

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**INFORME FINAL DE DIAGNÓSTICO, INVESTIGACIÓN Y SERVICIOS
DESARROLLADOS EN EL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum officinarum* L.)
EN FINCA SABANA GRANDE, EL RODEO, ESCUINTLA
DE FEBRERO A NOVIEMBRE DE 2004**

RAÚL GABRIEL VARGAS

Guatemala, noviembre de 2005

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA

**INFORME FINAL DE DIAGNÓSTICO, INVESTIGACIÓN Y SERVICIOS
DESARROLLADOS EN EL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum officinarum* L.)
EN FINCA SABANA GRANDE, EL RODEO, ESCUINTLA
DE FEBRERO A NOVIEMBRE DE 2004**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

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

POR

RAÚL GABRIEL VARGAS

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO

INGENIERO AGRÓNOMO

EN

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO

Guatemala, noviembre de 2005

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

RECTOR MAGNÍFICO

Dr. M.V. Luis Alfonso Leal Monterroso

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	Ing. Agr.	Ariel Abderramán Ortiz López
VOCAL PRIMERO	Ing. Agr.	Alfredo Itzep Manuel
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr.	Walter Arnoldo Reyes Sanabria
VOCAL TERCERO	Ing. Agr.	Danilo Ernesto Dardón Dávila
VOCAL CUARTO	M.E.P.U.	Elmer Antonio Álvarez Castillo
VOCAL QUINTO	P.M.P.	Miriam Eugenia Espinoza Padilla
SECRETARIO	Ing. Agr.	Pedro Peláez Reyes

Guatemala, noviembre de 2005

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

Honorables miembros:

De conformidad con las normas establecidas en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de Graduación realizado **en el cultivo de caña de azúcar en Finca Sabana Grande, El Rodeo, Escuintla, de febrero a noviembre de 2004.**

Como requisito previo a optar el Título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

Esperando que el mismo llene los requisitos necesarios para su aprobación, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

RAÚL GABRIEL VARGAS

ACTO QUE DEDICO

A:

JEHOVÁ MI DIOS:

Porque con él estoy más que agradecido al permitirme llegar a este punto de mi vida, dedicando a Jehová la honra y la gloria de este triunfo por medio de nuestro Señor Jesucristo.

MI MAMITA:

Berta Olga Vargas y Vargas de Gabriel (1932-2001), para quien soñé dedicar este acto, un mes después que cubrí su frío cuerpo de fino salmón, recordando la tarde que me dio el último beso, que mas que un beso, era un sollozo que me decía hasta pronto, gracias por todo, sigue adelante, y si practicas la justicia y el amor, allá te espero.

MI PAPÁ:

Raúl Gabriel Gutiérrez (1936 – 2003), porque a pesar, que me es muy difícil practicarlas y mas bien no las practico, ***me enseñaste el vivo ejemplo de tu humildad y temor a Jehová***, quién te recompensó, al poner bajo tus ordenes a ingenieros agrónomos y maestros en ciencia en la región bananera, pero esto no te llenó de vanagloria, y fuiste mas humilde y mas temeroso de Jehová hasta el final de tus días.

MIS HERMANOS:

Leticia, Olga Judith, Edna Yaneth y Edgar Leonel Gabriel Vargas, por el apoyo y motivación que en distinto grado me brindó cada uno por nombre, para llevar a feliz término mi carrera.

MI HIJO:

Raúl Gabriel Pérez, porque a pesar de su corta edad, iniciando con una idea un poco difusa del EPS, pero que con el transcurrir de los meses se tornó más clara, participó en algunas acciones aisladas de mi trabajo que lo vincularon con la flora y fauna de finca Sabana Grande, para asimilar trocitos de conocimiento, responsabilidad y respeto.

MI ESPOSA:

Judith Pérez López, porque ha sido acomodada a las circunstancias que se suscitan en la fase final de una carrera universitaria.

MIS SOBRINOS:

Judith Mercedes, José Mauricio, Roderick Alexander, Leticia Carolina, Laura Yaneth, Diana Sofía, Edna Saraí y José Raúl, para motivarlos a seguir estudiando.

USTED ESPECIALMENTE:

Que me acompaña el día de hoy, como una muestra de su cariño y afecto.

TRABAJO QUE DEDICO

A la administración, personal técnico y de campo de finca Sabana Grande, El Rodeo, Escuintla, para que los resultados aquí presentados sean aprovechados en el manejo productivo del cultivo de caña de azúcar.

AGRADECIMIENTOS

A:

- **Jehová mi Dios**, porque todo el conocimiento que adquirimos viene de Jehová y lo que sabemos es nada en su presencia, **¿o se han olvidado, que Jehová es el Creador de los cielos y el que los despliega; el que extiende la tierra y sus cosechas? (Isaías 42:6)**. Por lo tanto, la gloria de este triunfo es para él.
- **Mis padres, Berta Olga Vargas y Vargas de Gabriel y Raúl Gabriel Gutiérrez**, porque me apoyaron hasta el final de sus días, y su fe no fue en vano.
- **Mi hermana Leticia Gabriel Vargas**, por apoyar decidida y desinteresadamente en la fase final de mi carrera, propiciando condiciones apropiadas para el feliz término de la misma.
- **Mis Hermanos Olga Judith, Edna Yaneth y Edgar Leonel Gabriel Vargas**, porque cualquier favor y consejo pequeño, es grande, cuando se da en el momento preciso.
- **Ing. Agr. Filadelfo Guevara Chávez**, por su apoyo en la fase de laboratorio en el análisis y determinación de rizófagos, como en la integración y redacción de la investigación.
- **Ing. Agr. Darvin González e Ing. Agr. Marco Vinicio Fernández Montoya**, por su asesoría en la planificación y ejecución del diagnóstico, investigación y servicios.
- **Ing. Agr. Henry Estuardo España Morales**, por su estrecha colaboración, dedicación y asesoría durante la fase de campo.
- **P. Agr. Rodolfo Patzán, P.C. Francisco Esquequé, Srs. José Camey, Bernabé Rivas, Jorge Cruz y Rafael Hernández** por el apoyo material y humano en cada una de las actividades y acciones que involucró la fase de campo.
- **Personal de campo de finca Sabana Grande**, porque sin ellos no hubiese sido posible ejecutar cada una de las actividades y acciones que involucró el diagnóstico, servicios e investigación.
- **Los Ing. Agr. Rodolfo Santizo Rivera, Valentín Rodríguez Alcón, Mariano Pérez Jerónimo, Mauricio Rosales, Gerbert Quiñónez, Hugo Urizar Carrascoza, Walter Reyes, Eduardo Pretzanzim, Mirna Herrera, Hugo Cardona y Pedro Peláez**, porque cada uno sin darse cuenta participó en mi formación profesional.
- **Poetiza Alicia Pinto y Lic. Jaime Pinto**, porque fue el hogar que tuve en esta ciudad como estudiante del interior de la república; hogar que no protestó y mas bien apoyó las largas noches y madrugadas de desvelos, reuniones académicas y de trabajo personal.
- **Jardín Infantil de la USAC**, por cuidar y educar a mi hijo Raulito, mientras yo realizaba mi trabajo de graduación.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN GENERAL	xi
CAPITULO I: DIAGNÓSTICO DEL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR (<i>Saccharum officinarum</i> L.) EN FINCA SABANA GRANDE, EL RODEO, ESCUINTLA DURANTE EL MES DE FEBRERO DE 2004	1
ÍNDICE DE FIGURAS DEL CAPÍTULO I: DIAGNÓSTICO	ii
ÍNDICE DE CUADROS DEL CAPÍTULO I: DIAGNÓSTICO	ii
1. INTRODUCCIÓN	2
2. MARCO REFERENCIAL	3
2.1 GENERALIDADES DE LA FINCA SABANA GRANDE	3
2.1.1 ANTECEDENTES DE LA FINCA	3
2.1.2 UBICACIÓN GEOGRÁFICA, LÍMITES Y VÍAS DE ACCESO	3
2.1.3 RELIEVE Y FISIOGRAFÍA	3
2.1.4 CLIMA Y ZONAS DE VIDA	5
2.1.5 GEOLOGÍA Y SUELOS	5
2.1.6 HIDROGRAFÍA	5
A. Manantiales	5
B. Ríos	6
2.1.7 EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL	6
3. OBJETIVOS	7
3.1 OBJETIVO GENERAL	7
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	7
4. METODOLOGÍA PARA EL DIAGNÓSTICO	8
4.1 ANTECEDENTES	8
4.2 DIAGNÓSTICO DEL SUBSISTEMA CAÑA DE AZÚCAR	8
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	9
5.1 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL MANEJO ACTUAL DEL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR (<i>Saccharum officinarum</i> L.)	9
5.1.1 DISPONIBILIDAD DE INFORMACIÓN BASE PARA PLANIFICACIÓN	9
5.1.2 ÁREA CULTIVADA Y VARIEDADES DE CAÑA DE AZÚCAR	11
5.1.3 NÚMERO DE SOCAS	12
5.1.4 DISTANCIA DE SIEMBRA	12
5.1.5 FERTILIZACIÓN	13
5.1.6 RIEGO	13
5.1.7 MANEJO DE MALEZAS	13
5.1.8 MANEJO DE PLAGAS	13
5.1.9 RENDIMIENTO PROMEDIO DE CAÑA POR HECTÁREA	14
5.2 IDENTIFICACIÓN DE CAUSAS, PROBLEMA CENTRAL Y EFECTO PRINCIPAL EN EL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR	14
5.3 ESTRATEGIAS PARA SOLUCIONAR EL PROBLEMA CENTRAL	15
6. BIBLIOGRAFÍA	17

FIGURAS DEL CAPITULO I: DIAGNÓSTICO

Figura 1.	Croquis de la ubicación de finca Sabana Grande y vía principal de acceso	4
Figura 2.	Croquis utilizado actualmente en finca Sabana Grande para planificar las actividades y acciones en el cultivo de caña de azúcar 2004	10
Figura 3.	Causas, problema central y efecto principal del cultivo de caña de azúcar en finca Sabana Grande, El Rodeo, Escuintla, 2004	15
Figura 4.	Causas del problema central del cultivo de caña de azúcar que se tratarán de solucionar durante el EPSA en finca Sabana Grande, durante el año 2004	16

CUADROS DEL CAPÍTULO I: DIAGNÓSTICO

Cuadro 1.	Caudales de los principales manantiales de la finca Sabana Grande, durante el mes de marzo de 2001.	5
Cuadro 2.	Evapotranspiración potencial en finca Sabana Grande	6
Cuadro 3.	Área cultivada con caña de azúcar y manejo del cultivo, finca Sabana Grande, El Rodeo, Escuintla, 2004	11

CAPÍTULO II:	INVESTIGACIÓN “ESTUDIO PRELIMINAR DE LOS INSECTOS RIZÓFAGOS EN CAÑA DE AZÚCAR (<i>Saccharum officinarum</i> L.) EN LA FINCA SABANA GRANDE, ESCUINTLA	18
	ÍNDICE DE FIGURAS DEL CAPÍTULO II: INVESTIGACIÓN	vi
	ÍNDICE DE CUADROS DEL CAPITULO II: INVESTIGACIÓN	vii
	RESUMEN	19
1.	INTRODUCCIÓN	20
2.	DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	21
	3.1 MARCO CONCEPTUAL	22
	3.1.1 GENERALIDADES DE LOS INSECTOS PLAGA	22
	A. Definición de plaga	22
	B. Insectos plaga del suelo	22
	C. Reseña histórica del manejo de insectos plaga en caña de azúcar	22
	3.1.2 GALLINA CIEGA	23
	A. Clasificación taxonómica	23
	B. Ciclo de vida de <i>Phyllophaga</i>	23
	a. Huevo	24
	b. Larva	24
	c. Pupa	24
	d. Adulto	24
	C. Daño	25
	D. Manejo	25
	a. Umbral de daño	25
	b. Control químico	25
	c. Control cultural	25
	d. Control biológico	26
	3.1.3 GUSANOS DE ALAMBRE	26
	A. Clasificación taxonómica	26
	B. Ciclo de vida	26
	a. Huevo	26
	b. Larva	27
	c. Pupa	27
	d. Adulto	27
	C. Daño	27
	D. Manejo	27
	a. Control cultural	27
	b. Control biológico	28
	3.1.4 CHINCHE HEDIONDA	28
	a. Huevo	28
	b. Ninfas y adultos	29
	c. Daño	29
	3.1.5 EL MUESTREO EN EL MANEJO DE PLAGAS	29
	A. Localización espacial de las muestras	30
	a. Al azar simple	30
	b. Al azar estratificado	30

	c. Sistemático	30
	B. Tamaño de la unidad muéstrela	31
	C. Tamaño de la muestra en el muestreo al azar estratificado	31
3.1.6	ANÁLISIS DE REGRESIÓN	31
3.1.7	CORRELACIÓN CANÓNICA	32
3.2	MARCO REFERENCIAL	33
3.2.1	LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DE LA INVESTIGACIÓN	33
3.2.2	LÍMITES, EXTENSIÓN Y VÍAS DE ACCESO	33
3.2.3	RELIEVE Y FISIOGRAFÍA	33
3.2.4	CLIMA Y ZONAS DE VIDA	33
3.2.5	GEOLOGÍA Y SUELOS	34
3.2.6	INVESTIGACIONES RELACIONADAS CON LAS PLAGAS DEL SUELO EN CAÑA DE AZÚCAR	34
4.	OBJETIVOS	35
4.1	GENERAL	35
4.1	ESPECÍFICOS	35
5.	HIPÓTESIS	36
6.	METODOLOGÍA	37
6.1	ESTRATIFICACIÓN DE ÁREAS, UNIDAD MUÉSTRELA Y TAMAÑO DE MUESTRA	37
6.1.1	ESTRATIFICACIÓN DE LAS ÁREAS	37
6.1.2	TAMAÑO DE LA UNIDAD MUÉSTRELA	37
6.1.3	TAMAÑO DE LA MUESTRA	38
6.2	DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN	38
6.2.1	INTERVALO ENTRE MUESTREOS	38
6.2.2	TOMA DE MUESTRAS Y PRESERVACIÓN DE INSECTOS	38
6.2.3	DETERMINACIÓN DE GÉNEROS Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	40
7.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	42
7.1	ORDENES, FAMILIAS Y GÉNEROS DE INSECTOS RIZÓFAGOS ASOCIADOS AL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR	42
7.1.1	GÉNEROS DE RIZÓFAGOS DE LA FAMILIA ELATERIDAE	42
	A. <i>Dipropus</i>	43
	B. <i>Horistonotus</i>	43
	C. <i>Agrypnus</i>	44
7.1.2	GÉNEROS DE RIZÓFAGOS DE LA FAMILIA SCARABAEIDAE	44
	A. <i>Anomala</i>	45
	B. <i>Phyllophaga dasypoda</i>	46
	C. <i>Phyllophaga obsoleta</i>	47
7.1.3	GÉNEROS DE RIZÓFAGOS DE LA FAMILIA SCARABAEIDAE	48
7.2	DENSIDAD POBLACIONAL DE INSECTOS RIZÓFAGOS EN LOS ESTRATOS DE CAÑA PLANTÍA Y CAÑA SOCA	48
7.3	DENSIDAD POBLACIONAL DE INSECTOS RIZÓFAGOS POR ETAPA FENOLÓGICA DEL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR	51

7.4	CORRELACIÓN CANÓNICA Y ANÁLISIS DE REGRESIÓN MÚLTIPLE DE LAS POBLACIONES DE INSECTOS RIZÓFAGOS CON LA PRECIPITACIÓN PLUVIAL Y HUMEDAD DEL SUELO	53
8.	CONCLUSIONES	55
9.	RECOMENDACIÓN	56
10.	BIBLIOGRAFÍA	57
11.	ANEXOS	59
	Anexo 1. Distribución de los puntos de muestreo	60
	Anexo 2. Cálculo del tamaño de la muestra	61
	Anexo 3. Densidad poblacional en cada punto de muestreo para los estratos de caña soca y plantía, finca Sabana Grande, El Rodeo, Escuintla, 2004	62

FIGURAS DEL CAPÍTULO II: INVESTIGACIÓN

Figura 1.	Dimensiones de la unidad muéstrela para rizófagos en caña de azúcar	37
Figura 2.	Muestreo de insectos rizófagos en caña de azúcar, a) estrato de caña plantía, b) estrato de caña soca, finca Sabana Grande, 2004.	39
Figura 3.	Extracción de insectos de los envases plásticos para separarlos de la tierra	40
Figura 4.	Vista lateral de la larva de <i>Dipropus</i>	43
Figura 5.	Vista de la larva de <i>Horistonotus</i>	43
Figura 6.	Vista de la larva de <i>Agrypnus</i>	44
Figura 7.	Larva de la familia Scarabaeidae conocidas comúnmente como gallinas ciegas	45
Figura 8.	Región setal ventral del último segmento abdominal de <i>Anomala</i>	46
Figura 9.	Región setal ventral del último segmento abdominal de <i>Phyllophaga dasypoda</i>	47
Figura 10.	Región setal ventral del último segmento abdominal de <i>Phyllophaga obsoleta</i>	47
Figura 11.	a) Ninfa y b) adulto de <i>Scaptocoris talpa</i>	48
Figura 12.	Etapas fenológicas del cultivo de caña de azúcar con mayor densidad poblacional del conjunto de insectos rizófagos, finca Sabana Grande, El Rodeo, Escuintla, 2004	52
Figura 13A.	Estratos de caña soca y plantía, así como puntos de muestreo de insectos rizófagos en finca Sabana Grande, El Rodeo, Escuintla, 2004	60

CUADROS DEL CAPÍTULO II: INVESTIGACIÓN

Cuadro 1.	Nivel de infestación de rizófagos en caña de azúcar	34
Cuadro 2.	Criterios de estratificación de las áreas de caña de azúcar en finca Sabana Grande, 2004	37
Cuadro 3.	Número de unidades muestrales por estratos en caña de azúcar en finca Sabana Grande, 2004	38
Cuadro 4.	Resumen de cada uno de los 9 muestreos de insectos rizófagos en el cultivo de caña de azúcar en finca Sabana Grande, El Rodeo, Escuintla, 2004	42
Cuadro 5.	Número de insectos rizófagos por 0.108 m ³ de suelo en los estratos de caña soca y caña plantía, indicando el porcentaje de reducción por género, finca Sabana Grande, El Rodeo, Escuintla, 2004	49
Cuadro 6.	Número de insectos rizófagos por 0.108 m ³ de suelo en los estratos de caña soca y caña plantía, por etapa fenológica del cultivo de caña de azúcar, finca Sabana Grande, El Rodeo, Escuintla, 2004	52
Cuadro 7.	Valores canónicos de las familias de insectos rizófagos y dos características climáticas	53
Cuadro 8A.	Muestreo de insectos rizófagos en finca Sabana Grande, El Rodeo, Escuintla.	62

CAPITULO III:	INFORME DE SERVICIOS PRESTADOS EN FINCA SABANA GRANDE, EL RODEO, ESCUINTLA, DURANTE EL PERÍODO DE FEBRERO A NOVIEMBRE DE 2004	71
	ÍNDICE DE FIGURAS DEL CAPÍTULO III: SERVICIOS	ix
	ÍNDICE DE CUADROS DEL CAPITULO III: SERVICIOS	x
1.	INTRODUCCIÓN	72
2.	SERVICIO 1: MANEJO DEL ÁREA PRODUCTIVA DE CAÑA DE AZÚCAR	73
	2.1 OBJETIVOS	73
	A. General	73
	B. Específicos	73
	2.2 METODOLOGÍA	73
	2.2.1 LEVANTAMIENTO CATASTRAL DE LA FINCA Y PANTES DE CAÑA	73
	A. Contacto con la Unidad Técnico Jurídica de Catastro de Escuintla	73
	B. Reconocimiento de mojones, perímetro y colindantes de finca Sabana Grande	74
	C. Establecimiento de puntos geodésicos de tercer orden	74
	D. Levantamiento del polígono de la finca, caminos, pantes de caña e infraestructura principal	75
	a. Brigadas de trabajo	75
	b. Operación de las estaciones totales Trimble 3603 DR y Leica 805	75
	E. Trabajo de gabinete	78
	2.2.2 RENOVACIÓN DE CAÑALES EN FINCA SABANA GRANDE	79
	A. Gestiones presiembra y selección de variedades	79
	B. Preparación del terreno: arado, rastreado, trazo de curvas a nivel y surqueado	80
	C. Siembra y primera fertilización	82
	D. Manejo de malezas	85
	E. Segunda fertilización y rastreo	86
	2.2.3 PLANIFICACIÓN DE LA RENOVACIÓN DEL ÁREA TOTAL DE CAÑA DE AZÚCAR	87
	2.3 RESULTADOS	88
	2.3.1 LEVANTAMIENTO CATASTRAL DE LA FINCA SABANA GRANDE	88
	A. Archivos digitales generados	88
	2.3.2 PANTES Y VARIEDADES DE CAÑA RENOVADOS EN EL AÑO 2004	95
	2.3.3 PLANIFICACIÓN DE LA RENOVACIÓN TOTAL DEL ÁREA DE CAÑA DE AZÚCAR	95
	2.4 EVALUACIÓN	96
3.	SERVICIO 2: CULTIVO DE PAPAYA	98
	3.1 OBJETIVO	98
	3.2 METODOLOGÍA	98
	3.3 RESULTADOS	99
	3.4 EVALUACIÓN	101

FIGURAS DEL CAPÍTULO III: SERVICIOS

Figura 1.	Punto geodésico de tercer orden para levantamiento catastral, ubicado en finca Sabana Grande	74
Figura 2.	Centrado, nivelado y toma de cota con la estación total Trimble 3603 DR	77
Figura 3.	Inicio de medición de pantes de caña del punto geodésico 05-01-03-01	78
Figura 4.	Arado del suelo en finca Sabana Grande , durante el año 2004	81
Figura 5.	Trazo de línea guía para curva de nivel en finca Sabana Grande, 2004	81
Figura 6.	Surqueado del terreno para la siembra de caña de azúcar en finca Sabana Grande, 2004	82
Figura 7.	Trabajadores de finca Sabana Grande llevando los paquetes de caña al área de siembra, 2004	83
Figura 8.	Paquete de caña con 30 cañas de 60 cm de largo y un peso de 23.75 libras	83
Figura 9.	Tapado de la semilla de caña ya fertilizada en finca Sabana Grande, 2004	84
Figura 10.	Punta de caña de mala calidad para ser utilizada como semilla que fue rechazada durante la siembra en finca Sabana Grande, 2004	85
Figura 11.	Resultado del manejo de malezas en los pantes de caña con la variedad PGM 89-968 en finca Sabana Grande, 2004	86
Figura 12.	Trabajadores de finca Sabana Grande que participaron en la renovación de 29.48 hectáreas de caña de azúcar durante el año 2004	87
Figura 13.	Archivos digitales del catastro para planificar actividades en caña de azúcar en finca Sabana Grande	88
Figura 14.	Área en hectáreas y manzanas de cada uno de los pantes de caña en finca Sabana Grande, durante el año 2004	89
Figura 15.	Pantes de caña de la sección El Rodeo, de finca Sabana Grande, 2004	90
Figura 16.	Pantes de caña de la Sección La Fundación de finca Sabana Grande, 2004	91

Figura 17.	Pantes de caña de la sección Las Presas de finca Sabana Grande, 2004	92
Figura 18.	Pantes de caña de la sección Santo Domingo de Finca Sabana Grande, 2004	93
Figura 19.	Pantes de caña de la sección El Campo de finca Sabana Grande, 2004	94
Figura 20.	Comparación de los tallos de las tres variedades a los 8.5 meses después de la siembra	96
Figura 21.	Plantación de papaya a los 12 días después del trasplante en finca Sabana Grande, El Rodeo, Escuintla, 2004	98
Figura 22.	Estado fitosanitario de la plantación de papaya a los 5 meses después del trasplante (15 de noviembre de 2004)	100
Figura 23.	Floración e inicio de fructificación de papaya en finca Sabana Grande para el 15 de noviembre de 2004	100

CUADROS DEL CAPITULO III: SERVICIOS

Cuadro 1.	Pantes y variedades de caña renovados en el año 2004 en finca Sabana Grande, El Rodeo, Escuintla	95
Cuadro 2.	Renovación de cañales para los años 2005 y 2006	96
Cuadro 3.	Acciones diarias realizadas en el cultivo de papaya, así como el costo por acción durante la fase de ejecución del EPSA	99

RESUMEN GENERAL

El presente trabajo es el resultado obtenido de la realización del Ejercicio Profesional Supervisado de Agronomía (EPSA), en finca Sabana Grande, El Rodeo, Escuintla de febrero a noviembre de 2004 y que constó de tres etapas importantes: diagnóstico, investigación y servicios.

