noria” del Ingenio El Pilar, S.A, que cuenta con 1,175.46 hectáreas de área cultivada y está ubicada en el municipio de Tiquisate, Departamento de Escuintla, para el cual se presenta la información recabada en los monitoreos realizados durante el ejercicio profesional supervisado (EPS), como algunas recomendaciones de control de plagas en el cultivo de caña de azúcar. Los datos recabados para realizar el diagnóstico fueron analizados con el fin de brindar las recomendaciones necesarias bajo las condiciones actuales en las que se encuentra la finca.

Para el Ingenio El Pilar, uno de los factores fundamentales es el control de plagas, ya que algunas de las plagas presentes en la finca han generado un alto nivel de daño económico. Entre estas plagas se encuentran: la rata cañera, la cual requiere una atención especial debido a la incidencia que encontrada en el campo, en las diferentes etapas fenológicas de la caña de azúcar, esta es capaz de producir pérdidas de hasta 0.5 toneladas por hectárea por 1% de daño; otra plaga recurrente en el área es la chinche salivosa que puede causar un daño de 8.21 toneladas por hectárea por adulto por tallo por lo cual es de gran importancia económica para el cultivo de caña de azúcar.

La finalidad del presente trabajo de diagnóstico radicó en la realización de un análisis que muestre como se encuentran las plagas en el cultivo de caña de azúcar durante el año 2,011, en la finca “Concepción la Noria” del Ingenio El Pilar, S.A. en el municipio de Tiquisate, del departamento de Escuintla.

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo General**

- Diagnosticar en forma general las principales plagas del cultivo de caña de azúcar, de la finca “Concepción La Noria” del Ingenio El Pilar, S.A. Ubicada en el municipio de Tiquisate, del departamento de Escuintla.

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

- Determinar cuáles son las plagas del cultivo de caña de azúcar que tienen importancia económica, de la finca “Concepción La Noria” del Ingenio El Pilar, S.A.
- Obtener información en cuanto a cada una de las plagas presentes en la finca “Concepción La Noria”.
- Obtener información de los umbrales que maneja el ingenio en cuanto a cada una de las plagas.
- Conocer los métodos de control para cada una de las plagas que atacan la caña de azúcar.
- Hacer un monitoreo mensual de las plagas que se encuentran en la finca “Concepción la Noria” para determinar su comportamiento en el año 2011.
- Iniciar un historial de las plagas de “Concepción la Noria” y su comportamiento a través del tiempo.

## 1.3 Metodología

### 1.3.1 Definición del estudio

El estudio de diagnóstico se realizó en la finca “Concepción La Noria” del Ingenio El Pilar, S.A., la cual cuenta con una extensión de 1,175 hectáreas cultivadas con caña de azúcar.

Debido a la extensión sembrada con caña de azúcar está fue dividida en 101 lotes, por lo que fue necesario determinar una muestra representativa del área para dar una información correcta y que sea factible el estudio.

### 1.3.2 Determinación del tamaño de la muestra

Para determinar el tamaño de la muestra se utilizó la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N * Z^2 * S^2}{N * d^2 + Z^2 * S^2}$$

**Figura 2. Fórmula para determinar el número de muestras según la población**

En donde:

- n = Tamaño de la muestras
- N = Población a muestrear
- Z = Valor de significación según la tabla de distribución normal
- S = Desviación estándar de un pre-muestreo
- d = Nivel de precisión del muestreo

Sustituyendo los datos:

- N = 1,175.46 hectáreas de área de la finca “Concepción La Noria”.

- Z = 1.96 es el valor de la tabla de distribución normal que fue el resultado de 95% de significancia.
- D = 9 que significa que su nivel de precisión es del 90%, pero se interpreta como imprecisión, debido a que entre más cerca este del cero más preciso será el muestreo.

$$n = \frac{105 * (1.96)^2}{105 * (0.5)^2 (1.96)^2} = 13.40 \text{ aprox.} = 13$$

### 1.3.3 Tiempo y espacio

El diagnostico fue realizado a partir del mes de Febrero 2,011 al mes de Noviembre 2,011, la información obtenida y recaudada fue analizada en el departamento técnico del Ingenio El Pilar, S.A.

### 1.3.4 Revisión bibliográfica

Se consultaron textos pertenecientes al departamento técnico del Ingenio El Pilar S.A, y documentos de la biblioteca de CENGICAÑA. Se seleccionó la información útil para elaborar el diagnóstico.

### 1.3.5 Observación y caminamientos

Este procedimiento se realizó desde la primera semana del mes de febrero, fecha en la cual se comenzó el Ejercicio Profesional Supervisado (EPS). Con este paso se logró identificar las plagas y también observar el daño en la planta.

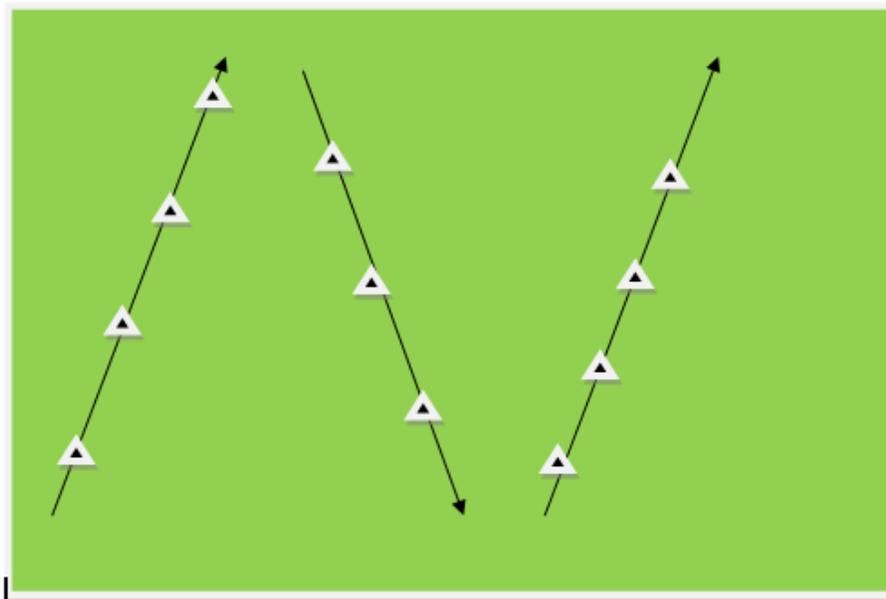
### 1.3.6 Entrevistas

Las entrevistas se realizaron al personal del departamento técnico y plagueros de las fincas, desde los peones de campo hasta el jefe del área técnica, ya que todos proporcionan información importante para poder conocer las distintas plagas que afectan el cañal del Ingenio El Pilar, S.A.

### 1.3.7 Monitoreo de poblaciones de insectos del suelo

Los monitoreos deben implementarse mediante muestreos con unidades de 80 cm x 20 cm de superficie y 30 cm de profundidad, a un costado de la cepa de caña. La proporción que se utiliza es de 1.5 muestras/ha para obtener datos más precisos, registrando el total de larvas/m<sup>2</sup>. En el caso de semilleros, renovaciones y áreas nuevas es necesario hacer muestreos previos al establecimiento del cultivo para decidir si requiere de la incorporación de insecticida.

La metodología de muestreo en un determinado lote constituye en hacer un caminamiento de forma Zig-Zax a modo de abarcar todo el lote posible, donde se elegirán puntos al azar donde se realizará cada muestra. A continuación se muestra la forma de muestreo para cada lote.



**Figura 3. Metodología de muestreo de insectos del suelo, triángulos identifican punto de muestreo**

Fuente: Elaboración propia. Douglas A. Navas.



**Figura 4. Muestreo de plagas del suelo, agujero de 80 cm X 20 cm y 30 cm de profundidad**

Foto: Douglas A. Navas, 2011.

Para llevar un registro de los datos en el campo se elaboró una boleta, donde se anota la cantidad de larvas por cada muestra que se realice. A continuación se muestra la boleta utilizada en los muestreos de plagas del suelo.





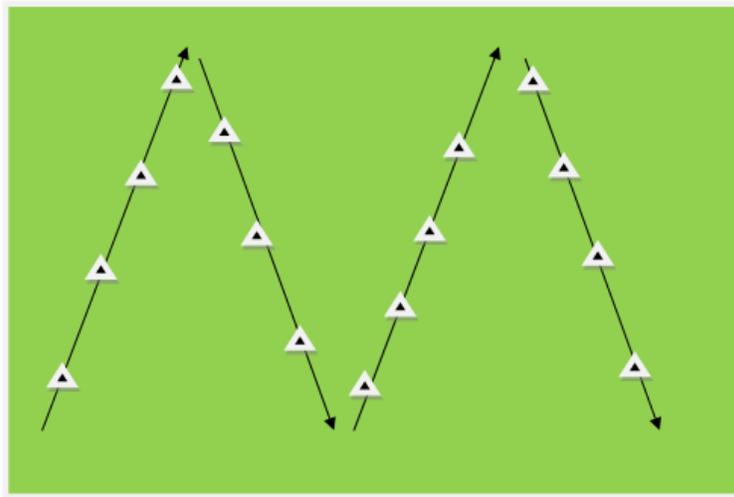
### 1.3.8.2 Monitoreo de ninfas y adultos

Consiste en distribuir dentro del lote y al azar, un total de 1 punto de muestreo por unidad de área, donde se miden 3 metros lineales (unidad básica de observación). Es un muestreo visual para estimar la densidad de ninfas/tallo y debe registrarse oportunamente ya que es el indicador para la toma de decisiones de control. La realización de dicho muestreo se realiza entre marzo- septiembre.

### 1.3.8.3 Monitoreo de daño de chinche salivosa

Consiste en clasificar el daño foliar del número de hojas obtenidas de 5 plantas por punto, para un total de un punto por unidad de área, es decir una hectárea. La clasificación se realiza con base en una escala de 0 a 5 que indica el grado de daño provocado.

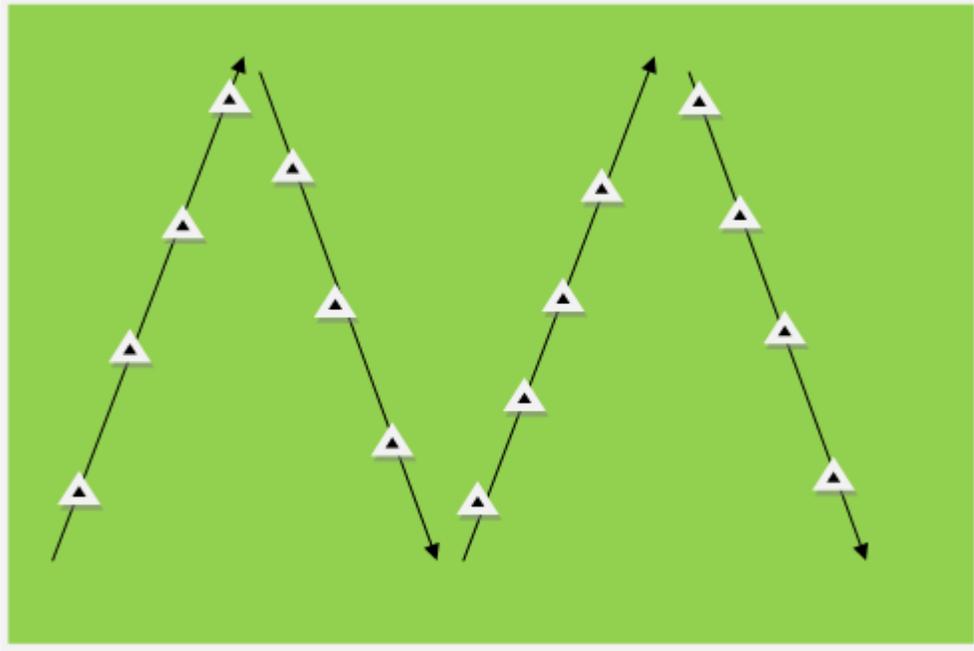
Tanto para el monitoreo de la población de ninfas y adultos también se realiza para el monitoreo de daño realizando un caminamiento de forma Zig-Zax a modo de abarcar todo el lote posible, donde se elegirán puntos al azar donde se realizara cada muestra. A continuación se muestra la forma de muestreo para cada lote.



**Figura 5. Metodología de muestreo para chinche salivosa, triángulos identifican cada muestra**

Fuente: Elaborado por Douglas A. Navas





**Figura 6. Metodología de muestreo de daño por rata cañera, triángulos identifican cada muestra**

Fuente: Elaborado por Douglas A. Navas

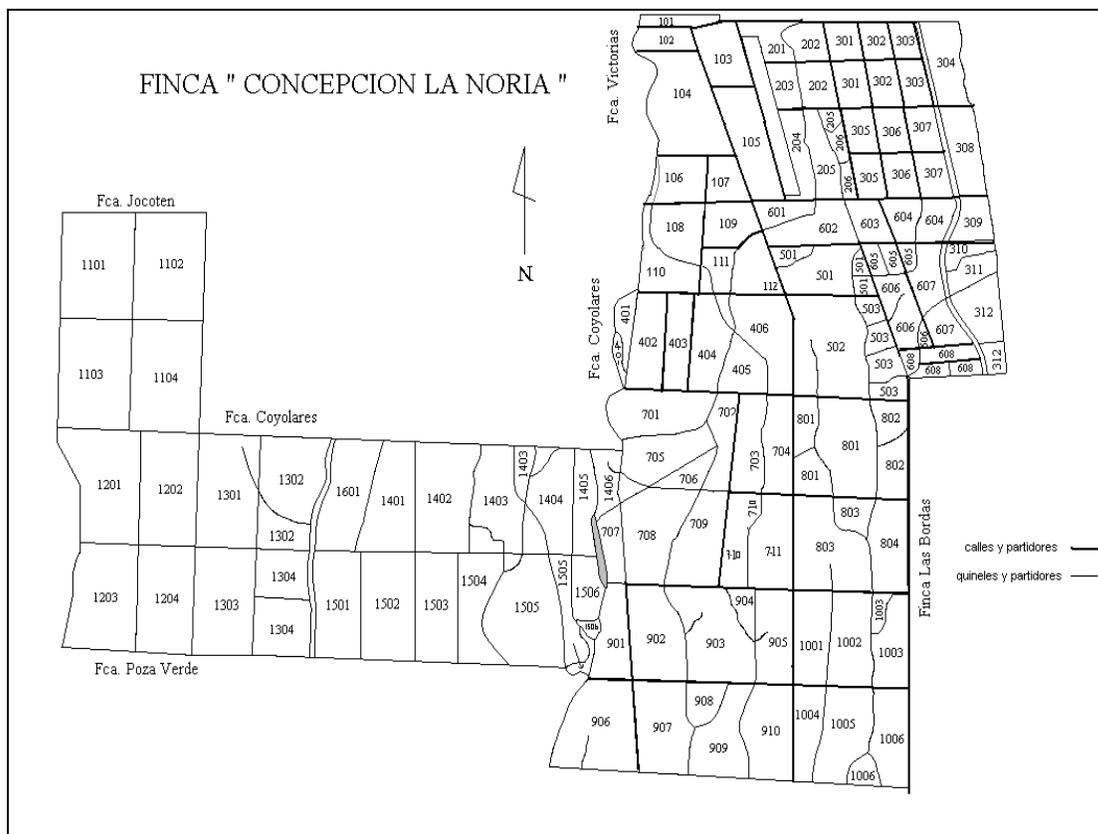
Para llevar un registro de los datos en el campo se elaboro una boleta, donde se anota la cantidad de tallos y tallos dañados por rata cañera por cada muestra que se realice.



## 1.4 Resultados

### 1.4.1 Ubicación geográfica

El casco de la finca “Concepción la Noria” del Ingenio El Pilar, S.A. donde se llevó a cabo dicho diagnóstico está ubicada a una altura de 47 metros sobre el nivel del mar. Se localizan en las coordenadas latitud Norte  $14^{\circ} 11' 40.80''$  y longitud Oeste  $91^{\circ} 21' 23.66''$  y cuenta con un área de 1,175 hectáreas cultivadas con caña de azúcar.



Fuente: Ingenio El Pilar, S.A.

### 1.4.2 Descripción ecológica

#### 1.4.2.1 Zona de vida y/o clima

Según el sistema de clasificación de zonas de vida de Guatemala de Holdridge la finca del Ingenio El Pilar, S.A. se encuentra ubicada en la zona de vida Bosque Húmedo Subtropical Cálido (bmh-S (c)), la cual se caracteriza por mantener una precipitación que varía entre 2,000 y 3,500 milímetros, con una temperatura que varía de 15 y 36 grados centígrados siendo los meses más cálidos marzo y abril.

### **1.4.2.2 Suelos**

El orden predominante en el área de estudio son los Molisoles, estos ocupando el 40% de la zona cañera de Guatemala.

Los suelos de la unidad de práctica, se encuentran agrupados dentro de los suelos del litoral del Pacífico, siendo estos bien drenados que solamente necesitan ser desmontados y preparados para el cultivo con maquinaria. Según Simmons: el material madre de estos suelos es un material aluvial que fue depositado en partes poco profundas del mar, y de acuerdo a sus diferentes características los agrupa de la siguiente forma:

- Pertenecen a la serie Tiquisate, siendo bien drenados y comprenden un 44.5% del área del departamento de Escuintla.
- El material madre de estos suelos es ceniza de aluvión volcánica de color oscuro.
- Suelo superficial presenta una coloración café, su textura va de franco arenoso fina franco suelta y su espesor aproximadamente es de 40 a 50 cm.

### **1.4.2.3 Hidrología**

La precipitación pluvial también está dada en función de los estratos altitudinales, los cuales se mencionan a continuación: Estrato alto (>300 msnm), estrato medio (101 a 300 msnm), estrato bajo (40 a 100 msnm) y estrato litoral (0 a 39 msnm).

El Ingenio El Pilar, S.A. administra sus actividades en los cuatro estratos. Según encargados de riego las fuentes de agua que son utilizados para los diferentes tipos de riego entre ellos se cuentan con canales, riachuelos, zanjones, tomas, salidas de sedimentos.

El departamento técnico del Ingenio El Pilar, S.A. está a cargo del monitoreo y control de los insectos plaga, con fines de manejar las fincas por debajo del umbral económico y no llegar a tener pérdidas significativas.

Las estrategias actuales orientan a monitorear las condiciones del cañal en cuanto a insectos plaga, definir métodos de control para enfrentar los insectos de mayor riesgo, realizar actividades de extensión y divulgación al personal para el reconocimiento de los insectos plagas como también su monitoreo y control. A continuación se muestra información de los insectos plagas más comunes en caña de azúcar que se encuentran en la finca Concepción la Noria.

#### **1.4.1 Insectos plagas de importancia económica en finca Concepción La Noria**

Entre los insectos plagas de importancia económica del suelo podemos mencionar: Gallina ciega (*Phyllophaga spp.*), Gusano de alambre (*Dipropus spp.*). La abundancia de cada especie varía según las condiciones climáticas y tipo de suelo de cada estrato de la zona cañera.

El control para estas plagas se hace difícil debido a que las mismas se refugian entre las raíces, los estratos profundos del suelo y en restos de cosecha. Cuando suceden infestaciones severas se observan síntomas externos de amarillamiento y retardo en el crecimiento normal del cultivo.

##### **1.4.1.1 Gallina ciega (*Phyllophaga spp*)**

Son cuatro las especies de mayor importancia: *P. menetriesi*, *P. vicina*, *P. elenans* y *P. parvisetis*. Existen variaciones en los hábitos alimenticios, clasificándose en rizófagos (raíces), saprófagos (materia orgánica muerta) y facultativa (raíces y materia orgánica muerta). Los adultos se alimentan de hojas y brotes tiernos, néctar y los botones de las flores. Dependiendo de la especie de gallina ciega, el ciclo de vida varía entre 8 y 16 meses; sin embargo, en algunos casos puede llegar hasta 24 meses. Las larvas permanecen en el suelo, especialmente en los primeros 30 cm de profundidad, alimentándose de las raíces. El daño se manifiesta con mayor intensidad en los meses de agosto a octubre, cuando las larvas se encuentran en el tercer estadio, que es el más voraz. Los adultos emergen de sus cápsulas en el

suelo y aparecen en los campos de cultivo en el período de abril a junio, que coincide con el establecimiento de la época lluviosa.

Salen en forma masiva a copular y ovopositar en grupos de 10 a 14 huevos en el suelo a una profundidad de 2 a 10 cm. Cada hembra tiene potencial para ovopositar hasta 200 huevos, aproximadamente. Los adultos pueden vivir hasta dos meses y son fuertemente atraídos por la luz artificial, característica que se puede aprovechar para su captura.

La magnitud del daño depende del número de larvas que afecten la cepa de caña. Cuando se producen infestaciones severas es frecuente observar grandes cavidades en el interior de la cepa al dejarla desprovista de raíces, se reduce la capacidad de absorción de agua y minerales y por ello se retarda el crecimiento. Las cepas pierden anclaje y el viento o la maquinaria las arrancan fácilmente, produciéndose en consecuencia una disminución de la población de tallos en caña soca. Al ocasionar heridas facilita el ingreso de agentes infecciosos como hongos, bacterias y nemátodos.



**Figura 7. Gallina ciega (*Phillophaga spp*)**

Foto: Douglas A. Navas, 2011.

### 1.5.1.2 Gusano alambre (*Agriotes sp* y *Conoderus*)

Pertenecen al orden Coleóptera y familia Elateridae. La fluctuación poblacional indica que la mayor densidad de larvas ocurre en los meses de mayo a julio. Las larvas son alargadas, cilíndricas, cuerpo endurecido y de color amarillo marrón a café. Los adultos son alargados y cuando se les coloca de espaldas pueden dar un salto de varios centímetros y producir al mismo tiempo un fuerte “cric”. Las larvas siempre viven en el suelo y se alimentan de las raíces hasta transformarse en pupas. Después de 3 a 4 semanas, emergen a la superficie como adultos. El ciclo biológico generalmente comprende de 2 a 3 años. El daño lo causan las larvas, mediante la destrucción de las yemas germinativas, perforaciones en brotes de caña soca y del punto de crecimiento de los tallos jóvenes. Esto produce una reducida germinación que obliga a realizar resiembras que aumentan los costos del establecimiento del cultivo.



**Figura 8. Gusano de Alambre (*Elateridae*)**

Foto: Douglas A. Navas, 2011.

### 1.4.1.3 Umbrales establecidos por el departamento técnico del Ingenio El Pilar, S.A.

Los umbrales establecidos por el departamento Técnico están dados por el total de plagas del suelo es decir la suma de larvas/m<sup>2</sup> de gallina ciega como de gusano de alambre.

Tipo	UMBRAL
Siembra nueva	5 Larvas/m <sup>2</sup>
Caña soca	10 Larvas/m <sup>2</sup>

**Cuadro 5. Umbrales establecidos**

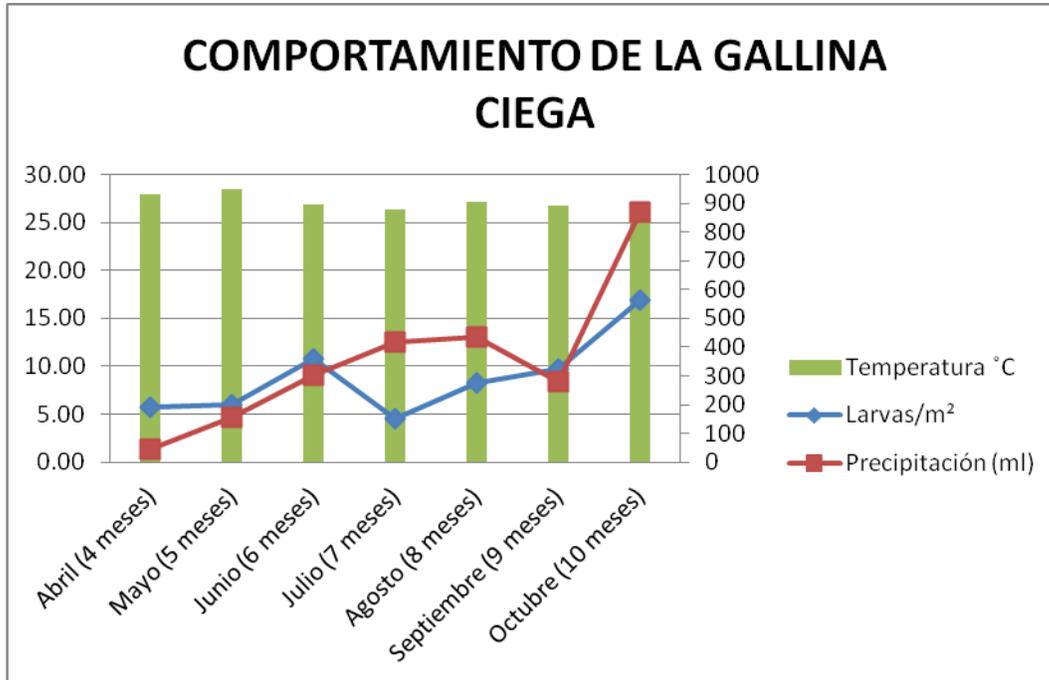
Fuente: Douglas A. Navas

### 1.4.1.4 Historial de población de insectos del suelo en finca “Concepción La Noria”

#### – Gallina Ciega

Los datos registrados sobre los muestreos de insectos del suelo del año 2,010, muestran que solo se encontró presencia de dos plagas gallina ciega y gusano de alambre con una media en toda la finca de 5.87 larvas por metro cuadrado.

**1.4.1.5 Monitoreo de plagas del suelo del año 2,011 en finca “Concepción La Noria”**



**Figura 9. Comportamiento de gallina ciega (*Phyllophaga spp*)**

Fuente: Douglas A. Navas

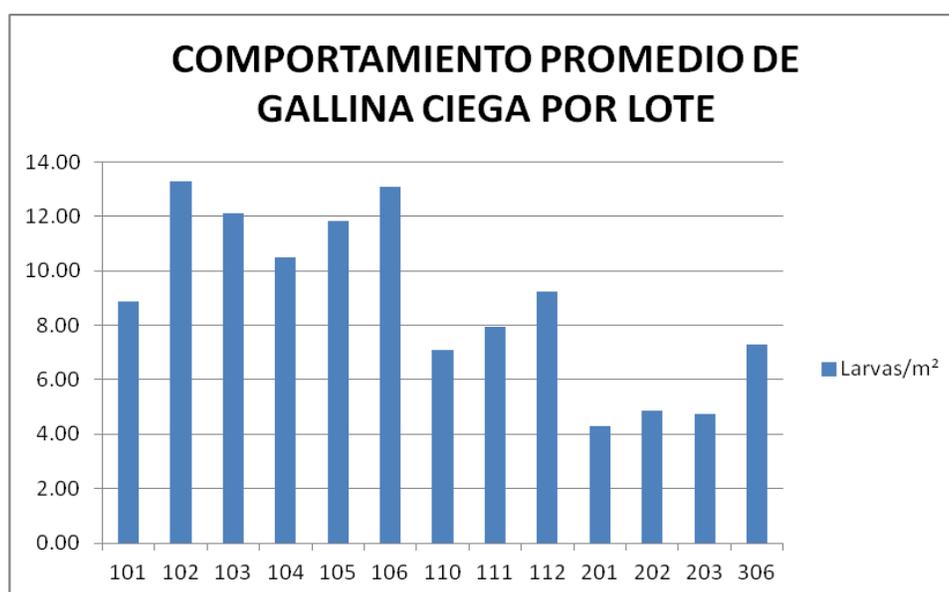
CORRELACIÓN			
	Larvas/m <sup>2</sup>	Precipitación (ml)	Temperatura °C
Larvas/m <sup>2</sup>	1		
Precipitación (ml)	0.7825453	1	
Temperatura °C	-0.6842535	-0.881688372	1

### Cuadro 6. Correlación entre larvas/m<sup>2</sup> de gallina ciega versus factores como precipitación y temperatura

Fuente: Douglas A. Navas.

La precipitación y la temperatura juegan un papel importante en el ciclo de vida de la gallina ciega, con los datos obtenidos durante el año 2,011 se realizó una correlación entre las larvas/ m<sup>2</sup> versus precipitación y temperatura, en donde la precipitación mostro una correlación positiva (0.78) la cual nos indica que a mayor precipitación mayor número de larvas/ m<sup>2</sup> y en cuanto a la temperatura es una correlación negativa (-0.68) lo cual nos indica que a mayor temperatura menor número de larvas/ m<sup>2</sup> y a menor temperatura mayor número larvas/ m<sup>2</sup> .