El diagnóstico se realizó en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum L.*) como base fundamental para el planteamiento de la investigación y los servicios. A través de éste se identificó el problema central que es un manejo inadecuado del cultivo, desde el punto de vista administrativo y consecuentemente desde el punto de vista técnico de manejo agronómico del cultivo, lo cual tiene como efecto principal un rendimiento de caña de 58 toneladas métricas por hectárea que representa la mitad del promedio nacional que actualmente es de 104 TM/ha.

Las principales causas del inadecuado manejo administrativo son la falta de información base registral y sistematizada, que permitan planificar correctamente cada actividad y/o acción del manejo agronómico como son *siembra, fertilización, riego, manejo de malezas, plagas* entre otros. Por ejemplo, por no disponer de un mapa de la finca, las aplicaciones de agroquímicos se han subestimado (dosis mucho menor a la óptima), en tanto que el rendimiento por hectárea se ha sobreestimado (rendimiento mucho mayor al real); además no se dispone de información registral sistematizada de las acciones diarias que derive de un plan operativo anual para asignar los recursos humanos, materiales y económicos de una manera eficiente y eficaz a través de la mejor ruta crítica, considerando a la finca como un sistema, el cual se retroalimentaría año con año, a través de los éxitos y fracasos obtenidos y registrados, para lograr en el mediano plazo una finca administrativa y técnicamente organizada.

Una causa del manejo inadecuado del cultivo es no conocer la densidad de las plagas asociadas al cultivo de caña de azúcar, por lo que a través de la etapa dos del EPSA con la investigación se contribuye al conocimiento de los insectos rizófagos, es decir, exclusivamente aquellos que viven en el suelo y se alimentan de las raíces de la caña.

El objetivo principal de la investigación fue determinar preliminarmente los géneros de insectos rizófagos asociados al cultivo de caña de azúcar, en los estratos de caña plantía y caña soca en la finca.

Se determinó que en el cultivo de caña de azúcar se encuentran seis géneros de insectos rizófagos (Col.; Elateridae: **Dipropus**, **Horistonotus** y **Agrypnus**), (Col.; Scarabaeidae: **Anomala**, **Phyllophaga dasypoda** y **Phyllophaga obsoleta**), (Hem.; Cydnidae: **Scaptocoris talpa**). De éstos únicamente **Dipropus** presenta una densidad poblacional alta con 4.32 larvas/0.108 m³ de suelo en el estrato de caña soca por lo tanto afecta el rendimiento del cultivo y deben tomarse medidas de control. Se estableció que al mecanizar completamente el suelo para la siembra (arado, rastreado y surqueado) como en el estrato de caña plantía, durante el primer año de la mecanización, la población de rizófagos se reduce en 80 por ciento, por lo que esta práctica, junto con la rastra sanitaria (rastra semiprofunda 3 días después de la zafra) y el control biológico por aves durante las mismas, se constituyen en elementos culturales, y ambientalmente compatibles para el manejo de rizófagos en la finca.

Dentro del marco temporal, espacial, económico y de apoyo institucional se planteó un único servicio de manejo del área productiva de caña de azúcar, a través del cual actualmente se cuenta con información catastral digital de la finca (mapa con área de pantes de caña), como base para la correcta planificación, se renovaron 29.480 hectáreas de caña con las variedades PGM 89-968, CP 88-1808 y CP 72-2086, las cuales se podrán cosechar a principios del mes de marzo de 2005, finalmente se planificó la renovación del resto de área de caña.

Como servicio institucional, se introdujo en la finca 0.556 has de papaya criolla (**Carica papaya L.**), para diversificar las salidas del sistema agrícola, la cual deberá empezar a cosecharse a finales del mes de marzo.

Finalmente, se recomienda como prioritario, registrar y sistematizar cada actividad y acción que se ejecute, renovar el resto de los cañales en los próximos dos años, incorporar nuevas áreas bajo riego y estudiar la densidad de plagas del tallo y follaje de la caña.

CAPÍTULO I

DIAGNÓSTICO

**DIAGNÓSTICO DEL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum officinarum* L.)
EN FINCA SABANA GRANDE, EL RODEO, ESCUINTLA
DURANTE EL MES DE FEBRERO DE 2004**

1. INTRODUCCIÓN

El presente diagnóstico se realizó durante el mes de febrero de 2004 en la Finca Sabana Grande, El Rodeo, Escuintla, la cual es administrada por la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala. El objetivo principal fue determinar como se encuentra el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) en su contexto general.

Para la realización del diagnóstico se desarrollaron tres fases: la primera, consistió en plantear los objetivos y metodología del diagnóstico, la segunda fase fue la recopilación de la información de campo (descripción del proceso productivo) a través de entrevistas y observación directa, la tercera fase tuvo como base la fase anterior y consistió en analizar la problemática del subsistema productivo de caña de azúcar, discerniendo las causas del problema central y su efecto principal, para luego plantear las estrategias a seguir.

El diagnóstico indicó, que desde el punto de vista administrativo, se carece de información base sistematizada para la planificación de actividades y acciones, específicamente de un mapa de la finca con la ubicación precisa y dimensiones de cada pante de caña de azúcar y otros, así como un registro de acciones diarias que derive de un plan operativo anual para asignar los recursos humanos, materiales y económicos de una manera eficiente y eficaz a través de la mejor ruta crítica, considerando a la finca como todo un sistema, el cual se retroalimentaría año con año, a través de los éxitos y fracasos registrados documentalmente.

Como consecuencia de lo anterior, las actividades y acciones del manejo agronómico del cultivo de caña, no son las más apropiadas, por ejemplo, cañales en producción con edad improductiva (8 socas), pantes sin registro de su manejo específico, distancia entre surcos muy abierta (1.60 m), lo cual conlleva emplear mayor cantidad de mano de obra (que a veces no está disponible en el momento requerido) y agroquímicos que se aplican incorrectamente por no conocer el área exacta de cada pante. Este conjunto de causales determinan el problema central que es un manejo inadecuado del cultivo de caña de azúcar, siendo su efecto principal un rendimiento muy bajo de 58 toneladas métricas por hectárea el cual corresponde a la mitad del rendimiento promedio nacional que según el IV censo Nacional es de 104 toneladas métricas por hectárea (2).

2. MARCO REFERENCIAL

2.1 GENERALIDADES DE LA FINCA SABANA GRANDE

2.1.1 ANTECEDENTES DE LA FINCA

La finca Sabana Grande tiene una extensión de 221 hectáreas. Fue dada a la Universidad de San Carlos de Guatemala según acuerdo gubernativo número 1,696, folio 233 del libro número 27 del departamento de Escuintla con fecha 20 de junio de 1957, emitido por el Órgano del Ministerio de Hacienda y Crédito Público (actualmente Ministerio de Finanzas Públicas) y pasó a formar parte de sus activos el día 11 de agosto de ese mismo año. Actualmente la finca Sabana Grande es administrada por la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala (9).

2.1.2 UBICACIÓN GEOGRÁFICA, LÍMITES Y VÍAS DE ACCESO

La finca Sabana Grande se encuentra localizada en el departamento de Escuintla, en las coordenadas 14°22'03'' Latitud Norte y 90°, 49 '48'' Longitud Oeste (3).

Los límites de la finca Sabana Grande son: al Norte aldea El Rodeo y finca Tropicana; al Sur, finca Lorena; al Este; finca Alsacia y al Oeste, finca Magdalena (3).

La principal vía de acceso a la finca, es la carretera CA-2 que partiendo de la ciudad de Guatemala, se extiende al Sur pasando por los municipios de Villa Nueva, Amatitlán y la autopista Palín Escuintla, para luego tomar la carretera que conduce a la Antigua Guatemala. Seguidamente se toma un camino de segunda categoría hasta el ingenio San Diego, el cual consta de 8 kilómetros. Por último se continua sobre la carretera CA-4, con un recorrido de 4 kilómetros hasta llegar a la finca, la cual dista por esta vía a 72 kilómetros de la ciudad capital de Guatemala (Figura 1).

2.1.3 RELIEVE Y FISIOGRAFÍA

El relieve va de gradualmente ondulado a plano con pendientes que van de 0 al 3 %, la elevación promedio es de 770 msnm con un rango que va desde los 745 a 795. La finca se encuentra dentro de la región fisiográfica denominada Pendiente Volcánica Reciente (5).

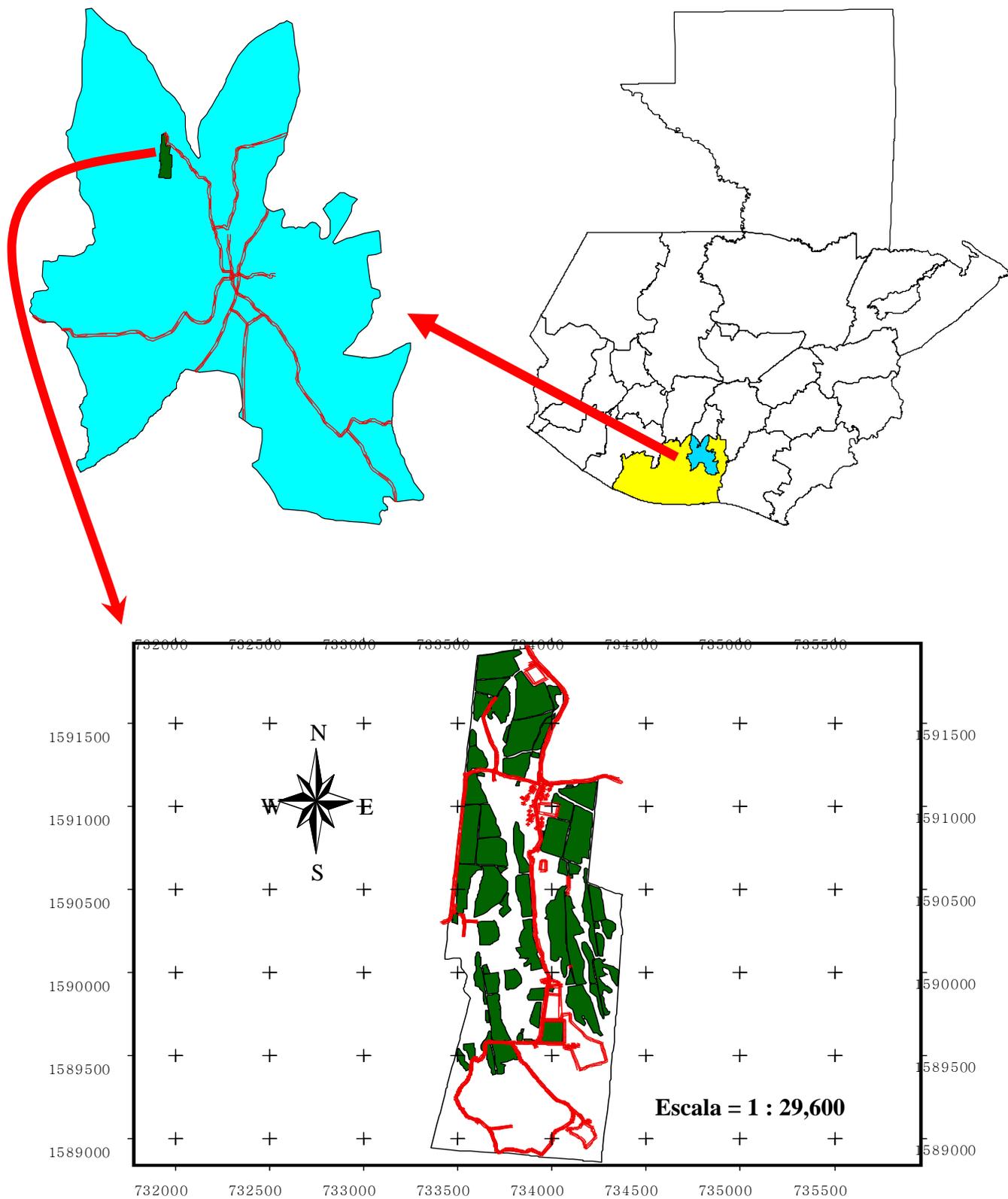


Figura 1. Croquis de la ubicación de Finca Sabana Grande y vía principal de acceso.

2.1.4 CLIMA Y ZONAS DE VIDA

Según el mapa climatológico preliminar de la república de Guatemala, basado en el sistema de clasificación de Thornthwaite; la finca Sabana Grande presenta un clima cálido sin estación fría bien definida, muy húmedo con estación seca bien definida. La precipitación anual es de 2,000 a 2,585.3 mm, distribuida en 122 días de lluvia, la humedad relativa media varía de 66 a 90 % y la temperatura mínima promedio es de 23°C. (4).

Según el mapa de zonas de vida elaborado por De La Cruz (1), basado en el sistema de clasificación de Holdridge, la finca Sabana Grande se encuentra dentro de la zona de vida denominada Bosque muy Húmedo Sub-Tropical cálido (bmh-c).

2.1.5 GEOLOGÍA Y SUELOS

Según el mapa geológico de Guatemala (6), los suelos de la finca Sabana Grande son de origen cuaternario formados por sedimentos de origen volcánico. De acuerdo al estudio a nivel de reconocimiento elaborado por Simmons et al (7), los suelos de la finca Sabana Grande pertenecen a la serie Alotenango, caracterizada por suelos profundos, bien drenados, de textura franca entre otras características.

2.1.6 HIDROGRAFÍA

A. Manantiales

La finca cuenta actualmente con 42 manantiales, de los cuales se tiene registro de los 17 principales. En el cuadro 1 se presenta el nombre del manantial y el caudal registrado en el mes de marzo de 2001.

Cuadro 1. Caudales de los principales manantiales de la finca Sabana Grande, durante el mes de marzo de 2001.

No.	Manantial	Marzo del 2001	
		LPS	GPM
1	El Idilio 1	0.09	1.43
2	El Idilio 2	0.28	4.44
3	El Ariete	5.77	91.66
4	La Pilita 1	3.63	57.62
5	La Pilita 2	2.24	35.55
6	El limonar	2.29	36.3
7	La Presita	3.22	51.16
8	El Pelillo	1.5	23.07
9	Los Cocales	1.58	27.07
10	Agua Mineral 3	4.27	67.72
11	Agua Mineral 2	21.98	348.88
12	Agua Mineral 1	0.25	3.97
13	La Berrera	0.95	15.08
14	Caulote	0.75	11.9
15	Rincon de Alsacia	7.4	117.46
16	El Borbollón	12.83	203.65
17	El Manial	12.83	203.65

Se tienen registros de éstos manantiales desde febrero de 2001 hasta febrero de 2004 y los registros se seguirán tomando a lo largo de los años por parte de los epesistas asignados.

La disponibilidad de agua saliendo de manantiales como media anual (período febrero 2001 a enero de 2002) varía en un rango que va de 0.098 l/s para el manantial el Idilio 1 a 20.87 litros por segundo para el manantial Agua Mineral 2, siendo los manantiales mas productores, el Ariete, con 5.66 l/s, La pilita con 4.79 l/s, agua mineral 2 con 20.87 l/s, rincón de Alsacia con 6.78 l/s, el borbollón y el Manial con 12.20 l/s como caudal medio anual (10).

B. Ríos

Dentro de la finca existen tres ríos principales siendo éstos: Cantil, Mongoy y Cometa. El río Cantil es el más caudaloso y presenta su caudal más alto en el mes de junio con 2,303 l/s y su caudal más bajo en el mes de febrero con 1,012 l/s; el río Mongoy reporta su caudal mas alto en el mes de junio con 825 l/s y el caudal mas bajo en febrero con 265.7 l/s; el río Cometa presenta su caudal mas alto en agosto con 283.5 l/s y el caudal mas bajo en enero con 78.7 l/s. Los datos anteriores corresponden al año 2001 (10).

2.1.7 EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL

La evapotranspiración calculado por medio de los valores de la evaporación real del tanque tipo A en la estación meteorológica de finca Sabana Grande se presenta en el Cuadro 2 (10).

Cuadro 2. Evapotranspiración potencial en finca Sabana Grande.

Mes	ETP (mm)
Enero	104.66
Febrero	94.06
Marzo	92.93
Abril	80.44
Mayo	62.34
Junio	51.34
Julio	70.01
Agosto	62.13
Septiembre	48.29
Octubre	63.07
Noviembre	84.25
Diciembre	96.24
Total	910.37

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

- 3.1.1 Conocer la realidad actual del manejo del cultivo de caña de azúcar en la finca Sabana Grande, El Rodeo, Escuintla, a través de un diagnóstico que permita establecer la problemática central, las causas que la originan y los efectos de las mismas, a fin de poder formular servicios que resuelvan la problemática dentro del marco económico, espacial, temporal y plan operativo anual de la finca.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 3.2.1 Identificar el problema central en el sistema de cultivo de caña de azúcar, así como las causas y efectos relacionados con el mismo.
- 3.2.2 Plantear las líneas de acción a seguir para solucionar los problemas encontrados en finca Sabana Grande.

4. METODOLOGÍA PARA EL DIAGNÓSTICO

4.1 ANTECEDENTES

El 2 de febrero de 2004, el Coordinador de la Sub-Área del Ejercicio Profesional Supervisado y el Coordinador de Fincas de la FAUSAC, indicaron que el autor de éste documento debía circunscribir el diagnóstico, investigación y servicios del Ejercicio Profesional Supervisado en el subsistema caña de azúcar y paralelo a ello diversificar las salidas del sistema agrícola a través de la introducción a la finca y en orden de importancia de alguno de los cultivos siguientes:

- Papaya (*Carica papaya*)
- Pejibaye (*Bactris gasipaes*)
- Bambú (*Bambusa sp.*)

Finalmente en conjunto con las autoridades de la finca se definió como un servicio institucional la introducción del cultivo de papaya.

4.2 DIAGNÓSTICO DEL SUBSISTEMA CAÑA DE AZÚCAR

Se realizaron caminamientos en el área cultivada con caña de azúcar de la finca Sabana Grande para observar el estado actual general de la misma. Se realizaron entrevistas a los trabajadores de campo y personal técnico administrativo. Los elementos que se analizaron fueron: Información base para planificación (mapas de la finca y registros de producción), área cultivada con caña de azúcar, variedades, número de socas de los cañales, distancia de siembra, fertilización, riego, manejo de malezas, manejo de plagas y rendimiento

Luego cada uno de los aspectos analizados se comparó con el óptimo, para establecer si lo que se hace en la finca es apropiado o no con base a criterios agronómicos y de referencia de otras fincas cañeras.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL MANEJO ACTUAL DEL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum officinarum* L.)

5.1.1 DISPONIBILIDAD DE INFORMACIÓN BASE PARA PLANIFICACIÓN

No se cuenta con un registro específico de las variedades de caña cultivadas, año en que fueron sembradas, programas de fertilización, fecha de control de malezas, rendimiento por pantes y en general todo el manejo técnico del cultivo, es decir, no se cuenta con un formato para vaciar la información. La mayor parte de la información la maneja de forma verbal y en algunos casos escrita, el encargado de Bodega Francisco Esquequé.

Para planificar, coordinar y ejecutar las actividades y acciones diarias que se realizan en el cultivo de caña de azúcar, la finca no cuenta con administrador (Encargado de finca II) desde el año 2003, por lo cual dicha función la cumple el caporal de finca Bernabé Rivas, quien es auxiliado por el Encargado de Bodega, quién limita sus funciones asignadas para realizar actividades de supervisión en campo.

La información base para planificar las actividades agrícolas en el cultivo de caña de azúcar con que se cuenta es un mapa perimetral del área total de la finca (escala 1: 1,500) el cual no aporta información específica sobre el área de cada pante cultivado. También se dispone de un croquis de los pantes de caña de azúcar el cual fue elaborado, con base al plano perimetral, por el Encargado de Bodega; sin embargo las áreas de cada pante fueron estimadas visualmente, con referencia a algunos levantamientos topográficos aislados que han realizado estudiantes de la FAUSAC en las últimas dos décadas, otros que se han medido con cinta métrica sin tener precisión en cuanto a los ángulos y pendiente (Figura 2).

En resumen desde el punto de vista administrativo, se carece de información base, registro y sistematización de actividades y acciones que deriven de un plan operativo anual para asignar los recursos humanos, materiales y económicos de una manera eficiente y eficaz a través de la mejor ruta crítica, considerando a la finca como todo un sistema, el cual se retroalimentaría año con año, a través de los éxitos y fracasos registrados documentalmente.

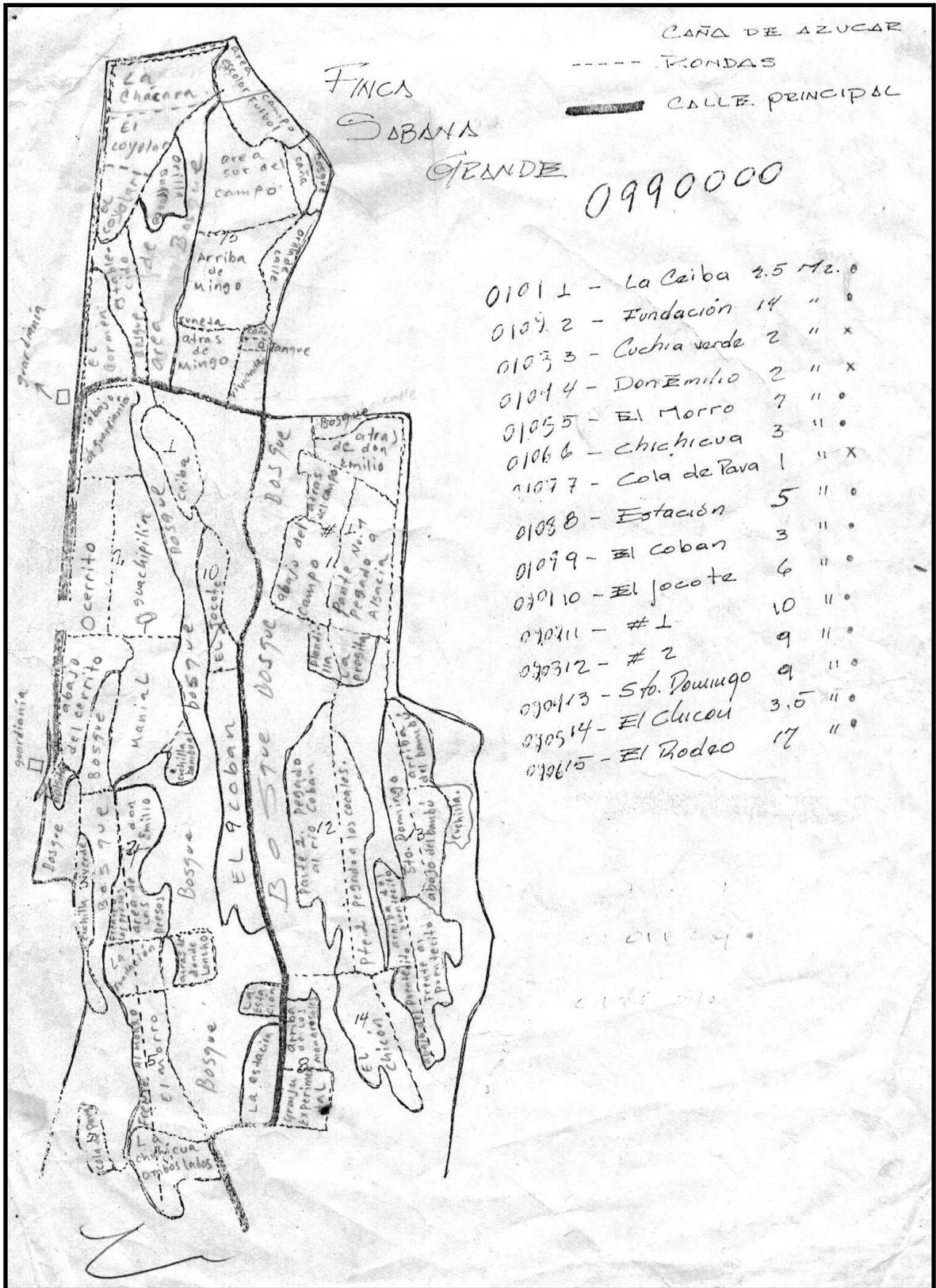


Figura 2. Croquis utilizado actualmente en Finca Sabana Grande para planificar las actividades y acciones en el cultivo de caña de azúcar, 2004.

5.1.2 ÁREA CULTIVADA Y VARIEDADES DE CAÑA DE AZÚCAR

El área total cultivada con caña de azúcar según el croquis es de 64.40 hectáreas (Figura 2). La finca Sabana Grande cuenta con las variedades de caña de azúcar B49-119 (45.50 has, 70.65 % del total), Sao Pablo (9.80 has, 15.21 %) y mezclas de B49-119, Sao Pablo y Mex (9.10 has, 14.13 %) (Cuadro 3).

Cuadro 3. Área cultivada con caña de azúcar y manejo del cultivo, finca Sabana Grande, El Rodeo, Escuintla, 2004.

Pante	Área por variedad		Área por pante	Número de Socas	Distancia Siembra (m)	Fertilización	Riego	M. Malezas	M. Plagas	Rendimiento (TM/ha)	
	Variedad	Hectáreas								Hectáreas	Pante
El Rodeo	Sao Pablo	1.40	11.90	8	1.60	1	0	Si	No	850.02	71.43
	B49 119	10.50									
La Fundación	B49 119	5.60	11.90	8	1.60	1	1	Si	No	850.02	71.43
	Sao Pablo	4.90									
	Sao Pablo	1.40									
El Morro	Sao Pablo	2.10	5.60	4	1.50	2	2	Si	No	400.01	71.43
	B49 119	3.50									
La Estación	Mezcla	0.70	2.80	6	1.60	0	0	Si	No	200.00	71.43
	Mezcla	2.10									
La Chichicúa	B49 119	2.80	2.80	5	1.60	2	0	Si	No	239.99	85.71
La Ceiba	B49 119	1.75	1.75	4	1.60	0	0	Si	No	100.00	57.14
El Cobán	B49 119	1.40	1.40	4	1.60	1	0	Si	No	119.99	85.71
El Jocote	B49 119	4.20	4.20	4	1.60	2	0	Si	No	359.98	85.71
El Chicón	B49 119	2.45	2.45	5	1.60	2	0	Si	No	209.99	85.71
Santo Domingo	Mezcla	6.30	6.30	6	1.60	0	2	Si	No	450.01	71.43
Pante 1	B49 119	7.00	7.00	6	1.60	0	0	Si	No	437.50	62.50
Pante 2	B49 119	6.30	6.30	6	1.60	0	0	Si	No	359.98	57.14
Total		64.40	64.40							4577.49	
B49 119		45.50									
Sao Pablo		9.80									
Mezcla		9.10									
Total		64.40									

Rendimiento promedio = 71.07 TM/ha

Referencias:

Fertilización 1 = 260 kg/ha de triple 15 (15-15-15)

Fertilización 2 = 260 kg/ha de triple 15 (15-15-15) y 260 kg/ha de urea (46-0-0)

Riego 0 = Sin riego

Riego 1 = Riego por aspersión

Riego 2 = Riego por gravedad

M. = Manejo

Fuente: entrevista con encargado de bodega¹

En relación al área cultivada con caña, únicamente es de referencia que se maneja en la finca 64.40 has, pues en realidad, como se indicó anteriormente no existe un levantamiento completo y preciso de los pantes de caña, por lo que es de esperar que el área calculada por variedad de caña de azúcar sea distinto al indicado en el Cuadro 3; además, que las dosis de fertilizante por hectárea que planifican aplicar no sea la que reciba el cultivo, así mismo el rendimiento promedio por hectárea de caña en la finca también será distinto al que estiman.

¹ Francisco Esquequé, Encargado de bodega. 2004. (Comunicación personal).

En tal sentido es necesario levantar catastralmente el perímetro de la finca y cada uno de los pantes de caña, como herramienta primaria e imprescindible para la planificación.

Las mezclas de variedades se tienen por que no se ha planificado correctamente la siembra, de tal forma que en un mismo pante se ha sembrado semilla de dos a tres variedades y por tener estos pantes hasta ocho socas se ha producido la mezcla apreciando en un mismo surco tallos púrpura (Sao Pablo) y verde amarillentos (Mex); incluso para resiembra se aprovechó en 1998 la semilla de caña de azúcar de un camión que volcó en las cercanías de la finca sin conocer cual era la variedad. Por aparte la variedad B49 119 es poco tolerante a la sequía y en la finca el 63 % del área cultivada (40.60 has) no cuenta con riego. ***Con base a lo anterior es necesario renovar los cañales con variedades de caña de azúcar que sean más tolerantes a la sequía y con buen rendimiento***

5.1.3 NÚMERO DE SOCAS

Los cañales de la finca tienen a febrero de 2004 como mínimo 5 años que equivale a 4 socas (12.95 has, 20.10 % del área total), 6 años (5.25 has, 8.20 %), 7 años (22.4 has, 34.77 %) y 9 años (23.80 has, 36.95 %). El cultivo de caña de azúcar según Subirós (8) debe renovarse al menos cada cinco años (cuatro socas) porque el rendimiento disminuye año con año y en la finca el 71.72 % (46.2 has) tiene más de 7 años de establecido, es decir un año de plantía y 6 años como caña soca. ***Por lo tanto también es necesario renovar los cañales de acuerdo a la edad actual (número de socas).***

5.1.4 DISTANCIA DE SIEMBRA

La distancia de siembra en general en la finca es de 1.60 m entre surcos, lo cual proporciona una baja densidad de plantas que redundará en el rendimiento. Los distanciamientos de siembra recomendados son de 1.40 m entre surcos para variedades muy macolladoras y 1.30 m para variedades menos macolladoras; con esto se logra que el cañal cierre a los 3 meses después de la siembra o zafra y se reduce la mano de obra y empleo de agorquímicos en el manejo de malezas, puesto que con el cierre del cañal se evita el paso de la energía lumínica entre los surcos. ***De esta cuenta es necesario reducir la distancia entre surcos al momento de renovar los cañales.***

5.1.5 FERTILIZACIÓN

La fertilización se aplica en forma irregular, puesto que 25.2 has (39.13 %) se fertilizaron únicamente con 260 kg/ha de triple quince, 11.90 has (18.47 %) se fertilizaron con 260 kg/ha de triple 15 en la primera y 260 kg/ha de urea en la segunda y 27.3 has (42.40 %) no se fertilizaron; lo anterior explican en la finca que se debe a la falta de presupuesto para la compra de fertilizante. ***Por lo tanto en la elaboración del presupuesto 2005 será necesario considerar este aspecto.***

5.1.6 RIEGO

A pesar de que la finca cuenta con 42 manantiales y 3 ríos principales, que si bien es cierto no se encuentran distribuidos de tal forma que se pueda derivar el agua fácilmente para regar los cañales, tampoco se tiene contemplado hacerlo, por lo que solamente 23.80 has (37 %) cuentan con riego para la época seca. El riego es importante porque durante la época seca termina la zafra (finales de febrero y principios de marzo) y los rebrotes de la caña soca necesitan humedad para un reestablecimiento rápido que asegure una buena producción. ***Es necesario elaborar tanques de captación de agua en la parte alta de la finca y derivaciones hidráulicas en la parte media.***

5.1.7 MANEJO DE MALEZAS

El manejo de malezas tiene que extenderse hasta el cuarto y a veces hasta el quinto mes después del rebrote, puesto que es el tiempo que se tarda la caña en cerrar debido al gran espacio entre surcos y que los cañales en general son viejos y con poco vigor de macollamiento. El manejo de malezas se realiza en forma manual, mecanizada y química. ***En tal sentido es necesario reducir el espacio entre surcos de caña.***

5.1.8 MANEJO DE PLAGAS

De los insectos del suelo del tallo y del follaje, de los hongos, bacterias y virus no se tiene registro de cuales son los géneros o especies presentes el cultivo, como tampoco la densidad y/o incidencia y severidad de los mismos; como consecuencia tampoco se realizan prácticas culturales, biológicas o químicas para su manejo. Sin embargo, se pudo observar a través de un muestreo ocular rápido la presencia de inmaduros de coleóptera en el suelo, también se observaron perforaciones en los tallos por adultos de coleóptera y otras larvas, ***por lo que es necesario estudiar cuales son los géneros y densidad poblacional y/o***

infestación y severidad de los insectos, hongos y bacterias asociados al cultivo de caña de azúcar.

5.1.9 RENDIMIENTO PROMEDIO DE CAÑA POR HECTÁREA

La producción total de caña de azúcar durante la zafra 2003-2004 fue de 4,577.49 toneladas métricas con un promedio de 71.0 TM/ha; este rendimiento es bajo si se compara con el promedio nacional de 103.73 TM/ha (2). Al determinar con certeza el área total cultivada con caña (78.6345 has), como parte de un servicio realizado durante el EPS, resulta que el promedio real es mucho menor (58.21 TM/ha), lo cual resulta de un manejo inadecuado del cultivo como se expuso en los items anteriores.

5.2 IDENTIFICACIÓN DE CAUSAS, PROBLEMA CENTRAL Y EFECTO PRINCIPAL EN EL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR

El ***problema central del cultivo de caña de azúcar*** en finca Sabana Grande, El Rodeo, Escuintla, **es un manejo inadecuado del mismo**, siendo las causas principales en orden de importancia (Figura 3):

1. Falta de información base y sistematización de la misma, como punto de partida de la correcta planificación.
2. La falta de un mapa que contenga las áreas precisas de cada pante cultivado que permita planificar apropiadamente el manejo del mismo.
3. No se conoce la densidad y nivel de infestación de las plagas (insectos, hongos y bacterias), como tampoco las especies asociadas al cultivo y si están causando daño, por lo que tampoco se tiene un plan de manejo al respecto.
4. Cañales con más de 7 años de edad con variedades no apropiadas para las condiciones de la finca (disponibilidad de agua para riego).
5. Distancia de siembra muy abierta (1.60 m entre surcos), por lo que se necesita más mano de obra y agroquímicos en el manejo de la maleza con resultados poco satisfactorios.

Como consecuencia se tiene que el efecto principal del manejo inadecuado (por las causas indicadas) se refleja en un bajo rendimiento de caña de 58.21 TM/ha si este se compara con el rendimiento promedio nacional que es de 103.73 TM/ha (2).

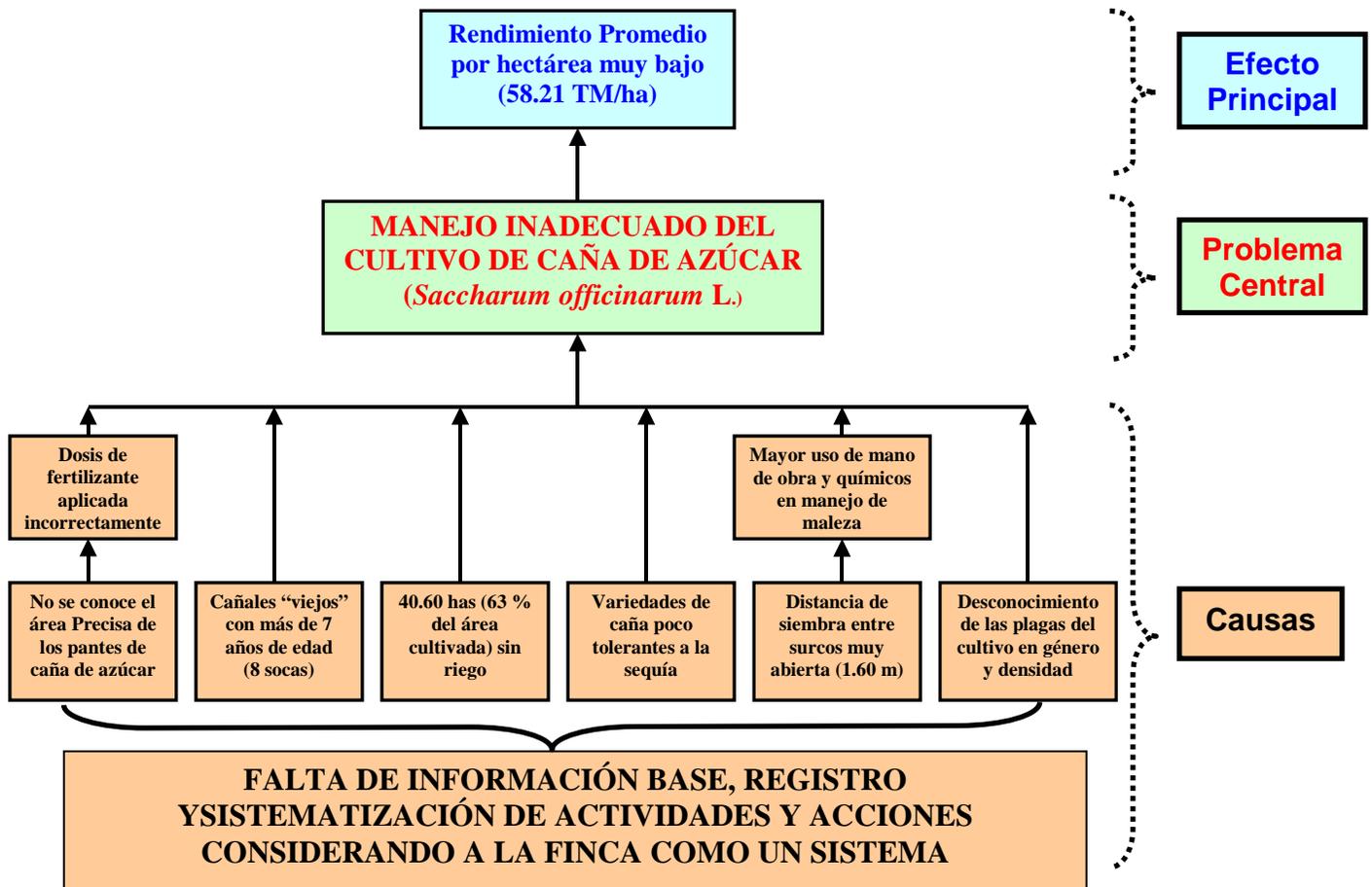


Figura 3. Causas, problema central y efecto principal del cultivo de caña de azúcar en finca Sabana Grande, El Rodeo, Escuintla 2004

5.3 ESTRATEGIAS PARA SOLUCIONAR EL PROBLEMA CENTRAL

En la Figura 4, se analizan cuales de las causas del problema central pueden trabajarse durante los 8 meses de ejecución del Ejercicio Profesional Supervisado, y se sugieren opciones para las que por razones de tiempo, dinero y apoyo institucional no pudieron realizarse durante este EPSA



Figura 4. Causas del problema central del cultivo de caña de azúcar que se tratarán de solucionar durante el EPSA en finca Sabana Grande, durante el año 2004.

6. BIBLIOGRAFÍA

1. Cruz, JR. De La. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala, basada en el sistema de Holdridge. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
2. INE (Instituto Nacional de Estadística, GT). IV censo nacional agropecuario: número de fincas censales, superficie cultivada y producción obtenida de cultivos permanentes y semipermanentes. Guatemala. 1 CD.
3. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT). 2001. Sistemas de información geográfica. Guatemala, MAGA / UPIE / PEDN. 1 CD.
4. Obiols del Cid, R. 1975. Mapa climatológico preliminar de la república de Guatemala: según el sistema Thornthwaite. Guatemala, Instituto Geográfico Nacional. Esc. 1:1,000,000. Color.
5. Perdomo, E. 1986. Estudio de la génesis, morfología, propiedades físicas, químicas, mineralógicas y cartografía de suelos de la finca Sabana Grande, Escuintla. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 73 p.
6. SEGEPLAN (Secretaría General de Planificación Económica, GT); INDE (Instituto Nacional de Electrificación, GT); INAFOR (Instituto Nacional Forestal, GT). 1970. Mapa geológico de la república de Guatemala. Guatemala. Esc. 1:500,000. Color.
7. Simmons, CH; Tarano, JM; Pinto, JH. 1959. Clasificación y reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José Pineda de Ibarra. 1,000 p.
8. Subirós Ruiz, F. 1995. El cultivo de caña de azúcar: plagas de la caña de azúcar. Costa Rica, Editorial Universitaria Estatal a Distancia. p. 211-239.
9. Testimonio de escritura pública de constitución de finca Sabana Grande, El Rodeo, Escuintla. Acuerdo gubernativo número 1,696, folio 233 del libro número 27 del departamento de Escuintla.
10. Yol Zamora, VE. 2002. Evaluación y propuesta de manejo y uso sostenible del recurso hídrico de la finca Sabana Grande, El Rodeo, Escuintla. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 108 p.

CAPÍTULO II

INVESTIGACIÓN

**ESTUDIO PRELIMINAR DE LOS INSECTOS RIZÓFAGOS EN
CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum officinarum* L.), EN LA FINCA
SABANA GRANDE, ESCUINTLA**

**PRELIMINARY STUDY OF RHIZHOPHAGEIN INSECTS
OF SUGAR CANE CROP (*Saccharum officinarum* L.),
IN SABANA GRANDE, ESCUINTLA**

**ESTUDIO PRELIMINAR DE LOS INSECTOS RIZÓFAGOS EN CAÑA DE AZÚCAR
(*Saccharum officinarum* L.), EN LA FINCA SABANA GRANDE, ESCUINTLA**

**PRELIMINARY STUDY OF RHIZOPHAGEIN INSECTS OF SUGAR CANECROP
(*Saccharum officinarum* L.), IN SABANA GRANDE, ESCUINTLA**

RESUMEN

En Guatemala, los insectos rizófagos del cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), pueden provocar pérdidas en el rendimiento en el orden del diez hasta el quince por ciento cuando los suelos están altamente infestados (7).

El objetivo principal de la presente investigación fue determinar preliminarmente los géneros de insectos rizófagos asociados al cultivo de caña de azúcar, en los estratos de caña plantía y caña soca de Finca Sabana Grande, El Rodeo, Escuintla.

Resultado de la investigación se determinó que en el cultivo de caña de azúcar se encuentran seis géneros de insectos rizófagos (Col.; Elateridae: *Dipropus*, *Horistonotus* y *Agrypnus*), (Col.; Scarabaeidae: *Anomala*, *Phyllophaga dasypoda* y *Phyllophaga obsoleta*), (Hem.; Cydnidae: *Scaptocoris talpa*). De los seis géneros, el único que presenta una densidad poblacional clasificada como nivel de infestación alto y que por lo tanto debe tomarse medidas de control es *Dipropus* con 4.32 larvas/0.108 m³ en el estrato de caña soca, los otros cinco géneros se encuentran en niveles leves de infestación.

La densidad poblacional promedio de rizófagos por unidad muestral en el estrato de caña plantía es un 80 % menos que en el estrato de caña soca, debido al control mecánico y biológico que se ejerce sobre la población al mecanizar el suelo para la nueva siembra; sin embargo, para ambos estratos se tiene las mayores densidades de rizófagos en las etapas fenológicas de la caña de macollamiento-cierre y crecimiento rápido.

Anomala, *Phyllophaga dasypoda* y *Phyllophaga obsoleta*, están relacionadas directamente con la precipitación pluvial e inversamente con la humedad del suelo, de tal forma que se establecieron los modelos matemáticos para predecir la densidad poblacional de éstos a partir de los factores climáticos mencionados con una confiabilidad del 95 por ciento.

1. INTRODUCCIÓN

La Unidad Docente y Productiva Finca Sabana Grande, ubicada en la aldea El Rodeo, Escuintla, es administrada por la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, y se dedica a la docencia e investigación agrícola. Actualmente en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), no se tienen identificados los géneros de insectos rizófagos, puesto que no se ha realizado ningún tipo de muestreo que permita conocer su densidad poblacional y por lo tanto tampoco se toman medidas de control dentro del plan de manejo del cultivo.

Por medio de la presente investigación se identificaron cuales son los insectos rizófagos asociados al cultivo de caña de azúcar, su densidad poblacional en los estratos de caña soca y caña plantía, la densidad poblacional por etapa fenológica del cultivo de caña de azúcar y la relación entre los factores climáticos (precipitación y humedad del suelo).

El tipo de muestreo que se empleó fue al azar estratificado. El primer estrato cuenta con 29.480 hectáreas que se renovaron durante el mes de febrero a abril de 2004 (caña plantía) y el segundo estrato tiene 49.154 hectáreas con caña de no menos de cuatro socas (caña soca) donde el suelo no se ha disturbado en los últimos cuatro años o más. Por medio de un premuestreo se estableció que el tamaño apropiado de la muestra con una precisión de ± 5 rizófagos/m² y una confiabilidad del 95 por ciento es de 26 unidades muestrales (0.60 m x 0.60 m x 0.30 m) distribuidas así: 9 unidades en el estrato de caña plantía y 17 en el estrato de caña soca.

2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

La producción de caña de azúcar (*Saccharum officinarum L.*), en la Unidad Docente y Productiva de finca Sabana Grande, se ve limitada por una serie de factores del manejo tales como: el riego, fertilización, variedades, enfermedades y plagas entre otros, lo cual redunda en bajos rendimientos como los obtenidos en la zafra 2003-2004, que registró un promedio de 62.39 ton/ha, comparado con el rendimiento promedio nacional de la zona cañera de 103.73 toneladas por hectárea (16).

En el caso de los insectos rizófagos se sabe que influyen en el rendimiento de caña de azúcar provocando pérdidas entre el 10 al 15 %; sin embargo, en finca Sabana Grande a la fecha no se tiene registro de las densidades poblacionales de los insectos rizófagos, como tampoco se conoce cuales son los géneros asociados al cultivo de caña de azúcar (7).

3. MARCO TEÓRICO

3.1 MARCO CONCEPTUAL

3.1.1 GENERALIDADES DE LOS INSECTOS PLAGA

A. Definición de plaga

Un insecto herbívoro u otro organismo se constituye en una plaga cuando ha alcanzado un nivel poblacional que es suficiente para causar pérdidas económicas (19).

B. Insectos plaga del suelo

Como su nombre lo indica son plagas que se encuentran en el suelo, y que por consiguiente dañan el sistema radicular, afectando directamente la absorción de agua y nutrientes minerales. En los cañaverales de la costa sur guatemalteca, según indica Carrillo (6), las plagas mas comunes que se pueden encontrar del orden coleóptera son: *Phyllophaga sp.*, *Agriotes sp.*, *Conoderus sp.* y de Hemiptera *Scaptocoris talpa*.

El daño que provocan, es destrucción del sistema radicular, lo que hace que la caña de azúcar se vea afectada por carencia de agua y nutrientes, y en casos de altas poblaciones, pueden perforar las cañas en su base y esto, aunado a la pérdida del sistema radicular puede causar su volcamiento.

C. Reseña histórica del manejo de insectos plaga en caña de azúcar

La caña de azúcar por lo general es un monocultivo que se siembra en áreas extensas, alterando en consecuencia el equilibrio natural. Esto permite que algunas plagas se desarrollen y reproduzcan, al disponer de una gran cantidad de substrato para alimentarse (26).

La distribución y la densidad de las especies de insectos en un área dada, está relacionada íntimamente con los factores del ambiente, lo que produce aumentos o disminuciones en las poblaciones.

Con el desarrollo de productos insecticidas durante la primera mitad de este siglo, se pensó que se había encontrado la solución para combatir los insectos; sin embargo, no fue así. A partir de los años cincuentas, se desarrollaron productos sistémicos que controlaron

inicialmente bien las plagas de una manera económica. Estas consideraciones variaron sustancialmente, ya que era necesario utilizar dosis cada vez mayores para controlar eficazmente los insectos; también aparecieron nuevas especies que atacaban los cultivos y que antes no ocasionaban daño económico. Con el empleo indiscriminado de estos productos, se observó mayor resistencia de los insectos y se presentaron alteraciones en el equilibrio biológico (26).

3.1.2 GALLINA CIEGA

A. Clasificación taxonómica (11, 17)

Reino:	Animal
Phyllum:	Artrópoda
Clase:	Insecta
Orden:	Coleoptera
Familia:	Scarabaeidae
Subfamilias:	Melonthinae y Ruthelinae
Géneros:	<i>Phyllophaga</i> y <i>Anomala</i>
Especies:	<i>Phyllophaga sp.</i> y <i>Anomala sp.</i> respectivamente.
Nombres comunes:	Las larvas se conocen como gallinas ciegas y chisas, en tanto que los adultos se conocen como ronrones o jobotos de mayo.

B. Ciclo de vida de *Phyllophaga*

El ciclo de vida de la gallina ciega incluye los estados de huevo, larva, pupa y adulto. El ciclo biológico, varía con el clima, es más largo en las regiones frías y templadas y corto en las regiones tropicales. También varía en función de las condiciones climatológicas locales, ya que en regiones secas con estación caliente, las larvas pueden estar por varios meses y reiniciar su actividad durante la época de lluvias.

El ciclo de vida para las especies de un año es: huevo de 14 a 84 días para su eclosión; estado larval uno, de 20 a 60 días; estado larval dos, de 30 a 60 días; estado larval tres, de 4 a 8 meses. La prepupa dura de 8 a 15 días y la pupa de 30 a 45 días. El adulto varía en su longevidad después de haber emigrado al exterior, pero en general dura de 8 a 30 días y las hembras duran más de dos meses (15).

a. Huevo

Los huevos los colocan las hembras sobre el pasto protegidos de la luz directa del sol durante horas de la madrugada. Los huevos se encuentran entre los 2 y 10 centímetros de profundidad del suelo (uno solo o en pequeños grupos); son blancos, inicialmente elongados, luego adquieren la forma esférica. Las larvas eclosionan entre los 10 y 14 días después de haber sido puestos los huevos (26).

b. Larva

Las larvas son blancuzcas o cremosas de tipo escarabeiforme (forma de "C" y gordas) con la cabeza de color café o rojiza, pueden alcanzar tamaños hasta de 5 cm. Las patas torácicas son fuertes y bien desarrolladas, como lo son también las mandíbulas (1).