El promedio de larvas de gallina ciega mensual, durante el año 2,011, fue de 8.86 larvas/m<sup>2</sup>, en el mes de julio la gallina ciega ya ha llegado a su ciclo final para llegar a su etapa de adulto por lo que fue uno de los meses más bajos (4.57 larvas/ m<sup>2</sup>) y el mes con estuvo la población más alta (16.91 larvas/m<sup>2</sup>) fue octubre que es cuando la gallina ciega se encuentra en su estado más voraz y así mismo cuando se reporto mayor precipitación en la finca.

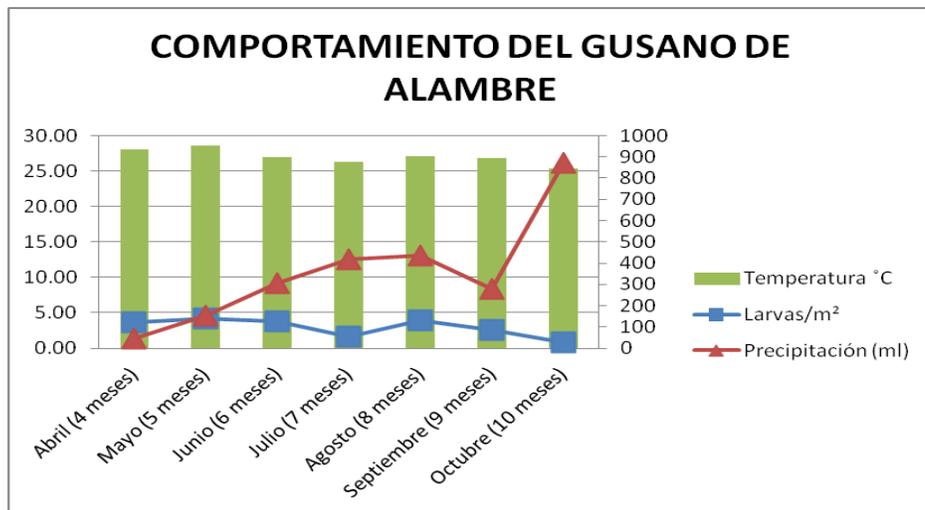


**Figura 10. Resultados del promedio de gallina ciega por lote**

Fuente: Douglas A. Navas.

En la grafica anterior se puede observar el comportamiento promedio de gallina ciega durante el año 2,011 en cada uno de los lotes a los que se les realizó un muestreo mensual, el lote que muestra una mayor población fue el lote 102 con 13.28 larvas/m<sup>2</sup> y el lote más bajo fue el lote 201 con 4.30 larvas/m<sup>2</sup>.

### — Gusano Alambre

**Figura 11. Comportamiento de gusano de alambre (*Elateridae spp*)**

Fuente: Douglas A. Navas

<b>CORRELACIÓN</b>			
	<i>Larvas/m<sup>2</sup></i>	<i>Precipitación (ml)</i>	<i>Temperatura °C</i>
Larvas/m <sup>2</sup>	1		
Precipitación (ml)	-0.761504873	1	
Temperatura °C	0.876633974	-0.881688372	1

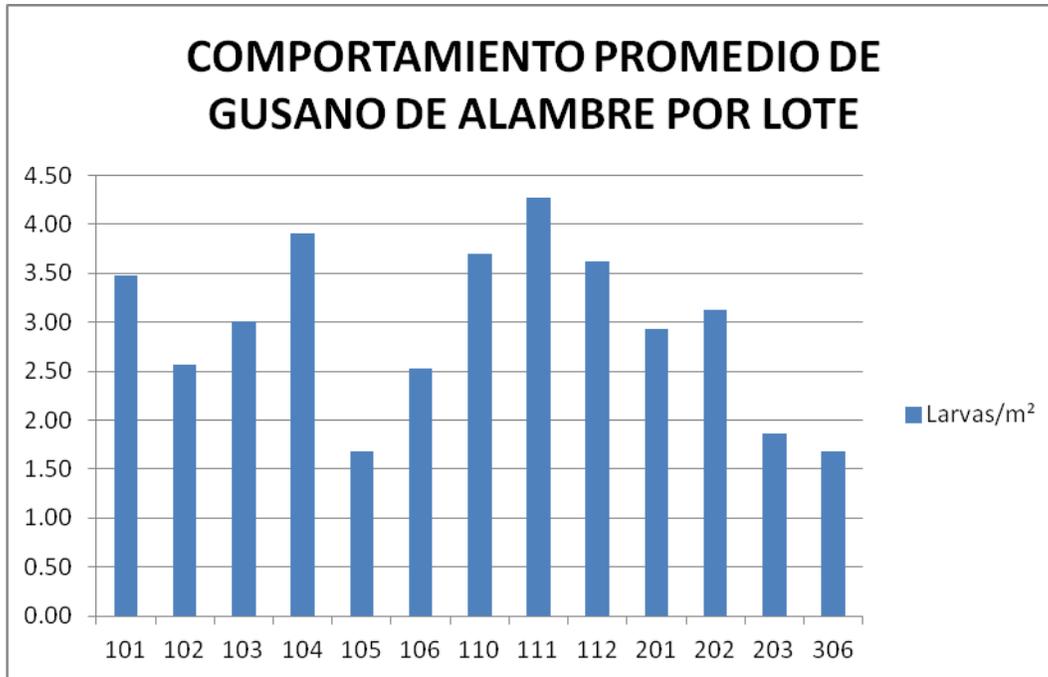
**Cuadro 7. Correlación de larvas/m<sup>2</sup> de gusano de alambre versus factores de precipitación y temperatura**

Fuente: Douglas A. Navas

A comparación con los resultados de gallina ciega se puede notar que el gusano alambre está influenciado por los mismo factores que la gallina ciega, solo que inversamente ya que a mayor precipitación menor población de gusano de alambre y a menor precipitación mayor población de gusano alambre.

Con la temperatura también hay una correlación positiva (0.88) lo cual se puede interpretar como, mayor temperatura mayor población y a menor temperatura menor población.

El promedio de larvas mensual durante el año 2,011 fue de 2.95 larvas/m<sup>2</sup>, fue en octubre donde se reportó mayor precipitación durante el año y claramente se pudo observar que la población fue la más baja en este periodo (0.86 larvas/m<sup>2</sup>) y la población más alta se obtuvo en el año 2,011, en el mes de mayo reportando 4.23 larvas/m<sup>2</sup>, lo cual se comprobó en el mes de mayo, mes en el cual se pudo observar un aumento de temperatura.



**Figura 12. Comportamiento promedio de gusano de alambre por lote**

Fuente: Douglas A. Navas.

En la grafica anterior se puede observar el comportamiento promedio por lote en donde el lote que mostro una mayor población fue el lote 111 con promedio de 4.27 de larvas/m<sup>2</sup> y el lote más bajo fue el lote 105 con promedio de 1.67 larvas/m<sup>2</sup>.

#### **1.4.1.6 Estrategias del manejo integrado de las plagas del suelo por el departamento técnico del Ingenio El Pilar, S.A.**

Las estrategias de control de plagas del suelo por parte del departamento técnico dependen de: si son siembras nuevas y caña socas.

Cuando son siembras nuevas la mecanización del suelo ayuda a exponer al sol las larvas de gallina ciega como de gusano alambre las cuales mueren por insolación, de esta manera ayuda a reducir considerablemente las poblaciones.

En el caso de caña soca la única manera de combatir las plagas del suelo es mediante aplicaciones de insecticidas, a continuación se muestran los insecticidas utilizados por el departamento técnico.

Nombre Insecticida	Gramos de I.A./Kilo	Dosis (Kilos/hectárea)
Jade	15	15.5
Counter	10 / 15	21.35 / 14.25
Forrater	10	14.25
Furadan	5 / 10	21.35 / 10.5

**Cuadro 8. Insecticidas utilizados por el departamento técnico**

Fuente: Departamento Técnico, elaborado por Douglas A. Navas.

#### **1.4.1.7 Estrategias de manejo integrado de plagas del suelo recomendadas**

##### **1.4.1.7.1 Medidas preventivas**

Dependiendo de las características físicas del suelo, se recomiendan las labores de arado profundo y barbecho prolongado para que el terreno se meteorice, dejando un período mínimo de 8 días entre el volteo y la rastra. Estas prácticas permiten una reducción de las poblaciones hasta en un 80 por ciento, por exposición de las larvas a la radiación solar y enemigos naturales.

##### **1.4.1.7.2 Trampas de luz**

El uso de los diferentes tipos de trampas de luz, han sido eficientes en la captura de adultos de gallina ciega, logrando capturas de hasta 20,000 adultos por noche. Debe implementarse con las primeras lluvias y con un período de exposición entre las 19 y 21 horas.

##### **1.4.1.7.3 Cultivos trampa**

Los adultos de gallina ciega y elateridos tienen preferencia alimenticia por el follaje de las Fagáceas y Leguminosas arbustivas, de los que se pueden utilizar en cercos y áreas improductivas de forma estratégica para atraer a los adultos. Por la noche y con base en monitoreos previos, se asperjan las copas de estos árboles con una solución de insecticida (*Metilparation*), utilizando para ello un cañón.

#### 1.4.1.7.4 Uso de insecticidas

El empleo de insecticidas granulados al momento de la siembra, es una práctica común, sin embargo solo permite proteger las yemas germinativas de la acción del gusano alambre y no tienen persistencia suficiente para eliminar las primeras infestaciones de larvas de gallina ciega y chinche hedionda que se producen con las primeras lluvias. El uso de nuevas formulaciones con características de liberación lenta o sistémico aplicado al pie de las cepas, pueden ser opciones que mejoren la eficacia de los insecticidas.

#### 1.4.1.7.5 Control biológico

El control biológico consiste en el uso hongos entomopatógenos para el control de estos insectos, se identificaron varios agentes causales como: *Bacillus popilliae*, *Metarhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana*, *Beauveria brogniartii*, Nemátodos del orden *Rhabaditida* y algunos parasitoides. Sin embargo, *Bacillus popilliae* y *Metarhizium anisopliae*, parece ser el de mayor incidencia natural y el de mayor importancia. El monitoreo de estos agentes de control, su aislamiento y las pruebas de virulencia, serán necesarias para el control de plagas de la raíz en el cultivo de la caña de azúcar en Guatemala.

#### 1.4.1.8 Barrenador del tallo (*Elasmopalpus lignosellus* Zeller)

Se encuentran dos tipos de barrenadores los cuales causan la muerte del cogollo de la caña de azúcar, el más responsable de este daño en edades tempranas aproximadamente de 1 a 3 meses es el *Elasmopalpus lignosellus* Zeller (*Lepidoptera: Pyralidae*) y el complejo *Diatraea* cuando la caña está en la fase de elongación.

##### 1.4.1.8.1 Barrenador menor (*Elasmopalpus lignosellus*)

La larva de esta polilla ha sido registrada como plaga en zonas productoras de caña de azúcar, durante el primer mes luego del corte; las larvas penetran al tallo para alimentarse y salen inmediatamente, lo que hace difícil su localización en el tallo afectado, estas se pueden encontrar en el suelo en las cercanías de los tallos que muestran el daño y se reconocen fácilmente por su comportamiento nervioso. Si bien

la larva induce la muerte de las hojas centrales del tallo, para que este muera el daño tiene que ocurrir cerca de la yema terminal.

#### **1.4.1.8.2 Barrenado mayor (N.C.)**

La presencia de *Diatraea* en caña joven ocurre generalmente un poco más tarde que la de *E. lignosellus* es decir después de un mes de realizado el corte, esto hace que el punto de entrada éste muy cerca de la yema terminal y por lo tanto los corazones muertos que ocasiona generalmente inducen la muerte de los tallos. Las larvas de *Diatraeae* se pueden encontrar dentro de los tallos recién atacados, hacen un orificio grande y se reconocen fácilmente por tener un tamaño mayor que el de *E. lignosellus* y por su coloración.

#### **1.4.1.8.3 Distribución geográfica**

Los barrenadores del tallo pertenecen al orden lepidóptero, familia *Pyralidae*, sub familia *Crambinae*. Existen cerca de 21 especies de *diatraeae* que se presentan en el cultivo de caña de azúcar, sin embargo no todas presentan daño económico. *Diatraeae saccharalis* es la especie más ampliamente distribuida y la que más daño le hace al cultivo de caña como también *Diatraeae crambidoides* con distribución generalizada de 0 a 300 msnm.

#### **1.4.1.8.4 Ciclo de vida**

El ciclo de vida de los barrenadores consta de cuatro estados: Huevo, larva pupa y adulto, la duración de cada uno, difiere según las especie, el hospedante y las condiciones climáticas, pero sin embargo algunas literaturas en América latina muestran rangos para huevo de 4 a 15 días; larva de 20 a 84 días; pupas de 6 a 14 días y adulto de 3 a 8 días.

#### **1.4.1.8.5 Daño**

El daño de los barrenadores en caña de azúcar puede pasar fácilmente desapercibido durante el desarrollo del cultivo, debido al hábito de las larvas de permanecer durante su desarrollo dentro del tallo y el cañaveral no muestra síntomas

externos alarmantes. Muchas veces se observa el daño hasta en los procesos de producción.

El daño puede ocurrir durante la germinación, el macollamiento o en tallos de elongación y maduración afectando los procesos de producción y fabrica.

En caso de la caña pequeña se observa el daño debido en el atrasó del crecimiento de las cañas cuando las larvas producen galerías verticales que pueden alcanzar el meristemo apical y causarles la muerte (corazón muerto). En caña de dos meses en adelante, se pueden observar dos tipos de daño, si afecta el apice vegetativo, el tallo producirá una proliferación de brotes laterales (lalas) y la planta invertirá energía en ellos, si el daño resulta de la perforación de los tallos, las galerías favorecen la entrada del hongo *colletotrichum falcatum*, responsable del muermo rojo, que afecta la calidad del jugo reduce los grados Brix.



**Figura 13. Perforación del tallo de caña por *Diatraeae spp***

Foto: Douglas A. Navas, 2011.



**Figura 14. Formación de galerías a causa de Diatraeae spp**

Foto: Douglas A. Navas, 2011.

#### **1.4.1.8.6 Metodología de monitoreo de poblaciones de Diatraeae**

El incremento de las poblaciones de insectos es causado por la emigración y reproducción, en tanto por las tasas de mortalidad y emigración. Por lo que es necesario mantener un programa de monitoreo que sea preciso, económico y de fácil aplicación, que permita detectar a tiempo el momento y las áreas que sobrepasen los niveles permitidos.

El muestreo de barrenadores puede hacer de varias formas y en diferentes etapas de desarrollo de la planta. El monitoreo puede hacer utilizando la captura de hembras vírgenes, feromonas sintéticas, trampas de luz, sin embargo una medida indirecta para la estimación de las poblaciones de los barrenadores es en la cuantificación del daño.

El barrenador está presente en todas las etapas del cultivo, pero hay diferentes épocas en las cuales las densidades poblacionales se incrementan siendo estas de febrero a abril, Junio a Julio, octubre a diciembre.

#### **1.4.1.8.7 Muestreo de daño**

Regularmente el muestreo de daño de barrenadores se recomienda realizarlo en tres etapas fenológicas del cultivo: macollamiento, elongación o desarrollo y cosecha

- **Muestreo en macollamiento**

Se recomienda para lotes que han tenido un historial de daño, el muestreo debe hacerse entre los 20 y 75 días después de la cosecha, utilizando como unidad de muestreo 5 metros lineales por unidad de área, es decir una manzana, en estos 5 metros se registra el número de corazones o cogollos muertos, así como el total de cogollos presentes.

- **Muestreo en elongación o desarrollo**

La fase de desarrollo o elongación de la caña de azúcar se considera de 4 a 8 meses después del corte o siembra. En este periodo se realizan los muestreos con el objetivo de estimar el porcentaje de intensidad de infestación y con base al umbral de acción considerar el control.

La forma de realizar el muestreo en macollamiento y en elongación constituye en hacer un caminamiento de forma Zig-Zax a modo de abarcar todo el lote posible, donde se elegirán puntos al azar donde se realizará cada muestra. Se realiza 1.5 muestras por hectárea.

Para llevar un registro de los datos en el campo se elaboró una boleta, donde se anota la cantidad de tallos barrenados por cada muestra que se realice. A continuación se muestra la boleta utilizada en los muestreos de barrenador.

- **Muestreo en cosecha**

Este muestreo permite conocer el nivel de daño final, Intensidad de infestación observado en cada área y estimar pérdidas esperadas. Este muestreo consiste en tomar al azar de las chorras o melgas 30 cañas por hectárea.

#### 1.4.1.8.8 Umbral económico establecido por el departamento técnico

Umbral	
Intensidad de Infestación (entrenudos dañados)	2.5% de intensidad de infestación

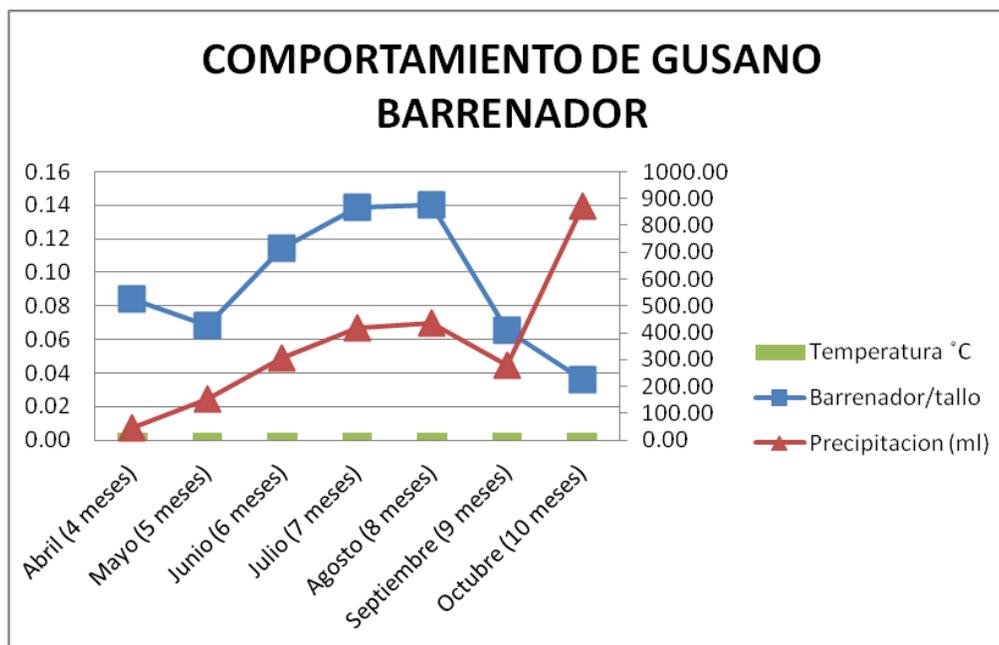
**Cuadro 9. Umbral económico establecido por el departamento técnico**

Fuente: Departamento técnico

#### 1.4.1.8.9 Historial de población de Diatraeae en finca” Concepción La Noria”

- No se encontró un historial de las poblaciones de Diatraeae y daño en la finca Concepción La Noria para los años anteriores al 2011.

#### 1.4.1.8.10 Monitoreo de Diatraeae del año 2011 en finca “Concepción La Noria”



**Figura 15. Comportamiento de gusano barrenador**

Fuente: Douglas A. Navas

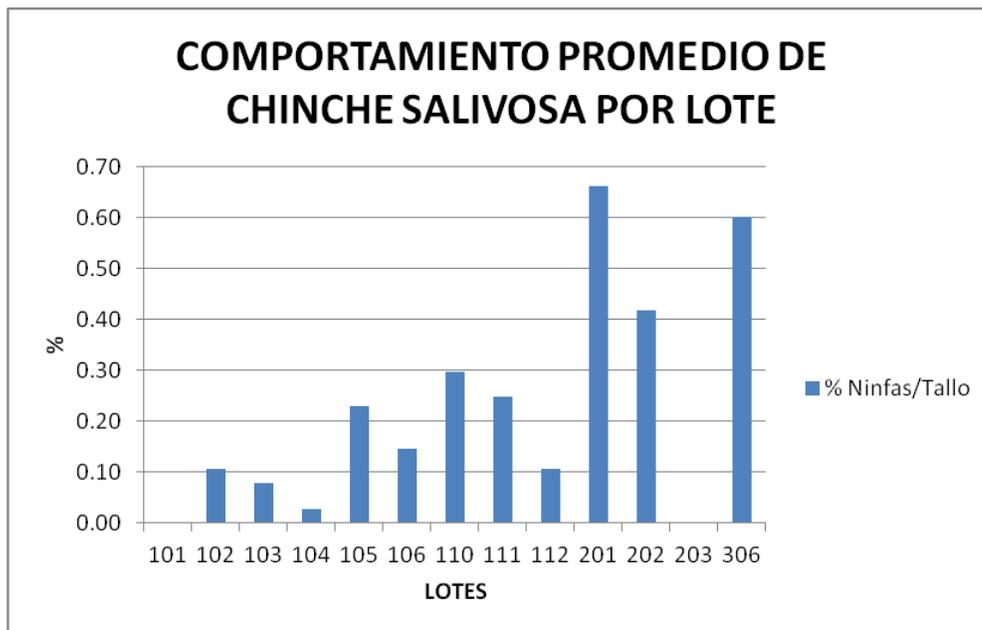
CORRELACIÓN			
	<i>Tallos Barrenados</i>	<i>Precipitación (ml)</i>	<i>Temperatura °C</i>
Tallos Barrenados	1		
Precipitación (ml)	-0.223258894	1	
Temperatura °C	0.096173948	-0.881688372	1

**Cuadro 10. Correlación de tallos barrenados versus precipitación y temperatura**

Fuente: Douglas A. Navas

El gusano barrenador no muestra ninguna correlación con los factores como lo es la precipitación y la temperatura, esto debido al comportamiento del gusano barrenador.

El porcentaje de tallos dañados promedio en el año 2,011 por barrenador fue de 0.09% de infestación, el mes en el que se encontró la mayor cantidad de tallos dañados fueron los meses de julio y agosto con 0.14% de tallos dañados, también se encontraron meses en los que era mínimo la cantidad de tallos dañados como el mes de octubre con 0.04% de tallos barrenados.



**Figura 16. Comportamiento de porcentaje de tallos dañados por lote**

Fuente: Douglas A. Navas

En la grafica anterior, se puede observar el comportamiento del porcentaje de tallos dañados por lote, donde el lote que mayor porcentaje mantuvo fue el lote 306 con 0.51% y hubieron lotes los cuales se encontró cero por ciento de tallos dañados.

#### 1.4.1.8.11 Estrategias del manejo integrado de *Diatraeae* por el departamento técnico del Ingenio El Pilar, S.A.

- Se realizan aplicaciones para control biológico antes que los cañales cumplan los cuatro meses de edad, los productos utilizados por el departamento técnico es VPC (Virus de la *Polidrosis Nuclear*) y DPEL.

Producto	Dosis (kilos/hectárea)
VPC	0.5
DPEL	0.5

**Cuadro 11. Producto y dosis necesarias**

#### 1.4.1.8.12 Estrategias del manejo integrado para *Diatraeae*

El manejo integrado para los barrenadores se basa en la implementación de prácticas agrupadas en tres fases: Prevención, detección y combate, para orientar las acciones preventivas y de control es necesario llevar un registro de los niveles de infestación en cada lote, pante y finca atreves de los principales fases fenológicas del cultivo.

Las áreas de riego sobrepasan el umbral de acción, mientras que las áreas que no generan problemas son las que logran mantener la intensidad de infestación menor al umbral de acción establecido.

- **Medidas culturales preventivas**

Estas medidas tienen como objetivo reducir las futuras infestaciones del barrenador, creando un ambiente menos favorable para su desarrollo. Entre ellas están:

- Cosecha en bloques: Para evitar que las palomillas del barrenador emigren a cañaverales viejos hacia aquellos jóvenes.
- Priorización del corte: Para dar preferencia en la cosecha a las áreas con los mayores índices de infestación para evitar el gradual deterioro de la caña y su pérdida de azúcar.
- Reducción del intervalo entre corte y molienda: Para entregar el corte en menos de 24 horas la caña de aquellas áreas con más de 5 por ciento de intensidad de infestación y evitar mayor deterioro químico y biológico.
- Cortes a ras del suelo: Para evitar que las larvas encuentren protección en la base de la caña.
- Destrucción de rastrojos de caña: Es necesario destruir la caña entera, puntas y mamones que se quedan después del corte porque sirven de refugio y alimento para las larvas. Lo ideal es incorporarlas al suelo.
- Eliminación de hospedantes externos: Los barrenadores del genero *Diatraeae* atacan diferentes especies de gramíneas, ya sean estas malezas o cultivos, de donde se emigran a la caña de azúcar.
- Mejoramiento del drenaje interno del suelo: Para eliminar el exceso de humedad durante la época lluviosa, ya que este favorece a la reproducción del barrenador y el crecimiento de malezas hospedantes.
- Entresaque: Consiste en eliminar las plantas infestadas con síntomas de tallos marchitos. Esta práctica se recomienda en los dos primeros meses del cultivo y en áreas de alta infestación para interrumpir el ciclo de la plaga.
- Semilla limpia: Con el propósito evitar traslado de semilla de lugares altamente infestados a lugares de baja infestación.

- **Combate control biológico**

El manejo de barrenadores está basado en la utilización de enemigos naturales. Los enemigos naturales son organismos parásitos depredadores y patógenos cuya acción regula la densidad poblacional de otro organismo plaga. Existen muchas especies de parasitoides, tanto de huevos como de larvas, depredadores y agentes

entomopatogenos que existen en forma natural para controlar las diversas especies de Diatraeae.

Dentro del control biológico son cinco las especies que han demostrado buen potencial en el control, facilidad de cría masiva y variados niveles de adaptabilidad en países vecinos y condiciones similares a Guatemala. Trichogramma exiguum Pinto y Platner (parasitoide de huevos), Cotesia flaviceps Cameron, Billaeae claripalpis, Lixophaga diatraeae lidella mínense.

#### **1.4.1.9 Chinche salivosa (Aenolamia spp)**

Chinche Salivosa, salivita, salivazo o mosca pinta (Homóptera: cercopidae) es un insecto con aparato bucal picador-chupador que se alimentan del xilema de una gran diversidad de gramíneas. Aeneolamia postica es la especie de mayor abundancia y distribución en la zona cañera de Guatemala. El manejo integrado de chinche salivosa en caña de azúcar hace énfasis en el control cultural preventivo mediante las labores mecanizadas que deben realizarse en la primera semana después del corte con el propósito de exponer los huevos diapaúsicos que se encuentran en el suelo.

##### **1.4.1.9.1 Características del estado ninfal**

Para los cercópidos en general, su estado ninfal representa el período de mayor duración dentro del ciclo de vida con variaciones entre 27 y 44 días para Aeneolamia postica, y de 22 a 60 días para Prosapia simulans, en tanto que los adultos muestran un período de vida mucho más corto entre 6 y 15 días. Esta diferencia y el comportamiento alimenticio de las ninfas es importante para orientar las acciones de combate del insecto cuando ya se ha establecido el ciclo de ovoposiciones de huevos no diapaúsicos en la estación lluviosa de cada año.

En general, el estado ninfal se caracteriza por la producción de una masa de espuma conocida como salivazo, dentro del cual debe ocurrir el desarrollo de 5 instares previo a alcanzar la fase adulta. Esta espuma tiene una función protectora contra la

deseccación del cuerpo blando de la ninfa y la acción de los insectos depredadores, porque pasan desapercibidos dentro de la misma. Se forma utilizando un fluido viscoso que es emitido por el ano y expulsado en forma de burbujas por medio del aire proveniente de una cámara ventral abdominal. Estas burbujas se distribuyen sobre la superficie dorsal y lateral de la ninfa mediante el movimiento inclinado de su abdomen. La cámara de aire está formada por la extensión de los térgitos y pleúritos de los segmentos abdominales que forman una curva debajo del abdomen en una línea media ventral y está cerrada hacia el exterior, excepto por una válvula en forma de “V” a través de la cual el aire puede ser introducido o expelido.



**Figura 17. Escupitajo de chinche salivosa**

Foto: Douglas A. Navas, 2011.

#### **1.4.1.9.2 Proceso de alimentación**

Tanto las ninfas como los adultos utilizan su estilete para elaborar túneles de alimentación que siempre finalizan en los elementos del xilema, una característica importante ya que la mayoría de insectos chupadores se alimentan del Xilema. A diferencia del floema, la savia del xilema es una solución acuosa diluida que

comúnmente contiene sales inorgánicas de nitrógeno, fósforo, potasio y calcio, así como varios aminoácidos y azúcares. De esta forma, para obtener una dieta adecuada las ninfas deben ingerir una gran cantidad de esta savia del xilema y eliminar un gran volumen de agua.

Debido a la baja calidad nutritiva de la savia del xilema, la duración de la fase ninfal se prolonga más tiempo del que emplean otros insectos chupadores, además, los elementos del xilema tienen una presión osmótica negativa de manera que el insecto debe hacer un mayor esfuerzo para extraer su alimento y es probable que por ello, los cercópodos como la chinche salivosa han desarrollado caracteres anatómicos especiales como la presencia del clipeo en el aparato bucal, que es utilizado como un músculo de succión.

Esto explica la necesidad del estado ninfal de especies rizófagas como *Aeneolamia postica*, de buscar las raicillas de la caña de azúcar y los pastos para pasar todo este período de su vida en la base de las plantas. Las raíces superficiales de cualquier cultivo, en general, tienden a tener menor presión negativa e incluso por la noche ésta disminuye y será más fácil para la ninfa succionar la savia. Afortunadamente la savia del xilema de las hojas parece no ser adecuado para la sobrevivencia de las ninfas

#### **1.4.1.9.3 El daño foliar**

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

En los últimos años, el combate de la plaga se ha concentrado en la aplicación del hongo entomopatógeno *Metarhizium anisopliae* dirigido casi exclusivamente a los adultos. La eficiencia de patogenicidad puede mejorarse con la formulación adecuada del hongo, las metodologías de aplicación y el momento de mayor susceptibilidad de la plaga. En relación al momento de mayor susceptibilidad, los estudios de fenología y dinámica poblacional demuestran que el período de eclosión de los huevos y el primer instar ninfal de la primera generación del insecto al inicio de la estación lluviosa de cada año, es el momento oportuno para la aplicación del hongo entomopatógeno. No obstante, la cobertura que alcanza el cultivo de caña de azúcar al inicio de la estación lluviosa se convierte en una barrera para su ubicación en la base de la macolla.

Para evitar este inconveniente se ha recomendado un sistema temprano de monitoreo de las áreas con antecedentes de alto riesgo, que permita detectar los focos iniciales de chinche salivosa en pastos o caña de azúcar y aplicar las medidas de control dirigido al estado ninfal. Se reconoce que el prolongado período ninfal del insecto, su poca movilidad de las raíces superficiales y la fragilidad del cuerpo al no poseer un exoesqueleto definido, constituyen las razones técnicas por las cuales el control de ninfa es más eficiente que el de adultos. Los adultos expuestos a las aplicaciones aéreas, por naturaleza viven menos tiempo y probablemente ya han ovipositado en el suelo, con la consecuencia cíclica de originar nuevas generaciones de ninfas y adultos que incrementarán las poblaciones en el futuro inmediato.

#### **1.4.1.9.4 Umbral económico establecido por el departamento técnico**

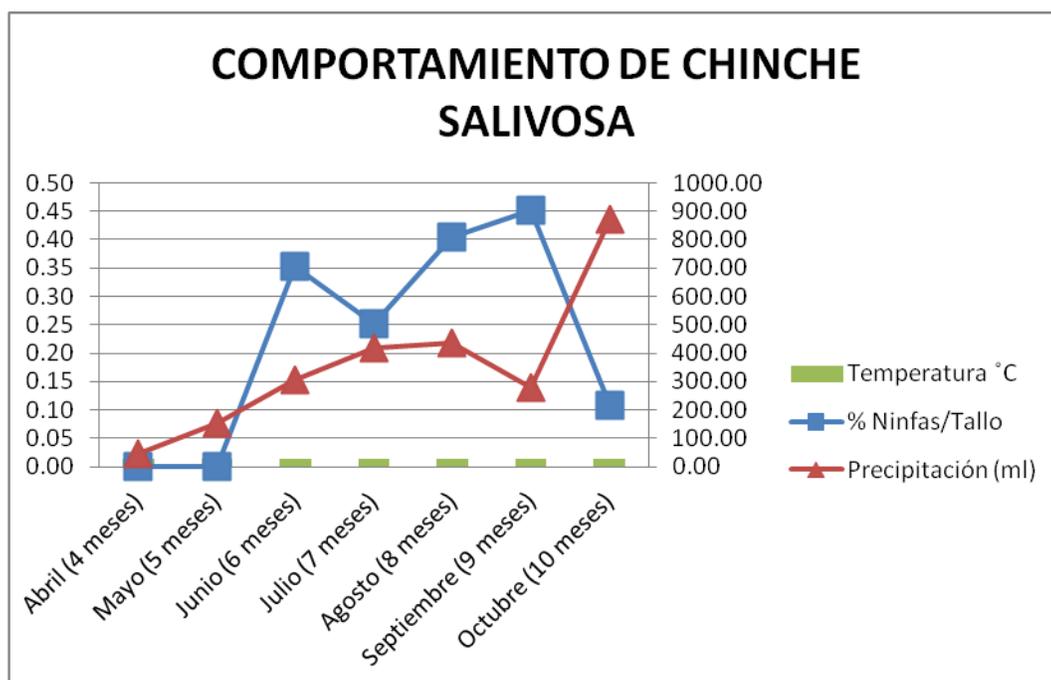
Cuando se realizan muestreos de chinche salivosa de ninfas/tallo, el umbral económico establecido por el departamento técnico es el siguiente.

Umbral	0.5 ninfas/tallo
--------	------------------

### 1.5.1.9.5 Historial de población de Chinche Salivosa en finca” Concepción La Noria”

- No se pudo encontrar ningún historial de chinche salivosa en la finca Concepción La Noria.

### 1.4.1.9.6 Monitoreo de Chinche Salivosa del año 2,011 en finca “Concepción La Noria”



**Figura 18. Comportamiento de chinche salivosa**

Fuente: Elaborado por Douglas A. Navas

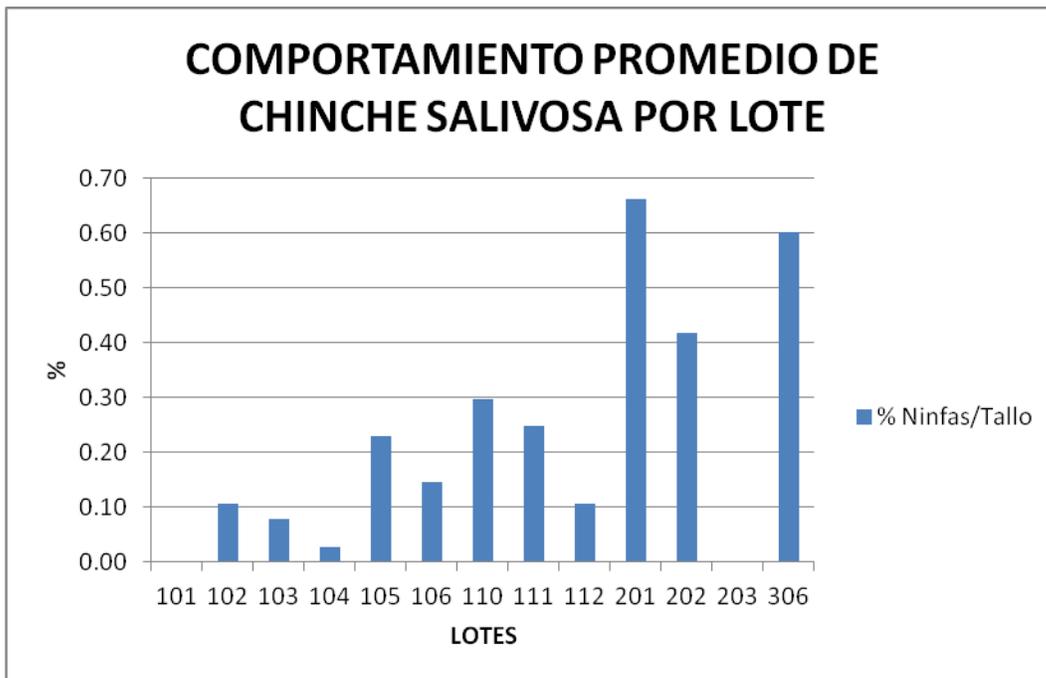
<b>CORRELACIÓN</b>			
	<i>Ninfas/tallo</i>	<i>Precipitación (ml)</i>	<i>Temperatura °C</i>
Ninfas/tallo	1		
Precipitación (ml)	0.156170443	1	
Temperatura °C	-0.372985266	-0.881688372	1

**Cuadro 12. Correlación de ninfas/tallo versus factores como precipitación y temperatura**

Fuente: Douglas A. Navas

La chinche salivosa no muestra ninguna correlación con los factores como lo es la precipitación y la temperatura, una de las razones, es debido a que esta plaga prolifera en la estación lluviosa y su población se ve influenciada por una precipitación solo requiere de humedad en el suelo para proliferar, como puede verse en la figura 18, donde los meses abril y mayo el porcentaje de ninfas fue cero, pero empezaron a proliferar a partir de mayo al encontrar la humedad necesaria.

El porcentaje de ninfas/tallo promedio para el año 2,011 en la finca Concepción La Noria fue 0.22% ninfas/tallo. La mayor cantidad de ninfas/tallo en el año 2,011 fue en el mes de septiembre con 0.45% de ninfas/tallo y los meses donde no hubo presencia alguna fue en abril y marzo ya que es una plaga que su presencia es solo en la estación lluviosa, por lo que la población de chinche salivosa estuvo por debajo del umbral económico durante el ciclo 2,011.



**Figura 19. Comportamiento promedio de de chinche salivosa por lote**

Fuente: Elaborado por Douglas A. Navas

En la grafica anterior se puede observar el comportamiento del porcentaje de ninfas/tallo, el lote donde hubo mayor presencia de chinche salivosa fue en el lote

201 con 0.66% de ninfas/tallo y en los lotes 101 y 203 no se encontró presencia algunas de la chinche salivosa.

#### **1.4.1.9.7 Estrategias del manejo integrado de Chinche Salivosa por el departamento técnico del Ingenio El Pilar, S.A.**

Consiste en distribuir al tresbolillo una cantidad aproximada de 200 trampas como máximo por hectárea, de lo contrario se van colocando gradualmente conforme los monitoreos.

Otra forma de colocarlas es en hileras de trampas verdes adhesivas en el contorno o límite de los campos de caña que colindan con áreas de pastizal u otros cultivos vecinos, que previamente se han identificado como focos de migración de adultos de chinche salivosa.

Este control se realiza durante todo el periodo de cultivo y consiste en mantener libre de malezas el área dentro y fuera del cultivo para que no existan hospederos.

Como último recurso se utiliza la aplicación de insecticidas químicos como el producto jade.

<b>Producto</b>	<b>Dosis (kilos/hectarea)</b>
Jade	14.25

#### **1.4.1.9.8 Estrategias del manejo integrado de Chinche Salivosa recomendadas Desbasurado**

Consiste en la acumulación de los residuos de cosecha en un solo surco, esta práctica se realiza en el momento de dos a tres días de cosechado el lote. De 4 a 5 días después del corte.

- **Requema**

Consiste en la acumulación de los residuos de cosecha en un solo surco para luego quemarla, esta práctica se realiza de 3 a 5 días después del corte.

- **Rastra sanitaria o cultivador**

Consiste en el paso de una rastra de discos lisos sin ángulo, o bien el uso de un cultivador llamada “gallinitas” que remueven la parte superficial del suelo en el surco para la exposición de los huevos diapausicos. De 4 a 5 días después del corte.

- **Descarne o desaporque**

Paso de cincel o ganchos entre los surcos del cultivo para exponer la población de huevos diapausicos de chinche salivosa. De 10 a 15 días después del corte.

- **Aporque**

Aporque con incorporación de *metharizium anisopliae*. Es una actividad que permite incorporar el hongo *Metarhizium* mediante la acumulación de una parte de tierra que se remueve de la mesa hacia la base de la macolla o surco. De 45 a 65 días, consiste en acumular una porción de tierra en la base de la macolla.

- **Control de malezas**

Este control se debe realizar durante todo el periodo de cultivo y consiste en mantener libre de malezas el área dentro y fuera del cultivo.

- **Uso de trampas adhesivas**

Consiste en distribuir al tresbolillo una cantidad inicial de 25 trampas verdes adhesivas por hectárea, la cual puede incrementarse hasta 100, si la población de adultos se incrementa en el foco.

Otra forma puede ser en colocar hileras de trampas verdes adhesivas en el contorno o límite de los campos de caña que colindan con áreas de pastizal u otros cultivos vecinos, que previamente se han identificado como focos de migración de adultos de chinche salivosa.

- **Aplicaciones terrestres y aéreas**

Consiste en aplicar el hongo entomopatogeno *Metarhizium anisopliae* en formulación líquida o granulada, dirigida al follaje para hacer contacto con los adultos que frecuentan el cogollo de la planta.

#### **1.4.1.10 Rata Cañera (*Sigmodon hispidus*)**

La rata cañera es una de las plagas de importancia económica en el cultivo de la caña de azúcar. Hay una diversidad de especies de roedores pero la que más predomina en la zona cañera de Guatemala es *Sigmodon hispidus*.

##### **1.4.1.10.1 Distribución**

*Sigmodon hispidus* es un roedor con amplia distribución geográfica. El hábitat original de la especie se asocia con grandes áreas de pastizal, riveras de los ríos, áreas desmontadas o baldías y áreas de cultivos como maíz, arroz, sorgo y caña de azúcar. Su sobrevivencia está relacionada con áreas de extensa cobertura vegetal que le proporcionan alimento y refugio para sus actividades vitales. En condiciones naturales la población de *Sigmodon hispidus* es grande debido a que posee una alta capacidad reproductiva, con un número variable de camadas por hembra y por año. El inicio de la reproducción es variable, según los sitios que habita pero en general se dice que la hembra es sexualmente madura entre los 40 a 60 días de edad, mientras que el macho está apto a los 60 días. El período de gestación promedio es tan corto que requiere de sólo 27 días y la camada puede ser de 5 hasta 12 crías. Por lo tanto, una sola pareja en potencia puede dar origen a unos 35,000 individuos por año (Gispert 1991).

La longevidad teórica es de 3 a 5 años pero bajo condiciones naturales y la expectativa de vida en un monocultivo como lo es la caña de azúcar es de alrededor de 6 meses (Subirós, 1995).



**Figura 201. Rata cañera (*Sigmodon hispidus*)**

Foto: Douglas A. Navas, 2011.

#### **1.4.1.10.2 Daño**

El daño resulta al roer retoños, cogollos y tallos que favorecen el acame y facilitan la entrada del hongo *Colletotrichum falcatum*, causante de la enfermedad del muermo rojo que puede provocar pérdidas más severas en variedades susceptibles.

Al roer y causar lesiones impiden el desarrollo normal de las plantas, reducen el tonelaje y deterioran la calidad del jugo cuando el cultivo se encuentra en proceso de maduración.

La alimentación de las yemas de caña produce un daño importante en semilleros ya que obliga a tomar medidas adicionales de control y con ello aumenta el costo.

Según Dieseldorff, F, el potencial de daño es grande ya que varios estudios han demostrado pérdidas de más del 21 por ciento en peso de caña y de 9 a 15 por ciento de reducción en el contenido de sacarosa (Dieseldorf, 1999).

En la zona cañera de Guatemala, la pérdida estimada a través de muestreos compuestos indica que por cada uno por ciento de tallos dañados la pérdida se incrementa en 0.5 toneladas de caña.



**Figura 21. Daño por la rata cañera**

Foto: Douglas A. Navas, 2011.

#### **1.4.1.10.3 Metodología de muestreo de rata cañera de población y daño**

La metodología que se está utilizando para determinar la población de la rata cañera en la finca “Concepción la Noria” se puede realizar por medio de dos tipos de trampas y una bolsa con cebo siendo ésta la más utilizada por cuestiones prácticas.

- **Muestreo de rata con jaula**

Las trampas tipo jaula que se utilizan poseen las siguientes dimensiones:

- 25 cm de largo
- 8.5 cm de ancho
- 17 cm de alto

El cebo que se utiliza es de tortilla de maíz ya que en estudios previos por el Ingenio El Pilar, S.A. se determinó que es eficiente utilizar la tortilla como cebo.

- **Muestreo de rata con trampa de golpe**

Las trampas tipo golpe que se utilizan poseen las siguientes dimensiones:

- 12 cm de largo
- 8 cm de ancho

Al hacer los muestreos de la población de rata cañera por medio del uso de trampas se pueden obtener datos que no se pueden obtener por medio de la bolsa con cebo como sexo, número de crías (si estuviera cargada).

- **Muestreo de rata con bolsa con cebo**

La bolsa con cebo consta de un rodenticida llamado *Klerat pelet* (ingrediente activo *Brodifacoum*) que trae una presentación granulada, las bolsas son llenadas con 10 gramos de *klerat pelet*.

La distribución de las trampas en el área de investigación, consiste en colocar aproximadamente 3 trampas por manzana en distribución tres bolillo. Para determinar la distancia se colocarán.

Primera entrada: La primera trampa se colocará en el cuarto surco y cinco metros del surco, la segunda a 95 metros, mientras que las siguientes a cada 100 metros.



Concepción La Noria	Población Ratas/ha	% Daño nuevo	% Daño viejo	% Total de daño
	14.48	1.51	3.60	5.11

**Cuadro 14. Historial de población y daño provocado por rata de la finca**

**Concepción La Noria, 2011**

Fuente: Administración X8, Elaborado por Douglas A. Navas

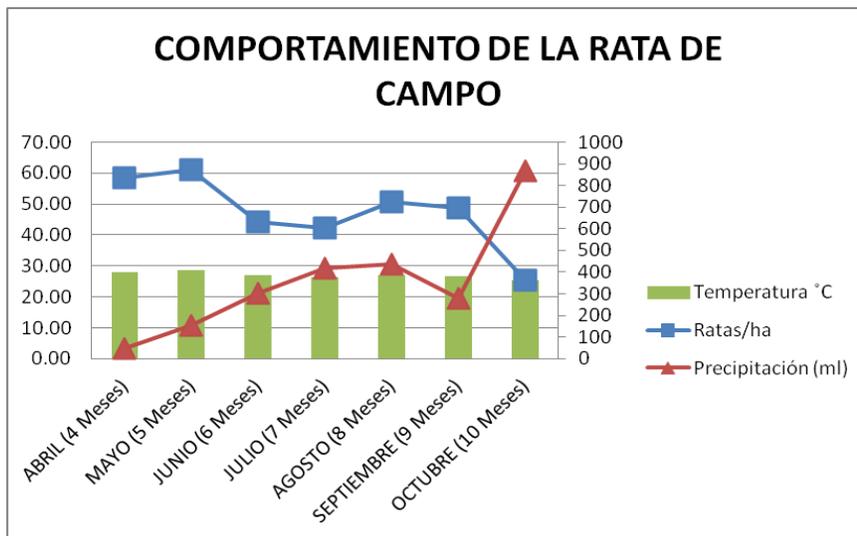
En el cuadro 15 se muestran los parámetros tanto de las poblaciones como del daño por rata de campo en la finca Concepción La Noria.

Concepción La Noria	Registro mayor de Población (Ratas/ha)	Registro menor de Población (Ratas/ha)	Registro mayor de daño nuevo	Registro menor de daño nuevo	Registro mayor de daño viejo	Registro menor de daño viejo
	66.66	2.5	4.11	0	6.19	0

**Cuadro 15. Población y daños provocado por rata en finca Concepción La Noria**

Fuente: Administración X8, Elaborador por Douglas A. Navas

**1.4.1.10.5 Comportamiento de la rata cañera con respecto a la temperatura y la precipitación del año 2,011 en finca “Concepción La Noria”**



**Figura 22. Comportamiento de la rata de campo en la finca Concepción La Noria**

Fuente: Elaborado por Douglas A. Navas

<b>CORRELACIÓN</b>			
	<i>Ratas/ha</i>	<i>Precipitación (ml)</i>	<i>Temperatura °C</i>
Ratas/ha	1		
Precipitación (ml)	-0.928987964	1	
Temperatura °C	0.965097154	-0.881688372	1

**Cuadro 16. Correlación de ratas/ha versus principales factores climáticos**

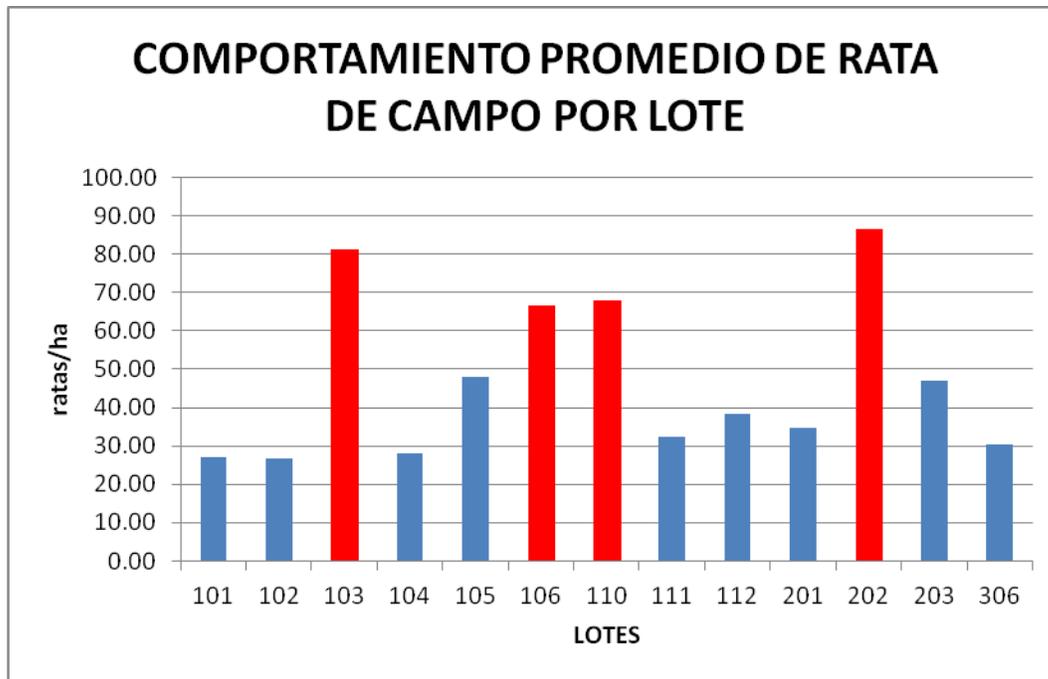
Fuente: Douglas A. Navas

Se puede ver claramente que la población de rata de campo está influenciada por dos factores abióticos tales como la precipitación y la temperatura, como también en cuanto a la precipitación una correlación negativa (-0.93) casi perfecta, es decir que a mayor precipitación menor población de ratas y a menor precipitación mayor población de ratas.

Para el caso de la temperatura, es una correlación positiva (0.96) casi perfecta, es decir que a mayor temperatura mayor población de ratas y viceversa.

Por lo que estos factores se consideran importantes para el pronóstico de poblaciones en base a estos dos factores como lo son la precipitación y la temperatura.

El promedio de la población para el año 2,011 fue de 47.29 ratas/ha. El mes en que la población de rata estuvo más alta fue en el mes de mayo con un promedio de 61.02 ratas/ha y el mes más bajo fue en el mes de octubre, mes el que se detectó mayor precipitación con una población de 25.52 ratas/ha.



**Figura 23. Comportamiento promedio de rata de campo por lote**

Fuente: Douglas A. Navas

En cuanto al promedio de ratas, el lote con mayor presencia de fue el lote 202 con 86.56 ratas/ha, este lote cuenta con mayor área (23.07 ha) que otros lotes además está a la par de un quinel el cual crea un hábitat propicio para la reproducción de la rata de campo. El lote que registro el menor número de ratas/ha fue el lote 102, lote que su área es menor al lote 202 (5.76 ha) a comparación del lote 202.

Según los datos que muestra la figura 23 los lotes que requieren más atención son el 103, 106, 110 y 202, ya que estos sobrepasan el umbral que es de 41 ratas por hectárea.

#### **1.4.1.10.6 Estrategias del manejo integrado por la rata cañera por el departamento técnico del Ingenio El Pilar, S.A.**

- Como estrategia cultural esta la elaboración de perchas, las perchas están diseñadas con varas de bambú de aproximadamente 8 metros, estas varas son colocadas de forma firme dentro de los pantes, en la parte alta de la percha de forma perpendicular hay colocada otra vara de bambú formando

una cruz, esto con el fin de que aves depredadoras puedan descansar en las perchas y que facilite la visión de su alimento (ratas) dentro del Cañal, se han visto en las perchas aves como gavilanes que pueden comer de 1-2 ratas por día y también se pueden observar lechuzas que pueden alimentar de 3-5 ratas por día.

- Se realizan muestreos en pre-cosecha de daño y de población utilizando bolsas con cebo y jaulas como también el uso de trampas para mantener el control de la población bajo los umbrales.
- Se realizan muestreos de daño en cosecha y con los resultados se toman acciones para cuando inicie su crecimiento el cañal.
- Como control químico se utilizan rodenticidas de segunda generación como klerat parafinado y Storm. Las dosis utilizadas son de 1.5 kilos por hectárea a 2.15 kilos por hectárea.

#### **1.4.1.10.7 Estrategias del manejo integrado de la rata cañera**

- **Medidas preventivas**

El reconocimiento oportuno del daño para iniciar las medidas de control en el momento más apropiado (monitoreo).

Solamente el daño que aun no ha ocurrido, puede ser prevenido y por ello es importante implementar acciones de control lo más temprano posible para reducir el incremento desmedido del daño al final en cosecha.

- **Control de malezas**

Las semillas de malezas son fuente de proteína y permite a las ratas balancear su dieta. Las áreas enmalezadas crean un ambiente propicio para su reproducción, y cuando el número se incrementa, se desplazan a otros campos del cultivo en busca

de alimento. Es por ello, que el control de malezas dentro y fuera de los pantes es importante para reducir la cantidad de alimento disponible.

Por eso, en áreas improductivas como linderos de ríos y quíneles es necesaria la reforestación, no sólo para controlar malezas, sino para fomentar la repoblación de depredadores aéreos, y mantener los quíneles fuera de malezas y sembrarlos con maní forrajero.

- **Eliminar fuentes de refugio**

En el período después del corte de caña, cuando la cepa joven le ofrece poca protección, los roedores se mueven hacia las áreas de refugio y el ciclo reproductivo inicia de nuevo. Estas áreas ofrecen muchas fuentes de refugio como troncos de árboles, basura, canales de riego y drenaje, restos de cosecha y cuevas. Eliminar estos refugios, realizar capturas y aplicar rodenticidas reducirán la tasa de crecimiento de la población y en consecuencia el daño al cultivo en el período de maduración.

- **Protección y fomento de los depredadores:**

Es indispensable colocar perchas a una altura de 8 m para la actividad de los gavilanes y lechuzas, cajas para anidamiento, así como la siembra de árboles frondosos para su anidamiento.

- **Control cultural**

Manipular y disturbar el hábitat, esto influye directamente en la dinámica poblacional de las especies; rotación de cultivos y uso de algunos labores de cultivo (preparación del suelo, limpieza de charrales, cañales, drenajes y quemas) favorecen en gran medida la reducción de la rata cañera (Solares M., 1998).

- **Control químico**

El uso de rodenticidas ha sido el método de control más difundido en caña de azúcar, sin embargo, su efectividad se reduce porque el cultivo cierra y la distribución se

hace difícil. En algunas áreas el éxito ha dependido de la severidad de la infestación y el tiempo de aplicación.

Existen rodenticidas agudos, que una vez ingeridos causan la muerte inmediata, sin embargo, son muy peligrosos y no se recomiendan. Los rodenticidas crónicos o anticoagulantes actúan interfiriendo el proceso de coagulación de la sangre y el roedor muere por hemorragias internas.