Metcalf y Flint (19), mencionan que las larvas completamente desarrolladas, varían considerablemente de tamaño. Prácticamente todas las especies se distinguen por su forma curvada, subcilíndricas y carnosas. La cubierta del cuerpo es poco esclerotizada y la coloración es generalmente cercana al blanco o amarillo, excepto la porción caudal, que puede ser oscura, debido a la acumulación interna de heces, que puede verse a través del exoesqueleto transparente. El tercer estadio de larva es el más voraz, dura mucho tiempo (4 a 8 meses) y se adapta perfectamente a condiciones ambientales adversas.

c. Pupa

En la pupa en la mayoría de las especies la última exuvia larval es empujada hasta el fondo de la celda pupal. En condiciones de campo, la pupación dura en promedio, un mínimo de 14 días, pero puede alargarse en función de la fluctuación de temperatura, que se presente en una localidad determinada (5).

La prepupa forma una celda en el suelo a una profundidad de 6 a 20 cm donde permanece hasta diciembre o enero (1).

d. Adulto

Los adultos varían desde tonalidades de pardo sin lustre, pardo rojizo hasta bicoloreados con lustre, el tamaño oscila entre 9 a 29 mm, según la especie. Existen ciertas

variantes en el género por medio de las cuales se hacen las calificaciones en subgéneros y grupos de especies (1).

Hernández y Monterroso (15), señalan que en Guatemala, los adultos emergen de sus cápsulas dentro del suelo y aparecen en el periodo de abril, mayo y junio. Los adultos salen masivamente a copular para producir nueva progenie y ovipositan en los campos agrícolas y en todas aquellas áreas verdes sembradas en el período agrícola.

C. Daño

Las plantas dañadas presentan síntomas de un amarillamiento periférico, crecimiento lento y raquítico, las cepas enteras son susceptibles al acame, el sistema radical es poco y la planta no tiene anclaje ni se puede nutrir, su rendimiento disminuye y pueden morir. Los daños son normalmente esporádicos, localizados y difíciles de predecir, generalmente estos ataques son realizados en manchones (24).

D. Manejo

a. Umbral de daño

Se estima que de existir 3 a 4 larvas grandes por cepa es necesario tomar medidas, y se sugiere que una sola larva puede ser suficiente para provocar daños económicos (26).

b. Control químico

El control químico que se recomienda es aplicar al momento de la siembra insecticidas como Profos, Foxim, Carbofuran, Oftanol entre otros. La medida es temporal, ya que cuando termina el efecto residual y posteriormente aparecen nuevas generaciones, la sección tratada es atacada otra vez (26).

c. Control cultural

Durante la preparación del suelo para la siembra, las larvas son expuestas y mueren por desecación o porque son ingeridas por otros animales, especialmente por aves.

La inundación del terreno por un espacio de 8 días ahoga las larvas, pero este sistema no puede emplearse con caña soca y únicamente sería útil para la siembra de plantilla.

La eliminación de malezas hospederas es importante; por ejemplo, el zacate dulce (*Ixophorus unisetus*) es muy apetecido (26).

d. Control biológico

La garza (*Bubulas ibis*) ejerce un control importante ya que se han encontrado garzas hasta con 34 larvas en su sistema digestivo (26).

Algunas posibilidades para el combate son el empleo del control biológico, mediante el uso de bacterias como *Bacillus popilliae*, *Micrococcus* y *Xanthomonas*. También otros organismos como moscas de la familia Tachinidae que parasita el estado adulto y el hongo *Metarrhizium* (26).

3.1.3 GUSANOS DE ALAMBRE

A. Clasificación taxonómica (19)

Reino:	Animal
Phyllum:	Artrópoda
Clase:	Insecta
Orden:	Coleóptera
Familia:	Elateridae
Géneros:	<i>Agriotes</i>, <i>Conoderus</i>
Nombres comunes:	Las larvas se conocen como gusanos de alambre y los adultos son conocidos como el escarabajo click.

B. Ciclo de vida

Tienen un ciclo de vida de 4 a 5 años, aunque se menciona que generalmente el ciclo de vida de los Elatéridos varía de dos a seis años o más, como en el caso del gusano de alambre del trigo (*Agriotes mancus*), que tiene un ciclo de vida de 3 años (13).

a. Huevo

Los huevos son pequeños, blancos, esféricos o un poco ovalados y llegan a medir 0.5 mm de longitud; eclosionan después de unos días o unas cuantas semanas, dependiendo de la temperatura, del sitio de incubación, del género y de la especie (13).

b. Larva

Las larvas pasan de 2 a 6 años en el suelo alimentándose de las raíces de las plantas. A medida que el suelo se vuelve caliente y seco, las larvas emigran hacia abajo, de tal manera que a veces es difícil encontrarlas durante los veranos secos, aún en los campos infestados severamente. La larva es de cuerpo duro, alargado, cilíndrico, y de color café rojizo, semejando a pedazos de cobre o bronce por lo cual se les conoce como gusanos de alambre (19).

c. Pupa

La mayoría de especies de Elatéridos cambian a una pupa desnuda, suave, y en unas semanas más al estado adulto (19).

d. Adulto

Luego de la pupa, el estado adulto se encuentra en celdas en la tierra, durante fines del verano o del otoño del año en el cual alcanzaron su desarrollo completo. En Costa Rica los adultos que comúnmente miden más o menos 1.25 centímetros de largo, permanecen enterrados en el suelo hasta la primavera siguiente, cuando se vuelven activos y vuelan, algunas especies son atraídas fuertemente por lo dulce; los adultos se pueden capturar en grandes cantidades colocando un mm de jarabe en la parte de arriba de los postes de las cercas, u otros lugares expuestos a los exteriores. Luego de aparearse los machos mueren y las hembras inician la oviposición de los huevos y mueren a inicios del verano (19).

C. Daño

Garza (13), menciona que el daño de los gusanos de alambre es más severo en terrenos donde anteriormente se sembraron pastizales, aunque en general, están ampliamente distribuidos y catalogados entre los insectos más destructivos y difíciles de combatir.

D. Manejo**a. Control cultural**

Las prácticas culturales de combate son difíciles de aplicar para el gusano alambre, debido a su ciclo de vida relativamente grande y a la necesidad de adaptarlos a cada región y cultivo. Ciertas especies sólo son abundantes en suelos mal drenados. El drenaje adecuado

de dichos suelos, puede evitar por completo el daño por estas especies. En los distritos irrigados, todos los estadíos de los gusanos de alambre pueden ser aniquilados inundando la tierra, de manera que el agua se estanque a unos cuantos centímetros de profundidad durante una semana en la época de calor, cuando la temperatura del suelo a una profundidad de 15 centímetros sea de 21 grados centígrados; sin embargo esta práctica no es factible establecerla en caña soca (13).

b. Control biológico

En finca Sabana Grande, El Rodeo, Escuintla, Guatemala en el año 2004, durante la mecanización del suelo (arado, rastreado y surqueado) para la siembra de caña se observó a zanates, volando a unos 5 metros detrás del tractor y en su pico llevaban entre 5 a 8 larvas en el pico, por lo cual estas aves ejercen control biológico en esa área.

3.1.4 CHINCHE HEDIONDA

A. Clasificación taxonómica (10)

Reino:	Animal
Phyllum:	Artrópoda
Clase:	Insecta
Orden:	Hemíptera
Suborden:	Gymnocerata
Familia:	Cydnidae
Subfamilia:	Scaptocoreinae
Género:	<i>Scaptocoris</i>
Especie:	<i>Scaptocoris talpa</i>
Nombre común:	Chinche hedionda, chinche apestosa.

B. Ciclo de vida

a. Huevo

Los huevos son colocados por las hembras en cantidades variables en sitios donde los individuos encuentren el alimento adecuado para subsistir, como terrenos arenosos, en la superficie del suelo cuando existe suficiente humedad o debajo de leños o piedras y en las raíces de los cañales y otros pastos (8).

b. Ninfas y Adultos

El adulto se caracteriza por poseer exoesqueleto ancho, extenso, redondeadamente o triangular, con el ápice aplastado. Estas especies son generalmente de color café oscuro a negro (8). Su tibia extendida esta formada con gruesas espinas (10). Mide generalmente 7 mm de largo y el género está constituido por 500 especies, las cuales no miden más de 2 centímetros. Actualmente se desconoce cual de los dos últimos estadios (ninfa o adulto) son más voraces en afectar el cultivo de caña de azúcar.

c. Daño

Los daños causados por las ninfas y adultos son hacia el sistema radicular de la caña de azúcar afectándolo en forma gregaria, produce síntomas externos de amarillamiento, retardo del desarrollo, pérdida de anclaje de la cepa y una disminución en la población de tallos que se refleja en una baja producción de caña. Junto con la gallina ciega y los gusanos de alambre se han reportado pérdidas de 13.2 toneladas por hectárea de caña de azúcar y de 10 a 15 por ciento de reducción en el rendimiento potencial del cultivo (7).

La chinche hedionda se ha encontrado afectando las raíces de la caña de azúcar a alturas superiores a los 300 msnm (zona cañera alta) y se han encontrado entre 75 a 125 insectos por metro cuadrado (24).

3.1.5 EL MUESTREO EN EL MANEJO DE PLAGAS

El conocer las densidades o poblaciones de insectos, para un área determinada, de acuerdo al tamaño de la misma, se puede tornar imposible. Es aquí donde el muestreo se torna útil, ya que a partir de estimadores, calculados a través de muestras, se puede llegar a conocer la población de una determinada especie de insectos, en un intervalo dado con cierto grado de confianza.

Barfield (2), establece que el tipo de dispersión se determina, de acuerdo a la relación entre la varianza y la media de la muestra. Si se tiene que la relación de la varianza media igual a uno, la población tiene un patrón de dispersión al azar, mayor que uno es agregada y menor que uno es uniforme.

El patrón de dispersión al azar está asociado a una distribución de Poisson, el patrón de dispersión uniforme a una distribución binomial positiva y la disposición espacial agregada a una distribución binomial negativa.

A. Localización espacial de las muestras

Se distinguen tres localizaciones espaciales muestrales, de las varias formas que pueden haber. Al azar simple, al azar estratificado y sistemático (2).

a. Al azar simple

Consiste en tomar una muestra de tamaño n de una población de tamaño N , de tal forma que cada unidad de muestreo tiene la misma probabilidad de ser muestreada (2).

b. Al azar estratificado

Donde los patrones de dispersión pueden ser vistos o inferidos, a menudo se pueden mejorar los estimados de media de población, al dividir el universo de muestreo en estratos. Tomando como criterio de estratificación, el dividir y separar los estratos, de tal modo que las variaciones entre las unidades de muestreo queden minimizadas.

En el muestreo estratificado, se divide una población en subpoblaciones (estratos) de tamaño conocido, y se escoge una muestra simple al azar de dos unidades, por lo menos, de cada subpoblación. Este procedimiento ofrece varias ventajas. Una de ellas, es que, si existe mayor variación entre subpoblaciones que dentro de ellas, el estimador de la media de la población será más preciso que el que se obtenga por medio de una muestra al azar del mismo tamaño (12).

c. Sistemático

Consiste en caminar sobre una ruta previamente establecida, a través del campo, tomando muestras a distancias predeterminadas, con lo cual se puede ahorrar tiempo y hacer máximo uso del número fijo de muestras. El número de muestra se conoce por experiencia, o se infiere a través de la literatura (2).

B. Tamaño de la unidad muestral

El tamaño de la unidad muestral debe ser tal que permita ser representativo de la muestra, para que en conjunto todas las muestras sean representativas de la población. Si el tamaño de la unidad muestral es muy grande se puede incurrir en altos costos para su obtención, si el tamaño de la unidad muestral es demasiado pequeña puede ser que no contenga todos los elementos representativos en el espacio asignado (2).

C. Tamaño de la muestra en el muestreo al azar estratificado

Para estimar el tamaño de la muestra por tomarse para un error especificado a un nivel dado de confianza, es necesario, primero, decidir con respecto al método de fijación de la muestra. De ordinario la fijación proporcional es la solución más sencilla y talvez la mejor. Con la fijación proporcional, el tamaño de la muestra necesario para estar dentro de $\pm E$ unidades del valor verdadero al nivel de probabilidad de 0.05, se puede obtener aproximadamente, por medio de la siguiente fórmula (12):

$$n = \frac{N \left(\sum N_h S_h^2 \right)}{\frac{N^2 E^2}{4} + \sum N_h S_h^2}$$

Donde:

- n** = Número de unidades muestrales (tamaño de la muestra)
- N** = Población total
- N_h** = Tamaño del estrato h.
- S²_h** = Varianza del estrato h.
- E** = Precisión deseada.

3.1.6 ANÁLISIS DE REGRESIÓN

La regresión es una técnica estadística que se utiliza para investigar y modelar las relaciones entre variables, con el propósito de usar la información que proporciona una de ellas para tratar de conocer en forma aproximada el comportamiento de la otra. El beneficio que se deriva de llevar a cabo un procedimiento como el expuesto anteriormente es de diversos órdenes, por ejemplo, puede ser más económico o práctico observar (medir) una

característica que otra en tal sentido, sería conveniente poder “predecir” valores de la variable que presenta problemas con base en la observación de la otra.

Cuando se tiene un grupo de variables para su análisis, se tiene que identificar a las variables que intervienen, es decir, a la variable que se usará para estimar a otra variable que se llamará variable predictora, regresora, explicatoria o independiente, la cual es denotada por la letra “X”. Por lo tanto, la variable que será estimada es llamada variable respuesta o dependiente, denotada como “Y”.

Si la predicción de la variable “Y” se hace considerando solo una “X”, la regresión es simple, si fueran mas de dos X (X_1, X_2, \dots) sería el caso de la regresión múltiple (12).

3.1.7 CORRELACIÓN CANÓNICA

La correlación canónica constituye una generalización de las correlaciones o regresiones simples o múltiples, estiman la correlación existente entre un conjunto de variables independientes “X” y otro conjunto de variables dependientes “Y” (28).

3.2 MARCO REFERENCIAL

3.2.1 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación se realizó en las áreas cultivadas con caña de azúcar de las variedades CP 72-2086, CP 88-1508, PGM 89-968, B49-119 y Sao Pablo de Finca Sabana Grande, la cual se localiza en el departamento de Escuintla, en las coordenadas 14° 22'03" Latitud Norte y 90°49'48" Longitud Oeste (18).

3.2.2 LÍMITES, EXTENSIÓN Y VÍAS DE ACCESO

Los límites de la finca Sabana Grande son: al norte con la aldea El Rodeo y finca Tropicana; al sur, finca Lorena; al este, finca Alsacia y al oeste, finca Magdalena. Su extensión según el acuerdo gubernativo número 1,696, folio 233 del libro número 27 del departamento de Escuintla es de 221 hectáreas, de las cuales ya se cedieron 5 hectáreas a la aldea El Rodeo reduciéndose la misma a 215 hectáreas que equivale a 4.77 caballerías (27).

3.2.3 RELIEVE Y FISIOGRAFÍA

El relieve va de gradualmente ondulado a plano con pendientes que van de 0 al 3 %, la elevación promedio es de 770 msnm con un rango que va desde los 745 a 795. La finca se encuentra dentro de la región fisiográfica denominada Pendiente Volcánica Reciente (21).

3.2.4 CLIMA Y ZONAS DE VIDA

Según el mapa climatológico preliminar de la república de Guatemala, basado en el sistema de clasificación de Thornthwaite (20); la finca Sabana Grande presenta un clima cálido sin estación fría bien definida, muy húmedo con estación seca bien definida.

La precipitación anual es de 2000 a 2585 mm, distribuida en 122 días de lluvia, la humedad relativa media varía de 66 a 90 % y la temperatura mínima promedio es de 23 °C.

Según el mapa de zonas de vida elaborado por De La Cruz (9), basado en el sistema de clasificación de Holdridge, la finca Sabana Grande se encuentra dentro de la zona de vida denominada Bosque muy Húmedo Sub-Tropical cálido (bmh-c).

3.2.5 GEOLOGÍA Y SUELOS

Según el mapa geológico de Guatemala (22), los suelos de la finca Sabana Grande son de origen cuaternario formados por sedimentos de origen volcánico. De acuerdo al estudio a nivel de reconocimiento elaborado por Simmons et al., (23), los suelos de la finca Sabana Grande pertenecen a la serie Alotenango, caracterizada por suelos profundos, bien drenados, de textura franca entre otras características.

3.2.6 INVESTIGACIONES RELACIONADAS CON LAS PLAGAS DEL SUELO EN CAÑA DE AZÚCAR

Hernández (14), en Siquinalá, Escuintla Guatemala, en el año 1995, observó que los síntomas característicos de una infestación con gallina ciega (*Phyllophaga spp.*), gusano alambre (*Agriotes* y *Conoderus spp.*), son muy similares, entre los que señala: plantas amarillentas en manchones localizados y cañales de poco crecimiento llegando a causar pérdidas hasta del diez por ciento. El máximo número de muestreos realizados en las fincas por temporada es de dos, empleando un tamaño de unidad muestral de 0.80 m de largo por 0.20 m de ancho y 0.30 m de profundidad.

Por otro lado Caloma y Oliva (4) indican que el nivel de infestación puede registrarse como sigue (Cuadro 1), debiendo tomar medidas cuando se encuentre altamente infestado:

Cuadro 1. Nivel de infestación de rizófagos en caña de azúcar.

Clasificación	Nivel de infestación (larvas/m ²)		
	Gallina ciega (Scarabaeidae)	Gusano de alambre (Elateridae)	Chinche Hedionda (Cydnidae)
Levemente infestado	0.10 a 7.99	0.10 a 1.99	0.10 a 4.99
Moderadamente infestado	8.00 a 14.00	2.00 a 3.99	5.00 a 9.99
Altamente infestado	> 14.00	> 4.00	> 10.00

4. OBJETIVOS

4.1 GENERAL

- 4.1.1 Determinar los insectos rizófagos asociados al cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), en los estratos de caña soca y caña plantía en finca Sabana Grande, aldea El Rodeo, Escuintla.

4.2 ESPECÍFICOS

- 4.2.1 Determinar los géneros de insectos rizófagos, su proporción relativa y densidad promedio que se encuentran asociados al cultivo de caña de azúcar.
- 4.2.2 Comparar las densidades poblacionales de los géneros de insectos rizófagos en los estratos de caña plantía y caña soca.
- 4.2.3 Cuantificar las densidades de población de los insectos rizófagos para cada una de las etapas fenológicas de la caña de azúcar.
- 4.2.4 Medir la relación entre los factores climáticos (precipitación y humedad del suelo) y la densidad poblacional de los insectos rizófagos.

5. HIPÓTESIS

- 5.1 Las poblaciones de insectos rizófagos aumentan en relación al número de meses de lluvia, en consecuencia a mayor precipitación acumulada mayor población de insectos.

6. METODOLOGÍA

6.1 ESTRATIFICACIÓN DE ÁREAS, UNIDAD MUESTREAL Y TAMAÑO DE MUESTRA

6.1.1 ESTRATIFICACIÓN DE LAS ÁREAS

En finca Sabana Grande se tienen cultivadas con caña de azúcar un total de 78.634 hectáreas de cuya extensión se hizo un muestreo estratificado como sigue (Cuadro 2, Figura 13A):

Cuadro 2. Criterios de estratificación de las áreas de caña de azúcar en finca Sabana Grande, 2004.

Estrato	Criterio de Estratificación	Área del estrato
1	Suelo, arado y rastreado, expuesto a la radiación solar, con caña plantía que puede presentar menor población de insectos por control mecánico, biológico (aves) y desecación de larvas.	29.480 hectáreas
2	Suelo cultivado con caña soca de no menos de 4 socas, por lo cual se encuentra compacto y sin reducción de la población de insectos por intervención del hombre.	49.154 hectáreas
Total		78.634 hectáreas

6.1.2 TAMAÑO DE LA UNIDAD MUESTREAL

La unidad muestral que se empleó fue de 0.108 m³ (0.60 m x 0.60 m por 0.30 m de profundidad (Figura 1).

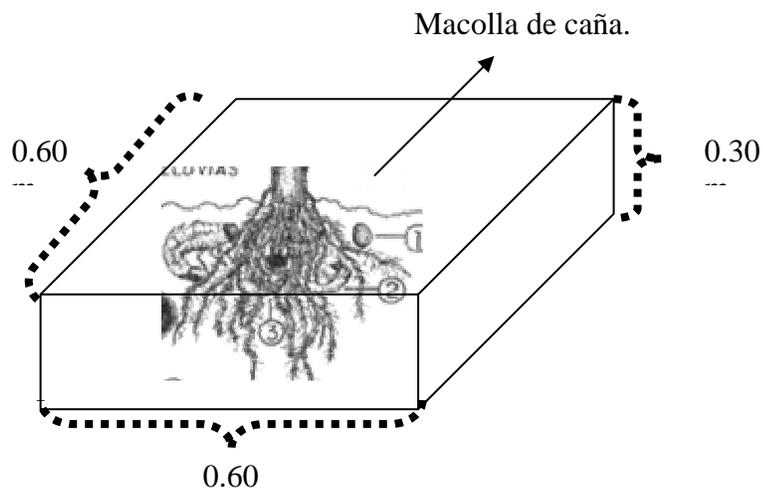


Figura 1. Dimensiones de la unidad muestral para rizófagos en caña de azúcar.

6.1.3 TAMAÑO DE LA MUESTRA

Para definir el tamaño de la muestra (número de unidades muestrales en las 78.634 hectáreas) se realizó un premuestreo con 6 unidades de muestreo, 3 en cada estrato. Con los valores obtenidos se procedió a calcular el tamaño de la muestra, obteniendo un total de 26 unidades de muestreo (Cuadros 3 y 8A).

Cuadro 3. Número de unidades muestrales por estrato en caña de azúcar en finca Sabana Grande, 2004.

Estrato	Tipo y área del estrato	Número de muestras
1	Caña plantía (29.480 hectáreas).	9
2	Caña soca (49.154 hectáreas).	17
Total		26

6.2 DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

6.2.1 INTERVALO ENTRE MUESTREOS

Se realizaron un total de nueve muestreos (de abril a diciembre de 2004) en cada uno de los dos estratos, es decir 26 muestras por muestreo. Cada muestreo se realizó durante los primeros cuatro días de cada mes, obteniendo en promedio ocho muestras diarias y un tiempo por muestra de 45 minutos sin incluir el tiempo de preservación de los insectos.

6.2.2 TOMA DE MUESTRAS Y PRESERVACIÓN DE INSECTOS

En cada punto de muestreo se extrajo el suelo junto con la macolla de caña de acuerdo a las dimensiones de la unidad muestral. El suelo de la rizósfera se colocó en un arnero de madera con mallas metálicas de dos calibres distintos, la primera malla de 0.5 cm de calibre en donde quedaron depositadas las larvas de diámetro mayor a éste y a la vez permitió que el suelo se afine para no taponar la segunda malla que fue de 0.3 cm de calibre, la cual permitió pasar el suelo y retener los insectos. En un envase plástico y con tierra del lugar se colocaron todos los insectos colectados en cada unidad muestral identificando la procedencia (Figura 2).



Figura 2. Muestreo de insectos rizófagos en caña de azúcar, a) estrato de caña plantía, b) estrato de caña soca. Finca Sabana Grande, 2004.

Por la tarde y noche del mismo día del muestreo se procedió a preservar los insectos, para lo cual primero se extrajeron de los envases plásticos vertiendo el contenido de tierra más insectos sobre una hoja de papel bond y extrayéndolos con una pinza, pero en la mayoría de los casos el suelo estaba muy húmedo y fue necesario pasar la muestra de tierra con insectos en un colador y agua para poder extraerlos, luego se depositaron en frascos de vidrio de 125 cc (Figura 3).

Los frascos de vidrio con los insectos se colocaron en baño de maría y al precipitar al fondo más o menos a los cinco minutos se trasladaron a una solución de alcohol al 80 % durante una semana, luego a la semana se trasladaron a una solución de alcohol al 50 %.



Figura 3. Extracción de insectos de los envases plásticos para separarlos de la tierra.

6.2.3 DETERMINACIÓN DE GÉNEROS Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

En el laboratorio de Entomología de la Facultad de Agronomía se determinaron los géneros de insectos rizófagos muestreados, empleando para la familia Elateridae la clave de Stehr de 1,991 (25), para la familia Scarabaeidae la clave de King de 1994 (17) y para la familia Cydnidae la clave de Borrór de 1992 (3).

La densidad de cada género se registró en una tabla (Cuadro 9A) indicando el número de muestra, estrato de caña, mes de muestreo, precipitación pluvial mensual y porcentaje de humedad del suelo al momento del muestreo, a partir de los datos de esta tabla se calculó la densidad promedio por mes (Cuadro 4), por estrato de caña (Cuadro 5) y por etapa fenológica (Cuadro 6) que sirvieron de base para la interpretación y discusión de los resultados.