Existen diferentes rodenticidas en el mercado de los cuales podemos mencionar:

- STORM (*Flocoumafen*)
- RACUMIN (*Coumatetralil*)
- KLERAT (*Brodifacoum*)
- MATARRATA
- RODILON (*Difetialona*)
- FELINO (*Indandiona*)

## 1.4.2 Otros insectos

### 1.4.2.1 Chinche hedionda (*Scaptocoris talpa*)

Chinche hedionda pertenece al orden Hemiptera y familia *Cydnidae*. El adulto se caracteriza por poseer un exoesqueleto ancho, extenso, redondeado o triangular, con el ápice aplastado y generalmente de color café oscuro o negro. Las hembras ponen huevos cerca de las raíces de la caña y otras plantas silvestres; las ninfas recién nacidas se movilizan a través de la tierra y llegan al sistema radicular para succionar la savia, lo que provoca un crecimiento lento y delgado de los tallos. Los adultos pasan fácilmente de una cepa a otra sin salir del suelo, debido a sus patas típicamente excavadoras. Una alta infestación en caña de 2 a 4 meses de edad produce un amarillamiento del follaje y la muerte paulatina de las mismas. Estudios de fluctuación poblacional indican que la mayor densidad poblacional de adultos se observa en el período de mayo a septiembre. Aquellas áreas con mayor incidencia

de esta plaga, deben muestrearse hasta una profundidad de 60 cm, ya que con ello se garantiza un muestreo de más del 75 por ciento de las ninfas y adultos.

#### **1.4.2.2 Termitas o comejenes**

Son insectos sociales que se alimentan de tejidos leñosos, su preferencias por su estado de descomposición varían de acuerdo con la especie del insecto hasta algunas que se alimentan de tejido vegetal vivo.

El daño por el comején se ha comprobado que ha sido por dos especies, uno que se alimenta de la caña de azúcar y otro que construye sus termiteros dentro de los campos y causa problemas en forma indirecta.

El daño de las termitas durante la germinación puede obligar a la resiembra del lote total, estos insectos destruyen el sistema radical y perforan completamente los tallos, ocasionando una disminución significativa en la producción.

El control del comején es difícil, ya que no es posible utilizar insecticidas organoclorados de alta residualidad. Aunque existen otros productos que tienen un buen efecto de control. Su alta persistencia lo hace antieconómica para uso continuo el manejo de esta plaga, es de alto costo y difícil de aplicar.



**Figura 24. Daño por barrenador y daño secundario de termitas**

Foto: Douglas A. Navas, 2011.



**Figura 25. Daño de termitas en caña de azúcar**

Foto: Douglas A. Navas, 2011.

#### **1.4.2.3 Pulgones (*Sipha flava*)**

Los pulgones *Sipha flava* (*Homoptera: Aphididae*) forma colonias en el envés de las hojas probablemente posee toxinas en la saliva, las cuales una vez se inyectan en el tejido vegetal ocasionan, inicialmente pecas de color marrón y posteriormente el área afectada se torna de color amarillo, luego roja oscura y finalmente se seca. Se pueden encontrar en plantas de todas las edades pero se encuentran principalmente en plantas de 2 a 7 meses de edad

Los individuos de *Sipha flava* se caracterizan por su color amarillo. Forman colonias en el envés de las hojas de la caña y producen una coloración roja en éstas. Hasta el momento no se conocen parasitoides que ataquen este insecto y por tanto el control se realiza mediante el uso de insecticidas.

#### **1.4.2.3.1 Daños y síntomas**

En brote o en cañas jóvenes, el síntoma del ataque del pulgón amarillo es la coloración roja que adquiere la hoja afectada. Igual síntoma se presenta cuando se le encuentra en gramíneas de los callejones.

En tallos más desarrollados, las hojas con pulgón tienen en los bordes y extremos una coloración amarilla y finalmente terminan por secarse. En el área donde se localiza la colonia quedan huellas en forma de pecas.

#### **1.4.2.4 Chinche de Encaje (*Leptodyctia tábida*)**

Chinche de encaje es un insecto con aparato bucal picador chupador que fue descrita por primera vez por Herrich-Schaeffer como *Monanthia tabida* en especímenes colectados en México en 1839, aunque más tarde fue nombrada como *Leptodyctia tabida* por Champion en 1900. Su presencia en el cultivo de la caña de azúcar parece ser muy reciente ya que se descubrió por primera vez en el condado de Palm Beach, Florida USA, en julio de 1990. Un estudio realizado poco tiempo después de su descubrimiento en Florida, determinó que muchos campos de caña de azúcar habían sido afectados por *L. tábida* con poblaciones de aproximadamente 100 insectos entre ninfas y adultos, en algunas de las hojas, lo cual provocó el síntoma característico de manchas de color café rojizo que deterioran la clorofila. Se considera que puede llegar a ser una de las plagas importantes en especial cuando hay temporadas secas.

##### **1.4.2.4.1 Características**

El adulto tiene forma oblonga con aproximadamente 3.5 mm de largo y 1.6 mm de ancho en la parte más extendida de las alas. Tienen el cuerpo aplanado; alas de forma oval y alargadas que se extienden más allá del abdomen; además son semitransparentes y las nervaduras parecen un fino encaje, de donde proviene su nombre de “Chinche de encaje”. Las antenas son amarillentas, largas y finas; el pronoto es estrecho en la parte anterior. Las ninfas son planas, de color blanquecino y con muchas espinas dorsales ramificadas, erguidas y largas.

#### **1.4.2.4.2 Biología y hospederos**

Las hembras colocan huevos en forma individual en el tejido de las hojas superiores y generalmente en la superficie del envés. Un extremo del huevo se deja fuera del tejido de la hoja pero se recubre con una capa protectora secretada por la hembra adulta. Una generación de chinche de encaje, desde huevo a adulto, puede tomar de 20 a 30 días bajo las condiciones de verano, período durante el cual ocurren 5 instares ninfales. Estas ninfas prefieren habitar las hojas inferiores y se agrupan formando colonias con crecimiento muy activo.

#### **1.4.2.5 Ronrón cornudo de la caña de azúcar (*Podischnus agenor*)**

El ronrón cornudo, *P. agenor* (*Coleoptera: Scarabaeidae*) ocasiona daños en caña adulta y plantía. Los adultos de ambos sexos perforan los tallos en la parte media y superior; sin embargo son los machos quienes lo hacen con mayor frecuencia, utilizando para ello un cuerno recurvado hacia atrás que tienen en la cabeza y otro dirigido hacia delante que se encuentra en el pronoto. Mediante el uso de su aparato bucal de tipo masticador destruyen largos trozos del tallo que luego se fermentan. Estos insectos varían en tamaño y forma; sin embargo, la mayoría de ellos son gruesos y de cubierta muy dura. Los machos emiten un olor penetrante (feromona), que es capaz de atraer a los adultos de ambos sexos. Cuando las hembras son atraídas, se les permite entrar al túnel y algunas veces son copuladas, en tanto que si es un macho, se produce una pelea.

Una de las características más importantes en los ronrones machos es la variación notable respecto al desarrollo de sus cuernos. Aquellos con un escaso desarrollo se denomina “menores” y los de gran desarrollo “mayores”. Un hecho importante es que los adultos son atraídos por la caña en descomposición que se encuentra en los túneles, lo cual puede aprovecharse como trampa para el control.



**Figura 26. Ronrón Corrnudo (*Podischnus agenor*)**

Foto: Douglas A. Navas, 2011.

#### **1.4.2.5.1 Ciclo de vida**

Tienen un ciclo de vida anual cuyos estados de huevo y larva se desarrollan en el suelo y a diferencia de otras larvas de coleópteros, éstos únicamente se alimentan de material vegetal en descomposición. El estado larval puede durar de 4 a 8 meses, en tanto que el estado de pupa abarca de 2 a 3 meses.

Los adultos pueden vivir hasta 2 meses y medio. Los estudios sobre el comportamiento de los adultos indican que las hembras se desplazan más que los machos y visitan más de un túnel o galería. Ambos sexos vuelan fuertemente, aunque son lentos y recorren distancias cortas. Debido a que los túneles sirven de vivienda únicamente por 1 o 2 semanas, cada individuo probablemente habita varios túneles, durante su vida. Las hembras atraídas a los túneles generalmente son copuladas, se alimentan y salen a poner huevos en el suelo; después vuelan a otro túnel con el fin de alimentarse y producir más huevos. La mayor actividad de los adultos es por la noche y los campos infestados pueden presentar multitud de agujeros que forman una especie de celdas en el suelo.

#### **1.4.2.5.2 Daño**

El daño es ocasional y ocurre en la época de lluvias, observándose un incremento en ciertas áreas cañeras de Guatemala. El daño se produce por la actividad alimenticia

de los adultos y puede ser de dos tipos: En caña adulta y caña joven. En caña joven (plantía o socas): el daño se produce debajo del suelo, masticando porciones de tejido que provocan perforaciones en la base de los brotes jóvenes que originan la muerte del primordio foliar, dando la apariencia de “corazón muerto”, ocasionando una baja población de plantas que obliga a resembrar las áreas afectadas.

En caña adulta perfora grandes galerías en el tercio superior de los tallos, que muchas veces abarca de 2 a 3 entrenudos. Con la muerte de primordio foliar de las cañas afectadas se obliga a la planta a emitir brotes laterales (lalas), perjudicando el rendimiento en tonelaje y la calidad del jugo.



**Figura 29. Ronrón Cornudo dentro de la caña de azúcar**

Foto: Douglas A. Navas, 2011.



**Figura 27. Daño en caña de azúcar por Ronrón cornudo**

Foto: Douglas A. Navas, 2011.

#### **1.4.2.6 Spodoptera spp y Mocis sp.**

Este grupo incluye a especies de noctuidae, orden lepidóptero aunque las especies de spodoptera pueden formar plagas de importancia económica en cultivos semestrales, su presencia en caña de azúcar es solo facultativa, ya que en otras condiciones normales se hospedan en otras gramíneas que crecen en los campos 3 meses de la germinación en caña de azúcar, las larvas de estos insectos se movilizan a la caña a buscar alimento, si la población del insecto es alta puede destruir hasta 100% de la lamina foliar, pueden llegar a barrenar el material vegetativo.

## 1.5 Conclusiones

- Al monitorear las principales plagas presentes en la finca “Concepción La Noria” de las cinco plagas muestreadas dos fueron las que sobre pasaron los umbrales económicos, la rata de campo con un promedio de 49.29 ratas/ha y la gallina ciega 8.86 larvas/m<sup>2</sup>.
- Con el monitoreo realizado se inicio un registro de datos de las cinco plagas monitoreadas rata de campo, gallina ciega, chinche salivosa, gusano barrenador y gusano de alambre durante el año 2,011 y deja el trabajo iniciado para registrar su comportamiento futuro.
- Se capacitó a personal para poder realizar muestreos y poder registrar información precisa del comportamiento poblacional de los insectos potenciales de caña de azúcar.

## 1.6 Bibliografía

1. CAÑAMIP (CENGICAÑA, Manejo Integrado de Plagas en Caña de Azúcar, GT). 2005. Boletín de CENGICAÑA- CAÑAMIP 2004 de manejo integrado de plagas. Guatemala. 29 p.
2. \_\_\_\_\_. 2008. Manual de manejo integrado de la chinche salivosa CENGICAÑA-CAÑAMIP (presentación). Guatemala. 19 diapositivas.
3. \_\_\_\_\_. 2005. Manual de Manejo integrado de rata de campo CENGICAÑA-CAÑAMIP. Guatemala, CENGICAÑA, Boletín de Manejo Integrado de Plagas CENGICAÑA. 29 p.
4. CENGICAÑA (Centro de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar, GT). 2006. Memoria de resultados de investigación zafra 2005–2006. Guatemala. 302 p.
5. \_\_\_\_\_. 2007. Memoria de resultados de investigación zafra 2006–2007. Guatemala. 221 p.
6. \_\_\_\_\_. 2008. Memoria de resultados de investigación zafra 2007–2008. Guatemala. 246 p.
7. \_\_\_\_\_. 2009. Memoria de resultados de investigación zafra 2008–2009. Guatemala. 302 p.
8. \_\_\_\_\_. 2010. Memoria de resultados de investigación zafra 2009–2010. Guatemala. 363 p.
9. Dieseldorf, F. 1999. Fluctuación de la densidad poblacional de la rata cañera durante un ciclo de cultivo. Tesis Lic. Biol. Guatemala, USAC. 79 p.
10. Gómez L, LA; Lastra B, LA. 2009. Insectos asociados con la caña de azúcar en Colombia (en línea). *In* El cultivo de la caña en la zona azucarera de Colombia. Cali, Colombia, CENICANA. p. 237-266.

## CAPITULO II

**EVALUACIÓN DE TRAMPAS TIPO JAULA, GOLPE Y CEBO EN EL MONITOREO DE LA POBLACIÓN DE RATA DE CAMPO (*Sigmodon hispidus*) Y DAÑO ECONÓMICO EN CAÑA DE AZÚCAR VARIEDAD CP73-1547 EN CONCEPCIÓN LA NORIA, TIQUISATE, ESCUINTLA, GUATEMALA C.A.**

**EVALUATION OF TYPE CAGE TRAPS, HIT AND BAIT IN MONITORING POPULATION FIELD RAT (*Sigmodon hispidus*) AND ECONOMIC DAMAGE IN SUGARCANE CP73-1547 VARIETY IN CONCEPCION LA NORIA, TIQUISATE, ESCUINTLA, GUATEMALA C.A.**

## 2.1 Introducción

En lugares donde la rata de campo es común el monitoreo es una actividad de suma importancia, ya que permite determinar en forma oportuna el comportamiento y crecimiento de las poblaciones y el momento en que las mismas poblaciones son capaces de causar pérdidas de significancia económica.

Esto hace importante determinar el método de muestreo utilizando trampas o cebo que sean más eficientes para poder monitorear grandes extensiones de tierra cultivada con caña de azúcar (*Saccharum spp*). Debido que ha sido por años y aun lo sigue siendo, una de las plagas principales en el cultivo de caña de azúcar, principalmente en el estrato bajo, ya que causan pérdidas directas al roer y cortar el tallo, sin embargo hay pérdidas secundarias como la reducción del contenido de azúcar, por el apareamiento del hongo muermo rojo (*Colletotrichum falcatum*) como efecto secundario, el cual causa la fermentación de los jugos en tallos dañados.

La presente investigación pretende demostrar cuál de los métodos utilizando trampas o bolsa con cebo, es más eficiente para el monitoreo de la población de la rata de campo.

Durante dicha investigación se hizo uso de la metodología utilizada por el Ingenio El Pilar, S.A, para la cual consistió en distribuir las trampas y la bolsa con cebo al tres bolio en toda el área del lote, colocando 2 trampas por hectárea.

El monitoreo se realizó en una finca que se encuentra en el estrato bajo de la zona cañera, donde se eligieron lotes que han tenido presencia de rata.

El análisis de datos fue realizado mediante un diseño estadístico de diseño de bloques completamente al azar, correlaciones, tanto en porcentajes de captura entre trampas y bolsa con cebo, daño en precosecha. Para luego establecer que

tratamiento fue el más eficiente para el monitoreo de la población de la rata de campo y que porcentaje de captura se relaciona mejor con el porcentaje de daño en precosecha.

La investigación se realizó en la finca Concepción La Noria, perteneciente al Ingenio El Pilar, S.A. ubicada en Tiquisate, Escuintla. Se utilizaron tres tratamientos y 64 repeticiones ya la evacuación se realizó durante 8 meses, para lo que se necesitaron 24 lotes de aproximadamente 10 hectáreas cada uno con la variedad CP73-1547.

Los resultados obtenidos con esta investigación permitieron conocer el método más eficiente de monitoreo de ratas, lo cual es de suma importancia para la empresa ya que permite pronosticar, justificar y determinar el tipo más conveniente de medida de supresión, evitando daños y propiciando un uso más eficiente de los recursos.

## 2.2 Marco conceptual

### 2.1.1 Rata de campo (*S. hispidus*)

La diversidad de especies de roedores constituye una de las plagas de mayor importancia en el cultivo de la caña de azúcar a nivel mundial. Según estudios de rata de campo *S. hispidus*, es la especie predominante en la zona cañera de Guatemala, con una abundancia del 93 por ciento con respecto a otras especies menos frecuentes, pero importantes en el futuro como: *Oryzomys couesi*, *Peromyscus sp.* y *Liomys pictus* (CENGICAÑA-CAÑAMIP 2004a).

El desplazamiento de estos mamíferos ocurre principalmente en las primeras horas de la mañana y por la noche, realizando actividades de alimentación, apareamiento y migración. El hábito nocturno ha especializado los sentidos del olfato, oído y tacto, que guían su actividad defensiva y de localización de alimentos. La distribución y el crecimiento de sus poblaciones dependen, en parte, de los recursos del ambiente para proveerse de alimento, agua y refugio (CENGICAÑA-CAÑAMIP 2004a).

### 2.1.2 Descripción

El género *Sigmodon*, muestra considerables variaciones intraespecífica en la talla de cuerpo a través rangos geográficos, los cuales pueden ser resultado de variaciones estacionales, climáticas y aporte en cantidad y calidad de alimento. En la zona baja y litoral de la zona cañera de Guatemala, encontramos que los ejemplares adultos de *S. hispidus* registran un peso de 80 a 150 g, (promedio de 115 g); longitud total 270 mm, de color café grisáceo dorsalmente, y blanco en la región ventral. (Ingenio El Pilar, S.A. registro de datos de campo 2010-2011).

### 2.1.3 Clasificación Taxonómica

La clasificación taxonómica de rata de campo (*Sigmodon hispidus*) se muestra en el cuadro 17, desde el orden hasta la especie predominante en los cañales.

<b>Categoría</b>	<b>Descripción</b>
Orden	<i>Rodentia</i>
Suborden	<i>Myomorpha</i>
Familia	<i>Muridae</i>
Subfamilia	<i>Sigmodontinae</i>
Genero	<i>Sigmodon</i>
Especie	<i>S. hispidus</i>

**Cuadro 17. Clasificación taxonómica de la rata de campo (*S. hispidus*)**

Fuente: Dieseldorff, F (1,999)

#### **2.1.4 Distribución**

La rata de campo (*S. hispidus*) es un roedor con amplia distribución geográfica que abarca el centro y Sur de los Estados Unidos; México (con excepción de la costa Oeste); Centroamérica; centro de Panamá; Norte de Colombia y Venezuela. El hábitat original de la especie se asocia con grandes áreas de pastizal, riveras de los ríos, áreas desmontadas o baldías y áreas de cultivos como maíz, arroz, sorgo y caña de azúcar. Su sobrevivencia está relacionada con áreas de extensa cobertura vegetal que le proporcionan alimento y refugio para sus actividades vitales. En condiciones naturales la población de (*S. hispidus*) es grande debido a que posee una alta capacidad reproductiva, con un número variable de camadas por hembra y por año (CENGICAÑA-CAÑAMIPb).

El inicio de la reproducción es variable, según los sitios que habita pero en general se dice que la hembra es sexualmente madura entre los 40 a 60 días de edad, mientras que el macho está apto los 60 días. El período de gestación promedio es tan corto que requiere de sólo 27 días y la camada puede ser de 5 hasta 12 crías. Por lo tanto, una sola pareja en potencia puede dar origen a unos 35,000 individuos

por año. La longevidad teórica es de 3 a 5 años, pero bajo condiciones naturales la expectativa de vida es de alrededor de 6 meses (CENGICAÑA-CAÑAMIPb).

El agroecosistema de la caña de azúcar con elementos de alta incidencia de malezas de gramíneas dentro y fuera de los lotes, las fuentes de refugio en los canales de riego, basureros y troncos de árboles en las áreas no cultivadas, la deforestación que limita el hábitat para los depredadores, representa un hábitat favorable para que estos pequeños mamíferos expresen su alta capacidad reproductiva. La cosecha limita la fuente de alimento y las poblaciones tienden a reducirse, sin embargo, los sobrevivientes emigran hacia las áreas de refugio para alimentarse y continuar el ciclo de vida. Este período es el más débil para la población y en el cual se recomienda la implementación del Plan de Manejo Preventivo, el control de malezas, eliminación de las fuentes de refugio y el fomento de los depredadores aéreos son prácticas preventivas para el manejo de la rata cañera (CENGICAÑA-CAÑAMIPb).

### **2.1.5 Rata de campo**

El daño resulta al roer retoños, cogollos y tallos que favorecen el acame y facilitan la entrada del hongo *Colletotrichum falcatum*, causante de la enfermedad del muermo rojo que puede provocar pérdidas más severas en variedades susceptibles.

Al roer y causar lesiones impiden el desarrollo normal de las plantas, reducen el tonelaje y deterioran la calidad del jugo cuando el cultivo se encuentra en proceso de maduración.

La alimentación de las yemas de caña produce un daño importante en semilleros ya que obliga a tomar medidas adicionales de control y con ello aumenta el costo.

El potencial de daño es grande ya que varios estudios han demostrado pérdidas de más del 21 por ciento en peso de caña y de 9 a 15 por ciento de reducción en el contenido de sacarosa (Dieseldorff, F., 1999).

### **2.1.6 Pérdidas productivas por rata cañera**

Se ha determinado un factor de pérdida en peso de caña de 0.50 TCH/1 % de tallos dañados. Este factor representa la reducción en campo que ocurre por efecto del deterioro de los tallos que fueron mordidos por la rata. La pérdida en azúcar no es significativa y el factor estimado es de 4.82 Lb Az/tm/1 % de entrenudos dañados (intensidad de infestación, i.i), que equivale a 0.19 Lb Az/Tm/1 % de tallos dañados (% de infestación). Esta pérdida es debida al muermo rojo (*Colletotrichum falcatum*) que invade a los tallos mordidos por rata y que se trasladan hacia el ingenio. En conjunto, el índice de daño es de aproximadamente 143 Lb Az/ha/1 % de tallos dañados en pre-cosecha (CENGICAÑA-CAÑAMIP 2009a).

### **2.1.7 Control de la rata de campo**

Las ratas son animales jerárquicos y muy inteligentes; se necesita astucia para luchar contra ellos. Por ejemplo las ratas tienen miedo de cada nueva comida (neofobia) y mandan a los débiles a probar. Si estos débiles se mueren rápidamente después de la ingestión de la nueva comida, los demás no comen (Chacón, M., 1,995)

#### **2.1.7.1 Medidas preventivas**

La razón más importante para controlar roedores en caña de azúcar (*Saccharum spp*) es prevenir su daño. Esto requiere de una capacitación constante, para reconocer, medir y evaluar el daño (CENGICAÑA.CAÑAMIP 2004a)

El reconocimiento oportuno del daño para iniciar las medidas de control en el momento más apropiado (monitoreo).

Solamente el daño que aun no ha ocurrido, puede ser prevenido y por ello es importante implementar acciones de control lo más temprano posible para reducir el incremento desmedido del daño al final en cosecha (CENGICAÑA.CAÑAMIP 2004a).

#### **2.1.7.1.1 Control de malezas dentro y fuera del cañal**

Las semillas de malezas son fuente de proteína y permite a las ratas balancear su dieta. Las áreas enmalezadas crean un ambiente ideal para su reproducción, y cuando el número se incrementa, se desplazan a otros campos del cultivo en busca de alimento. Es por ello, que el control de malezas dentro y fuera de los pantes es importante para reducir la cantidad de alimento disponible (CENGICAÑA-CAÑAMIP 2004a).

Por eso, en áreas improductivas como linderos de ríos y quineles es necesaria la reforestación, no sólo para controlar malezas, sino para fomentar la repoblación de depredadores aéreos.

#### **2.1.7.1.2 Eliminar fuentes de refugio**

En el período después del corte de caña, cuando la cepa joven le ofrece poca protección, los roedores se mueven hacia las áreas de refugio y el ciclo reproductivo iniciará de nuevo. Estas áreas ofrecen muchas fuentes de refugio como troncos de árboles, basura, canales de riego y drenaje, restos de cosecha y cuevas. Eliminar estos refugios, realizar capturas y aplicar rodenticidas reducirán la tasa de crecimiento de la población y en consecuencia el daño al cultivo en el período de maduración (CENGICAÑA-CAÑAMIP 2004a)

#### **2.1.7.1.3 Detección y monitoreo**

Es necesario revisar periódicamente la población para detectar la presencia y magnitud de la misma. El propósito es el de conocer la dinámica poblacional, detectar el aumento en el número de individuos y establecer el momento oportuno que justifique el combate racional de la plaga. El muestreo requiere el empleo de trampas tipo jaula o de guillotina. El sistema de distribución debe ser sencillo y (CENGICAÑA-CAÑAMIP 2004).

#### **2.1.7.1.4 Eliminar las fuentes de refugio en las áreas improductivas**

Mientras el cultivo inicia su macollamiento, los roedores encuentran en las áreas periféricas no cultivables los elementos de agua, alimento y protección, utilizando los residuos de cosecha, cuevas, quineles, canales de riego y drenaje, troncos, etc. La sanidad en estas áreas y su reforestación hacen menos favorable el hábitat para la rata, elimina malezas gramíneas por efecto de la sombra y fomenta la repoblación de los depredadores (CENGICAÑA-CAÑAMIPa).

#### **2.1.7.1.5 Protección y fomento de los depredadores**

Es indispensable colocar perchas a una altura de 8 m para la actividad de los gavilanes y lechuzas, cajas para anidamiento, así como la siembra de árboles frondosos como matilisguate, cenicero, conacaste y ceiba, entre otros. (CENGICAÑA-CAÑAMIP 2004a).

#### **2.1.7.2 Control cultural**

Manipular y disturbar el hábitat, influye directamente en la dinámica poblacional de las especies; rotación de cultivos y uso de algunos labores de cultivo (preparación del suelo, limpieza de charrales, cañales, drenajes y quemas) favorecen en gran medida la reducción de la rata cañera (Solares, M, 1998).

#### **2.1.7.3 Control mecánico**

Comprende la utilización de trampas y barreras físicas de gran utilidad en la captura de animales vivos o muertos; en trampas están las ratoneras o guillotina y del tipo jaula; las barreras físicas tales como: cercas metálicas y vallas (Solares, M., 1998).

#### **2.1.7.4 Control biológico**

Es un método muy valioso porque se aprovecha enemigos naturales del hábitat, a la vez es una forma de control constante, la degradación constituye una actividad reguladora del medio, como es Coyotes (*Canis latrans* spp), Comadrejas (*Mustela* spp). Gavilanes (*Accipiter* spp), Lechuzas ratoneras (*Bubo* spp) y algunos microorganismos como la bacteria salmonella (Solares, M, 1998)

### **2.1.7.5 Control químico**

El uso de rodenticidas ha sido el método de control más difundido en caña de azúcar, sin embargo, su efectividad se reduce porque el cultivo cierra y la distribución se hace difícil. En algunas áreas el éxito ha dependido de la severidad de la infestación y el tiempo de aplicación.

Existen rodenticidas agudos, que una vez ingeridos causan la muerte inmediata, sin embargo, son muy peligrosos y no se recomiendan. Los rodenticidas crónicos o anticoagulantes actúan interfiriendo el proceso de coagulación de la sangre y el roedor muere por hemorragias internas.

Dentro de este grupo se diferencian dos clases: los de primera generación, donde el roedor debe comer grandes cantidades durante varios días para alcanzar la dosis letal y los de segunda generación poseen el mismo modo de acción con la diferencia de que se requiere una dosis menor y única (Escobar, R., 2010).

Existen diferentes rodenticidas en el mercado de los cuales podemos mencionar:

#### **2.1.7.5.1 STORM (*flocoumafen*)**

Es un rodenticida que se utiliza en forma de cebo de aplicación directa, eliminando roedores en una única ingesta con una mínima cantidad de cebo.

Este producto pertenece a BASF el rodenticida Storm. El *flocoumafen*, ingrediente activo con una concentración de 0,005 y actúa como anticoagulante, otorgando rápida acción contra roedores (Escobar, R., 2010).

#### **2.1.7.5.2 KLERAT (*brodifacoum*)**

Es un rodenticida que se utiliza en forma de cebo de aplicación directa, eliminando roedores en una única ingesta con una mínima cantidad de cebo.

Este producto pertenece a SYNGENTA AGRO S.A el rodenticida Klerat. El *brodifacoum*, ingrediente activo con una concentración de 0,005 y actúa como anticoagulante, otorgando rápida acción contra roedores, inclusive aquellos resistentes a warfarina. Los primeros roedores muertos podrán observarse ya a los 3 días, continuando la mortandad hasta los 14 días siguientes a la colocación de los cebos. Es resistente al agua y a la humedad y no requiere un período de precebadura; tampoco provoca desconfianza o recelo del cebo en los roedores (Escobar, R., 2010).

#### **2.1.7.5.3 MATARRATA**

Es anticoagulante previene el proceso de coagulación de la sangre por cuanto bloquea la acción de la vitamina K1, necesaria para la formación de la protrombina en el hígado, consecuentemente el contenido necesario de protrombina disuelta en la sangre disminuye cada vez más, con todas las repercusiones que esto conlleva sobre la coagulación (Escobar, R., 2010).

#### **2.1.7.5.4 RODILON (*difetialona*)**

El modo de acción es por medio de la ingestión. Al ser ingerido provoca la inhibición de la formación de protrombina, bloqueando el mecanismo de coagulación de la sangre, lo que se traduce en hemorragias internas que son las que causan la muerte a los roedores. Estos mueren de 4 a 5 días después de haber ingerido el cebo, sin causar recelo en el resto de la población, lo que permite que todas se alimenten y se consiga un excelente resultado de control.

El ingrediente activo es la *Difetialona* con una concentración de 0,025 por kilogramo, se clasifica como un rodenticida anticoagulante de dosis única, viene en una presentación de bloque parafinado para su utilización en invierno y presentaciones de un kilogramo (Escobar, R., 2010).

**2.1.7.5.5 FELINO (*indandiona difacinona*)**

Es un rodenticida con ingrediente activo *indandiona difacinona* con una concentración de 0,0052 GB, este es un anticoagulante que inhibe la vitamina K, el lugar principal de acción es el hígado donde varios de los precursores de la coagulación de la sangre sobrellevan vitamina K (Escobar, R., 2010).

**2.1.7.5.6 RACUMIN (*Cumatetralil*)**

Es un rodenticida con ingrediente activo Cumatetralil con una concentración de 0,75 P/P, este es un producto en polvo que se utiliza para la elaboración de cebos. Este es un anticoagulante que inhibe la vitamina K, el lugar principal de acción es el hígado donde varios de los precursores de la coagulación de la sangre sobrellevan vitamina K (Escobar, R., 2010).

**2.1.8 El Umbral Económico (UE)**

Se define como la densidad poblacional de la plaga en donde el productor debe iniciar la acción de control para evitar que la población sobrepase el Nivel de Daño Económico, en el futuro. Esto se plantea así porque se supone que hay un tiempo que transcurre entre la estimación de la densidad (monitoreo) y el control de la plaga. Es por ello, que el umbral de acción (UE) es una densidad menor que el Nivel de Daño Económico (NDE) para permitir el tiempo en que actúa el método de control. Es muy difícil de estimar porque depende de la dinámica poblacional de la plaga, pero en forma práctica se determina como el 50 por ciento del NDE, es decir la mitad. El programa estima este umbral, el cual debe servir para orientar las medidas de control (CENGICAÑA-CAÑAMIP 2009).

## **2.3 Marco referencial**

Dentro de las fincas que se encuentran en el estrato bajo del Ingenio El Pilar, S.A. se encuentra la finca Concepción La Noria, finca donde se centralizó la investigación.

### **2.3.1 Localización**

La finca está ubicada geográficamente en el municipio de Tiquisate, departamento de Escuintla a 160 km de la capital por la carretera internacional del pacífico CA-2. El caso de la finca está comprendida a una altura de 46 metros sobre el nivel del mar. Se localizan en las coordenadas latitud Norte 14° 11' 40.80" y longitud Oeste 91° 21' 23.66" y cuenta con un área de 1,175 hectáreas cultivadas con caña de azúcar.

### **2.3.2 Zona de vida y/o clima**

Según el sistema de clasificación de zonas de vida de Guatemala de Holdridge la finca del Ingenio El Pilar, S.A. se encuentra ubicada en la zona de vida Bosque Húmedo Subtropical cálido (bmh-S (c)), la cual se caracteriza por mantener una precipitación que varía entre 2,000 y 3,500 milímetros, con una temperatura que varía de 15 y 36 grados centígrados siendo los meses más cálidos marzo y abril (Cruz J.R. de LA. 1982).

### **2.3.3 Suelos**

El orden predominante en el área de estudio son los mollisoles, estos ocupando el 40% de la zona cañera de Guatemala.

Los suelos de la unidad de práctica se encuentran agrupados dentro de los suelos del litoral del pacífico, siendo estos bien drenados, que solamente necesitan ser desmontados y preparados para el cultivo con maquinaria. El material madre de estos suelos es un material aluvial que fue depositado en partes poco profundas del mar, y de acuerdo a sus diferentes características los agrupa de la siguiente forma:

- Pertenecen a la serie Tiquisate, siendo bien drenados y comprenden un 44.5% del área del departamento de Escuintla.
- El material madre de estos suelos es ceniza de aluvión volcánica de color oscuro.
- Suelo superficial presenta una coloración café, su textura va de franco arenoso fina franco suelta y su espesor aproximadamente es de 40 a 50 cm (Cruz J.R. de LA., 1982).

#### **2.3.4 Variedad CP73-1547**

La variedad de caña a utilizar en el ensayo es CP73-1547 a continuación se muestran las características de la variedad.

##### **A. Aspecto general de la planta**

- Regular deshoje natural
- Habito de crecimiento de tallos semiabiertos.
- Regular cantidad de follaje.
- Cogollo largo.

##### **B. Entrenudos**

- Color verde amarillento con manchas negras y ceroso.
- Forma de crecimiento ligeramente curvado en zigzag.
- Cicatriz foliar ligeramente abultada.

##### **C. Nudo**

- Forma de crecimiento cilíndrico.
- Yema aproximadamente redonda protuberantes con alas.
- Anillo de crecimiento semiliso.

##### **D. Vaina**

- Desprendimiento intermedio.
- Color verde con manchas rojizas, borde seco unido longitudinalmente.

- Presencia de afate intermedio.

#### E. Lamina foliar

- Hojas anchas verde oscuro

#### F. Aurícula y lígula

- Aurícula forma lanceolada larga y corta en un lado y en el otro transicional incilinada.
- Lígula deltoide con rombo.

#### G. Cuello

- Color verde oscuro.
- Superficie la mayor lisa. (CENGICAÑA, Catalogo de variedades promisorias de caña de azúcar de la agroindustria azucarera Guatemalteca, 2004)

### 2.3.5 Historial de ratas en la finca

La finca cuenta con un historial de un año del 2,010-2,011 donde se monitoreo la población y daño por la rata de campo en pre cosecha. Para el monitoreo de población se utilizaron trampas tipo jaula utilizando como cebo trozos de tortilla de maíz.

La especie que predominó fue *S. hispidus* con un 97% contra otras especies. A continuación se muestra un cuadro con el historial de la población y daño en el 2,010-2,011.

Concepción La Noria	Población (Ratas/ha)	% Daño nuevo	% Daño viejo	% Total de daño
	14.48	1.51	3.60	5.11

14.48 1.51 3.60 5.11

**Cuadro 18. Historial de población y daño**

Fuente: Administración Saul Recinos, Ingenio El Pilar, S.A.

En el siguiente cuadro se muestran las poblaciones como del daño por la rata de campo en la finca Concepción La Noria, donde se presentan en porcentaje, el umbral actual para daño nuevo es de un 3% y para daño viejo es de un 5%, como se puede ver en el cuadro hay lotes que superaron el umbral los cuales fueron aplicados con rodenticidas para disminuir el daño y la población.

Concepción La Noria	Registro mayor de Población (Ratas/ha)	Registro menor de Población (Ratas/ha)	Registro mayor de daño nuevo	Registro menor de daño nuevo	Registro mayor de daño viejo	Registro menor de daño viejo
	66.66	2.5	4.11	0	6.19	0

**Cuadro 19. Población y daño por rata de campo**

Fuente: Administración Saul Recinos, Ingenio El Pilar, S.A.

### **2.3.6 Metodología para determinar el Umbral económico**

El aspecto de las decisiones económicas es, probablemente, el más discutido en entomología económica y el manejo de insectos-plaga en la agricultura. La pregunta fundamental en la cual se basa es la necesidad de conocer cuántos insectos causan tal cantidad de daño y si este daño es significativo para iniciar la acción de control (CENGICAÑA-CAÑAMIP).

Para calcular el Umbral Económico (UE) es necesario determinar primero el Nivel de Daño Económico (NDE) que es la más baja densidad poblacional que causara daño económico.

El nivel de daño económico se interpreta como la densidad poblacional de la plaga en el cual el costo de la medida de control iguala al beneficio económico esperado por la acción de la misma. Es decir, que la acción de control “salva” una parte del rendimiento, el cual se hubiera perdido si no se toma la decisión de hacer el control.

## **2.4 Objetivos**

### **2.4.1 General**

- Determinar cuál es el método de muestreo que presenta la mayor población de ratas, por medio de la captura (con las trampas jaula y golpe), y el conteo de bolsas mordidas (con el cebo), en el cultivo de la caña de azúcar.

### **2.4.2 Específicos**

- Determinar cuál es el método de muestreo que presenta la mayor población de ratas, por medio de la captura (con las trampas), y el conteo de bolsas mordidas (con el cebo), en el cultivo de la caña de azúcar.
- Establecer que método de muestreo, (con trampas y con el cebo) que proporciona la población de ratas, se relaciona con el porcentaje de daño en el cultivo de caña de azúcar.
- Determinar el método de muestreo de población de ratas, más económica, práctico (en el campo), y que cubra más área en el menor tiempo, en el cultivo de la caña de azúcar.
- Establecer el nivel de daño económico (NDE) para cada uno de los métodos de muestreo (trampas y cebo) para el año 2,011, en fincas del Ingenio EL Pilar S.A.

## **2.5 Metodología**

### **2.5.1 Diseño experimental**

El diseño experimental consistió en un diseño en Bloques Completos al Azar (DBA) el cual toma los tres principios básicos de la experimentación: repetición, aleatorización y control local. En este diseño las unidades se distribuyen en grupos homogéneos, donde cada grupo homogéneo es un bloque que es igual al número de tratamientos del experimento.

#### **2.5.1.1 Criterio del bloque**

Se eligió un diseño de bloques debido a que el experimento tiene una gradiente temporal variabilidad. Esta gradiente consiste en que cada uno de los bloques fue realizado en diferente día, por lo que puede tener diferentes condiciones en cada uno de los días en que se realizó cada bloque.

#### **2.5.1.2 Aleatorización**

La aleatorización se realizó independiente en cada uno de los bloques que se realizan por mes durante ocho meses.

#### **2.5.1.3 Área del experimento**

Para este experimento se utilizaron 24 lotes de la finca “Concepción La Noria” los cuales han tenido registros de poblaciones de ratas, los lotes tienen un promedio de 10 hectáreas cada uno, por lo que el experimento tendrá un área total de 240 hectáreas sembradas con caña con variedad CP-731547 en caña soca, la cual tiene 4 meses desde el momento de corte.

#### **2.5.1.4 Variable**

- Población (ratas / hectárea).
- Nivel de daño económico.
- Método de muestreo.

### **2.5.1.5 Muestreo de población de ratas de campo**

Con el objetivo de monitorear la rata de campo en el cultivo de caña de azúcar, se utilizó una metodología del Ingenio El Pilar, S.A. La cual consistió en que una rata tiene un radio de acción de 45.66m<sup>2</sup> por lo que se distribuyen aproximadamente dos trampas por hectárea, en una distribución tres bolillo. Para determinar la distancia se colocó una trampa de la otra de la siguiente manera.

Primera entrada: La primera trampa se colocó en el cuarto surco de donde comienzan los surcos de cada lote de derecha a izquierda y se colocó una trampa a cinco metros de donde empieza el surco, la segunda trampa se colocó a 95 metros, mientras que las siguientes trampas a cada 100 metros.

Segunda entrada: La segunda entrada se colocó a 32 surcos de donde se encuentra la primera entrada y a 50 metros de donde empieza el surco y las siguientes trampas a cada 100 metros.

Tercera entrada: Esta se colocó a 32 surcos después de la segunda entrada en la misma forma en que se colocarón las trampas en la primera entrada.

Cuarta entrada: Se colocó a 32 surcos de la tercera entrada en la misma forma en que se colocaron en la segunda entrada.

Cada muestreo se realizó con un diferente tipo de trampa la cual permaneció colocada en el campo por 48 horas, las que se describen a continuación:

#### **2.5.1.5.1 Trampa tipo jaula**

Las trampas tipo jaula que se utilizaran poseen las siguientes dimensiones

- 21 cm de largo
- 9 cm de ancho
- 17 cm de alto

La trampa tipo jaula la cual captura ratas sin ocasionarles la muerte, manteniéndolas vivas durante más de 48 horas si no son atacadas por las hormigas o si la jaula no es colocada donde reciba directamente la luz solar, ya que se mueren por insolación.

Con la trampa tipo jaula se puede observar el sexo de las ratas para determinar la distribución de la población (hembras o machos), y también se puede llevar un control de la propagación de las ratas por medio del conteo de las crías de las ratas cargadas

El cebo que se utilizó en las jaulas, para capturar las ratas son trocitos de tortilla de maíz, ya que esta con el tiempo se endurece, mientras que con otras harinas se ponen suaves, provocando que las ratas no activen la trampa.

Cada vez que se recolectan las jaulas se debe tener un cuidado especial para lavarla adecuadamente, ya que si se capturó una rata por lo regular deja orines en la jaula los cuales puede ahuyentar a otra rata en caso de una nueva captura en otro día y es recomendable utilizar guantes.

#### **2.5.1.5.2 Trampa tipo golpe**

Las trampas tipo golpe que se utilizaron poseen las siguientes dimensiones:

- 16 cm de largo
- 8.5 cm de ancho

La trampa de tipo guillotina actúa por impacto la cual ocasiona la muerte de las ratas instantáneamente.

Con la trampa tipo guillotina también se puede observar el sexo de las ratas para determinar la distribución de la población (hembras o machos), y también se puede llevar un control de la propagación de las ratas por medio del conteo de las crías de las ratas cargadas

El cebo que se utiliza en las guillotinas, para capturar a las ratas son trocitos de tortilla de preferencia hecha de maíz.

Cada vez que se recolectó la trampa de golpe se debió tener un cuidado especial para lavarla adecuadamente, ya que si se capturo una rata debido al impacto muere inmediatamente y por lo tanto deja un olor que ahuyenta cualquier intento de captura.

#### **2.5.1.5.3 Bolsa con cebo**

La bolsa con cebo consta de una bolsita de 10 gramos la cual contiene en su interior el rodenticida llamado Klerat pellet (ingrediente activo Brodifacoum con una concentración de 0.05 gramos de I.A. por kilogramo y actúa como anticoagulante) trae una presentación granulada.

A diferencia de las dos trampas tanto tipo jaula como la de golpe, la bolsa con cebo no puede utilizarse otra vez debido a que la rata la come y a diferencia de los dos tipos de trampas, la bolsa con cebo solo muestra presencia de rata ya que no captura.

#### **2.5.1.6 Ratas/hectárea**

Para determinar el número de ratas por hectárea, se llevó una boleta de datos las cuales se anotaron 48 horas después de la colocación de las trampas, las cuales incluyeron información como: Nombre de la finca, fecha, lote, área, número de trampas, captura de rata, machos, hembras.

Para cuantificar la población por hectárea para cada una de las trampas y bolsa se utilizó la siguiente formula.

$$\text{Ratas/hectárea} = \frac{10,000 \text{ m}^2 * \text{Número de ratas capturadas}}{45.66 \text{ m}^2 \text{ Trampas colocadas}}$$

Donde:

45.66 m<sup>2</sup>: Es el área de acción de las ratas.

10,000 m<sup>2</sup>: Son los cuadrados de una hectárea.

La otra variable analizada fue el daño causado el cual se describe a continuación:

### **2.5.1.7 Muestreo del nivel de daño en tallos**

La metodología de muestreo constituye en hacer un caminamiento de forma Zig-Zag a modo de abarcar todo el lote posible, donde se elegirán puntos al azar donde se realizó cada muestra que consistió en delimitar 10 metros lineales para luego contar la población de tallos y daños por la rata cañera. (Ver figura 14)

Para llevar un registro de los datos en el campo se elaboró una boleta, donde se anotaron la cantidad de tallos y tallos dañados por rata cañera por cada muestra que se realizó. (Ver cuadro 15)

### **2.5.1.8 Estimación del Nivel de Daño Económico (NDE)**

Partimos de la igualdad en los costos y beneficios del control

$$C = ID \times D \times P \times K$$

De donde:

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

ID = El índice de daño determinado para la plaga.

D = Densidad poblacional de la plaga.

P = Precio unitario de venta del producto (azúcar).

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

Para obtener una expresión de la densidad de la plaga (D), equivalente al NDE, que cumpla con esta condición, se resuelve la ecuación anterior para (D). Es decir,

$$NDE = D = C / ID \times P \times K$$

### 2.5.2 Correlaciones

También se realizaron correlaciones para la cual se eligió la correlación de Pearson, la cual es un índice que mide la relación lineal entre dos variables aleatorias cuantitativas, por lo que es un índice que se utilizó como para medir el grado de relación de dos variables.

Para tener una adecuada cantidad de datos se tomaron 64 lecturas de cada una de las variables que se evaluaron.

Para determinar la eficiencia de colocación de cada método de muestreo de trampa tipo jaula, golpe y bolsa con cebo. A continuación se muestran las correlaciones que se realizaron en dicha investigación.

- % de captura vrs % de daño Variables.
- Población de ratas por hectárea por lote.
- Porcentaje de daño por lote.
- Eficiencia de uso de la trampa.
- Eficiencia de colocación de trampas o bolsa con cebo en área.
- Costo de la jaula, golpe y bolsa.
- Costo del trabajador en el campo.
- Manipulación de trampas y bolsas con cebo. Por último se determinó la facilidad de uso de cada una de las trampas o bolsa con cebo utilizando una encuesta que fue llenada por los plagueros que participaron en la investigación.

Con estos datos se obtuvo el costo para cada método de muestreo por hectárea.

## 2.6 Resultados y discusión

### 2.6.1 Determinación del método para muestreo de ratas en el cultivo de caña de azúcar

Luego de realizar los muestreos en los diferentes lotes de investigación y en las diferentes etapas del cañal, se procedió al análisis de los resultados.

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P-VALOR</b>
<b>Modelo</b>	60629.97	33	1837.27	1.94	0.0123
<b>Bloque</b>	45916.54	31	1481.18	1.56	0.0675
<b>Tratamiento</b>	14713.43	2	7356.71	7.77	0.0010
<b>Error</b>	58721.62	62			
<b>Total</b>	<u>119351.59</u>	95			

CV= 52.93

#### **Cuadro 20. Análisis de varianza (SC tipo III) para población de ratas por hectárea / 2011**

Fuente: Douglas A. Navas

De acuerdo al análisis de varianza de los tres métodos de muestreos (dos con trampas y uno cebo), se observa en el cuadro 20 que estadísticamente y con un nivel de significancia del cinco por ciento, se determino que existe una diferencia significativa sobre la variable en estudio que es la población de ratas por hectárea

<b>Tratamiento</b>	<b>Medias</b>	<b>N</b>	<b>E.E.</b>		
<b>Bolsa</b>	75.65	32	5.44	<b>A</b>	
<b>Jaula</b>	49.49	32	5.44		<b>B</b>
<b>Golpe</b>	47.49	32	5.44		<b>B</b>

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ ,  $N=32$ ,  $E.E.=5.44$ )

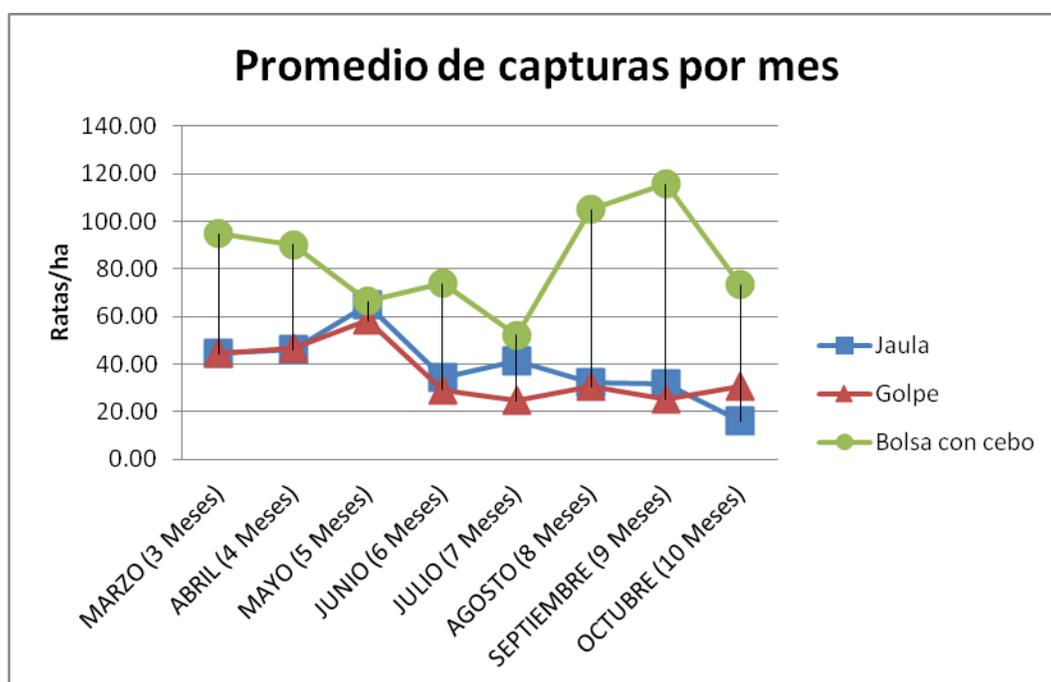
#### **Cuadro 21. Prueba de medias para población de ratas por hectárea**

Fuente: Douglas A. Navas

En el cuadro 21 se presenta la prueba de medias utilizando el comparador de Tukey al 5% de significancia para las poblaciones promedio de los diferentes muestreos (dos con trampas y uno con cebo).

La población promedio determinada con el cebo (bolsa con cebo) es de 75.65 ratas/ha, y pertenece al grupo "A", las poblaciones promedio con trampas (tipo jaula = 49.49 y golpe = 47.49) pertenecen al grupo "B", lo cual significa que los muestreos de trampas son estadísticamente iguales, siendo el muestreo de población con cebo el mejor método con respecto a la cantidad representada en ratas/ha.

En la figura 30 se observa el comportamiento de la rata de campo utilizando los tres diferentes métodos de captura, durante las etapas fenológicas del cultivo de caña.



**Figura 30. Promedio de capturas obtenidos en los muestreos realizados con los tres métodos de muestreo evaluado**

Fuente: Douglas A. Navas

El método que mostró mayor presencia de ratas fue la bolsa con cebo con un promedio (84 Ratas/ha), mientras que la jaula (39 Ratas/ha) y la trampa de golpe (36

Ratas/ha) lo que indica que la bolsa con cebo determina mayor población de ratas que el tipo de trampas tipo jaula y golpe esto es por la predisposición de las rata, debido a que la rata entrar a la jaula debido a que la rata es temerosa, mientras que con la bolsa puede morder fácilmente sin riesgo alguno, otra situación a tomar en cuenta es que si las trampas no se levantan y colocan correctamente la rata no es capturada debido al olor que deja una rata que fue capturada o muerta en la jaula. En casi todos los lotes evaluados el tratamiento que presentó mayor presencia de ratas fue la bolsa con cebo, se podría inferir que en este caso, es el método más eficiente, sin embargo en este método solo se puede deducir la presencia de la rata por no haber una captura de la misma, es sumamente difícil con este método afirmar que las ratas comieron el contenido de la bolsa, a diferencia del uso de trampas en donde se atrapa la rata lo cual afirma su presencia

Sin embargo, el método de la bolsa con cebo bajo las condiciones en las que se realizó la investigación, fue 2.24 más eficiente en cuanto a la determinación de la presencia de ratas. Los resultados en la figura 30 muestran gráficamente que de los tres tratamientos evaluados la bolsa con cebo presenta mayor presencia de ratas. Una de las razones es debido a que la rata es un mamífero temeroso y no entra en confianza inmediatamente y para poder accionarse una trampa la rata debe entrar en confianza en morder el cebo lo cual le lleva un día o dos en que toma confianza hacia la trampa en el campo (Abarca, R., 1981). La manipulación de la trampa es un factor muy importante en la utilización de las trampas ya que la rata puede olfatear la presencia del hombre, la orina de otra rata atrapada con anterioridad por no haber lavado correctamente la trampa, por lo mismo reduce la cantidad de capturas de ratas con trampas, por lo contrario para la bolsa con cebo la rata únicamente tiene que de gustar la bolsa la cual no ha sido expuesta al manipuleo.

### **2.6.2 Costos de muestreo**

Para determinar el costo de los muestreos, tanto para el uso de trampas tipo jaula, golpe y bolsa con cebo, se utilizaron los parámetros de precio de trampa y bolsa,

vida útil de las trampas, para el caso de las bolsas tiene la desventaja que sólo se pudieron utilizar una vez pero su precio es relativamente bajo.

Se determinó que un plaguero tiene la capacidad de colocar y recolectar trampas tipo jaula en 12.50 hectáreas al día, trampas de golpe 20 hectáreas por día y para el caso de la bolsa con cebo de 35 hectáreas por día. El costo de las trampas tipo jaula fue de Q.11.00 promedio, para la trampa de golpe Q.4.40 y el de la bolsa con cebo de Q.0.66. Según estudios por CENGICAÑA una trampa tipo jaula o de golpe puede colocarse 150 veces (CENGICAÑA, 2004a).

El resumen de los costos se plantea en el cuadro 22 donde en el Ingenio El Pilar, S.A. un jornal devenga un salario de Q.67.50 por día y debido a la metodología se colocan dos trampas por hectárea.

	<b>JAULA</b>		<b>GOLPE</b>		<b>BOLSA CON CEBO</b>	
	Costo Colocación	Costo Trampa	Costo Colocación	Costo Trampa	Costo Colocación	Costo Bolsa con cebo
Eficiencia	1/12.50ha 0.080	1/150 0.006	1/20ha 0.025	1/150 0.006	1/35ha 0.015	
Valor (Q.)/ha	67.50	22	67.50	8.80	67.50	1.32
Sub-Total	5.4	0.132	3.375	0.053	1.929	1.32
Total	Q.5.532/hectárea muestreada		Q.3.428/hectárea muestreada		Q.3.249/hectárea muestreada	

**Cuadro 22. Costo de muestreo para trampas tipo (jaula y golpe) y cebo en el monitoreo de la rata de campo**

Fuente: Douglas A. Navas

El cuadro 22 responde a las desventajas de cada tratamiento, puede presentar, el costo por hectárea muestreada fue más bajo con el uso de la bolsa con cebo; debido a que para la de golpe el coste fue de Q. 0.179 y para la jaula de Q. 2.283, la de jaula solo se puede utilizar una vez.

La eficiencia indicada en el párrafo anterior se determinó dividiendo el área que un plaguero puede abarcar utilizando trampas así como bolsas. El costo por trampas se determinó dividiendo cuantas veces se puede utilizar la trampa (150 veces y las bolsas pueden utilizarse solo en una oportunidad).

Al tener el costo de la trampa o bolsa con cebo y el salario que devenga un plaguero por día, se multiplicó por la eficiencia, lo que permitió obtener el costo de utilización o colocación de cada método y un costo trampa y bolsa con cebo utilizadas por hectárea, los cuales al sumarlos permitió obtener el costo por hectárea muestreada de cada método.

### **2.6.3 Relación existente entre el porcentaje de captura de ratas y el daño que ocasiona la rata en las diferentes etapas fenológicas del cultivo de caña de azúcar**

Se estableció la relación entre porcentaje de captura por medio de trampa jaula, golpe y porcentaje de presencia de ratas por medio de bolsas con cebo, obteniendo una correlación positiva (0.15) con los muestreos de porcentaje de daño en el cultivo de caña.

Para establecer la correlación se obtuvieron los resultados de porcentaje de captura con jaula, golpe y porcentaje de presencia de ratas por medio de bolsa con cebo y el porcentaje de infestación de tallos, que refleja el daño que produjo en los lotes evaluados y así realizar la correlación de Pearson con cada uno de los lotes evaluados durante ocho meses, en total se obtuvieron 64 datos que fueron usados para hacer cada una de las correlaciones.