Se efectuó un análisis de correlación canónica siendo las variables independientes la precipitación pluvial y porcentaje de humedad del suelo y las variables dependientes la densidad poblacional de las familias Elateridae, Scarabaeidae y Cydnidae para los estratos de caña plantía y caña soca. También se realizó un análisis de regresión lineal múltiple, siendo las variables dependientes cada género de rizófagos por sustrato de caña y las variables independientes la precipitación y humedad del suelo; con lo cual se obtuvieron los modelos matemáticos para predecir la densidad poblacional de dos géneros de rizófagos a partir de la precipitación pluvial y la humedad del suelo. Ambos análisis estadísticos se realizaron en el programa estadístico de SAS.

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1 ORDENES, FAMILIAS Y GÉNEROS DE INSECTOS RIZÓFAGOS ASOCIADOS AL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR

Durante los 9 muestreos realizados de abril a diciembre de 2004, se obtuvo un total de 1,539 insectos rizófagos asociados al cultivo de caña de azúcar distribuidos en dos órdenes (Coleóptera 92.2 % y Hemíptera 7.8 %), tres familias (Elateridae, Scarabaeidae y Cydnidae) y seis géneros (*Dipropus*, *Horistonotus*, *Agrypnus*, *Anomala*, *Phyllophaga* y *Scaptocoris*) (Cuadros 4 y 9A).

Cuadro 4. Resumen de cada uno de los 9 muestreos de insectos rizófagos en el cultivo de caña de azúcar en finca Sabana Grande, El Rodeo, Escuintla, 2004.

Meses	Coleoptera												Hemíptera	
	Géneros de Elateridae						Géneros de Scarabaeidae						Cydnidae	
	<i>Dipropus</i>		<i>Horistonotus</i>		<i>Agrypnus</i>		<i>Anomala</i>		Especies de <i>Phyllophaga</i>		<i>Scaptocoris talpa</i>			
	S	P	S	P	S	P	S	P	<i>P. dasypoda</i>	<i>P. obsoleta</i>	S	P		
Abril	77	6	15	4	2	0	37	3	0	0	0	0	0	0
Mayo	64	10	13	9	2	0	48	6	4	0	2	0	0	0
Junio	99	12	0	0	0	0	66	9	5	0	7	0	8	8
Julio	54	9	0	0	0	0	59	11	9	0	4	0	28	19
Agosto	102	6	0	0	0	0	62	12	10	2	3	0	21	17
Septiembre	76	15	13	0	0	0	38	11	2	1	2	2	10	9
Octubre	61	15	9	0	3	0	48	13	4	0	3	0	0	0
Noviembre	82	14	10	0	4	0	36	12	1	0	1	0	0	0
Diciembre	46	9	5	0	4	0	32	2	1	0	1	0	0	0
Total	661	96	65	13	15	0	426	79	36	3	23	2	67	53
% Total	42.9	6.2	4.2	0.8	1.0	0.0	27.7	5.1	2.3	0.2	1.5	0.1	4.4	3.4
% T y Fam.	49.2 % (89.1 %)		5.1 % (9.2 %)		1.0 % (1.8 %)		32.8 % (88.8 %)		2.5% (6.9 %)		1.6 % (4.4 %)		7.8 % (100 %)	
Fam.	55.2 % (850)						37 % (569)						7.8 % (120)	

Referencias:

S= Estrato de caña soca; P = Estrato de caña plantía, %T = Porcentaje del total (1,539), Fam.= Familia.

7.1.1 GÉNEROS DE RIZÓFAGOS DE LA FAMILIA ELATERIDAE

La familia Elateridae (Col.), fue la más abundante representando al 55.2 % del total de rizófagos muestreados. Para esta familia se encontraron tres géneros *Dipropus*, *Horistonotus* y *Agrypnus*. Se le encontró en estado de larva dentro de las raíces de la caña (complejo grueso de raíces y en ocasiones cerca de la base del tallo), por lo que fue necesario seccionar cada macolla para obtener la muestra.

A. *Dipropus*

Respecto al total de rizófagos fue el más abundante (49.2 %) y también respecto a la familia (89.1%). La larva es de consistencia dura, color naranja y el último segmento de A-9 de forma cilíndrica terminado en punta (Cuadro 5 y Figura 4).

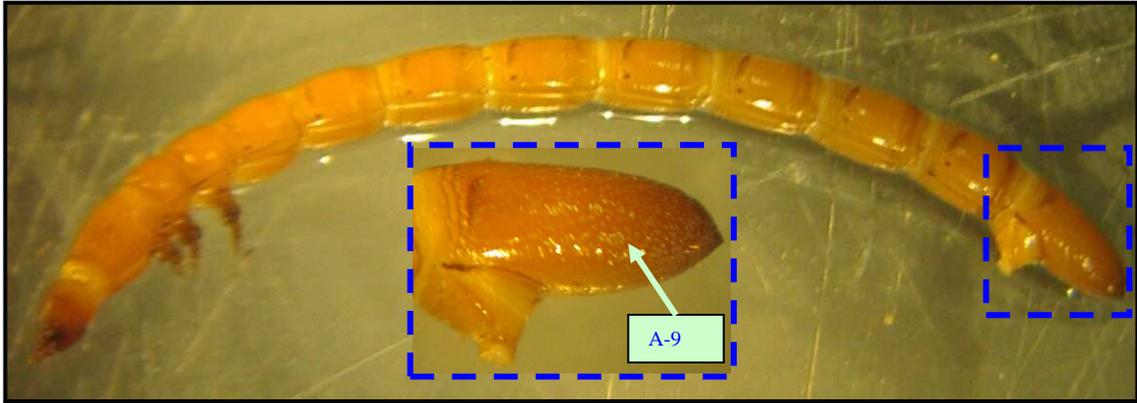


Figura 4. Vista lateral de la larva de *Dipropus*

B. *Horistonotus*

Respecto al total de rizófagos ocupó el cuarto lugar con 5.1 % de abundancia y respecto a la familia Elateridae ocupó el segundo lugar con una abundancia de 9.2 %. La larva es de consistencia suave de color blanco amarillento con segmentos abdominales subdivididos en dos o tres anillos (Cuadro 4 y Figura 5).

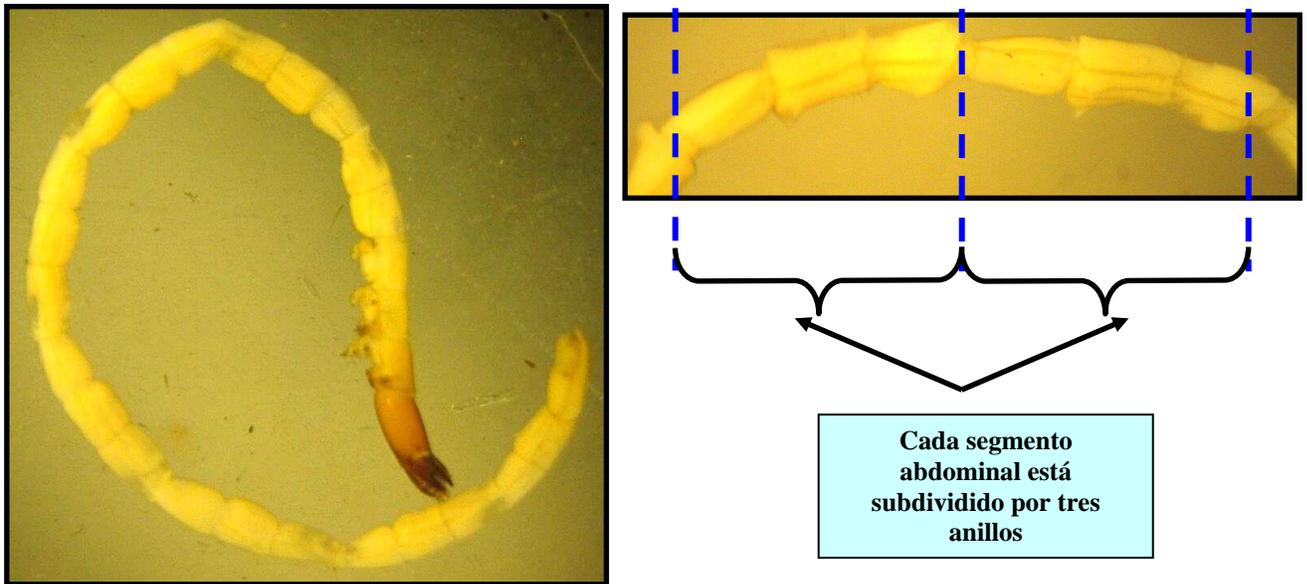


Figura 5. Vista de la larva de *Horistonotus*

C. *Agrypnus*

Respecto al total de rizófagos, ocupó el último lugar con abundancia relativa del uno por ciento y en relación a los géneros de la familia Elateridae ocupó el tercer lugar con una abundancia relativa del 1.8 %. La larva es de consistencia levemente esclerotizada de color blanco amarillento, los segmentos abdominales no se encuentran subdivididos, el segmento A-9 es esclerotizado y plano dorsalmente con cuatro ganchos laterales (Cuadro 4 y Figura 6).

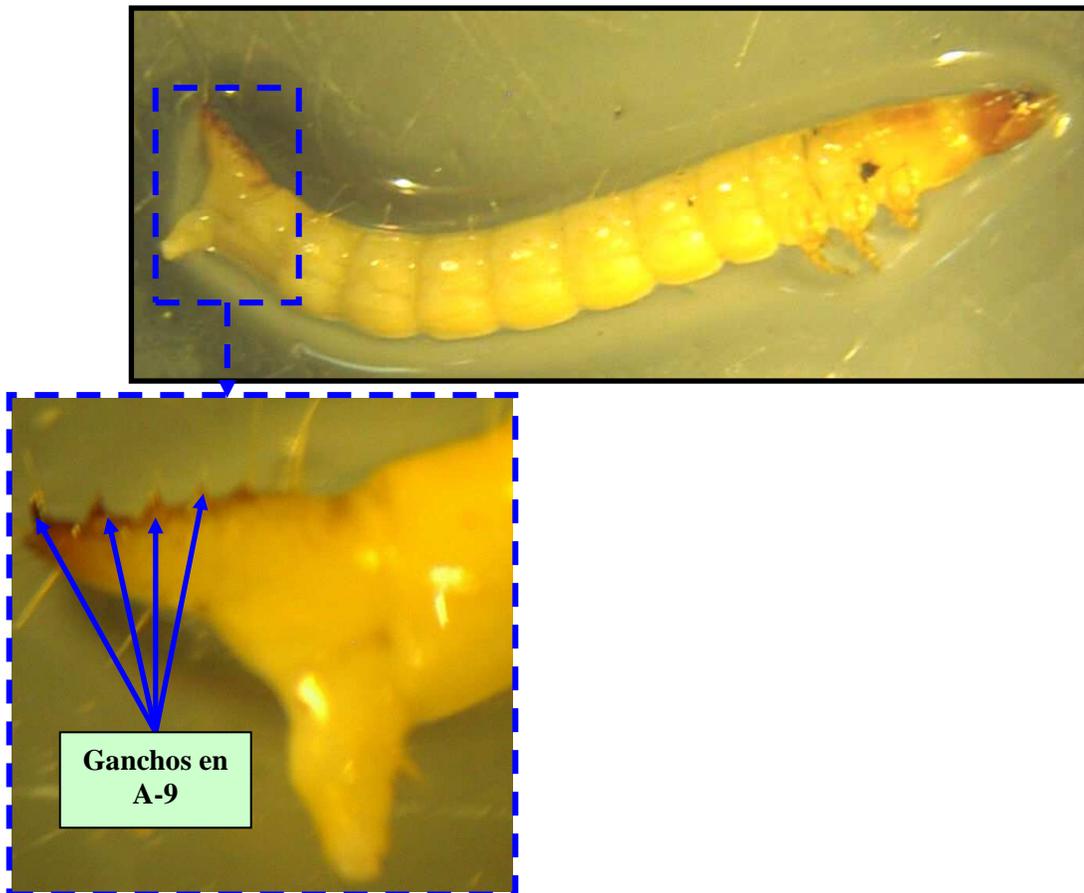


Figura 6. Vista de la larva de *Agrypnus*

7.1.2 GÉNEROS DE RIZÓFAGOS DE LA FAMILIA SCARABAEIDAE

La familia Scarabaeidae (Col.), fue la segunda más abundante representando al 37 % del total de rizófagos muestreados. Para esta familia se encontraron dos géneros *Anomala* y *Phyllophaga*; del género *Phyllophaga* fue posible determinar dos especies *P. dasy-poda* y *P. obsoleta*. Al contrario de los elatéridos, a las larvas de scarabaeideos se les encontró en la rizósfera (cerca de las raicillas mas finas) y no dentro del complejo radicular grueso de la caña de azúcar (Cuadro 4 y Figura 7).

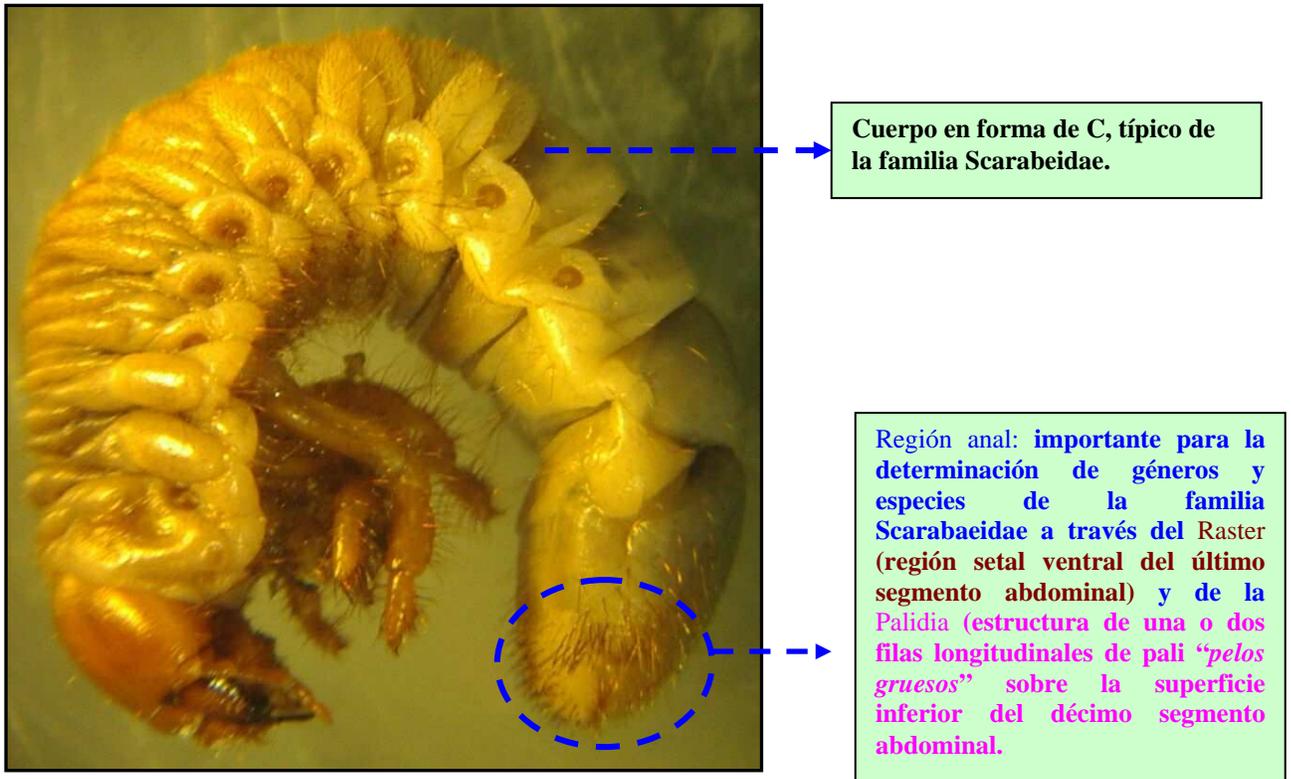


Figura 7. Larva de la familia Scarabaeidae conocidas comúnmente como gallinas ciegas.

A. *Anomala*

Respecto al total de rizófagos muestreados ocupó el segundo lugar con una abundancia relativa del 32.8 %, en relación a la familia Scarabaeidae ocupó el primer lugar con una abundancia relativa del 88.8 %.; sin embargo, es importante indicar que éste género en estado larvario es rizófago facultativo, es decir que, cuando no dispone de materia orgánica en el suelo se alimenta de las raíces de la caña. Las larvas tienen la región anal hendida, de forma semicircular a transversal. El raster con palidia bien definida, con dos filas de pali angostos, septulum ancho; espiráculos del 7º al 8º segmento abdominal más largos que del 1 al 6 segmento abdominal (Cuadro 4 y Figura 8).

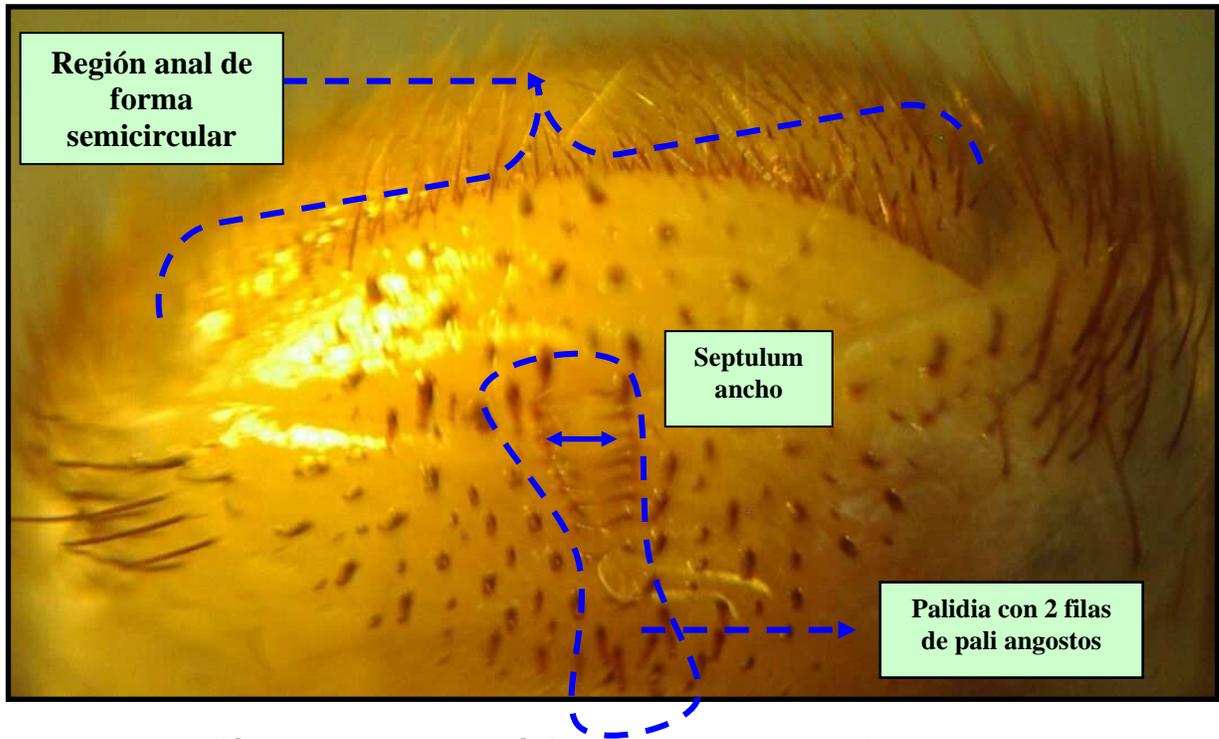


Figura 8. Región setal ventral del último segmento abdominal de *Anomala*

B. *Phyllophaga dasypoda*

Respecto al total de rizófagos muestreados ocupó el quinto lugar con una abundancia relativa del 2.5 % y en relación a la familia Scarabaeidae ocupó el segundo lugar con una abundancia relativa del 6.9 %. Las larvas del género *Phyllophaga* son rizófagas estrictas, por lo que siempre se estarán alimentando de las raíces de las plantas. Las larvas presentan la región anal hendida en forma de “Y”, el raster con palidia paralela con dos filas de pali y cada pali con 9 a 10 palus muy largos, punteados, ampliamente espaciados (separados en su base por un ancho igual o mayor que la base del palus) y dirigidos medialmente (Cuadro 4 y Figura 9).

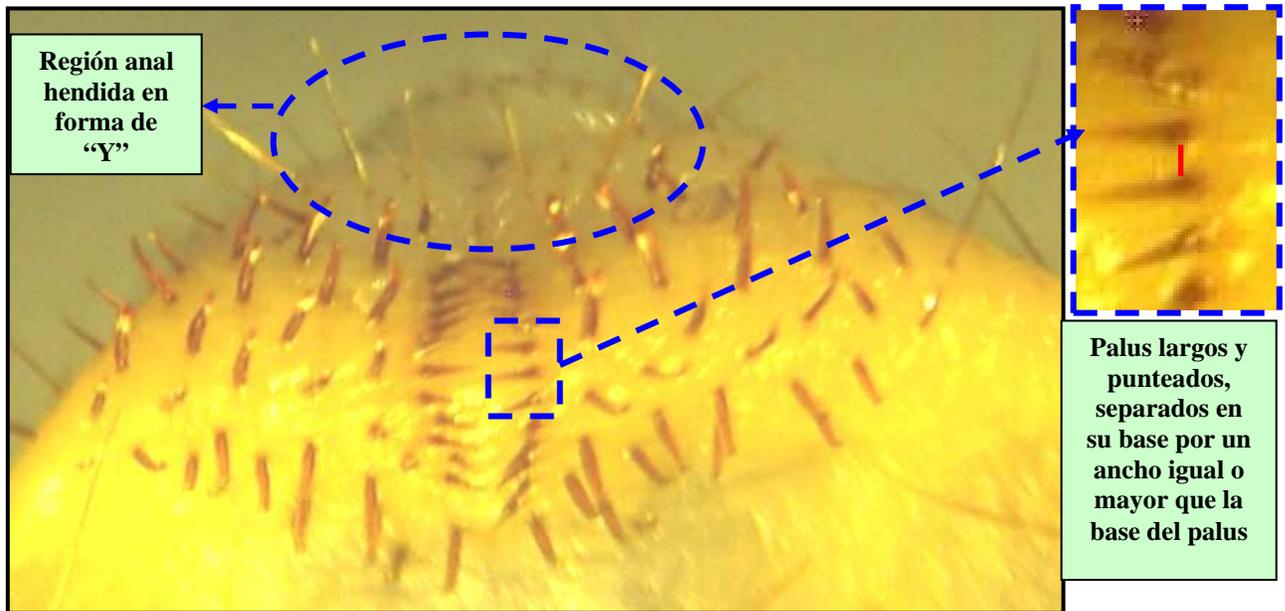


Figura 9. Región setal ventral del último segmento abdominal de *Phyllophaga dasypoda*

C. *Phyllophaga obsoleta*

Respecto al total de rizófagos muestreados ocupó el sexto lugar con una abundancia relativa del 1.6 % y en relación a la familia Scarabaeidae ocupó el tercer lugar con una abundancia relativa del 4.4 %. Región anal hendida en forma de "Y". Raster con palidia de forma regular, palidia larga y paralela, con más de 15 palus cortos y aguzados por pali, separados de la base por una distancia menor que el ancho de un palus en su base. Con 30 o menos setas hamatas teguilladas (Cuadro 4 y Figura 10).