A continuación se muestra en el cuadro 23 el promedio por mes de porcentaje de capturas con trampa y golpe, y el promedio de porcentaje de presencia de ratas con bolsa relacionado con el porcentaje de daño en el cañal.

<b>Trampa</b>	<b>Correlación</b>
<b>Jaula</b>	-0.15
<b>Golpe</b>	-0.02
<b>Bolsa</b>	-0.08

**Cuadro 23. Correlación entre porcentaje de capturas y porcentaje de daño en campo**

Fuente: Douglas A. Navas

En el cuadro 23 se observan las correlaciones de Pearson entre el porcentaje de daño en campo y la población de ratas, para cada uno de los métodos no hubo correlación.

Se trato de mantener un nivel bajo de la población de ratas, es decir que los lotes que superaron el umbral económico establecido por el Ingenio El Pilar,S.A. fueron aplicados con rodenticida anticuagulante.

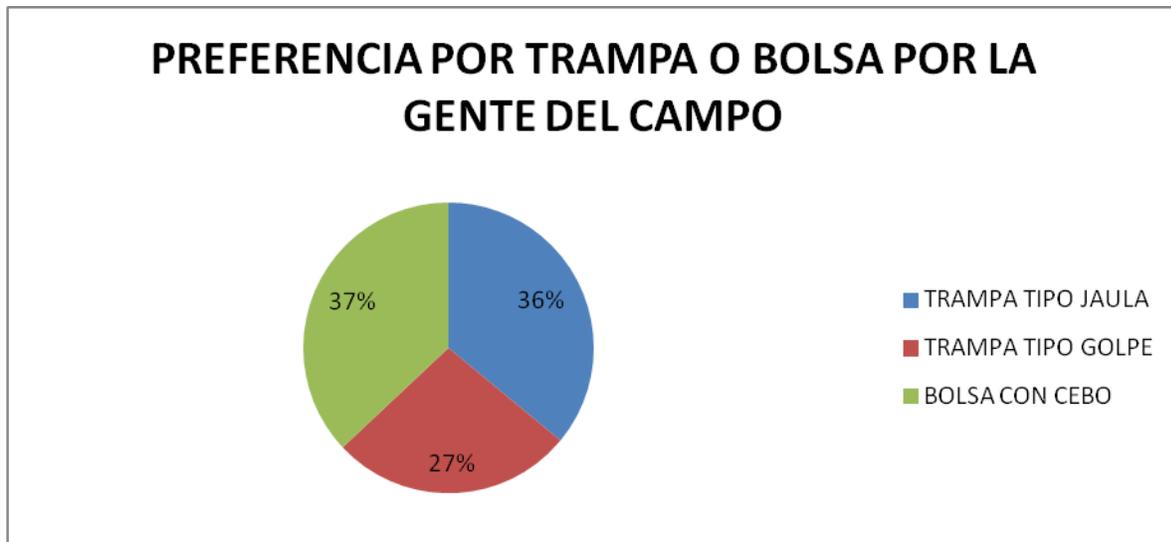
Para las condiciones en que se realizó la investigación se muestra que la presencia de ratas en cada muestreo mostró daño en campo, por esto debería haber una relación directa entre las dos variables cuantitativas (capturas y daño en el campo), pero para este caso no fue así, debido a que la población de ratas capturadas no fue el mismo que la infestación de ratas, es decir que solo una porción de la población es la que genera un daño, la cual no se puede calcular con la metodología utilizada.

Por lo que no es predecible cuantificar exactamente el daño generado por la rata, variables fuera de control, tales como edad y momento en el cual deban gastar sus dientes y no necesariamente consumo. Por lo que el porcentaje de daño y el porcentaje de captura no tienen una correlación positiva.

#### **2.6.4 Facilidad de uso de los tratamientos**

Cada uno de los tratamientos evaluados tiene sus ventajas como sus desventajas, sin embargo se realizó una encuesta a personal de la finca que estuvo involucrado

en la investigación y se determinó una preferencia por la bolsa con cebo (Ver figura 31).



**Figura 31. Preferencia por facilidad de uso de trampas y bolsa con cebo**

Fuente: Douglas A. Navas

En esta encuesta se compararon factores tales como facilidad de encontrar la trampa en el campo, facilidad de transporte, rapidez en colocación de la trampa o bolsa, veracidad si son ratas las que activan la trampa, menor peligrosidad al utilizarlas.

En los cuadros 24 y 25 se detallan las ventajas y desventajas de cada una de las trampas o bolsa con cebo.

<b>VENTAJAS</b>		
Jaula	Golpe	Bolsa con cebo
Fácil de encontrar en el campo	Fácil Transporte	Fácil transporte
Se utilizan varias veces	Se utilizan varias veces	Más rápida su colocación en el campo
Veracidad si son ratas las que activan la trampa	Veracidad si son ratas las que activan la trampa	Se cubre más área muestreada
Detalles de la rata como macho, hembra, crías, etc.	Se pueden utilizar varias veces	Poca probabilidad de robo
Se pueden utilizar varias veces		No es atacada por hormigas
		Menos espacio al momento de guardarlas
		Es de más fácil manipulación

**Cuadro 24. Ventajas de trampa o cebo por su facilidad de uso**

Fuente: Douglas A. Navas

<b>DESVENTAJAS</b>		
Jaula	Golpe	Bolsa con cebo
Dificultad en el transporte	Se lleva más tiempo en la colocación	No se sabe con exactitud si son ratas
Se lleva más tiempo en la colocación	Mayores probabilidades de robo	Solo se utilizan una vez
Se muestrea menos área	Se requiere de colocación de cebos atrayentes para la rata	Una rata podría morder varias bolsas
Mayores probabilidades de robo	Necesidad de lavar las trampas	Dificultad en encontrar la bolsa
Se requiere de colocación de cebos atrayentes para la rata	Mayor ataque por hormigas	
Necesidad de lavar las trampas	Descomposición de la rata y dificulta su manipulación	
Las ratas sienten el peligro y no entran a la jaula o advierten a sus semejantes		

**Cuadro 25. Comparación negativa de las trampas y cebo por facilidad de uso**

Fuente: Douglas A. Navas

Se puede inferir según las características positivas y negativas de los tres tratamientos, que la bolsa con cebo es la más práctica de utilizar en los muestreos.

### **2.6.5 Determinación del nivel de daño económico (NDE)**

Para determinar el nivel de daño económico se siguió la metodología elaborada por CENGICAÑA, donde se requieren datos como el costo económico asociados a la medida de control de la plaga, el índice de daño determinado para la plaga, densidad poblacional de la plaga, precio unitario del azúcar y el grado de supresión de la plaga.

Pero de acuerdo a la toma de decisiones, debería de hacerse los cálculos pertinentes, para tomar las decisiones con base a resultados obtenidos con este nuevo método de muestreo.

En el cuadro 26 se muestran los costos para cada actividad realizada para el control de la rata de campo, estos costos van a variar según los productos y eficiencia de cada trabajador de la finca como también los métodos de control.

Se evaluaron tres niveles de daño económico uno para cada método de muestreo trampa tipo jaula, golpe y la utilización de bolsas con cebo.

Actividad	Costo (Q)/ha		
	Jaula	Golpe	Bolsa
Control de maleza (el 10% del costo por hectárea)	99.65	99.65	99.65
Colocación de perchas	25	25	25
Muestreo de población de ratas de campo utilizando jaula	5.532	3.428	3.278
Muestreo de daño en el Cañal	2.06	2.06	2.06
Uso de rodenticida anticoagulante de segunda generación Storm (3 aplicaciones promedio)	294	294	294
Supervisión Técnico	100	100	100
<b>Costo total/ha</b>	<b>526.242</b>	<b>524.138</b>	<b>523.988</b>

**Cuadro 26. Costos estimados para control de rata de campo**

Fuente: Douglas A. Navas

El costo total por hectárea utilizando el muestreo de jaula es de Q. 526.24 para el método de trampa con golpe Q.524.14 y para la bolsa con cebo es Q.523.99. La diferencia del valor es mínima pero en grandes extensiones cultivadas con caña representa costos significantes para la empresa.

El índice de daño es la pérdida del producto por hectárea por una unidad de densidad de la plaga o en este caso será el porcentaje de daño (infestación). En estudios realizados por CENGICAÑA-CAÑAMIP 2009 determinaron que por cada 1% de infestación de tallos hay una pérdida de 0.5 toneladas por hectárea y también

existe un promedio de libras de azúcar por tonelada métrica de caña, en este caso es de 225 libras por tonelada métrica.

Entonces  $0.5\text{tm/ha}/1\%$  de infestación \* 225 lb de azúcar/tm \* 1 quintal/100 libras se pierde 1.26 quintales de azúcar/1tm// 1 % de infestación.

Según la correlación de CENGICANÑA establece que por cada 1% de infestación es igual a decir 0.04% de intensidad de infestación por lo que el factor de pérdida es de 4.82 lbs/az/ 1% de intensidad de infestación, por lo que la conversión indica que hay 0.19 libras de azúcar por tonelada métrica por 1% de infestación.

El promedio de rendimiento para el Ingenio El Pilar es de 95 toneladas de caña por hectárea por lo que se multiplica  $0.19\text{ lb az/tm}/1\%$  de infestación \* 95 tm/ha \* 1 quintal/100 lbs va hacer igual a  $0.18\text{ lbs az/ha}/1\%$  de infestación.

Por lo que el índice de daño total es igual a la suma de  $1.26\text{ qq az}/1\text{tm}/1\%$  de infestación más  $0.18\text{ lbs az/ha}/1\%$  de infestación que es igual a  $1.44\text{ az/ha}/1\%$  de infestación este dato representa el índice de daño por la plaga.

El precio del quintal del azúcar esta alrededor de Q.250.00 quetzales y la eficiencia del control establecida en base a las eficiencias esta en un promedio de 70% equivalente a 0.7.

Por lo que el Nivel de Daño Económico se establece de la siguiente forma:

$$\text{NDE} = \frac{C}{\text{ID} * P * K}$$

Donde:

C = Costo de control de la plaga

ID = Índice de daño

P = Precio del qq de azúcar

K = Coeficiente de eficiencia

El costo de control de la plaga, aquí varía para cada uno de los métodos, para jaula es de Q. 526.242, para trampa de golpe es de Q. 524.138 y para bolsa con cebo es de Q. 523.988. El "ID" es el índice de daño económico el cual es de 1.44 az/ha/ 1 % de infestación establecido por CENGICAÑA-CAÑAMIP 2004. A que es la suma del daño por roer el tallo e infección del hongo muermo rojo (*Colletotrichum falcatum*), "P" que es el precio del quintal de azúcar el cual está a Q. 250.00 y por último la "K" que es el coeficiente de eficiencia que es el 70% del programa de control.

El nivel de daño económico es la densidad de la plaga o bien para este caso es el valor de daño en el área afectada.

Una vez establecido el nivel de daño económico se procede a calcular el umbral económico el cual es el 50% del daño económico establecido (CENGUCAÑA, 2004a).

<b>Tratamiento</b>	<b>NDE %</b>	<b>UE %</b>
<b>Jaula</b>	2.088	1.044
<b>Golpe</b>	2.080	1.040
<b>Bolsa</b>	2.080	1.040

**Cuadro 27. Nivel de Daño Económico (NDE) y Umbral Económico (UE)**

Fuente: Douglas A. Navas

En el cuadro 27 se puede observar el nivel de daño económico y el umbral económico presentado en porcentaje de daño, para cada uno de los tratamientos, se puede observar que la diferencia es mínima en cada uno de los tres tratamientos, por lo que se toma como un Umbral Económico de 1%.

El umbral económico, se calcula don base al costo que conlleva el control y se compara con el daño (ID).

## 2.7 Conclusiones

- Al realizar los muestreos de ratas y daño producido en el campo, no se encontró correlación entre el porcentaje de capturas y el porcentaje de daño en ninguno de los tres tratamientos, siendo estos (Jaula -0.15, Golpe -0.02 y bolsa con cebo -0.08).
- En cuanto a facilidad de uso, el método de muestreo según la encuesta realizada, hubo una preferencia por el método de muestreo de bolsa con cebo (37%), mientras que la jaula (36%) y la trampa de golpe (27%). Lo cual se debe a que se puede monitorear más área por la facilidad de uso de la bolsa con cebo.
- El método de muestreo que presentó la mayor población (cantidad de ratas por hectárea) fue el cebo (bolsa de nylon con rodenticida), y los métodos de muestreo por medio de trampas (jaula y golpe), presentaron una menor población en promedio, siendo estos estadísticamente iguales, pero con la ventaja que con los muestreos con trampas se puede conocer el porcentaje de machos y hembras de ratas capturadas e inferir en él % de hembras que conforman la población.
- Dentro de los costos para cada uno de los métodos de muestreo, el más económico es el método de bolsa con cebo Q. 3.28 por hectárea, para la trampa de golpe es de Q.3.43 por hectárea y para el método de muestreo con jaula es de Q.5.53 por hectárea, siendo el más económico la bolsa con cebo y la que más presencia de indicios de presencia de rata presenta.

## 2.8 Recomendaciones

- Se recomienda evaluar otros métodos para la colocación de trampas o bolsas con cebo en el campo, que determinen la población de ratas, utilizando mayor cantidad de trampas por hectárea, otros cebos, otras variedades.
- La elaboración de nuevos cebos pueden economizar el método de muestreo de la bolsa, utilizando cebos a base de maíz, sorgo, concentrado a base de pescado que sirvan como transporte de la molécula del rodenticida y que sea más palatable a la rata.
- Utilizar en época seca bolsas de papel y no plásticas para mejorar el proceso y bajar costos.
- Para el uso de bolsas con cebo, realizar las conversiones necesarias, ya que los cálculos hechos con base a trampas podrían inferir en los cálculos hechos con las bolsas.

## 2.9 Bibliografía

1. Abarca, R. 1981. Combate de las ratas en los cañaverales. *In* Seminario interamericano de la caña de azúcar, plagas de insectos y roedores (1995, MX). Florida, México, Comisión Nacional de la Industria Azucarera. p. 415-426.
2. Águila, C Del. 1995. Informe de pruebas de patogenicidad del BIORAT. Guatemala, USAC, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Departamento de Microbiología. 75 p.
3. CAÑAMIP (CENGICAÑA, Comité de Manejo Integrado de Plagas de la Caña de Azúcar, GT). 2004a. Muestreo y control de rata cañera (*Sigmodon hispidus*). Guatemala, CENGICAÑA, Boletines CAÑAMIP no. 1:10-12.
4. \_\_\_\_\_. 2004b. Plan de manejo preventivo de roedores. Guatemala, CENGICAÑA, Boletines CAÑAMIP no. 1:14-16.
5. CENGICAÑA (Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación en Caña de Azúcar, GT). 2004. Catalogo de variedades promisorias de caña de azúcar de la agroindustria azucarera Guatemalteca: variedad CP73-1547. CENGICAÑA no. 8:10-40.
6. Chacón, M. 1995. Evaluación de dos rodenticidas para el control de la rata (*Sigmodon hispidus*), en caña de azúcar en finca Carabelas, Masagua, Escuintla. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, CUNSUR. 39 p.
7. Cruz, JR de LA. 1982. Clasificación de zonas de vida Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
8. Escobar, R. 2010. Estudio de mortalidad con cinco diferentes rodenticidas, en finca Concepción La Noria, Tiquisate, Guatemala 56.
9. Dieseldorff, F. 1999. Fluctuaciones de la densidad poblacional de la rata cañera (*Sigmodon hispidus*) durante un ciclo de cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*). Guatemala. Tesis Ing.Biol. Guatemala, USAC. 79 p.
10. Estrada, J; Salazar, R; Carrillo, E. 1996. Estimación de pérdidas causadas por la rata cañera, en caña de azúcar variedad CP 722086. Guatemala, CENGICAÑA, CAÑAMIP. p. 104-111.
11. López Bautista, EA. 2010. Diseños y análisis de experimentos: fundamentos y aplicaciones en agronomía. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 176 p.

12. Márquez, JM. 2006. Metodología del muestreo de daño y pérdidas ocasionadas por rata en caña de azúcar. Guatemala, CENGICAÑA, CAÑAMIP. 12 p.
13. \_\_\_\_\_. 2009a. Características del comportamiento de la rata de campo (*Sigmodon hispidus*) en caña de azúcar: bases ecológicas para comprender su importancia económica. Guatemala, CENGICAÑA, CAÑAMIP. 8 p.
14. \_\_\_\_\_. 2009b. Importancia económica de la rata cañera en el cultivo de la caña de azúcar. Guatemala, CENGICAÑA, CAÑAMIP. 4 p.
15. Metcalfe, JR; Thomas, G. 1966. Preliminary experiment in Jamaica with a method for determining loss of sugar resulting from rat damage to sugar cane. In Proceedings Meeting of British West Indies Sugar Technology. India. p. 276-278.
16. Nuñez, R. 1986. Comparación de métodos de muestreo en plagas agrícolas. In Seminario de primavera (1986, MX). Chapingo, México, Colegio de Postgraduados, Centro de Entomología y Acarología. p. 42-62.
17. Pineda Herrera, RT. 1995. Evaluación de dos rodenticidas para el control de la rata en el cultivo de la caña de azúcar en la finca Bolivia, Masagua, Escuintla. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, CUNSUR. 43 p.
18. Solares Pérez, M de J. 1998. Identificación de especies y fluctuación poblacional y daño en el cañaveral durante diferentes etapas fenológicas del cultivo de la caña de azúcar finca Nueva Irlanda y San Fernando, Tiquisate, Escuintla. EPSA Investigación Inferencial. Guatemala, USAC, CUNSUR. 33 p.
19. Subiros, R. 1995. El cultivo de la caña de azúcar. San José, Costa Rica, EUNED. p. 232-238.
20. Valenzuela López, FF. 2002. Evaluación de dos métodos de muestreo de la rata (*Sigmodon hispidus*) para determinar el nivel de daño económico en caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) en el ingenio Tierra Buena, Nueva Concepción, Escuintla. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, CUNSUROC. 82 p.
21. Velásquez Orozco, JA. 2003. Estudio bioecológico de la rata en caña de azúcar (*Saccharum* spp.) en la organización Pantaleón-Concepción. EPSA Diagnóstico. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 51 p.

### **CSPITULO III**

**INFORME FINAL DE SERVICIOS PRESTADOS EN EL INGENIO EL PILAR, S.A.,  
EN EL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum spp*)**

### 3.1 Introducción

El Pilar, S.A. es una organización dedicada a la industrialización de caña para la producción de azúcar y melaza. Esta organización está conformada por procesos como la agricultura de precisión, maquinaria agrícola avanzada, uso de productos químicos, con el fin de obtener buenos rendimientos por unidad de área y bajar costos de producción.

Dicha institución cuenta con un departamento técnico, el cual se encarga de la investigación y de procesos importantes para la producción de caña de azúcar, entre otros se pueden mencionar la producción de semilla tratada, fertilización, control de malezas, control de plagas, madurantes y más.

Durante el Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) se realizaron una serie de servicios profesionales solicitados por el área técnica, también se realizaron servicios que están relacionados directamente con las labores del departamento técnico y que tienen como propósito poner en práctica los conocimientos adquiridos durante el desarrollo del estudio académico así como también adquirir nuevos conocimientos tanto teóricos como prácticos.

Los servicios que a continuación se presentan fueron realizados en un periodo de diez meses (Febrero-Noviembre), tiempo en el cual se llevan a cabo todas las labores agronómicas en caña de azúcar, los cuales se realizaron en fincas del Ingenio El Pilar S.A en la zona de Tiquisate, Escuintla.

Los servicios fueron enfocados en apoyar las actividades del programa de investigación del área técnica, tales como el distanciamiento entre surcos, la dinámica poblacional de la rata de campo y algunos seguimientos a labores convencionales como fertilización de sulfato de amonio, floración, aplicación de madurantes, y otros más.

### 3.2 Área de Influencia

Dentro de las fincas que se encuentran en el estrato bajo del Ingenio El Pilar, S.A. se encuentra la finca Concepción La Noria, finca donde se centralizó la investigación.

La finca está ubicada geográficamente en el municipio de Tiquisate, departamento de Escuintla a 160 km de la capital por la carretera internacional del pacífico CA-2. El caso de la finca está comprendida a una altura de 46 metros sobre el nivel del mar. Se localizan en las coordenadas latitud Norte 14° 11' 40.80" y longitud Oeste 91° 21' 23.66" y cuenta con un área de 1,175 hectáreas cultivadas con caña de azúcar.

Según el sistema de clasificación de zonas de vida de Guatemala de Holdridge la finca del Ingenio El Pilar, S.A. se encuentra ubicada en la zona de vida Bosque Húmedo Subtropical cálido (bmh-S (c)), la cual se caracteriza por mantener una precipitación que varía entre 2,000 y 3,500 milímetros, con una temperatura que varía de 15 y 36 grados centígrados siendo los meses más cálidos marzo y abril (Cruz J.R. de LA. 1982).

El orden predominante en el área de estudio son los mollisoles, estos ocupando el 40% de la zona cañera de Guatemala.

Los suelos de la unidad de práctica se encuentran agrupados dentro de los suelos del litoral del pacífico, siendo estos bien drenados, que solamente necesitan ser desmontados y preparados para el cultivo con maquinaria. El material madre de estos suelos es un material aluvial que fue depositado en partes poco profundas del mar, y de acuerdo a sus diferentes características los agrupa de la siguiente forma:

- Pertenecen a la serie Tiquisate, siendo bien drenados y comprenden un 44.5% del área del departamento de Escuintla.
- El material madre de estos suelos es ceniza de aluvión volcánica de color obscuro.

Suelo superficial presenta una coloración café, su textura va de franco arenoso fina franco suelta y su espesor aproximadamente es de 40 a 50 cm (Cruz J.R. de LA. 1982).

### **3.3 Objetivo general**

El objetivo de este proyecto fue primordialmente poner en práctica los conocimientos científicos y tecnológicos adquiridos durante la carrera de agronomía y con ellos contribuir con el desarrollo del departamento técnico de Ingenio El Pilar, S.A.

### **3.4 Servicios realizados**

#### **3.4.1 Servicios planificados**

**3.4.1.1 Monitoreo y control de aplicación aérea de sulfato de amonio ((nh<sub>4</sub>)<sub>2</sub>so<sub>4</sub>) en el cultivo de caña de azúcar (saccharum spp.), en el Ingenio el Pilar S.A.**

##### **3.4.1.1.1 Definición del problema**

Las aplicaciones de fertilizantes en caña de azúcar, como en cualquier cultivo son esenciales para el crecimiento y buen desarrollo del mismo, por ello el Ingenio el Pilar, realiza aplicaciones de sulfato de amonio, un fertilizante que está constituido a base de azufre y nitrógeno los cuales influyen sobre el crecimiento y desarrollo de las plantas.

El ingenio requiere en sus fincas una distribución uniforme del fertilizante para que cada planta tenga lo esencial para el crecimiento y desarrollo óptimo, por ello se realizan aplicaciones aéreas, se ha intentado realizar la aplicación con el personal, pero no se obtiene la misma uniformidad que de la forma aérea, además de cubrir más área en menos tiempo. Las aplicaciones aéreas están influenciadas por algunos factores que si no se toman en cuenta puede darse una mala aplicación y por ende una mala uniformidad de distribución del fertilizante en las fincas.

Debido a que en años anteriores en algunas fincas se han observado algunas franjas con deficiencias por la falta de una aplicación uniforme se hace necesario realizar monitoreos de la aplicación, y de esta manera saber si las aplicaciones se están realizando de buena manera.

#### **3.4.1.1.2 Objetivos específicos**

Monitorear la aplicación de fertilizante para establecer factores claves como altura de la aplicación, ancho de banda, velocidad para la realización de una aplicación, uniformidad en las fincas.

#### **3.4.1.1.3 Metodología**

##### a) Control de aplicación

- En la pista se encontraba un camión de carga que contenía los jumbos de sulfato de amonio, este se estacionó de una forma clave para que el piloto de la grúa no tuviera problemas para descargar el abono del tráiler.
- Para poder levantar cada jumbo se utilizó una grúa de poleas y así poder vaciar el jumbo en la aeronave en el menor tiempo posible, al momento de vaciar los jumbos se utilizaron sarandas para que no pasaran agregados de fertilizante y no obstruir el paso en el venturi de la aeronave.
- Al inicio de la aplicación se tenía una hoja para llenar datos como: hectáreas programadas acumuladas, hectáreas aplicadas acumuladas, diferencia entre las aplicadas y las programadas, quintales y dosis/ha.
- También se llevó una hoja de control con los siguientes datos: fecha de aplicación, nombre de la finca, hora inicial, hora final, horometro inicial, horometro final, tipo de aeronave, matricula de la aeronave, velocidad del viento y producto que se aplica.

## b) Monitoreo de aplicación

- Previo a la aplicación se realizó un mapeo del área que se aplicó, así la aeronave con la ayuda del GPS se orientó y llevó el control de donde aplicó como también el área que ya había sido cubierto.
- Adicional al GPS de la aeronave se contó con personal capacitado que guiaba correctamente con banderas al piloto de la aeronave. Los cuales se movilizaban 20 metros con cada franja aplicada que realizaba la aeronave.
- Para monitorear la uniformidad de aplicación se utilizaron 61 recipientes de plástico de 35 cm de diámetro y 17cm de profundidad, los cuales sirvieron para la captura de fertilizante, los cuales se colocaron a cada metro de distancia entre cada recipiente.
- Luego se midieron 30 metros de distancia de la calle hacia adentro, donde se colocaron los recipientes. Algunas veces la aeronave ya había iniciado la aplicación por lo que se debió buscar el centro de la aeronave y luego medir 30 metros para que el centro de la aeronave pasara en el recipiente 10.
- Luego de que se colocaron los receptores, al costado se colocó un nilón de 60 metros de largo, este nilón sirvió para observar la distribución del abono en el suelo.
- Los primeros monitoreos se realizaron a diferentes alturas, las cuales fueron de 18, 20 y 22 metros, con el fin de determinar la altura óptima para realizar una cobertura uniforme.
- Al pasar la aeronave que aplicó el fertilizante se verificó que si hubiera cubierto los 61 recipientes, por lo que se procedió a recolectar el fertilizante

con la ayuda de una brocha, embudo y bolsas plásticas de 3X8cm, llevando el orden de cada uno de los botes.

- Por último se debe recurrir a un laboratorio que cuente con una balanza analítica, para pesar cada bolsa y así poder ingresar los datos a un programa del departamento técnico, con el cual se determina la eficiencia de la aplicación.