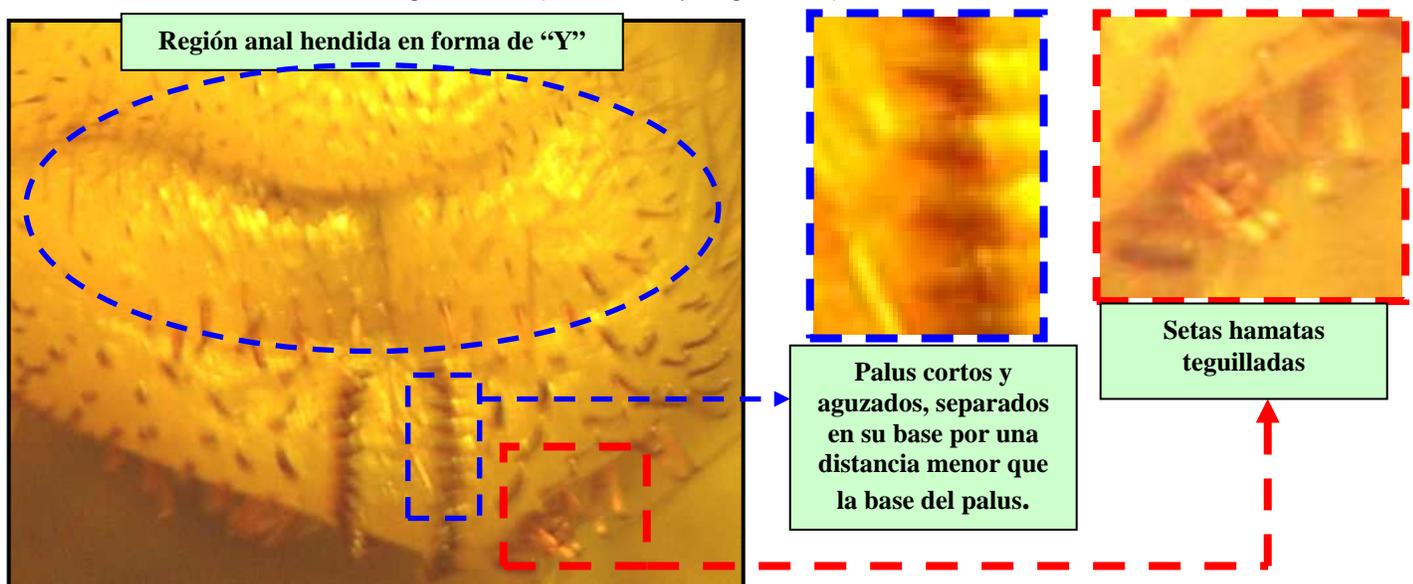


Figura 10. Región setal ventral del último segmento abdominal de *Phyllophaga obsoleta*

7.1.3 GÉNEROS DE RIZÓFAGOS DE LA FAMILIA CYDNIDAE

La familia Cydnidae (Hemiptera), presentó una sola especie *Scaptocoris talpa*, ocupando el tercer lugar en abundancia relativa con un 7.8 % del total de rizófagos muestreados. Se le encontró en la rizósfera de la caña de azúcar en estado de ninfa (sin alas) y adulto. Presenta un exoesqueleto ancho y triangular con el ápice aplastado, tibias de las patas posteriores anchas y gruesas (Cuadro 4 y Figura 11).

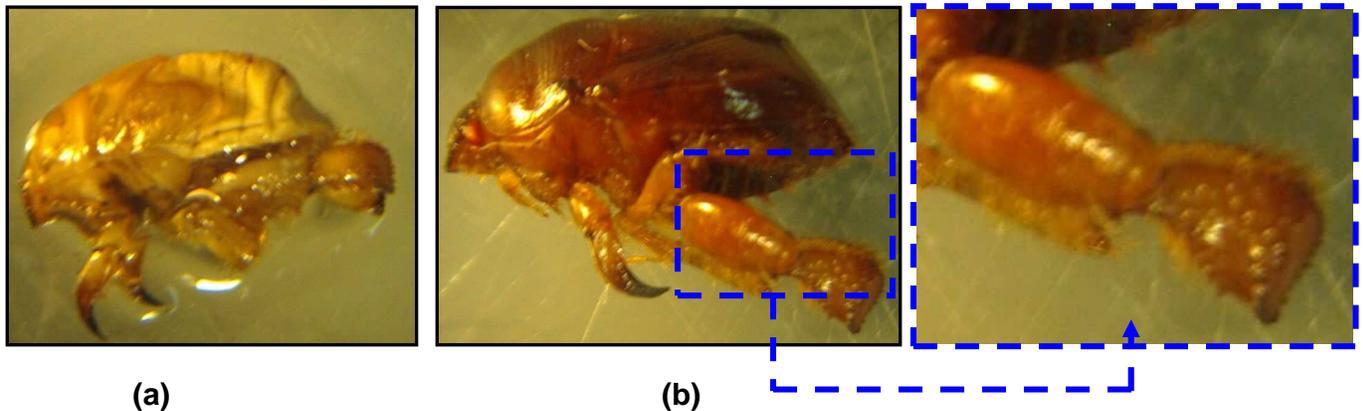


Figura 11. a) Ninfa y b) adulto de *Scaptocoris talpa*

7.2 DENSIDAD POBLACIONAL DE INSECTOS RIZÓFAGOS EN LOS ESTRATOS DE CAÑA PLANTÍA Y CAÑA SOCA

Como se indicó en la metodología, el estrato de caña plantía presenta las características de que el suelo fue arado, rastreado y surqueado durante los meses de febrero y marzo del 2004, con lo cual se ejerció un control físico (radiación solar), mecánico y biológico (aves) de los insectos rizófagos; en contraste, el estrato de caña soca presenta las características de que el suelo no ha sido disturbado al menos durante los últimos cuatro años o más. Para comparar la densidad poblacional de los insectos rizófagos en ambos estratos, se obtuvo el número de insectos rizófagos por unidad muestral ($0.108 \text{ m}^3 = 0.60 \text{ m} \times 0.60 \text{ m} \times 0.30 \text{ m}$ de profundidad) para cada uno de los 6 géneros en cada uno de los 9 muestreos (Cuadros 5 y 9A en anexo 3).

Cuadro 5. Número de insectos rizófagos por 0.108 m³ de suelo en los estratos de caña soca y caña plantía, indicando el porcentaje de reducción por género, Finca Sabana Grande, El Rodeo, Escuintla, 2004.

Meses	Coleoptera												Hemiptera		
	Géneros de Elateridae						Géneros de Scarabaeidae						Cydnidae		
	<i>Dipropus</i>		<i>Horistonotus</i>		<i>Agrypnus</i>		<i>Anomala</i>		Especies de <i>Phyllophaga</i>				<i>Scaptocoris talpa</i>		
	S	P	S	P	S	P	S	P	<i>P. dasypoda</i>		<i>P. obsoleta</i>		S	P	
Abril	4.53	0.67	0.88	0.44	0.12	0.00	2.18	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Mayo	3.76	1.11	0.76	1.00	0.12	0.00	2.82	0.67	0.24	0.00	0.12	0.00	0.00	0.00	
Junio	5.82	1.33	0.00	0.00	0.00	0.00	3.88	1.00	0.29	0.00	0.41	0.00	0.47	0.89	
Julio	3.18	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.47	1.22	0.53	0.00	0.24	0.00	1.65	2.11	
Agosto	6.00	0.67	0.00	0.00	0.00	0.00	3.65	1.33	0.59	0.22	0.18	0.00	1.24	1.89	
Septiembre	4.47	1.67	1.44	0.00	0.00	0.00	2.24	1.22	0.12	0.11	0.12	0.22	0.59	1.00	
Octubre	3.59	1.67	1.00	0.00	0.18	0.00	2.82	1.44	0.24	0.00	0.18	0.00	0.00	0.00	
Noviembre	4.82	1.56	1.11	0.00	0.24	0.00	2.12	1.33	0.06	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	
Diciembre	2.71	1.00	0.56	0.00	0.24	0.00	1.88	0.22	0.06	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	
Media	4.32	1.19	0.64	0.16	0.10	0.00	2.78	0.98	0.24	0.04	0.15	0.02	0.44	0.65	
% Reducción	72.57		74.91		100.00		64.97		84.26				83.57		33.07
Reducción Promedio en Porcentaje	80.04%														33.07

Referencias: S = caña soca; P = caña plantía.

De la familia Elateridae, la mayor densidad poblacional fue de 6.00/0.108 m³ *Dipropus* en el mes de agosto en caña soca y una densidad promedio durante el período de evaluación de 4.32/0.108 m³ *Dipropus*; ambos valores según Caloma y Oliva (4) corresponden a un suelo altamente infestado (> 4.0 larvas/m²); sin embargo, el mismo género, en el estrato de caña plantía presentó una densidad máxima de 1.67 y una densidad promedio de 1.19/0.108 m³ *Dipropus*, lo cual corresponde a un suelo levemente infestado (0.1 – 1.99 larvas/m²) según los mismos autores. Considerando la densidad promedio de *Dipropus* durante el período de evaluación de ambos estratos de caña, se tiene que en el estrato de caña plantía se redujo la población en un 72.57 % (3.13 *Dipropus* menos por 0.108 m³). Los géneros *Horistonotus* y *Agrypnus* tanto en los estratos de caña soca como plantía presentaron densidades de población que Caloma y Oliva (4) clasifican como levemente infestadas; sin embargo, también se presentó en el estrato de caña plantía reducciones de la densidad de 74.91 y 100 % respectivamente (Cuadro 5).

Los dos géneros de la familia Scarabaeidae presentaron densidades de población menores a 7.99 larvas/m² por lo cual se clasifican como suelos cañeros levemente infestados (4). Al igual que para los elateridos, *Anomala*, *Phyllophaga dasypoda* y *Phyllophaga obsoleta* fueron menos abundantes en el estrato de caña plantía, con una reducción por unidad muestral de 64.97, 84.26 y 83.57 % respectivamente (Cuadro 5).

Para los cinco géneros de insectos rizófagos asociados al cultivo de caña de azúcar indicados en el párrafo anterior, se tuvo en promedio un 80 % menos de rizófagos por unidad muestral en el estrato de caña plantía, lo que equivale a decir:

$$\frac{1 \text{ rizófago}}{0.108 \text{ m}^3} \text{ en Caña Plantía} \quad \text{Por} \quad \frac{5 \text{ rizófagos}}{0.108 \text{ m}^3} \text{ en Caña Soca}$$

Es evidente pues, que la mecanización completa del suelo (arado, rastreado y surqueado), así como los factores como lo son la radiación solar (desección de larvas) y el control biológico (en Finca Sabana Grande se observó a Sanates hasta con 5 larvas de *Dipropus* en el pico al momento de la mecanización) contribuyen notablemente en la reducción de los rizófagos asociados al cultivo de caña de azúcar. En tal sentido, es importante incorporar prácticas que actualmente no se realizan en la finca como es la “rastra sanitaria”, que consiste en aplicar una rastra semiprofunda entre las macollas a los cinco días después de la zafra, lo cual contribuye a reducir en algún grado la densidad de rizófagos en el estrato de caña soca y al mismo tiempo ofrece el beneficio de alinear los surcos con lo cual se facilitan otras labores culturales como control de malezas y fertilización. También es importante que los cañales se renueven luego de 4 socas empleando mecanización completa, pues en Finca Sabana Grande más del 65 por ciento del área del estrato de caña soca está cultivado con cañales que se plantaron hace más de 8 años.

Las ninfas y adultos de *Scaptocoris talpa* en los estratos de caña soca y plantía presentaron densidades de población que Caloma y Oliva (4) clasifica como suelos cañeros levemente infestados (0.1 – 4.99 rizófagos/m²). *Scaptocoris talpa* fue más abundante en el estrato de caña plantía (0.65 /0.108 m³ *Scaptocoris talpa*) que en el estrato de caña soca (0.44 /0.108 m³ *Scaptocoris talpa*), lo cual representa un 33.07 menos en el estrato de caña soca respecto al estrato de caña plantía. Al momento del muestreo (en el estrato de caña plantía), se observó que la semilla de caña sembrada a hilera doble (cañas de 60 cm de largo) estaba levemente cubierta por tierra (± 10 cm) bien mullida y probablemente a la facilidad de movilización dentro de éste suelo *Scaptocoris talpa* se presentó en mayor densidad en éste estrato. Otra causa probable puede ser que *Scaptocoris talpa* prefiera material vegetal fresco en pleno crecimiento meristemático radicular; Sin embargo, ninguna de los dos enunciados puede confirmarse de acuerdo a la presente investigación y quedan únicamente a nivel de hipótesis.

7.3 DENSIDAD POBLACIONAL DE INSECTOS RIZÓFAGOS POR ETAPA FENOLÓGICA DEL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR

La etapa fenológica en caña de azúcar de **rebrote-germinación** inicia entre marzo y abril cuando caen las primeras lluvias. Se llama rebrote porque en esta etapa emergen los nuevos rebrotes de las macollas que quedaron después de la zafra en el estrato de caña soca (la zafra termina a finales de febrero y a veces hasta principios de marzo) como consecuencia de las primeras lluvias. También se agrega a la etapa el término germinación, puesto que emergen las raíces y hojas de la nueva siembra (propagación asexual) realizada en el mes de febrero el estrato de caña plantía. En la etapa rebrote-germinación las plantas de caña alcanzan una altura promedio de 30 centímetros pero no se diferencian claramente los tallos con sus entrenudos.

La segunda etapa fenológica de **macollamiento-cierre**, se da en los meses de mayo a junio, en ésta se diferencian claramente los tallos con sus entrenudos y las hojas. Se denomina “y cierre”, puesto que la conformación de las plantas dentro del surco es tal que limitan la penetración de la luz solar en el espacio entre los surcos (en el argot cañero se emplea la expresión: el cañal ya cerró y de aquí hasta la cosecha). La altura promedio de las plantas al final de esta etapa es de 80 centímetros.

La tercera etapa fenológica de **crecimiento rápido**, se da en los meses de julio a octubre, en ésta la planta activa los puntos meristemáticos apicales, por lo que se presenta una elongación rápida de los tallos. La altura promedio de las plantas al final de esta etapa es de 2 a 2.5 metros según la variedad.

La cuarta y última etapa fenológica de **maduración**, se da a partir del mes de noviembre hasta la zafra y consiste en el período de máxima acumulación de azúcares en los tallos de la planta.

La mayor densidad promedio de cada género de insecto rizófago por etapa fenológica del cultivo de caña de azúcar (Cuadro 6), así como la densidad promedio por familia (Figura 12) se presentó principalmente en las etapas fenológicas de macollamiento-cierre y crecimiento rápido. La familia Elateridae se comportó de manera diferente; en el estrato de caña soca se tuvo la mayor densidad poblacional en las etapas fenológicas de rebrote-

germinación y macollamiento cierre con 5.53 y 5.24/0.108 m³ rizófagos respectivamente y en el estrato de caña plantía tuvo su mayor densidad poblacional en las etapas fenológicas de macollamiento-cierre y maduración con 1.72 y 1.28/0.108 m³ rizófagos respectivamente.

Cuadro 6. Número de insectos rizófagos por 0.108 m³ de suelo en los estratos de caña soca y caña plantía, por etapa fenológica del cultivo de caña de azúcar, Finca Sabana Grande, El Rodeo, Escuintla, 2004.

	<i>Dipropus</i>		<i>Horistonotus</i>		<i>Agrypnus</i>		<i>Anomala</i>		<i>P. dasypoda</i>		<i>P. obsoleta</i>		<i>Scaptocoris talpa</i>	
	S	P	S	P	S	P	S	P	S	P	S	P	S	P
Rebrote-Germinación	4.53	0.67	0.88	0.44	0.12	0.00	2.18	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Macollamiento y cierre	4.79	1.22	0.38	0.50	0.06	0.00	3.35	0.83	0.26	0.00	0.26	0.00	0.24	0.44
Crecimiento rápido	4.31	1.25	0.61	0.00	0.04	0.00	3.04	1.31	0.37	0.08	0.18	0.06	0.87	1.25
Maduración	3.76	1.28	0.83	0.00	0.24	0.00	2.00	0.78	0.06	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00

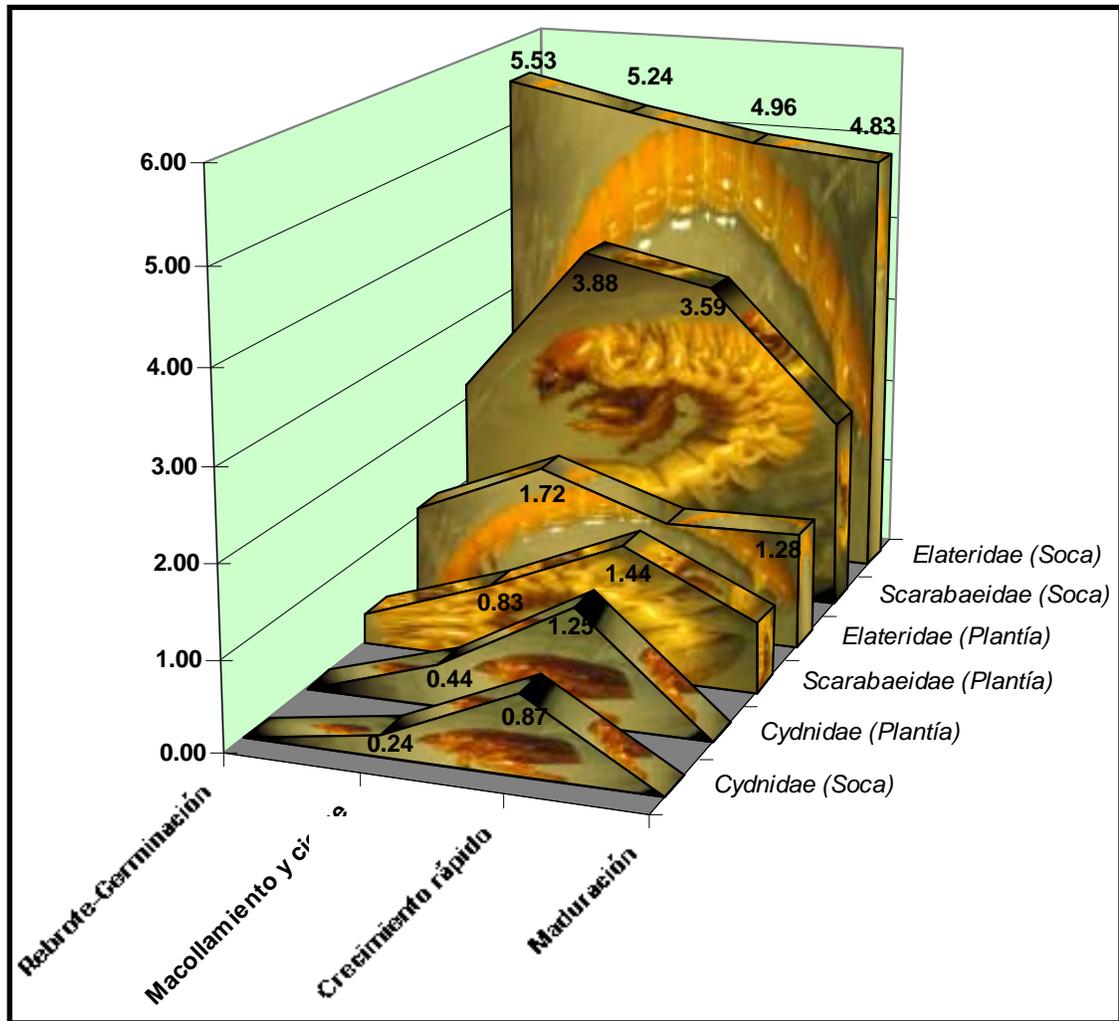


Figura 12. Etapas fenológicas del cultivo de caña de azúcar con mayor densidad poblacional del conjunto de insectos rizófagos, finca Sabana Grande, El Rodeo, Escuintla, 2004.

La mayor densidad poblacional de insectos rizófagos asociados a la caña de azúcar se presentó cuando el cultivo se encontraba en pleno crecimiento vegetativo (etapas fenológicas de macollamiento-cierre y crecimiento rápido) el cual es propiciado por la precipitación acumulada en éste período de 2,267.1 mm (Cuadro 9A).

7.4 CORRELACIÓN CANÓNICA Y ANÁLISIS DE REGRESIÓN MÚLTIPLE DE LAS POBLACIONES DE INSECTOS RIZÓFAGOS CON LA PRECIPITACIÓN PLUVIAL Y HUMEDAD DEL SUELO

La relación de dependencia entre la densidad poblacional de las tres familias de insectos rizófagos (Elateridae, Scarabaeidae y Cydnidae) en cada uno de los dos estratos de caña (caña plantía y caña soca) con las variables independientes precipitación y humedad del suelo se realizó a través del análisis de correlación canónica (Cuadro 7).

Cuadro 7. Valores canónicos de las familias de insectos rizófagos y dos características climáticas

	Familias de insectos rizófagos	Valor canónico
1	Elateridae en caña soca	0.0483
2	Elateridae en caña plantía	-0.0683
3	Scarabaeidae en caña soca	0.8841
4	Scarabaeidae en caña plantía	0.7242
5	Cydnidae en caña soca	0.6942
6	Cydnidae en caña plantía	0.7043
	Características climáticas	Valor canónico
1	Precipitación	0.6552
2	Humedad del suelo	0.2768

De acuerdo a los valores canónicos los géneros de la familia Scarabaeidae en el estrato de caña soca presentan una alta correlación (0.8841) con las características climáticas de precipitación y humedad del suelo, por lo tanto es posible modelar ésta regresión. Las otras dos familias de insectos rizófagos y los elatéricos en el estrato de caña plantía presentaron valores canónicos bajos (menores a 0.7242), por lo que no es posible modelar la correlación entre éstos y las características climáticas.

Al calcular los modelos de regresión lineal múltiple entre cada uno de los géneros de insectos rizófagos en los estratos de caña plantía y caña soca, se encontró significancia con $P > F$ menores a 0.05 (lo cual indica validez del modelo de regresión), únicamente para los

géneros de la familia Scarabaeidae en el estrato de caña soca, siendo los modelos matemáticos:

$$\textit{Anomala} / 0.108 \text{ m}^3 \text{ de suelo} = 4.106464 + 0.007722 \text{ PPT} - 0.116544 \text{ HSU}$$

$$\textit{Phyllophaga dasypoda} / 0.108 \text{ m}^3 \text{ de suelo} = 0.866650 + 0.002383 \text{ PPT} - 0.043443 \text{ HSU}$$

$$\textit{Phyllophaga obsoleta} / 0.108 \text{ m}^3 \text{ de suelo} = 0.234309 + 0.001042 \text{ PPT} - 0.012479 \text{ HSU}$$

Donde: PPT = precipitación en milímetros; HSU = Humedad del suelo en porcentaje

Entonces para conocer la densidad poblacional expresada en rizófagos/0.108 m³, de *Anomala*, *Phyllophaga dasypoda* y *Phyllophaga obsoleta*, con una confiabilidad del 95 por ciento, en cualquier momento dado, basta con sustituir, en el modelo matemático respectivo, los valores de precipitación en mm y humedad del suelo en porcentaje que se registren al momento del cálculo.

8. CONCLUSIONES

- 8.1 Se determinaron los géneros rizófagos de los ordenes Coleóptera y Hemíptera: ***Dipropus*** con una abundancia relativa de 49.2 %, densidad promedio de 4.32 y 1.19/0.108 m³ de suelo en los estratos de caña soca y plantía respectivamente; ***Anomala*** 32.8 %, 2.78 y 0.98/0.108 m³; ***Scaptocoris talpa*** 7.8 %, 0.44 y 0.65/0.108 m³; ***Horistonotus*** 5.1 %, 1.19 y 0.64/0.108 m³; ***Phyllophaga dasypoda*** 2.5 %, 0.24 y 0.04/0.108 m³; ***Phyllophaga obsoleta*** 1.6 %, 0.15 y 0.02/0.108 m³; ***Agrypnus*** 1.0 %, 0.10 y 0.0/0.108 m³ respectivamente.
- 8.2 La densidad poblacional promedio del conjunto de rizófagos fue un 80 por ciento menor en el estrato de caña plantía respecto al estrato de caña soca, de tal forma que por cada rizófago en el estrato de caña plantía se encontraron 5 rizófagos en el estrato de caña soca.
- 8.3 La densidad poblacional de la familia Elatéridae en la etapa fenológica del cultivo de caña de azúcar de rebrote-germinación fue de 5.53/0.108 m³ de suelo en el estrato de caña soca y 1.11/0.108 m³ en el estrato de caña plantía, en la etapa de macollamiento-cierre 5.24 y 1.72, en la etapa de crecimiento rápido 4.96 y 1.25 y en la etapa de maduración 4.83 y 1.28; para la familia Scarabaeidae, 1.11 y 2.18, 1.72 y 3.88, 1.25 y 3.59, 2.12 y 0.78; para la familia Cydnidae, 0.0 y 0.0, 0.44 y 0.24, 1.25 y 0.87, 0.0 y 0.0 respectivamente.
- 8.4 La precipitación pluvial y la humedad del suelo se relacionan estrechamente con las poblaciones de ***Anomala***, ***Phyllophaga dasypoda*** y ***Phyllophaga obsoleta*** de tal forma que, a mayor precipitación, mayor densidad poblacional y a mayor humedad del suelo menor densidad poblacional.

9. RECOMENDACIÓN

- 9.1 Considerando que en el cultivo de caña de azúcar en finca Sabana Grande, se presenta únicamente para el género *Dipropus* en el estrato de caña soca, una densidad poblacional mayor al umbral de daño (> 4 larvas/m²) y que la práctica de mecanización del suelo reduce las poblaciones en un 80 %, se recomienda que los cañales sean renovados después de la cuarta soca (actualmente hasta las 8 socas son renovados), empleando mecanización completa del suelo. Además 5 días después de cada zafra se debe aplicar un paso de rastra sanitaria como medida cultural para reducir las poblaciones de rizófagos.

10. BIBLIOGRAFÍA

1. Andrews, K. 1984. El manejo integrado de plagas invertebradas en cultivos agronómicos, hortícolas y frutales. Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 112 p.
2. Barfield, CS. 1986. El muestreo en el manejo integrado de plagas. Turrialba, Costa Rica, CATIE, MIP. 25 p.
3. Borror, DJ. *et al.* 1992. An introduction to the study of insects. 6 ed. US, Saunders College Publishing. 874 p.
4. Caloma De León, DA; Oliva Pantaleón, E. 2001. Determinación de la densidad poblacional de plagas del suelo en el cultivo de caña de azúcar *Saccharum officinarum* L., en Pantaleón, Escuintla. Programa de Prácticas Agrícola y Forestales Supervisadas. Bárcena, Villa Nueva, Guatemala, Escuela Nacional Central de Agricultura. 39 p.
5. Campos, E. 1983. Las gallinas ciegas como plagas del suelo. *In* Mesa redonda sobre plagas del suelo (2., 1983, México). Chapingo, México, Sociedad Mexicana de Entomología. 5 p.
6. Carillo, E. 1994. Plagas insectiles de la caña de azúcar en Guatemala. Escuintla, Guatemala, Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar. 9 p.
7. CENGICAÑA (Centro Guatemalteco de Investigación de la Caña de Azúcar, GT). 2000. Plagas del suelo. Boletín Técnico CAÑAMIP no. 2:1-3.
8. Comstock, JK. 1962. Introduction to entomology. New York, US, Comstock Publishing Associates. 1064 p.
9. Cruz, JR De la. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala, basada en el sistema de Holdridge. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
10. ENA (Escuela Nacional de Agronomía, BR). 1964. Insecto do Brasil. Río de Janeiro, Brasil. v. 2, 351 p.
11. Estrada, OH. 1990. Géneros y especies de insectos de la familia scarabaeidae (gallina ciega); diagnóstico e identificación. CATIE, Boletín Informativo MIP 18:5.
12. Freese, F. 1970. Métodos estadísticos elementales para técnicos forestales. México, AID. 102 p.
13. Garza, GR. 1983. Los gusanos de alambre como plagas del suelo. *In* Mesa redonda sobre plagas del suelo (2., 1983, México). Chapingo, México, Sociedad Mexicana de Entomología. p. 40-60.
14. Hernández Arreaga, GA. 1995. Diagnóstico de la problemática de plagas del suelo, en caña de azúcar *Saccharum officinarum* L., en la empresa Pantaleón, S.A., Siquinalá, Escuintla. EPSA. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 36 p.

15. Hernández Arreaga, GA; Monterroso, D. 1990. El sistema de alarma: un componente del manejo integrado de plagas. *Tikalía* 3(1-2):18-28.
16. INE (Instituto Nacional de Estadística, GT). 2004. IV censo nacional agropecuario: número de fincas censales, superficie cultivada y producción obtenida de cultivos permanentes y semipermanentes. Guatemala. 1 CD.
17. King, ABS. 1994. Biología e identificación de *Phyllophaga* de importancia económica en América Central. Costa Rica, CATIE / PRIAG. p. 33-49. (Serie técnica 277).
18. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT). 2001. Sistemas de información geográfica. Guatemala, MAGA / UPIE / PEDN. 1 CD.
19. Metcalf, CL; Flint, JL. 1985. Insectos destructivos e insectos útiles; sus costumbres y su control. Trad. por Alonso Valdes. 4 ed. México, CECSA. 1208 p.
20. Obiols del Cid, R. 1975. Mapa climatológico preliminar de la república de Guatemala: según el sistema Thornthwaite. Guatemala, Instituto Geográfico Nacional. Esc. 1:1,000,000. Color.
21. Perdomo, E. 1986. Estudio de la génesis, morfología, propiedades físicas, químicas, mineralógicas y cartografía de suelos de la finca Sabana Grande, Escuintla. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 73 p.
22. SEGEPLAN (Secretaría General de Planificación Económica, GT); INDE (Instituto Nacional de Electrificación, GT); INAFOR (Instituto Nacional Forestal, GT). 1970. Mapa geológico de la república de Guatemala. Guatemala. Esc. 1:500,000. Color.
23. Simmons, CH; Tarano, JM; Pinto, JH. 1959. Clasificación y reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José Pineda de Ibarra. 1,000 p.
24. Simposio Nacional de plagas de suelo (3., 2001, Guatemala). 2001. Memorias. Guatemala, CENGICAÑA. p. 15-20.
25. Stehr, FW. 1991. Immature insects. Clave para coleóptera y díptera. US, Kendall / Hunt Publishing. v. 2, 975 p.
26. Subirós Ruiz, F. 1995. El cultivo de caña de azúcar: plagas de la caña de azúcar. Costa Rica, Editorial Universitaria Estatal a Distancia. p. 211-239.
27. Testimonio de escritura pública de constitución de finca Sabana Grande, El Rodeo, Escuintla. Acuerdo gubernativo número 1,696, folio 233 del libro número 27 del departamento de Escuintla.
28. Thompson, B. 1984. Canonical correlation analysis. Beverly Hills, CA, US, Sage Publications. s.p. (Sage University Paper series in Quantitative Applications in the Social Sciences, 07-047).

11. ANEXOS

- ANEXO 1. Distribución de los puntos de muestreo.
- ANEXO 2. Cálculo del tamaño de la muestra.
- ANEXO 3. Densidad poblacional en cada punto de muestreo para los estratos de caña soca y plantía.

ANEXO 1: Distribución de los puntos de muestreo

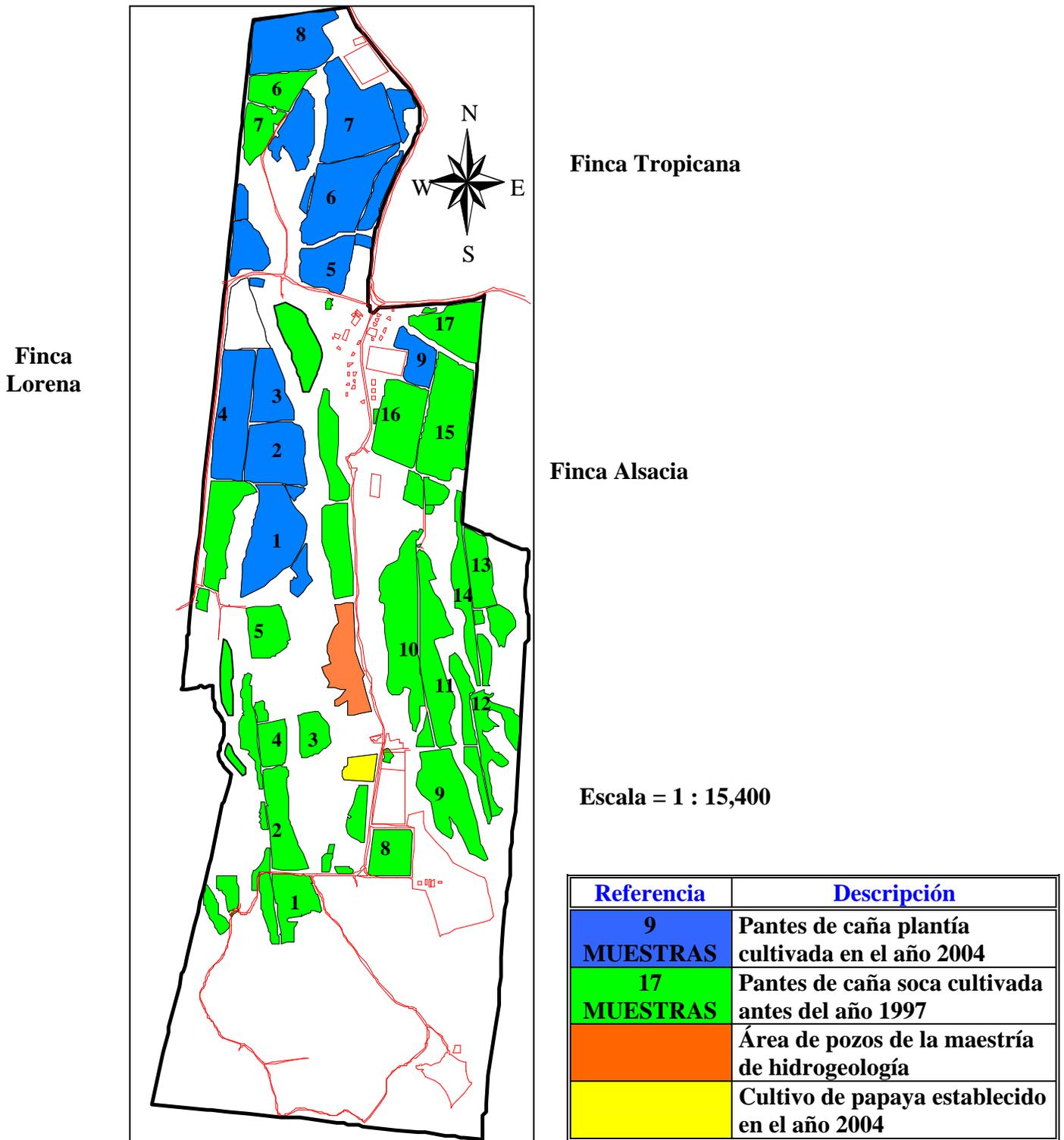


Figura 13A. Estratos de caña soca y plantía, así como puntos de muestreo de insectos rizófagos en finca Sabana Grande, El Rodeo, Escuintla, 2004.

ANEXO 2

CÁLCULO DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA

$$n = \frac{N(\sum N_h S_h^2)}{\frac{N^2 E^2}{4} + \sum N_h S_h^2}$$

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}$$

n = número de unidades.
 N = Población total.
 N_h = Tamaño del estrato h.
 S_h² = Varianza por estrato
 E = Precisión.
 4 = Confianza al 95 %

S² = varianza.
 X_i = Insectos/0.36m² de n₁ a n₃
 X = Media.
 n = número de muestras (3).

Cuadro 8A. Datos obtenidos en el pre-muestreo

	Caña Plantía		Caña Soca		Has	m ²	u.m
	Insectos/0.36m ²	(X _i - X) ²	Insectos/0.36m ²	(X _i - X) ²			
m1	4	2.79	18	25	N	78.634	786340 2184277.78
m2	0	5.43	14	1	N ₁	29.48	294800 818888.889
m3	3	0.45	7	36	N ₂	49.154	491540 1365388.89
Total	7	8.67	39	62	E	1.8 insectos/0.36m ²	
Media	2.33		13.00				

$$S^2_1 = \frac{8.67}{3-1} = 4.33 \quad S^2_2 = \frac{62}{3-1} = 31$$

$$n = \frac{2,184,277.78 \times [(818,888 \times 4.33) + (1,365,388 \times 31)]}{\frac{(2,184,277.78)^2 \times (1.8)^2}{4} + [(818,888 \times 4.33) + (1,365,388 \times 31)]} = 26 \text{ muestras}$$

Estrato 1 (caña plantía) = 9 muestras
Estrato 2 (caña soca) = 17 muestras

ANEXO 3. DENSIDAD POBLACIONAL EN CADA PUNTO DE MUESTREO PARA LOS ESTRATOS DE CAÑA SOCA Y PLANTÍA, FINCA SABANA GRANDE, EL RODEO, ESCUINTLA, 2004

CUADRO 9 A. MUESTREO DE INSECTOS RIZÓFAGOS EN FINCA SABANA GRANDE, EL RODEO, ESCUINTLA. ABRIL DE 2004

ESTRATO DE CAÑA SOCA

PUNTO	<i>Dipropus sp.</i>	<i>Horistonotus sp.</i>	<i>Agrypnus sp.</i>	ELATERIDAE	<i>Anomala sp.</i>	<i>P. dasypoda</i>	<i>P. obsoleta</i>	SCARABAEIDAE	<i>Scaptocoris talpa</i>	TOTAL
S1	3	0	0	3	0	0	0	0	0	3
S2	6	1	0	7	0	0	0	0	0	7
S3	0	0	0	0	19	0	0	19	0	19
S4	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1
S5	1	0	0	1	1	0	0	1	0	2
S6	5	0	0	5	0	0	0	0	0	5
S7	2	1	0	3	1	0	0	1	0	4
S8	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1
S9	19	0	0	19	0	0	0	0	0	19
S10	1	1	0	2	0	0	0	0	0	2
S11	4	0	1	5	0	0	0	0	0	5
S12	1	0	0	1	3	0	0	3	0	4
S13	3	3	0	6	0	0	0	0	0	6
S14	3	4	0	7	1	0	0	1	0	8
S15	3	3	0	6	2	0	0	2	0	8
S16	22	0	0	22	0	0	0	0	0	22
S17	4	1	1	6	9	0	0	9	0	15
TOTAL	77	15	2	94	37	0	0	37	0	131
PROMEDIO	4.53	0.88	0.12	5.53	2.18			2.18		7.71

ESTRATO DE CAÑA PLANTÍA

PUNTO	<i>Dipropus sp.</i>	<i>Horistonotus sp.</i>	<i>Agrypnus sp.</i>	ELATERIDAE	<i>Anomala sp.</i>	<i>P. dasypoda</i>	<i>P. obsoleta</i>	SCARABAEIDAE	<i>Scaptocoris talpa</i>	TOTAL
P1	2	0	0	2	0	0	0	0	0	2
P2	2	2	0	4	0	0	0	0	0	4
P3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P4	1	1	0	2	0	0	0	0	0	2
P5	1	1	0	2	3	0	0	3	0	5
P6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	6.000	4.000	0.000	10.000	3.000	0.000	0.000	3.000	0.000	13
PROMEDIO	0.667	0.444		1.111	0.333			0.333		1.444

PRECIPITACION EN MILIMETROS	43.7
HUMEDAD PROMEDIO DEL SUELO	22.5

Continuación de Cuadro 9A.

MUESTREO DE INSECTOS RIZÓFAGOS EN FINCA SABANA GRANDE, EL RODEO, ESCUINTLA.
MAYO DE 2004

ESTRATO DE CAÑA SOCA

PUNTO	<i>Dipropus sp.</i>	<i>Horistonotus sp.</i>	<i>Agrypnus sp.</i>	ELATERIDAE	<i>Anomala sp.</i>	<i>P. dasypoda</i>	<i>P. obsoleta</i>	SCARABAEIDAE	<i>Scaptocoris talpa</i>	TOTAL
S1	0	0	0	0	0	0	2	2	0	2
S2	4	2	0	6	4	0	0	4	0	10
S3	1	0	0	1	6	0	0	6	0	7
S4	1	7	0	8	3	0	0	3	0	11
S5	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1
S6	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1
S7	7	1	0	8	0	0	0	0	0	8
S8	0	0	0	0	7	3	0	10	0	10
S9	1	0	0	1	4	0	0	4	0	5
S10	1	0	0	1	2	0	0	2	0	3
S11	4	0	2	6	1	0	0	1	0	7
S12	5	1	0	6	3	0	0	3	0	9
S13	1	2	0	3	1	0	0	1	0	4
S14	1	0	0	1	2	0	0	2	0	3
S15	14	0	0	14	4	0	0	4	0	18
S16	13	0	0	13	5	0	0	5	0	18
S17	11	0	0	11	5	0	0	5	0	16
TOTAL	64	13	2	79	48	4	2	54	0	133
PROMEDIO	3.76	0.76	0.12	4.65	2.82	0.24	0.12	3.18		7.82

ESTRATO DE CAÑA PLANTÍA

PUNTO	<i>Dipropus sp.</i>	<i>Horistonotus sp.</i>	<i>Agrypnus sp.</i>	ELATERIDAE	<i>Anomala sp.</i>	<i>P. dasypoda</i>	<i>P. obsoleta</i>	SCARABAEIDAE	<i>Scaptocoris talpa</i>	TOTAL
P1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P3	0	2	0	2	3	0	0	3	0	5
P4	3	0	0	3	0	0	0	0	0	3
P5	0	3	0	3	1	0	0	1	0	4
P6	2	0	0	2	1	0	0	1	0	3
P7	1	0	0	1	1	0	0	1	0	2
P8	0	4	0	4	0	0	0	0	0	4
P9	4	0	0	4	0	0	0	0	0	4
TOTAL	10.000	9.000	0.000	19.000	6.000	0.000	0.000	6.000	0.000	25
PROMEDIO	1.111	1.000		2.111	0.667			0.667		2.778

PRECIPITACION EN MILIMETROS	459.2
HUMEDAD PROMEDIO DEL SUELO	41.3

Continuación de Cuadro 9A.

MUESTREO DE INSECTOS RIZÓFAGOS EN FINCA SABANA GRANDE, EL RODEO, ESCUINTLA.
JUNIO DE 2004

ESTRATO DE CAÑA SOCA

PUNTO	<i>Dipropus sp.</i>	<i>Horistonotus sp.</i>	<i>Agrypnus sp.</i>	ELATERIDAE	<i>Anomala sp.</i>	<i>P. dasypoda</i>	<i>P. obsoleta</i>	SCARABAEIDAE	<i>Scaptocoris talpa</i>	TOTAL
S1	0	0	0	0	5	0	0	5	1	6
S2	12	0	0	12	1	0	0	1	0	13
S3	6	0	0	6	3	0	0	3	0	9
S4	2	0	0	2	1	0	3	4	0	6
S5	3	0	0	3	2	0	0	2	0	5
S6	7	0	0	7	4	0	0	4	3	14
S7	5	0	0	5	6	3	0	9	1	15
S8	0	0	0	0	5	0	0	5	2	7
S9	15	0	0	15	3	0	0	3	0	18
S10	11	0	0	11	0	0	0	0	0	11
S11	8	0	0	8	5	0	0	5	0	13
S12	3	0	0	3	0	2	4	6	0	9
S13	1	0	0	1	4	0	0	4	1	6
S14	3	0	0	3	7	0	0	7	0	10
S15	3	0	0	3	6	0	0	6	0	9
S16	4	0	0	4	8	0	0	8	0	12
S17	16	0	0	16	6	0	0	6	0	22
TOTAL	99	0	0	99	66	5	7	78	8	185
PROMEDIO	5.82			5.82	3.88	0.29	0.41	4.59	0.47	10.88

ESTRATO DE CAÑA PLANTÍA

PUNTO	<i>Dipropus sp.</i>	<i>Horistonotus sp.</i>	<i>Agrypnus sp.</i>	ELATERIDAE	<i>Anomala sp.</i>	<i>P. dasypoda</i>	<i>P. obsoleta</i>	SCARABAEIDAE	<i>Scaptocoris talpa</i>	TOTAL
P1	2	0	0	2	0	0	0	0	0	2
P2	2	0	0	2	2	0	0	2	0	4
P3	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4
P4	0	0	0	0	3	0	0	3	0	3
P5	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1
P6	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1
P7	3	0	0	3	1	0	0	1	1	5
P8	3	0	0	3	3	0	0	3	2	8
P9	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
TOTAL	12.000	0.000	0.000	12.000	9.000	0.000	0.000	9.000	8.000	29
PROMEDIO	1.333			1.333	1.000			1.000	0.889	3.222

PRECIPITACION EN MILIMETROS	547.4
HUMEDAD PROMEDIO DEL SUELO	42.4

Continuación de Cuadro 9A.

MUESTREO DE INSECTOS RIZÓFAGOS EN FINCA SABANA GRANDE, EL RODEO, ESCUINTLA.
JULIO DE 2004

ESTRATO DE CAÑA SOCA

PUNTO	<i>Dipropus sp.</i>	<i>Horistonotus sp.</i>	<i>Agrypnus sp.</i>	ELATERIDAE	<i>Anomala sp.</i>	<i>P. dasypoda</i>	<i>P. obsoleta</i>	SCARABAEIDAE	<i>Scaptocoris talpa</i>	TOTAL
S1	0	0	0	0	6	2	0	8	0	8
S2	0	0	0	0	6	0	0	6	3	9
S3	0	0	0	0	3	0	0	3	0	3
S4	5	0	0	5	5	0	0	5	5	15
S5	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1
S6	0	0	0	0	1	0	0	1	6	7
S7	2	0	0	2	5	0	0	5	0	7
S8	3	0	0	3	3	0	0	3	4	10
S9	0	0	0	0	4	0	0	4	0	4
S10	4	0	0	4	0	3	0	3	3	10
S11	0	0	0	0	3	0	0	3	0	3
S12	15	0	0	15	5	0	0	5	0	20
S13	0	0	0	0	2	0	0	2	0	2
S14	0	0	0	0	6	0	0	6	5	11
S15	11	0	0	11	5	0	4	9	0	20
S16	13	0	0	13	2	4	0	6	2	21
S17	0	0	0	0	3	0	0	3	0	3
TOTAL	54	0	0	54	59	9	4	72	28	154
PROMEDIO	3.18			3.18	3.47	0.53	0.24	4.24	1.65	9.06

ESTRATO DE CAÑA PLANTÍA

PUNTO	<i>Dipropus sp.</i>	<i>Horistonotus sp.</i>	<i>Agrypnus sp.</i>	ELATERIDAE	<i>Anomala sp.</i>	<i>P. dasypoda</i>	<i>P. obsoleta</i>	SCARABAEIDAE	<i>Scaptocoris talpa</i>	TOTAL
P1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P2	0	0	0	0	3	0	0	3	5	8
P3	3	0	0	3	0	0	0	0	0	3
P4	0	0	0	0	1	0	0	1	3	4
P5	2	0	0	2	3	0	0	3	5	10
P6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P7	1	0	0	1	4	0	0	4	2	7
P8	3	0	0	3	0	0	0	0	4	7
P9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	9.000	0.000	0.000	9.000	11.000	0.000	0.000	11.000	19.000	39
PROMEDIO	1.000			1.000	1.222			1.222	2.111	4.333

PRECIPITACION EN MILIMETROS	304.5
HUMEDAD PROMEDIO DEL SUELO	25.2

Continuación de Cuadro 9A.

MUESTREO DE INSECTOS RIZÓFAGOS EN FINCA SABANA GRANDE, EL RODEO, ESCUINTLA.
AGOSTO DE 2004

ESTRATO DE CAÑA SOCA

PUNTO	<i>Dipropus sp.</i>	<i>Horistonotus sp.</i>	<i>Agrypnus sp.</i>	ELATERIDAE	<i>Anomala sp.</i>	<i>P. dasypoda</i>	<i>P. obsoleta</i>	SCARABAEIDAE	<i>Scaptocoris talpa</i>	TOTAL
S1	0	0	0	0	2	0	0	2	0	2
S2	0	0	0	0	5	0	0	5	0	5
S3	7	0	0	7	3	0	0	3	0	10
S4	0	0	0	0	5	4	0	9	3	12
S5	5	0	0	5	6	0	0	6	0	11
S6	4	0	0	4	7	0	0	7	0	11
S7	3	0	0	3	4	0	2	6	4	13
S8	0	0	0	0	5	0	0	5	0	5
S9	12	0	0	12	4	0	0	4	1	17
S10	0	0	0	0	3	0	0	3	0	3
S11	15	0	0	15	1	3	0	4	0	19
S12	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4
S13	21	0	0	21	6	0	0	6	0	27
S14	0	0	0	0	0	0	1	1	5	6
S15	13	0	0	13	2	3	0	5	0	18
S16	17	0	0	17	4	0	0	4	4	25
S17	5	0	0	5	5	0	0	5	0	10
TOTAL	102	0	0	102	62	10	3	75	21	198
PROMEDIO	6.00			6.00	3.65	0.59	0.18	4.41	1.24	11.65

ESTRATO DE CAÑA PLANTÍA

PUNTO	<i>Dipropus sp.</i>	<i>Horistonotus sp.</i>	<i>Agrypnus sp.</i>	ELATERIDAE	<i>Anomala sp.</i>	<i>P. dasypoda</i>	<i>P. obsoleta</i>	SCARABAEIDAE	<i>Scaptocoris talpa</i>	TOTAL
P1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3
P2	3	0	0	3	3	0	0	3	0	6
P3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
P4	1	0	0	1	4	0	0	4	2	7
P5	0	0	0	0	0	2	0	2	4	6
P6	0	0	0	0	3	0	0	3	0	3
P7	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5
P8	2	0	0	2	0	0	0	0	2	4
P9	0	0	0	0	2	0	0	2	0	2
TOTAL	6.000	0.000	0.000	6.000	12.000	2.000	0.000	14.000	17.000	37
PROMEDIO	0.667			0.667	1.333	0.222		1.556	1.889	4.111

PRECIPITACION EN MILÍMETROS	277.2
HUMEDAD PROMEDIO DEL SUELO	25.14

Continuación de Cuadro 9A.