## 3.4.1.1.4 Evaluación

FECHA	FINCA	NÚMERO DE VUELOS	HA. PROGRAMADAS ACUMULADAS	HA. APLICADAS ACUMULADAS	QQ	DOSIS/HA (PROGRAMADAS)	DOSIS/HA (APLICADAS)	% EFICIENCIA
01/06/2011	Barriles	22	158.99	160.61	682.00	4.29	4.25	98.99
02/06/2011	Barriles	18	202.40	210.80	868.00	4.29	4.12	96.02
03/06/2011	Barriles	21	173.43	174.90	744.00	4.29	4.25	99.16
04/06/2011	Concepción La Noria	19	126.81	122.90	544.00	4.29	4.43	103.18
04/06/2011	Concepción La Noria	46	304.43	311.90	1306.00	4.29	4.19	97.61
05/06/2011	Concepción La Noria	49	636.13	662.00	2729.00	4.29	4.12	96.09
06/06/2011	Concepción La Noria	8	698.14	731.00	2995.00	4.29	4.10	95.50
07/06/2011	Las Bordas	13	782.98	1020.00	3359.00	4.29	3.29	76.76
08/06/2011	Nueva Linda	33	232.51	233.80	998.00	4.29	4.27	99.45
08/06/2011	El Español	33	233.10	243.30	1000.00	4.29	4.11	95.81
09/06/2011	Colombita	41	281.81	296.90	1210.00	4.29	4.08	94.92
10/06/2011	Colombita	18	224.94	247.60	965.00	4.29	3.90	90.85
11/06/2011	Nueva Linda	16	111.89	114.00	480.00	4.29	4.21	98.15
11/06/2011	Nueva Linda	22	155.71	162.76	668.00	4.29	4.10	95.67
12/06/2011	La Campa	6	46.15	48.00	198.00	4.29	4.13	96.15
16/06/2011	Panorama	21	151.98	151.00	652.00	4.29	4.32	100.65
17/06/2011	El Carmen	30	218.88	220.40	939.00	4.29	4.26	99.31
19/06/2011	La Encantadora	53	317.02	324.00	1360.00	4.29	4.20	97.84
20/06/2011	San Juan El Hato	30	186.48	195.50	800.00	4.29	4.09	95.39
21/06/2011	La Virgen	16	94.64	95.80	406.00	4.29	4.24	98.79
22/06/2011	La Encantadora	32	195.80	206.90	840.00	4.29	4.06	94.64
22/06/2011	La Flora	33	301.63	311.60	1294.00	4.29	4.15	96.80
23/06/2011	San Juan La	21	156.88	166.50	673.00	4.29	4.04	94.22

	Noria							
24/06/2011	San Cayetano	41	186.48	207.11	800.00	4.29	3.86	90.04
25/06/2011	San Cayetano	24	111.19	118.62	477.00	4.29	4.02	93.74
25/06/2011	Santa Lucrecia	10	90.91	96.90	390.00	4.29	4.02	93.82
26/06/2011	Porvenir-Las Arenas	21	190.91	204.60	819.00	4.29	4.00	93.31
26/06/2011	San Cayetano-Las Pilas	12	167.13	172.20	717.00	4.29	4.16	97.06
29/06/2011	Santa Rosita Rancho D.	7	32.63	37.84	140.00	4.29	3.70	86.24
28/06/2011	Las Pilas	20	91.61	97.65	393.00	4.29	4.02	93.81
30/06/2011	Providencia	64	292.31	314.81	1254.00	4.29	3.98	92.85
01/07/2011	Las Marías	25	406.53	441.70	1744.00	4.29	3.95	92.04
02/07/2011	Las Marías	44	200.70	221.01	861.00	4.29	3.90	90.81
03/07/2011	San Juan El Hato	18	163.64	172.20	702.00	4.29	4.08	95.03
03/07/2011	Las Marías	37	370.40	401.80	1589.00	4.29	3.95	92.18
06/07/2011	Las Marías	33	151.52	165.60	650.00	4.29	3.93	91.49
07/07/2011	Santa Ana	25	149.65	173.40	642.00	4.29	3.70	86.30
08/07/2011	La Victoria	24	56.41	65.40	242.00	4.29	3.70	86.25
09/07/2011	Rosario-Copalchi	21	103.03	108.20	442.00	4.29	4.09	95.22
09/07/2011	San Julián	15	104.90	112.50	450.00	4.29	4.00	93.24
10/07/2011	Pepesca-Ican	10	46.62	50.80	200.00	4.29	3.94	91.77
10/07/2011	La Victoria	15	100.23	107.20	430.00	4.29	4.01	93.50
11/07/2011	La Victoria-Baquilito	21	111.66	115.70	479.00	4.29	4.14	96.50
13/07/2011	La Cabaña	29	151.28	152.80	649.00	4.29	4.25	99.01
14/07/2011	La Cabaña	13	213.75	222.60	917.00	4.29	4.12	96.03
15/07/2011	La Ponderosa	7	35.90	35.30	154.00	4.29	4.36	101.69
16/07/2011	Nil Conchita	27	137.30	153.50	589.00	4.29	3.84	89.44
17/07/2011	La Campa	32	219.11	224.80	940.00	4.29	4.18	97.47

17/17/2011	El Encanto	32	197.67	209.30	848.00	4.29	4.05	94.44
18/07/2011	La Campa-El Español	16	79.25	84.30	340.00	4.29	4.03	94.01
19/07/2011	El Español	41	363.64	377.00	1560.00	4.29	4.14	96.46
20/07/2011	Santa Elena	26	121.21	121.90	520.00	4.29	4.27	99.44
22/07/2011	El Carmen - Alejas	28	191.14	189.60	820.00	4.29	4.32	100.81
22/07/2011	Portugal	14	97.90	100.20	420.00	4.29	4.19	97.71
21/07/2011	El Carmen	40	186.48	195.80	800.00	4.29	4.09	95.24
24/07/2011	Rosario Fernández	23	99.77	102.30	428.00	4.29	4.18	97.52
27/07/2011	Rosario Fernández	3	14.22	16.70	61.00	4.29	3.65	85.14
29/07/2011	Rosario Fernández	12	69.93	74.30	300.00	4.29	4.04	94.12
30/07/2011	Monte Limar	14	65.27	70.70	280.00	4.29	3.96	92.32
30/07/2011	Rosario	15	90.91	95.40	390.00	4.29	4.09	95.29
01/08/2011	Rosario Fernández	21	104.90	114.00	450.00	4.29	3.95	92.01
05/08/2011	Entre Ríos	50	230.30	252.80	988.00	4.29	3.91	91.10
06/08/2011	Entre Ríos	24	40.79	42.90	175.00	4.29	4.08	95.09
07/08/2011	Marías Calvo	9	41.96	43.30	180.00	4.29	4.16	96.90
08/08/2011	Marías Calvo	32	151.05	158.10	648.00	4.29	4.10	95.54
09/08/2011	Marías Calvo	31	110.49	114.10	474.00	4.29	4.15	96.84
12/08/2011	San Juan El Hato	15	69.93	74.30	300.00	4.29	4.04	94.12
13/08/2011	Las Pilas	21	83.92	86.70	360.00	4.29	4.15	96.79
14/08/2011	Santiago Málaga	12	62.94	65.75	270.00	4.29	4.11	95.72
16/08/2011	Mérida	24	167.83	177.70	720.00	4.29	4.05	94.45
16/07/2011	Santiago Málaga	8	55.94	61.97	240.00	4.29	3.87	90.28
17/08/2011	Totonicapán	23	158.51	170.20	680.00	4.29	4.00	93.13
18/08/2011	Cuchilla	12	81.59	83.60	350.00	4.29	4.19	97.59

19/08/2011	Capitanes	14	96.04	101.40	412.00	4.29	4.06	94.71
21/08/2011	Concepción La Noria	23	160.84	176.00	690.00	4.29	3.92	91.39
22/08/2011	Palmeras	22	151.52	165.95	650.00	4.29	3.92	91.30
22/08/2011	Camelias Sur	4	27.97	30.00	120.00	4.29	4.00	93.24
25/08/2011	Camelias Norte	38	233.10	240.57	1000.00	4.29	4.16	96.89
27/08/2011	Sonora	51	229.72	243.22	1314.00	5.72	5.40	94.45
28/08/2011	Sonora	37	172.38	188.50	986.00	5.72	5.23	91.45
01/09/2011	Santa Polonia Ican	16	114.92	125.20	493.00	4.29	3.94	91.79
01/09/2011	Santa Polonia Ican	5	39.63	42.50	170.00	4.29	4.00	93.24
01/09/2011	San Martin	10	46.62	47.80	200.00	4.29	4.18	97.53
01/09/2011	San Martin	15	69.93	75.10	300.00	4.29	3.99	93.12
07/09/2011	Rancho Quijibala	12	109.56	117.50	470.00	4.29	4.00	93.24
24/09/2011	El Rosario Pilar	14	164.22	165.30	381.00	2.32	2.30	99.35
26/09/2011	Las Marías	24	254.31	263.80	590.00	2.32	2.24	96.40
26/09/2011	Los Encuentros	24	35.34	35.07	82.00	2.32	2.34	100.78
28/09/2011	Sonora	12	134.48	139.60	312.00	2.32	2.23	96.33
29/09/2011	Santa Eulalia	24	125.87	120.40	720.00	5.72	5.98	104.55
30/09/2011	Conchitas-La Virgen	23	80.42	81.30	460.00	5.72	5.66	98.92
01/10/2011	Conchitas	17	86.71	84.40	496.00	5.72	5.88	102.74
<b>Eficiencia promedio de aplicaciones de sulfato de amonio</b>								<b>95.00</b>

**Cuadro 28. Datos de control de vuelo para la aplicación de sulfato de amonio**

Fuente: Douglas A. Navas

En el cuadro 28 se pudo observar los datos de mayor importancia que hay que tomar en cuenta al hacer el control de vuelo en la aplicación de sulfato de amonio, se logro estar en el control del 60% de las fincas aplicada, en el cuadro anterior se muestran las fincas que fueron aplicadas durante la temporada 2,011. La eficiencia media por aplicación fue de 95% para todas las fincas. La eficiencia mínima fue para la aplicación de la fincas Las Bordas con 76.76% y la eficiencia máxima fue para la finca Santa Eulalia con 104.55%.

<b>FINCA</b>	<b>CV</b>	<b>LIM.SUPERIOR</b>	<b>LIM.INFERIOR</b>
CONCEPCIÓN LA NORIA	39.06	5.98	-2.23
CONCEPCIÓN LA NORIA	46.58	5.18	-2.17
EL PERPETUO SOCORRO	46.96	4.93	-2.15
BARRILES	51.71	4.82	-2.43
LA ENCANTADORA	20.67	5.54	-2.21
SAN JUAN EL HATO	43.56	6.35	-2.25
LA VIRGEN	43.93	4.89	-2.14
SAN JUAN LA NORIA	46.86	4.71	-2.12
SAN JUAN LA NORIA	63.18	4.75	-2.13
SAN ANTONIO COPALCHI	36.03	4.73	-2.12
SANTA POLONIA ICAN	40	4.58	-2.1
LA CABAÑA	43.45	5.06	-2.16
EL ESPAÑOL	24.99	5.47	-2.2
SAN CAYETANO	33.54	5.43	-2.2
LAS MARIAS	43.98	5.06	-2.16
PROMEDIO	41.63	5.17	-2.18

**Cuadro 29. Datos de monitoreas realizados con sulfato de amonio**

Fuente: Douglas A. Navas

Previo a las aplicaciones con pruebas realizadas otros años se determinó que la altura óptima para las aplicaciones es de 18 metros (60 pies), ya que se logra una uniformidad en la cortina de la aplicación.

En el cuadro 29 se muestran los principales datos que son tomados en cada monitoreo los cuales se consideran importantes para realizar una buena aplicación,

ya que estos influyen en la distribución del fertilizante. En la tabla también se encuentra una columna que muestra un coeficiente de variación, (C.V.), el cual indica la variación de la distribución del sulfato de amonio siendo la máxima 63.18% y la mínima 20.67 y un promedio de 41.63 estos datos fueron revisados por el departamento técnico y están bajo el parámetro admitido que estableció el departamento.

Se estuvo en el control de aplicación en un 60% como también en el monitoreo un 50% de las fincas del Ingenio El Pilar.

#### 3.4.1.1.5 Constancias



**Figura 32. Jumbo con sulfato de amonio está siendo descargado en la avioneta**

Foto: Douglas A. Navas, 2011.

#### 3.4.1.2 Monitoreo en la aplicación de madurantes químicos, en el cultivo de la caña de azúcar (*saccharum spp.*)

##### 3.4.1.2.1 Definición del problema

En caña de azúcar se usan como madurantes herbicidas, los cuales regulan el crecimiento y pueden afectar la maduración ya que los induce directamente la

inhibición del crecimiento sin afectar el proceso de fotosíntesis, o actuando sobre las enzimas que catalizan la acumulación de sacarosa.

La aplicación de madurantes en caña de azúcar, es una práctica usual por muchos productores ya que presenta un beneficio económico.

En la aplicación de madurantes se debe manejar adecuadamente aspectos importantes como dosis, volúmenes y calidad del agua, igual se pone en práctica el concepto de la altura óptima de corte y si se logra obtener un mayor conocimiento sobre los aspectos que afectan la respuesta del cultivo a las aplicaciones de madurantes.

El ingenio requiere que en sus fincas haya una distribución uniforme de madurante para que cada planta tenga la cantidad adecuada y no se den efectos secundarios por el madurante y lleve a consecuencias graves.

Por lo que es necesario monitorear cada aplicación y evaluar tamaño de gota, uniformidad de gota y la dosis ya que una sobre dosis puede llevar a consecuencias graves.

#### **3.4.1.2.2 Objetivos específicos**

- a) Evaluar la aplicación para tomar decisiones en la mejora de las aplicaciones.

#### **3.4.1.2.3 Metodología**

- a) Control de aplicación
  - Para llevar un mejor control de aplicación se tomaron datos como: fecha de aplicación, nombre de la finca, hora inicial, hora final, horometro inicial, horometro final, tipo de aeronave, matricula de la aeronave, velocidad del viento y producto que se aplicó.

- Antes de la aplicación se tenía preparado y verificado que todo estuviera funcionando correctamente, en la pista se encontraban: El tanque de premezcla, motor y bomba de agua, mangueras y acoples.
- También se debió verificar que la pista estuviera en condiciones adecuados para el aterrizaje y despegue de la avioneta y que esta esté funcionando de buena manera como también que llevara el mapa correspondiente en el GPS.
- Previo a la aplicación se debió hacer un muestreo de las condiciones de pH y dureza del agua, ya que dependiendo del muestreo, hubo necesidad de tomar decisiones para la aplicación de la dosis en el agua de Avecomplex y Full Acid.
- La dosis de glifosato estuvo dada de acuerdo a los muestreos de biomasa de los pantes que se realizaron previo a la aplicación y por último se aplicó sticker como adherente.

#### b) Monitoreo con avioneta

- Antes de la aplicación se tomaron algunos datos como la temperatura, velocidad del viento y la humedad relativa, tres aspectos que se consideran de importancia en la aplicación.
- Para el monitoreo de la aplicación se utilizaron 31 estacas, elaboradas con tubo PVC, las cuales tienen una base donde se coloca el papel hidrosensible para observar la distribución y tamaño de gotas de la aplicación.
- Para colocar las estacas se busco una calle perpendicular a la dirección de la aplicación de la aeronave.

- Luego se midieron 30 metros de donde inicia la calle hacia el centro del pante, a cada 2 metros se colocaron las estacas a modo que, cuando la avioneta paso haciendo el primer rayón caiga el centro de la aeronave en la estaca 5. Si en dado caso la aeronave ya había iniciado la aplicación se busca el centro de donde paso la aeronave y se colocan de acuerdo a ese centro para buscar siempre que la estaca 5 coincida con el centro.
- Luego se colocaban bases, las cuales tienen un clip para sostener el papel hidrosensible, el cual fue colocado un momento antes de que pasara la aeronave, ya que la humedad afecta el papel hidrosensible.
- Por último se enumero cada tarjeta para poder introducirla al programa y así evaluar cómo se realizó la aplicación.

c) Monitoreo de la aplicación hecha con Helicóptero

- Antes de la aplicación se tomó la temperatura, velocidad del viento y la humedad relativa, aspectos de gran importancia que se deben tomar en cuenta antes de la aplicación.
- Para el monitoreo de la aplicación se utilizaron 31 estacas, elaboradas con tubo PVC, las cuales tienen una base donde se coloca el papel hidrosensible para observar la distribución y tamaño de gotas de la aplicación.
- Para colocar las estacas se busco una calle que este perpendicular a la dirección de aplicación de la aeronave.
- Luego se miden 30 metros de donde inicia la calle hacia el centro, luego a cada 1.60 metros se colocaron las estacas a modo que cuando pase haciendo el primer rayón caiga el centro de la aeronave en la estaca 5. Si

en dado caso la aeronave ya ha iniciado la aplicación, se debe buscar el centro de donde paso la aeronave y colocarlas de acuerdo a ese centro para buscar siempre que la estaca 5 coincida con el centro.

- Luego se pusieron las bases, las cuales tienen un clip para sostener el papel hidrosensible, el cual se pone un momento antes de que pase la aeronave, ya que la humedad afecta su funcionamiento.
- Luego se enumeró cada tarjeta para poder introducirla al programa y así evaluar cómo se realizó la aplicación.

## 3.4.1.2.4 Resultados

AVIONETA									
FECHA	FINCA	VOL AGUA/MZ (lts)	ABECOMPLE X (lts)	FULL ACID (lts)	MADURANTE	BIVERT (lts)	STICKER (lts)	MZ	RENDIMIENTO (mz/hr)
19/02/2011	Camelias Norte	4	8.64	2.88	119.27	11.73	43.2	288	120
07/02/2011	Santiago Málaga	4	3.12	2.08	72.8	18.2	15.6	104	115.56
09/02/2011	Santa Ana	4	3.72	2.48	86.8	21.7	18.6	124	112.73
26/09/2011	Barriles	4	13.75	6.85	182.2	45.5	51.5	343.7 5	101.1
27/09/2011	Concepción la Noria	4	10.45	5.24	261.25	65.32	39.18	261.2 5	87.08
04/10/2011	Barriles	4	14.75	7.4	195.45	48.86	55.3	368.7 5	115.23
15/10/2011	Concepción la Noria	4	11	5.52	275	68.76	49.52	275	119.57
15/10/2011	Las Marias	4	4.4	2.2	51.7	12.93	19.8	110	122.22
15/10/2011	Los Encuentros	4	1.04	0.52	12.22	3.05	4.68	26	130
16/10/2011	Las Arenas	4	3.6	2.8	112	28	25.2	140	107.67
29/10/2011	Las Bordas	4	9.65	4.83	154.4	38.6	36.19	241.2 5	134.03
01/11/2011	Santa Irene	4	7.2	4	128	42	36	240	141.18

Cuadro 30. Datos de control de aplicación de madurante con avioneta

Fuente: Douglas A. Navas.

HELICOPTERO									
FECHA	FINCA	VOL AGUA/MZ (lts)	ABECOMPLEX (lts)	FULL ACID (lts)	MADURANTE	BIVERT (lts)	STICKER (lts)	MZ	RENDIMIENTO (mz/hr)
11/02/2011	Camelias Centro	3.5	1.82	1.21	39.37	9.84	9.09	60.57	75.71
11/02/2011	Camelias Sur	3.5	2.05	1.36	44.2	11.05	10.21	68	75.56
17/10/2011	Perpetuo Socorro	3.5	4.56	1.16	57.16	28.56	20.56	114.28	67.22
17/10/2011	La Flora	3.5	2.85	1.42	37.85	9.47	12.85	71.43	71.43
17/10/2011	San Juan la Noria	3.5	0.76	0.19	9.48	4.74	3.41	18.96	63.2
23/10/2011	La Flora	3.5	3.71	6.61	70	20	25	165.71	92.06
02/11/2011	Parcelas Concepción	3.5	9.12	2.32	114.32	28.8	34.32	228.36	73.73

**Cuadro 31. Datos de control de aplicación de madurante mediante helicóptero**

Fuente: Douglas A. Navas.

El rendimiento de aplicación de manzanas por hora para la avioneta fue de 120.20 mz/hr mientras que para el helicóptero fue de 74.13 mz/hr. La diferencia es debido a la velocidad ya que la avioneta va a una velocidad de 120 millas/hora mientras que el helicóptero va a una velocidad de 55 millas/hora.

El helicóptero tiene la ventaja de una mejor maniobrabilidad y por lo regular se utiliza cuando hay cultivos colindantes o cercanías a casas o asfalto, mientras que la avioneta se utiliza más en áreas donde solo hay caña sembrada.

<b>FINCA</b>	<b>CV</b>	<b>LIM.SUPERIOR</b>	<b>LIM.INFERIOR</b>
Barriles	27.41	55.05	18.63
Buena Vista	19.27	48.6	14.82
Santa Lucrecia	18.14	54.32	18.19
La Flora	13.73	47.46	14.16
Las Bordas	13.2	51.86	16.72
Santa Ana	14.95	62.43	23.18
La Encantadora	12.19	45.53	13.05
Barriles	22.73	54.93	18.56
La Flora	21.52	45.77	13.19
La Flora	25.09	53.8	17.88
Santiago Málaga	18.96	56.21	13.34
Concepción La Noria	16.5	47.74	14.32
La Providencia	15.62	56.93	19.78
San Juan La Noria	20.24	59.85	21.57
PROMEDIO	18.54	52.89	16.96

**Cuadro 32. Datos de monitoreos realizados de aplicación de madurantes con avioneta**

Fuente: Douglas A. Navas.

<b>FINCA</b>	<b>CV</b>	<b>LIM.SUPERIOR</b>	<b>LIM.INFERIOR</b>
Florencia	17.75	37.98	8.92
La Maquina	17.33	40.38	10.2
Parcela 29	15.19	41.09	10.59
San Juan Buena Vista	12.85	50.11	15.69
San José Las Flores	14.03	48.56	14.79
La Cabaña	15.56	37.35	8.59
Casa Blanca	14.44	38.06	8.97
Camelias Centro	20.63	45.94	13.29
Los Capitanes	15.52	45.69	13.25
San Cayetano	16.77	46.02	13.33
La Cuchilla	14.97	51.09	16.27
Concepción La Noria	12.22	48.77	14.91
La Victoria	20.61	36.75	8.28
Ofelia	25.8	31.64	5.71
Nueva Linda	27.54	39.83	9.91
La Ponderosa	11.51	46.97	13.87
El Fortín	13.81	46.68	14.86
Perpetuo Socorro	10.04	39.5	9.73
Promedio	16.48	42.91	11.73

**Cuadro 33. Datos de monitoreos realizados de aplicación de madurantes con helicóptero**

Fuente: Douglas A. Navas

El monitoreo de la aplicación aérea de madurante, evalúa las condiciones en que se realizó la aplicación. Por lo que para el departamento técnico, es necesario evaluar cada una de las aplicaciones y determinar si hubo una distribución correcta del madurante.

En el cuadro 33, se muestran algunos datos que son tomados en cada monitoreo que son de gran importancia para realizar una buena aplicación, ya que estos influyen en la distribución del madurante.

En esta tabla también se encuentra una columna que muestra un coeficiente de variación (C.V.), el cual indica la variación de la distribución del madurante para la aplicación en avioneta (Trush commander) el comportamiento del coeficiente de variación máximo fue 27.41 y el mínimo 12.19 con un promedio de 18.54. Para las

aplicaciones con helicóptero el coeficiente de variación máximo fue de 27.64 y el mínimo 10.04 con un promedio de 16.48. Estos datos son analizados por el departamento técnico y se encuentran bajo el parámetro admitido estableció por el departamento.

#### 3.4.1.2.5 Constancias



**Figura 33. Tanque de pre-mezcla de madurante**

Foto: Douglas A. Navas, 2011.



**Figura 34. Colocación de estacas para monitoreo de aplicación de madurante**

Foto: Douglas A. Navas, 2011.



**Figura 35. Cortina de aplicación por Trush-Comander**

Fotos: Douglas A. Navas, 2011.

### **3.4.1.3 Efecto de dos distanciamientos de siembra para cosecha mecanizada en cultivo de caña de azúcar**

#### **3.4.1.3.1 Definición del problema**

Actualmente en Guatemala el distanciamiento más común en la siembra de caña de azúcar es de 1.5 m entre surcos con variaciones en la densidad de siembra (yemas/m lineal). Sin embargo por diversas razones principalmente desde el punto de vista de la cosecha mecanizada, el Ingenio El Pilar, S.A. está modificando este distanciamiento a un mayor espaciamiento para proteger la cepa de las labores de cosecha y en la economía de pasos de maquinaria.

En algunos casos se ha reducido el espaciamiento hasta 1.3 m entre surcos para tener más tallos por área y tener un cierre más rápido. Debido a que por ahora no hay información local sobre el efecto del espaciamiento de surcos y densidad de semilla sobre el rendimiento de caña y a requerimiento del ingenio El Pilar, S.A. se realizó la presente investigación en donde se evaluaron dos distanciamientos de interés para cuantificar sus efectos en la producción y así evitar el daño en la cepa por cosecha mecanizada.

#### **3.4.1.3.2 Objetivos específicos**

- a) Determinar dos diferentes distanciamientos de siembra, que se adapten a la cosecha.
- b) Cuantificar el daño en la cepa de la caña de azúcar por cosechadora mecanizada.
- c) Cuantificar la productividad de caña de azúcar en toneladas/ hectárea en cada uno de los dos distanciamientos de 1.50 y 1.90 metros.
- d) Relacionar daño en cepa con productividad en la caña de azúcar.
- e) Comparar la productividad estimada con el peso real obtenido en la cosecha.

### **3.4.1.3.3 Metodología**

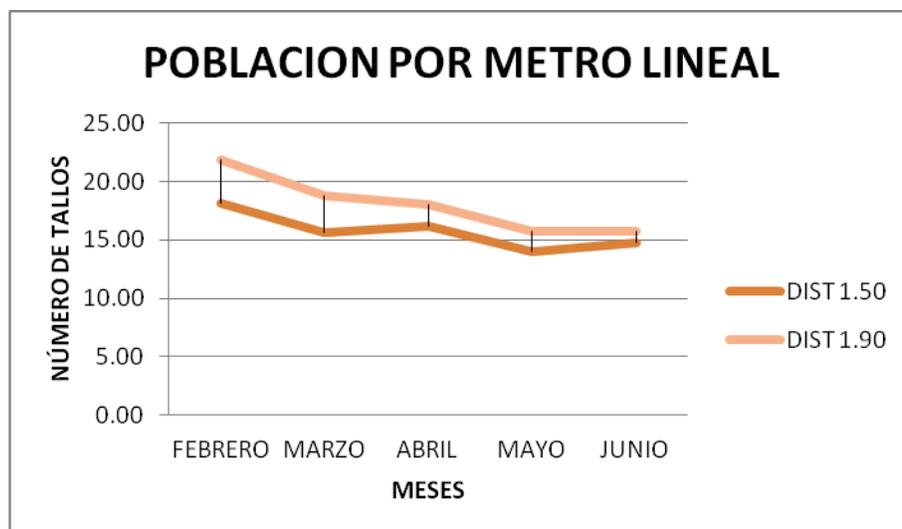
- Consistió en realizar un muestreo de población en cada lote, con un total de 4 muestras por lote a cada 25 surcos de la calle hacia dentro del lote y 50 pasos de la calle hacia dentro de los surcos.
- En cada muestra se midieron 10 metros lineales, donde se contaron el número de tallos y se eligieron 10 tallos a cada metro, a los cuales se les midió su altura mensualmente hasta su cosecha.
- Al momento de la cosecha se hizo un registro de los envíos y pesos por lote para determinar el total de toneladas por cada uno de los lotes que han sido muestreados mensualmente.

## 3.4.1.3.4 Resultados

PROMEDIO DE DATOS POR MES													
		FEBRERO		MARZO		ABRIL		MAYO			JUNIO		
LOT E	DIS T	TALLOS/M T	ALTUR A (MT)	TALLOS / MT	ALTUR A (MT)	TALLOS / MT	ALTUR A (MT)	TALLOS / MT	DIAMETR O (CM)	ALTUR A (MT)	TALLOS / MT	DIAMETR O (CM)	ALTUR A (M)
215	1.90	13.05	0.28	18.30	0.55	17.73	0.92	15.45	24.28	1.79	14.58	27.18	1.98
209	1.90	19.78	0.42	17.93	0.74	18.03	1.20	15.45	26.83	1.68	15.95	28.53	2.28
205	1.90	32.75	0.51	20.18	0.89	18.30	1.21	16.38	24.63	1.94	16.70	28.03	2.06
117	1.50	17.98	0.47	13.58	0.86	14.78	1.30	12.45	26.63	1.63	13.83	27.88	2.52
113	1.50	17.55	0.49	15.88	0.86	15.55	1.35	14.10	27.03	1.81	15.83	28.98	2.47
108	1.50	18.85	0.61	17.35	1.03	18.10	1.43	15.43	27.03	1.93	14.65	29.38	2.57

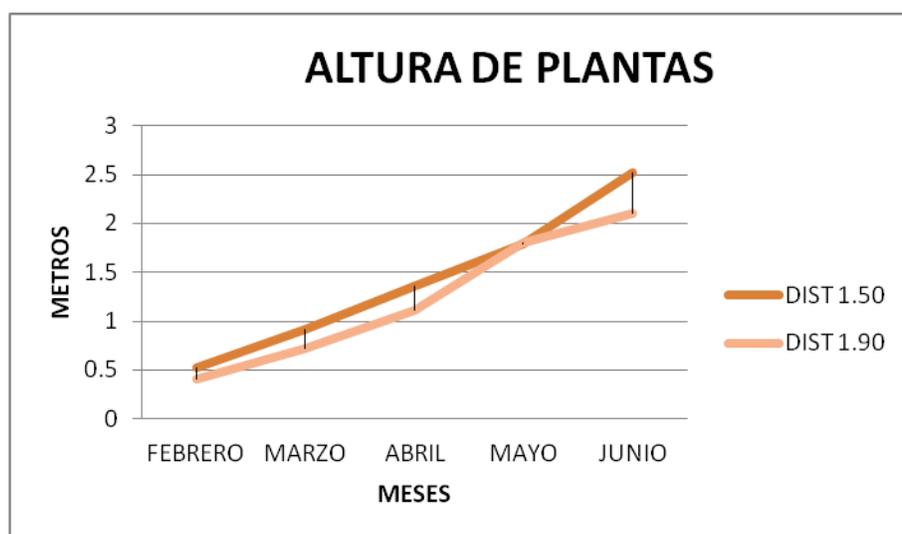
Cuadro 34. Promedio de datos mensuales

Fuente: Douglas A. Navas



**Figura 36. Población por metro lineal de dos distanciamientos de siembra de caña de azúcar**

Fuente: Douglas A. Navas.



**Figura 37. Altura de plantas de dos distanciamientos de siembra de caña de azúcar**

Fuente: Douglas A. Navas.

### **3.4.1.3.5 Evaluación**

Se realizaron muestreos desde el mes de febrero hasta el mes de junio para luego esperar el momento de cosecha y poder llevar el registro de los envíos y pesos por lote como la toma de datos de población, altura y diámetro.

Los muestreos también mostraron que cuando se producen infestaciones severas es frecuente observar grandes cavidades en el interior de la cepa al dejarla desprovista de raíces, se reduce la capacidad de absorción de agua y minerales y por ello se retarda el crecimiento.

### **3.4.1.4 Dinámica de la población de la rata de campo y daño en el cañaveral durante sus etapas fenológicas del cultivo de caña de azúcar (*saccharum spp*) en la Finca Concepción La Noria del Ingenio el Pilar, S.A. Tiquisate, Escuintla**

**NOTA:** Este servicio fue desarrollado con la estructura propia de una investigación razón por la cual el mismo puede observarse en el anexo.

## **3.4.2 Servicios no planificados**

### **3.4.2.1 Elaboración de cebo para control de rata de campo a base de Racumin en la Finca San Juan La Noria, del Ingenio el Pilar, S.A., Tiquisate, Escuintla**

#### **3.4.2.1.1 Definición del problema**

El monitoreo de la rata de campo es una actividad de suma importancia, ya que permite determinar en forma oportuna el comportamiento, crecimiento y el umbral de las poblaciones, el momento en que las poblaciones son capaces de causar pérdidas de significancia económica.

Una manera práctica de realizar muestreos y a la vez un control es a base de la bolsa con cebo, donde regularmente se utiliza cebos de casas comerciales los cuales tienen un alto costo.

Debido a que el Ingenio El Pilar cuenta con grandes extensiones de tierra el costo de controlar dicha plaga tiene un costo alto, por lo que como cualquier otra empresa lo

que se desea es disminuir costos y se puede lograr elaborando cebos que pueden disminuir del costo a comparación de los cebos comerciales.

La elaboración propuesta de cebo a elaborar en el ingenio (El Pilar) es a base de “*Cumatetralil*” (Racumin) y otros ingredientes que sirven como transporte el Racumin y que hacen el cebo palatable a la rata.

#### **3.4.2.1.2 Objetivos específicos**

Elaborar un cebo para el monitoreo y control de la rata de campo que ahorre costos en el control de la rata de campo.

#### **3.4.2.1.3 Metodología**

- Se utilizaron mezcladoras manuales, eléctricas o de motor y recipientes plásticos para almacenar el cebo (La persona que realizará la mezcla debe tener guantes y mascarilla). Dentro de la mezcladora se introdujo la mitad del maíz (9 kilogramos), luego el racumin polvo (1 Kilogramo), sorgo (0.5 Kilogramos) y el concentrado a base de pescado (0.5 Kilogramos). Al final se introdujo la parte restante del maíz (9 Kilogramos) y luego girar para hacer 20 Kilogramos de producto.
- La mezcladora debe mantenerse a una velocidad media durante 10 minutos. Esta mezcla se extiende en un plástico para la adición de la esencia de vainilla con la ayuda de un atomizador. Para su uso en campo se recomienda colocarlo en bolsas plásticas transparentes de 3” x 8” con 10, 15 gramos o más, según los requerimientos de la técnica de distribución, la frecuencia del cebado y la población de roedores.
- Luego de embolsado el producto se recomienda su pronta utilización, previa aplicación de esencia de vainilla a las bolsitas para que sean más atractivas. Una de las ventajas del uso de la vainilla es que no se descompone, ya que se ha comprobado que productos que se degradan como el aceite de coco ya no

son atractivos a los roedores. El cebo debe competir con los alimentos que la rata acostumbra consumir, por ello es importante la calidad del maíz quebrado y otras semillas que puedan obtenerse en la localidad. La ventaja de este cebo está en la versatilidad de la mezcla así como en su bajo costo.

#### 3.4.2.1.4 Evaluación

<b>INSUMO</b>	<b>PROPORCION</b>	<b>COSTO (Q) / Kg</b>	<b>TOTAL</b>
<b>RACUMIN Kg</b>	1	Q195.00	Q195.00
<b>MAIZ AMARILLO KG</b>	18	Q5.50	Q99.00
<b>CONCENTRADO Kg</b>	0.5	Q13.20	Q6.60
<b>SORGO Kg</b>	0.5	Q6.82	Q3.41
<b>VAINILLA Frascos</b>	2	Q4.20	Q8.40
<b>BOLSAS 3" x 8"</b>	2000	Q0.01	Q16.00
		<b>COSTO TOTAL</b>	<b>Q328.41</b>

**Cuadro 35. Costos de insumos para elaboración de rodenticida a base de Racumin**

Fuente: Douglas A. Navas.

El costo total para producir 20 kilogramos de cebo a base de Racumin sin incluir la mano de obra es de Q.328.41 quetzales, donde el precio por kilogramo sería de Q.16.42, mientras que el kilogramo del producto Klerat pellet tiene un costo de Q.66.00.



**Figura 38. Mezcla de rodenticida con granos de maíz quebrado**

Foto: Douglas A. Navas, 2011.



**Figura 39. Bolsa de cebo elaborado**

Foto: Douglas A. Navas, 2011.

### **3.4.2.2 Evaluación de mortalidad en un rodenticida anticuagulante Storm y de un cebo elaborado a base de Racumin para el control de la rata de campo**

#### **3.4.2.2.1 Definición del problema**

La cantidad de cebo que debe consumirse para causar la muerte del roedor, depende de la toxicidad del ingrediente activo y su concentración en el producto formulado. Esto permite obtener una alta efectividad en el control de roedores, debido a su toxicidad y palatabilidad.

Debido a que se elaboró un cebo a base de Racumin es necesario conocer la mortalidad del mismo y compararlo con la mortalidad de otros productos comerciales como es el caso de Storm por ser este utilizado para el control de rata en las fincas del Ingenio El Pilar.

#### **3.4.2.2.2 Objetivos específicos**

- a) Determinar la mortalidad de los rodenticidas sobre una muestra de ratas de la especie *Sigmodon hispidus*, mantenidas en cautiverio.

#### **3.4.2.2.3 Metodología**

Para estudiar la capacidad de mortalidad que producen los rodenticidas en las ratas de campo, se procedió a coleccionar especímenes de la especie *Sigmodon hispidus* en la finca del ingenio El Pilar, S.A.

Los especímenes se colocaron en una jaula de madera limpias y con alimentación a base de trozo de caña, cada 24 horas se limpiaba cada jaula y se le volvía a colocar un trozo nuevo de caña.

- Luego de unos días de su captura y confirmar su buen estado de salud. La prueba se realizó bajo condiciones bajo lamina, sin estrés ni perturbaciones de ruidos.

- Las jaulas donde se colocaron tienen dos niveles en donde los machos se colocaron en el nivel de arriba y las hembras en el nivel de abajo.
- Se colocaron 2 ratas que sirvieron en cada prueba como testigo a las que no se les administró rodenticida.
- Luego se les administró rodenticida a dos ratas una macho y una hembra por cada nivel, donde se realizaron diferentes dosis 5 gr, 10 gr, 15 gr, 20 gr, 25 gr, 30 gr, 35 gr, 40 gr, 45 gr y 50 gr.
- Luego de asegurarse del consumo de la unidad (24 horas después), se reinició la alimentación normal a todos los individuos.
- Se realizaron revisiones diarias de la mortalidad ocurrida en cada jaula y su registro abarcó aproximadamente 10 días después, según la presencia de ratas vivas de las que se les aplicó rodenticida.

## 3.4.2.2.4 Resultados

RACUMIN (COUMATETRALIL)				
No. Jaula	Posición	FECHA		Muerte a los días después de consumo de Rodenticida
		DOSIS		
1	Arriba	20/09/2011	TESTIGOS	-
	Abajo	20/09/2011	TESTIGOS	-
2	Arriba	25/10/2011	5gr	6
	Abajo	27/10/2011	5gr	5
2	Arriba	20/09/2011	10gr	4
	Abajo	20/09/2011	10gr	5
3	Arriba	20/09/2011	15gr	3
	Abajo	20/09/2011	15gr	4
4	Arriba	20/09/2011	20gr	5
	Abajo	20/09/2011	20gr	3
5	Arriba	20/09/2011	25gr	10
	Abajo	20/09/2011	25gr	7
6	Arriba	20/09/2011	30gr	6
	Abajo	27/10/2011	30gr	Escapada
7	Arriba	20/09/2011	35gr	3
	Abajo	20/09/2011	35gr	6
8	Arriba	20/09/2011	40gr	5
	Abajo	20/09/2011	40gr	5
9	Arriba	20/09/2011	45gr	9
	Abajo	20/09/2011	45gr	5
10	Arriba	20/09/2011	50gr	6
	Abajo	20/09/2011	50gr	-
Promedio de mortalidad en días				5.37

**Cuadro 36. Ensayo de mortalidad de *S. hispidus* utilizando Racumin (*coumatetralil*)**

Fuente: Douglas A. Navas.

Lo que se puede apreciar en el cuadro 36, es el número de días a los que muere la rata después de haber consumido el producto, según el cuadro anterior todas murieron pro en diferente fecha o días después de su consumo.

STORM (FLOCOUMAFEN)				
No. Jaula	Posición	FECHA		Muerte a los días después de consumo de Rodenticida
		DOSIS		
1	Arriba	0.00	0	-
	Abajo	0.00	0	-
2	Arriba	3.15	1	5
	Abajo	3.15	1	Escapada
3	Arriba	6.30	2	5
	Abajo	6.30	2	4
4	Arriba	-	-	-
	Abajo	9.45	3	3
5	Arriba	-	-	-
	Abajo	12.60	4	
6	Arriba	15.75	5	4
	Abajo	15.75	5	6
7	Arriba	-	-	-
	Abajo	18.90	6	5
8	Arriba	-	-	-
	Abajo	-	-	-
9	Arriba	9.45	3	4
	Abajo	9.45	3	4
10	Arriba	-	-	-
	Abajo	-	-	-
<b>Promedio de mortalidad en días</b>				4.45

**Cuadro 37. Ensayo de mortalidad de *S. hispidus* utilizando Storm (flocoumafen)**

Fuente: Douglas A. Navas.

Los dos productos utilizados son rodenticidas anticoagulantes de segunda generación, los cuales son utilizados para el control de la rata de campo, se pudo observar que el Storm tiene una mayor mortalidad que el cebo elaborado a base de Racumin.

### 3.4.2.2.5 Constancias



**Figura 40. Diferentes dosis para ensayo de dosis letal**

Foto: Douglas A. Navas, 2011.



**Figura 41. Evaluación de dosis letal en rata de campo**

Foto: Douglas A. Navas, 2011.

### **3.4.2.3 Evaluación de palatabilidad de cebo elaborado comparado con Klerat Pellet**

#### **3.4.2.3.1 Definición del problema**

La importancia económica que revisten los roedores para la agroindustria azucarera es de vital importancia, ya que según los muestreos realizados se han encontrado poblaciones que superan el umbral. Con base en el estudio de pérdidas (Márquez, et. al., 2002) que indica un factor de 0.50 toneladas métricas de caña por cada 1 por ciento de tallos dañados, y un índice de daño de 143 Lb Az/ha/1 % de infestación (Márquez, 2006)

Dentro del Plan de Manejo Integrado, del Ingenio El Pilar, incluye el uso de rodenticidas anticoagulantes, los cuales deben reunir ciertas propiedades para obtener un buen control, principalmente debido a que las ratas son mamíferos que a menudo viven en grupos sociales y establecen cierto grado de comunicación entre ellos. Es por ello, que para hacer eficiente el sistema de control, es necesario seleccionar el rodenticida de mejor ingrediente activo (mayor mortalidad) para la especie y la formulación más palatable.

Por lo que se elaboró un cebo a base de Racumin, el cual se comparara su palatabilidad con el rodenticida anticoagulante Klerat Pellet, y así tomar decisiones en cuanto al uso de uno de dos.

#### **3.4.2.3.2 Objetivos específicos**

- a) Determinar la palatabilidad de 2 rodenticidas.
- b) Determinar el deterioro de los dos rodenticidas por la humedad de la lluvia en el campo.

#### **3.4.2.3.3 Metodología**

- Se eligieron lotes con presencia de rata de la finca Concepción La Noria donde se colocaron las bolsas con cebo en el contorno del lote colocando 2 bolsas de cada cebo por cada hectárea.

- Cada bolsa se amarraba a una caña para evitar que la rata se llevara la bolsa y así poderla encontrar al momento de ir a revisar.

#### 3.4.2.3.4 Constancias



**Figura 42. Bolsa con cebo elaborado y bolsa con Klerat Pellet**

Foto: Douglas A. Navas, 2011.



**Figura 43. Cebo elaborado a base de Racumin y Klerat pellet**

Foto: Douglas A. Navas, 2011.

### **3.4.2.4 Comportamiento de la floración de la caña de azúcar (*saccharum spp.*) en tres fincas de Tiquisate del Ingenio El Pilar, S.A.**

#### **3.4.2.4.1 Definición del problema**

La floración de la caña de azúcar (*Saccharum spp.*) se presenta en diferentes intensidades en función de varios factores, siendo los más importantes la sensibilidad de la variedad de la floración (componente genético), edad fisiológica, que interaccionan con factores ambientales tales como el fotoperiodo, brillo solar, temperatura y otros.

La importancia de estudiar el comportamiento de la floración es debido a que éste es uno de los factores responsables en las variaciones genéticas en relación al rendimiento de caña de azúcar, principalmente en las variedades y cortes intermedios y tardíos. Estas variaciones ocurren debido a que la floración suspende la formación de nuevos entrenudos, forma yemas laterales y corcho generalmente en la parte superior del tallo.

Para el Ingenio El Pilar es de gran importancia determinar el comportamiento y situación actual del porcentaje de floración en diferentes fincas que se encuentran en la zona baja (40 - 80 msnm). El estudio contempla variedades tales como CP73-1547, CP89-2143, CP88-1165, CP88-1762, CP72-2086, CP87-1762, PR75-2002, CG98-10, NA56-92.

#### **3.4.2.4.2 Metodología**

##### **a) Fase de campo**

- El muestro de campo consistió en tomar cada esquina del lote de la siguiente manera, caminar 50 surcos de cada una de las esquinas del lote y luego caminar 40 pasos hacia dentro del lote, para así tomar cada una de las muestras.

- En cada uno de los lotes asignados con diferentes variedades de caña, se realizaron 4 muestras en donde cada muestra consistía en obtener el último canuto del tallo de 5 tallos por muestra.

#### b) Fase de gabinete

- Se realizaron hojas de cálculo para facilitar la toma de datos tanto en el campo como en la oficina.
- Luego de haber recolectado los entre nudos son trasladados a la oficina para poder realizar el muestreo floral.
- El muestreo floral consiste en obtener el último canuto de caña conjunto con el cogollo, donde se encuentra el primordio floral el cual se corta longitudinalmente para buscar el meristemo apical y observar si hay presencia de floración.
- En la hoja de toma de datos se anotan los tallos donde hay presencia de primordio floral en las cuatro muestras y de esa forma calcular el porcentaje de floración.

#### **3.4.2.4.2 Evaluación**

- Se eligieron cinco fincas de la zona baja de Tiquisate las cuales tienen diferentes variedades de caña sembrada las cuales se realizó dicho muestreo por semana durante un periodo de 45 días.

## 3.4.2.4.3 Resultados

## Concepción la Noria (47 msnm)

Finca	Variedad	Lote	Área (Mz)	Fecha de corte	Edad (Meses)	Aparición de primordio floral visible	Muestra
							14/10/2011
Concepción La Noria	CP73-1547	104	19.68	27/11/2010	10.57	28/09/2011	100.00
Concepción La Noria	CP88-1762	304	3.40	05/04/2011	6.30	06/10/2011	20.00
Concepción La Noria	PR75-2002	304	6.00	05/04/2011	6.30	-	0.00
Concepción La Noria	PR75-2002	309	10.70	23/01/2011	8.70	-	0.00
Concepción La Noria	CP73-1547	708	20.16	26/01/2011	8.60	28/09/2011	100.00
Concepción La Noria	CP89-2143	709	27.70	01/01/2011	9.43	28/09/2011	70.00
Concepción La Noria	CP89-2143	711	7.04	30/12/2010	9.47	06/10/2011	40.00
Concepción La Noria	CP88-1165	1405	15.31	16/02/2011	7.93	-	-
Concepción La Noria	CP88-1165	1503	17.41	01/05/2011	5.43	28/09/2011	-
<b>Promedio Porcentaje Floración</b>					<b>8.08</b>		<b>47.14</b>

Cuadro 38. Porcentaje de aparición de primordio floral en finca Concepción la Noria

Fuente: Douglas A. Navas

**SAN JUAN LA NORIA (65 msnm)**

Finca	Variedad	Lote	Área (Mz)	Fecha de corte	Edad (Meses)	Aparición de primordio floral visible	Muestra
							11/10/2011
San Juan La Noria	PR75-2002	104	17.73	06/02/2011	8.17	-	0.00
San Juan La Noria	CP72-2086	106	27.37	04/02/2011	8.23	05/10/2011	30.00
San Juan La Noria	CP89-2143	107	19.71	31/01/2011	8.37	05/10/2011	60.00
San Juan La Noria	CP88-1165	110	28.07	04/02/2011	9.23	05/10/2011	30.00
San Juan La Noria	CG96-01	202	2.00	15/02/2011	7.87	29/09/2011	90.00
San Juan La Noria	CG98-10	207	3.41	03/02/2011	8.27	05/10/2011	10.00
San Juan La Noria	CG98-46	209	2.88	04/02/2011	8.23	-	0.00
<b>Promedio Porcentaje Floración</b>					<b>8.34</b>		<b>31.43</b>

**Cuadro 39. Porcentaje de aparición de primordio floral en finca San Juan La Noria**

Fuente: Douglas A. Navas.

**PROVIDENCIA (68 msnm)**

Finca	Variedad	Lote	Área (Mz)	Fecha de corte	Edad (Meses)	Aparición de primordio floral visible	Muestra
							12/10/2011
Providencia	Mex79-431	102	3.34	19/02/2011	7.77	-	0
Providencia	Mex79-431	302	12.31	19/02/2011	7.77	-	0
Providencia	CP88-1165	501	9.15	26/01/2011	8.53	05/10/2011	30.00
<b>Promedio Porcentaje Floración</b>					<b>8.02</b>		<b>10.00</b>

**Cuadro 40. Porcentaje de aparición de primordio floral en finca La Providencia**

Fuente: Douglas A. Navas.

**LAS MARÍAS (68 msnm)**

Finca	Variedad	Lote	Area (Mz)	Fecha de corte	Edad (Meses)	Aparición de primordio floral visible	Muestra
							12/10/2011
Las Marías	CP72-2086	208	-	-	8.17	12/10/2011	20.00
Las Marías	CP72-2086	210	13.46	28/02/2011	7.47	12/10/2011	10.00
Las Marías	CP73-1547	402	16.99	19/12/2011	6.87	30/09/2011	50.00
Las Marías	CP88-1762	508	9.15	26/01/2011	6.87	-	0.00
Las Marías	CP88-1165	503	14.35	07/03/2011	6.93	30/09/2011	30.00
Las Marías	CP88-1165	505	10.16	08/03/2011	7.03	05/10/2011	40.00
Las Marías	CP88-1165	509	17.09	08/03/2011	7.03	30/09/2011	30.00
<b>Promedio Porcentaje Floración</b>					<b>7.20</b>		<b>25.71</b>

**Cuadro 41. Porcentaje de aparición de primordio floral en finca Las Marías**

Fuente: Douglas A. Navas.

**LOS ENCUENTROS (70 msnm)**

Finca	Variedad	Lote	Área Mz	Fecha de corte	Edad (Meses)	Aparición de primordio floral visible	Muestra
							12/10/2011
Los Encuentros	CG98-10	506	14.12	16/03/2011	6.87	-	0.00
Los Encuentros	CG98-10	508	15.4	16/03/2011	6.87	-	0.00
Los Encuentros	PR75-2002	509	9.15	14/03/2011	6.93	-	0.00
Los Encuentros	PR75-2002	602	5.23	11/03/2011	7.03	-	0.00
Los Encuentros	CP89-2143	602	6.88	11/03/2011	7.03	-	0.00
Los Encuentros	NA56-42	401	12.83	14/03/2011	6.93	-	0.00
<b>Promedio Porcentaje Floración</b>					<b>6.94</b>		<b>0.00</b>

**Cuadro 42. Porcentaje de aparición de primordio floral en finca Los Encuentros**

Fuente: Douglas A. Navas.

Finca	Variedad	Lote	Area Mz	Fecha de corte	Numero de muestreo					
					1	2	3	4	5	6
Concepción La Noria	CP73-1547	104	19.68	27/11/2010	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100
Concepción La Noria	CP73-1547	708	20.16	26/01/2011	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100
Las Mariás	CP73-1547	402	16.99	19/12/2011	0.00	0.00	0.00	40.00	50.00	50.00
Las Mariás	CP73-1547	501	9.15	26/01/2011	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>Aparición de primordio floral visible</b>								<b>60.00</b>	<b>62.50</b>	<b>62.5</b>
Concepción La Noria	CP88-1762	304	3.4	05/04/2011	0.00	0.00	0.00	0.00	20.00	20.00
<b>Aparición de primordio floral visible</b>								<b>0.00</b>	<b>20.00</b>	
Concepción La Noria	PR75-2002	304	6	05/04/2011	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Concepción La Noria	PR75-2002	309	10.7	23/01/2011	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
San Juan La Noria	PR75-2002	104	17.73	06/02/2011	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Los Encuentros	PR75-2002	509	9.15	14/03/2011	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Los Encuentros	PR75-2002	602	5.23	11/03/2011	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>Aparición de primordio floral visible</b>								<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>
Concepción La Noria	CP89-2143	709	27.7	01/01/2011	0.00	0.00	0.00	50.00	20.00	70.00
Concepción La Noria	CP89-2143	711	7.04	30/12/2010	0.00	0.00	0.00	0.00	50.00	40.00
San Juan La Noria	CP89-2143	107	19.71	31/01/2011	0.00	0.00	0.00	0.00	30.00	60.00
Los Encuentros	CP89-2143	602	6.88	11/03/2011	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>Aparición de primordio floral visible</b>								<b>12.50</b>	<b>25.00</b>	<b>42.50</b>
Concepción La Noria	CP88-1165	1405	15.31	16/02/2011	0.00	0.00	0.00	0.00	-	-
Concepción La Noria	CP88-1165	1503	17.41	01/05/2011	0.00	0.00	0.00	10.00	-	-
San Juan La Noria	CP88-1165	110	28.07	04/02/2011	0.00	0.00	0.00	0.00	30.00	30.00
Providencia	CP88-1165	501	9.15	26/01/2011	0.00	0.00	0.00	0.00	30.00	30.00
Las Mariás	CP88-1165	503	14.35	07/03/2011	0.00	0.00	0.00	10.00	30.00	30.00
Las Mariás	CP88-1165	505	10.16	08/03/2011	0.00	0.00	0.00	0.00	40.00	40.00
Las Mariás	CP88-1165	509	17.09	08/03/2011	0.00	0.00	0.00	20.00	20.00	30.00
<b>Aparición de primordio floral visible</b>								<b>5.71</b>	<b>30.00</b>	<b>32.00</b>
San Juan La Noria	CP72-2086	106	27.37	04/02/2011	0.00	0.00	0.00	0.00	20.00	30.00
Las Mariás	CP72-2086	208	-	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	20.00
Las Mariás	CP72-2086	210	13.46	28/02/2011	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.00
<b>Aparición de primordio floral visible I</b>								<b>0.00</b>	<b>6.67</b>	<b>20.00</b>
San Juan La Noria	CG96-01	202	2	15/02/2011	0.00	0.00	0.00	30.00	30.00	90.00

<b>Aparición de primordio floral visible</b>								<b>30.00</b>	<b>30.00</b>	<b>90.00</b>
San Juan La Noria	CG98-10	207	3.41	03/02/2011	0.00	0.00	0.00	0.00	10.00	10.00
Los Encuentros	CG98-10	506	14.12	16/03/2011	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Los Encuentros	CG98-10	508	15.4	16/03/2011	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>Aparición de primordio floral visible</b>								<b>0.00</b>	<b>3.33</b>	<b>3.33</b>
San Juan La Noria	CG98-46	209	2.88	04/02/2011	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>Aparición de primordio floral visible</b>								<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>
Providencia	Mex79-431	102	3.34	19/02/2011	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Providencia	Mex79-431	302	12.31	19/02/2011	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>Aparición de primordio floral visible</b>								<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>
Los Encuentros	NA56-42	401	12.83	14/03/2011	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>Aparición de primordio floral visible</b>								<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>

**Cuadro 43. Total de muestreos**

Fuente: Douglas A. Navas.

**3.4.2.4.4 Constancias****Figura 44. Meristemo apical sin flor**

Foto: Douglas A. Navas, 2011.



**Figura 45. Aparición del primordio floral visible**

Foto: Douglas A. Navas, 2011.



**Figura 46. Flor con más de un centímetro de alto**

Foto: Douglas A. Navas, 2011.

### 3.3 Bibliografía

1. Adamec, G. 1997a. *Sigmodon hispidus* (en línea). Argentina. Consultada 18 ago 2011. Disponible en: <http://www.nieser.com.ar/esp/novedades.asp?NOV=1>
2. \_\_\_\_\_. 1997b. *Sigmodon hispidus* (en línea). Argentina. Consultada 18 ago 2011. Disponible en [http://www.ppm.com.ar/index.php?option=com\\_content&task=view&id=104&Itemid=120](http://www.ppm.com.ar/index.php?option=com_content&task=view&id=104&Itemid=120)
3. CAÑAMIP (CENGICAÑA, Comité de Manejo Integrado de Plagas de la Caña de Azúcar, GT). 2004a. Muestreo y control de rata cañera (*Sigmodon hispidus*). Guatemala, CENGICAÑA, Boletines CAÑAMIP no. 1:10-12.
4. \_\_\_\_\_. 2004b. Plan de manejo preventivo de roedores. Guatemala, CENGICAÑA, Boletines CAÑAMIP no. 1:14-16.
5. \_\_\_\_\_. 2009. Saneamiento de las fuentes de refugio dentro del campo de cultivo y en linderos (*Sigmodon hispidus*). Guatemala, CENGICAÑA, Boletines CAÑAMIP no. 4:1-5.
6. Dieseldorff, F. 1999. Fluctuaciones de la densidad poblacional de la rata cañera (*Sigmodon hispidus*) durante un ciclo de cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*). Guatemala. Tesis Ing.Biol. Guatemala, USAC. 79 p.
7. Márquez, JM. 2006. Metodología del muestreo de daño y pérdidas ocasionadas por rata en caña de azúcar. Guatemala, CENGICAÑA, CAÑAMIP. 12 p.
8. \_\_\_\_\_. 2009a. Características del comportamiento de la rata de campo (*Sigmodon hispidus*) en caña de azúcar: bases ecológicas para comprender su importancia económica. Guatemala, CENGICAÑA, CAÑAMIP. 8 p.
9. Subiros, R. 1995. El cultivo de la caña de azúcar. San José, Costa Rica, EUNED. p. 232-238.