MUESTREO DE INSECTOS RIZÓFAGOS EN FINCA SABANA GRANDE, EL RODEO, ESCUINTLA.
SEPTIEMBRE DE 2004

ESTRATO DE CAÑA SOCA

PUNTO	<i>Dipropus sp.</i>	<i>Horistonotus sp.</i>	<i>Agrypnus sp.</i>	ELATERIDAE	<i>Anomala sp.</i>	<i>P. dasypoda</i>	<i>P. obsoleta</i>	SCARABAEIDAE	<i>Scaptocoris talpa</i>	TOTAL
S1	0	0	0	0	2	0	0	2	0	2
S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S3	0	0	0	0	3	0	0	3	4	7
S4	2	0	0	2	0	2	0	2	0	4
S5	3	0	0	3	5	0	0	5	0	8
S6	0	0	0	0	0	0	0	0	6	6
S7	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1
S8	1	12	0	13	3	0	0	3	0	16
S9	26	0	0	26	0	0	0	0	0	26
S10	18	0	0	18	6	0	0	6	0	24
S11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S12	3	0	0	3	4	0	0	4	0	7
S13	0	0	0	0	0	0	2	2	0	2
S14	0	1	0	1	3	0	0	3	0	4
S15	13	0	0	13	4	0	0	4	0	17
S16	6	0	0	6	2	0	0	2	0	8
S17	3	0	0	3	6	0	0	6	0	9
TOTAL	76	13	0	89	38	2	2	42	10	141
PROMEDIO	4.47	0.76		5.24	2.24	0.12	0.12	2.47	0.59	8.29

ESTRATO DE CAÑA PLANTÍA

PUNTO	<i>Dipropus sp.</i>	<i>Horistonotus sp.</i>	<i>Agrypnus sp.</i>	ELATERIDAE	<i>Anomala sp.</i>	<i>P. dasypoda</i>	<i>P. obsoleta</i>	SCARABAEIDAE	<i>Scaptocoris talpa</i>	TOTAL
P1	2	0	0	2	0	0	0	0	2	4
P2	1	0	0	1	3	0	0	3	3	7
P3	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1
P4	0	0	0	0	5	0	0	5	0	5
P5	4	0	0	4	0	1	0	1	0	5
P6	1	0	0	1	2	0	0	2	2	5
P7	1	0	0	1	1	0	2	3	0	4
P8	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1
P9	4	0	0	4	0	0	0	0	2	6
TOTAL	15.000	0.000	0.000	15.000	11.000	1.000	2.000	14.000	9.000	38
PROMEDIO	1.667			1.667	1.222	0.111	0.222	1.556	1.000	4.222

PRECIPITACION EN MILIMETROS	421.6
HUMEDAD PROMEDIO DEL SUELO	39.8

Continuación de Cuadro 9A.

MUESTREO DE INSECTOS RIZÓFAGOS EN FINCA SABANA GRANDE, EL RODEO, ESCUINTLA.
OCTUBRE DE 2004

ESTRATO DE CAÑA SOCA

PUNTO	<i>Dipropus sp.</i>	<i>Horistonotus sp.</i>	<i>Agrypnus sp.</i>	ELATERIDAE	<i>Anomala sp.</i>	<i>P. dasypoda</i>	<i>P. obsoleta</i>	SCARABAEIDAE	<i>Scaptocoris talpa</i>	TOTAL
S1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1
S2	0	4	0	4	4	0	0	4	0	8
S3	3	0	2	5	0	0	0	0	0	5
S4	0	0	0	0	4	0	0	4	0	4
S5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S6	0	0	0	0	2	0	0	2	0	2
S7	0	0	0	0	3	3	0	6	0	6
S8	4	0	1	5	0	0	0	0	0	5
S9	3	0	0	3	5	0	1	6	0	9
S10	0	5	0	5	5	0	0	5	0	10
S11	11	0	0	11	0	0	0	0	0	11
S12	0	0	0	0	6	1	2	9	0	9
S13	11	0	0	11	1	0	0	1	0	12
S14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S15	9	0	0	9	8	0	0	8	0	17
S16	0	0	0	0	6	0	0	6	0	6
S17	20	0	0	20	3	0	0	3	0	23
TOTAL	61	9	3	73	48	4	3	55	0	128
PROMEDIO	3.59	0.53	0.18	4.29	2.82	0.24	0.18	3.24		7.53

ESTRATO DE CAÑA PLANTÍA

PUNTO	<i>Dipropus sp.</i>	<i>Horistonotus sp.</i>	<i>Agrypnus sp.</i>	ELATERIDAE	<i>Anomala sp.</i>	<i>P. dasypoda</i>	<i>P. obsoleta</i>	SCARABAEIDAE	<i>Scaptocoris talpa</i>	TOTAL
P1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1
P2	5	0	0	5	0	0	0	0	0	5
P3	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1
P4	4	0	0	4	0	0	0	0	0	4
P5	3	0	0	3	3	0	0	3	0	6
P6	0	0	0	0	5	0	0	5	0	5
P7	2	0	0	2	1	0	0	1	0	3
P8	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1
P9	0	0	0	0	2	0	0	2	0	2
TOTAL	15.000	0.000	0.000	15.000	13.000	0.000	0.000	13.000	0.000	28
PROMEDIO	1.667			1.667	1.444			1.444		3.111

PRECIPITACIÓN EN MILÍMETROS	275.2
HUMEDAD PROMEDIO DEL SUELO	26.38

Continuación de Cuadro 9A.

MUESTREO DE INSECTOS RIZÓFAGOS EN FINCA SABANA GRANDE, EL RODEO, ESCUINTLA.
NOVIEMBRE DE 2004

ESTRATO DE CAÑA SOCA

PUNTO	<i>Dipropus sp.</i>	<i>Horistonotus sp.</i>	<i>Agrypnus sp.</i>	ELATERIDAE	<i>Anomala sp.</i>	<i>P. dasypoda</i>	<i>P. obsoleta</i>	SCARABAEIDAE	<i>Scaptocoris talpa</i>	TOTAL
S1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S2	7	0	1	8	2	0	0	2	0	10
S3	1	0	3	4	3	0	0	3	0	7
S4	5	0	0	5	0	0	0	0	0	5
S5	5	0	0	5	2	0	0	2	0	7
S6	2	0	0	2	3	0	0	3	0	5
S7	6	0	0	6	6	0	0	6	0	12
S8	3	0	0	3	1	0	0	1	0	4
S9	8	0	0	8	0	1	0	1	0	9
S10	5	0	0	5	5	0	0	5	0	10
S11	0	4	0	4	4	0	0	4	0	8
S12	0	0	0	0	5	0	0	5	0	5
S13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S14	7	0	0	7	0	0	1	1	0	8
S15	12	0	0	12	3	0	0	3	0	15
S16	13	0	0	13	0	0	0	0	0	13
S17	8	6	0	14	2	0	0	2	0	16
TOTAL	82	10	4	96	36	1	1	38	0	134
PROMEDIO	4.82	0.59	0.24	5.65	2.12	0.06	0.06	2.24		7.88

ESTRATO DE CAÑA PLANTÍA

PUNTO	<i>Dipropus sp.</i>	<i>Horistonotus sp.</i>	<i>Agrypnus sp.</i>	ELATERIDAE	<i>Anomala sp.</i>	<i>P. dasypoda</i>	<i>P. obsoleta</i>	SCARABAEIDAE	<i>Scaptocoris talpa</i>	TOTAL
P1	1	0	0	1	2	0	0	2	0	3
P2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P3	3	0	0	3	3	0	0	3	0	6
P4	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1
P5	5	0	0	5	0	0	0	0	0	5
P6	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1
P7	0	0	0	0	2	0	0	2	0	2
P8	1	0	0	1	3	0	0	3	0	4
P9	3	0	0	3	1	0	0	1	0	4
TOTAL	14.000	0.000	0.000	14.000	12.000	0.000	0.000	12.000	0.000	26
PROMEDIO	1.556			1.556	1.333			1.333		2.889

PRECIPITACION EN MILIMETROS	143.2
HUMEDAD PROMEDIO DEL SUELO	23.2

Continuación de Cuadro 9A.

MUESTREO DE INSECTOS RIZÓFAGOS EN FINCA SABANA GRANDE, EL RODEO, ESCUINTLA.
DICIEMBRE DE 2004

ESTRATO DE CAÑA SOCA

PUNTO	<i>Dipropus sp.</i>	<i>Horistonotus sp.</i>	<i>Agrypnus sp.</i>	ELATERIDAE	<i>Anomala sp.</i>	<i>P. dasygota</i>	<i>P. obsoleta</i>	SCARABAEIDAE	<i>Scaptocoris talpa</i>	TOTAL
S1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S2	0	0	1	1	4	0	0	4	0	5
S3	0	0	0	0	6	0	0	6	0	6
S4	0	0	2	2	0	0	0	0	0	2
S5	0	0	0	0	3	0	0	3	0	3
S6	4	0	0	4	0	0	0	0	0	4
S7	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1
S8	0	3	0	3	3	0	0	3	0	6
S9	13	0	0	13	1	0	0	1	0	14
S10	5	0	0	5	3	0	0	3	0	8
S11	1	0	0	1	0	1	0	1	0	2
S12	0	2	0	2	2	0	0	2	0	4
S13	6	0	0	6	3	0	0	3	0	9
S14	1	0	0	1	2	0	1	3	0	4
S15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S16	15	0	0	15	5	0	0	5	0	20
S17	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1
TOTAL	46	5	4	55	32	1	1	34	0	89
PROMEDIO	2.71	0.29	0.24	3.24	1.88	0.06	0.06	2.00		5.24

ESTRATO DE CAÑA PLANTÍA

PUNTO	<i>Dipropus sp.</i>	<i>Horistonotus sp.</i>	<i>Agrypnus sp.</i>	ELATERIDAE	<i>Anomala sp.</i>	<i>P. dasygota</i>	<i>P. obsoleta</i>	SCARABAEIDAE	<i>Scaptocoris talpa</i>	TOTAL
P1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P5	0	0	0	0	2	0	0	2	0	2
P6	4	0	0	4	0	0	0	0	0	4
P7	2	0	0	2	0	0	0	0	0	2
P8	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1
P9	2	0	0	2	0	0	0	0	0	2
TOTAL	9.000	0.000	0.000	9.000	2.000	0.000	0.000	2.000	0.000	11
PROMEDIO	1.000			1.000	0.222			0.222		1.222

PRECIPITACION EN MILÍMETROS	17.4
HUMEDAD PROMEDIO DEL SUELO	21.12

CAPÍTULO III

INFORME DE SERVICIOS

**PRESTADOS EN FINCA SABANA GRANDE, EL RODEO, ESCUINTLA, DURANTE
EL PERÍODO DE FEBRERO A NOVIEMBRE DE 2004**

1. INTRODUCCIÓN

El presente informe, contiene los servicios realizados en la Unidad Docente y Productiva finca Sabana Grande, El Rodeo, Escuintla, durante los meses de febrero a noviembre de 2005.

El primer servicio titulado “Manejo del área productiva de caña de azúcar”, obedece al diagnóstico realizado al subsistema de caña de azúcar, a través del cual se identificó como problema central “un manejo inadecuado del cultivo de caña de azúcar”, el cual es producto de una serie de causales como: falta de planos de la finca y pantes de caña, ausencia de un protocolo de registro confiable y sistemático de proyectos, actividades y acciones, todo lo cual tiene como efecto principal un bajo rendimiento por hectárea. Como resultado del servicio se cuenta con información catastral digital de la finca, la cual servirá para la planificación correcta de las labores agrícolas del cultivo y, desde ya fue útil para la renovación de 29.480 hectáreas de caña con las variedades PGM 89-968, CP 88-1508 y CP 72-2086, así como para la planificación de la renovación en los años 2005 y 2006 de 25.540 y 21.777 hectáreas de caña respectivamente con las variedades CP 88-1508 y PGM 89-968. El área de caña renovada según evaluación del comprador (Ingenio Concepción) estará lista para la zafra a principios del mes de marzo de 2005.

El segundo servicio de implementación del cultivo de papaya (*Carica papaya L.*), fue de tipo institucional y obedece a la necesidad de diversificar las salidas del sistema agrícola de la finca. Como resultado del servicio se implementó un área de 0.556 has con papaya criolla, a una distancia entre surcos de 2.5 m y 2 m entre plantas. La plantación al 15 de noviembre de 2004 se encontraba en plena floración e inicio de la fructificación en un estado fitosanitario aceptable y preparada para que se le brindara el manejo apropiado hasta la cosecha y comercialización del producto que debe iniciarse a finales del mes de marzo de 2005.

2. SERVICIO 1: MANEJO DEL ÁREA PRODUCTIVA DE CAÑA DE AZÚCAR

Con base al diagnóstico se estableció el presente servicio, que involucra tres actividades principales:

- **Actividad 1:** Levantamiento catastral de la finca y pantes de caña de azúcar.
- **Actividad 2:** Renovación de cañales con más de 7 socas.
- **Actividad 3:** Planificación de la renovación total del área de caña de azúcar.

2.1 OBJETIVOS

A. General

Potencializar la producción del sistema productivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) en finca Sabana Grande, El Rodeo, Escuintla

B. Específicos

Catastrar el polígono y cada pante cultivado con caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) en finca Sabana Grande, El Rodeo, Escuintla.

Renovar 21 hectáreas de caña de azúcar con variedades adaptadas a las condiciones bioclimáticas de finca Sabana Grande.

Planificar la renovación del área total de caña de azúcar para los próximos dos años.

2.2 METODOLOGÍA

2.2.1 LEVANTAMIENTO CATASTRAL DE LA FINCA Y PANTES DE CAÑA

A. Contacto con la Unidad Técnico Jurídica de Catastro de Escuintla

Se realizaron las gestiones previas con el delegado departamental de la Unidad Técnico Jurídica (UTJ) de Catastro del departamento de Escuintla, a fin de solicitar el equipo y personal necesario para el levantamiento catastral de la finca. Se acordó que finca Sabana Grande debía colaborar con la elaboración de mojones de tercer orden, personal para el reconocimiento perimetral de la finca y pantes de caña, alimentación (almuerzo) para el personal de UTJ durante la fase de campo y la estrecha colaboración durante el proceso del Coordinador de Fincas de la FAUSAC y epesista responsable.

B. Reconocimiento de mojones, perímetro y colindantes de finca Sabana Grande

En coordinación con el coordinador de fincas de la FAUSAC, delegado de UTJ de Escuintla y supervisor de campo, se caminó la finca para localizar los mojones principales e intermedios del perímetro. Se localizaron 12 de los 11 mojones principales (exceptuándose el mojón V-8). Se acordó abrir brechas de 1.5 metros de luz para permitir el levantamiento con estación total Leica 805 en los linderos entre los mojones V4 y V5; V6 y V7, V9 y V10.

En carpintería se elaboraron cuatro cajas de 20 cm x 20 cm x 80 cm (ancho x ancho x longitud) para hacer cuatro mojones de concreto donde se instalaron los puntos geodésicos de tercer orden dentro de la finca (dentro del camino principal), para partir de allí con el levantamiento de caminos y pantes de caña.

C. Establecimiento de puntos geodésicos de tercer orden

Con el apoyo especial del Dr. Kjell Lundberg, consultor de Swedesurvey de Suecia, y personal técnico de UTJ, se identificaron los puntos estratégicos para la colocación de la red geodésica interna de la finca de orden 3. Los primeros dos puntos se colocaron uno a un costado del campo de foot ball y el otro en una hilada de pasto vetiver que se encuentra en el pante 64 (anteriormente llamado Pante I). Los otros dos monumentos se colocaron en la ronda de los pantes ubicados a un costado del puente del río Cometa.

Para colocar los mojones se perforaron agujeros de 85 cm de profundidad y luego se introdujo el mojón con un exceso sobre la superficie de aproximadamente diez centímetros, en la base del agujero se aplicó una mezcla de concreto y a los lados se le aplicó tierra y piedras, sobre la parte alta del mojón y a nivel del suelo se aplicó una torta de cemento y se colocó la ficha de identificación del mojón (Figura 1).



Lectura del punto geodésico
CN = Catastro nacional.
Código: 05-01-03-01
05 = Departamento de Escuintla
01 = Municipio de Escuintla
03 = Mojón de tercer orden
01 = Primer mojón de finca
Sabana Grande

Figura 1. Punto geodésico de tercer orden para levantamiento catastral, ubicado en finca Sabana Grande.

Luego se tomaron las coordenadas de cada uno de los cuatro puntos geodésicos para lo cual se colocó el GPS, se centró, niveló y se ingresaron los datos de altura desde la base del mojón a la antena, la temperatura del ambiente y el código del punto, luego se activó el GPS para recepción de datos y se mantuvo encendido por término de 40 minutos para recibir la información de los satélites. Tres GPS mostraron que estaban trabajando con seis satélites y el otro GPS reportó estar trabajando con 8 satélites. Luego se llevaron los GPS a Escuintla y se bajó la información de las coordenadas X, Y y Z.

D. Levantamiento del polígono de la finca, caminos, pantes de caña e infraestructura principal

a. Brigadas de trabajo

Colaboraron 15 técnicos y un supervisor de campo de la UTJ, 5 trabajadores de finca Sabana Grande, apoyados por el epesista a cargo de la actividad y Coordinador de Fincas de la FAUSAC.

Se trabajó en horario de 7:15 a 13:00 horas de lunes a viernes, puesto que a partir de las 13:30 horas durante este período se presentaban puntualmente precipitaciones, lo que impedía continuar trabajando.

Se formaron cuatro brigadas de trabajo con 4 miembros cada brigada: una brigada para levantar el camino principal interno y exterior de la finca; una brigada para levantar el perímetro de la finca y dos brigadas compuestas por tres personas cada una para levantar los pantes de caña así como las rondas. El punto de partida de las brigadas de caminos y perímetro de la finca fueron los puntos geodésicos de tercer orden 05010301 y 05010302 y los puntos de partida para las dos brigadas del levantamiento de los pantes de caña fueron los identificados como: 05010303 y 05010304.

Para la brigada encargada de levantar el perímetro de la finca, fue necesario designar a un trabajador permanente de la finca, para indicarles las formas mas adecuadas de abordar el perímetro; también para ésta brigada fue necesario colocar un grupo de cuatro trabajadores de la finca para ir abriendo brecha sobre el lindero a fin de poder colocar la estación total y de allí realizar las radiaciones correspondientes.

Con las cuatro brigadas coordinaron la actividad el epesista a cargo y el supervisor de campo de UTJ, a fin de indicarles la ubicación de las rondas y pantes respectivamente.

Para la brigada de caminos fue necesario elaborar un total de 400 estacas de 30 cm de largo y un diámetro aproximado de 4 cm.

Diariamente se coordinó con el Coordinador de Fincas de la FAUSAC, sobre la alimentación de las personas de UTJ, en relación a tener a la mano los insumos necesarios, movilizar a las dos cocineras al centro recreativo y acciones varias, para que el personal de UTJ pudiera almorzar a la 1:30 de la tarde, pues fue la única retribución por parte de la finca a UTJ por realizar el levantamiento. La partida presupuestaria para alimentación se obtuvo de los viáticos del Coordinador de Fincas, quien prescindió de dicho renglón durante el tiempo que duró el levantamiento de la finca.

b. Operación de las estaciones totales Trimble 3603 DR y Leica 805

Para cada obtener la información y operar cada una de las estaciones totales Trimble 3603 DR y Leica 805, se siguieron diferentes metodologías de operación del computador; sin embargo, los pasos generales se mencionan a continuación:

- Encender el equipo presionando Power.
- Centrar con el laser y nivelar la estación, tomar la altura del centro del mojón hacia la antena (Figura 2).
- Presionar continuar (si se sigue en la misma estación) y NO si se ha cambiado de estación.
- Orientar la estación hacia un punto conocido.
- Ingresar el número de estación actual.
- Ingresar el número de la estación conocida.
- El computador coteja automáticamente las coordenadas de la estación conocida con las tomadas desde la estación actual. Si coinciden se prosigue con el levantamiento.
- Ingresar nuevamente la altura del instrumento.
- Ingresar la altura del prisma del punto de referencia (para el levantamiento de los pantes de caña no se ingresó pues el levantamiento fue planimétrico).

- Ingresar el nombre del archivo en que se encuentra la estación.
- Dirigir la estación a las radiaciones a medir, para lo cual se busca con el telescopio el prisma, luego se mueve el azimutal y el zenital para enfocar el prisma.
- Al tener el prisma enfocado se presiona AM.
- Para salir se presiona Reg y luego Enter.
- Se presiona AM y Enter hasta leer las coordenadas del nuevo punto.
- Luego se presiona Oth y se pasa a la lectura del siguiente prisma y así sucesivamente hasta leer todos los puntos de un polígono o parte del polígono (Figura 3).
- Cuando ya no se puede leer más puntos es necesario mover la estación hacia otro punto del cual ya se tengan coordenadas e iniciar de nuevo el procedimiento.



Figura 2. Centrado, nivelado y toma de cota con la estación total Trimble 3603 DR



Figura 3. Inicio de medición de pantes de caña del punto geodésico 05-01-03-01.

E. Trabajo de gabinete

Para obtener la información del levantamiento catastral de campo se conectó la computadora de la sección de mapas y la computadora de las estaciones totales por medio del puerto COM 1. Se utilizó el programa TcTools 3.21, donde primero fue necesario bajar la información relacionada al listado de estaciones, en la función de recibir coordenadas; se ingresó el nombre del archivo (según la brigada de trabajo). De ésta manera los datos se archivaron en la ubicación indicada, pero solamente para obtener los datos en una lista de coordenadas en formato ENZ_M; por lo tanto se procedió a archivar la información con extensión txt, de manera que la información se pudiera visualizar en cualquier programa de procesador de palabras. En formato con extensión txt la información de cada punto contenía las coordenadas X, Y y Z. Luego se ingresaron a AUTOCAD y se unieron los puntos según los croquis de campo, finalmente los archivos generados se transfirieron a otros programas

como Arc Explorer, Arc View Gis, Arc Map, donde se hizo cambio de proyecciones de las coordenadas y ajustes diversos para la presentación final.

2.2.2 RENOVACIÓN DE CAÑALES EN FINCA SABANA GRANDE

A. Gestiones presiembra y selección de variedades

La primera acción que se realizó a principios del año 2004, fue realizar un recorrido por los pantes de caña a renovar con el Decano de la Facultad de Agronomía, Vocal II de Junta Directiva, Coordinador de Fincas y epesista de la FAUSAC, a fin de definir el tipo de mecanización que se proporcionaría a los pantes, estableciendo que entre la secciones de la Fundación y El Rodeo se contaba con 21 hectáreas (30 manzanas), las cuales se mecanizarían completamente (arado, rastreado y surqueado) y tres pantes de la sección El Rodeo se trabajarían con labranza mínima (rastreado y surqueado).

Actualmente finca Sabana Grande vende la producción de caña al Ingenio Concepción el cual tiene el departamento de supervisión, inspección y asesoría de fincas cañeras que dirige el Ing. Agr. Nelson Esquivel y es quien se encarga de recomendar de acuerdo a las condiciones agroecológicas de la finca, las variedades a cultivar, así también se encarga de ubicar las fincas con los mejores semilleros para proveer de semilla.

En tal sentido se recorrió el área a renovar con el supervisor del Ingenio Concepción a fin de seleccionar las variedades a establecer no solo de acuerdo a sus características agronómicas sino que también de acuerdo a los objetivos y funciones de Finca Sabana Grande y de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala que entre otros destaca la docencia.

De acuerdo al carácter docente y de investigación que debe cumplir Finca Sabana Grande se decidió establecer al menos cuatro variedades de caña para que tanto docentes, investigadores y estudiantes de la Facultad de Agronomía tengan en un área relativamente pequeña de cultivo diversidad de variedades para poder diferenciarlas y realizar investigaciones en ellas.

De acuerdo a criterios agronómicos se debía tener variedades de tallos fuertes por los vientos que corren en el área; variedades tempraneras y tardías adaptadas al estrato alto

cañero de la costa sur (arriba de los 500 metros sobre el nivel del mar); variedades con buen tonelaje por área y variedades de menor tonelaje pero con mayor valor de grados brix.

Según los criterios de selección antes mencionados se seleccionaron las variedades siguientes:

- PGM 89-968: Variedad tempranera de tallos amarillos y alto contenido de grados brix, encorcha al madurar.
- CP 88-1508: Variedad tardía de tallos morados gruesos y de buen tonelaje.
- CP 72-2086: Variedad tardía de tallos verde amarillentos y de buen tonelaje, es la que se cultiva actualmente el en 80 por ciento del área cañera.
- MEX 69-290: Variedad mexicana tolerante a la sequía.

B. Preparación del terreno: arado, rastreado, trazo de curvas a nivel y surqueado

La preparación del terreno consistió de cinco pasos: el arado o volteo, el rastreado o pulido, trazo de curvas a nivel, riego (en la sección la Fundación) y surqueado. En la sección de El Rodeo (parte alta de la finca) no se dispuso sistema de riego.

En los pantes 14, 15, 16, 17, 18, 21, 23 y 24 (sección la Fundación) para el arado del terreno se empleó el tractor Jhon Deere 6410 de 100 caballos de fuerza con arado reversible de discos (Figura 5). En El Rodeo se aró el terreno únicamente en los pantes 1, 2, 3, 4, 5, 14 y 65 (Figura 4). Luego del arado se empleó la rastra de acción hidráulica de 20 discos a fin de mullir el terreno.

Después del arado y rastreado se procedió al trazo de curvas a nivel empleando un nivel de caballete por el medio del cual se colocaron las estacas guías que indican el nivel del terreno (Figura 5); se suavizó la curva y posteriormente esta sirvió de guía al tractor para el surqueado del terreno. La distancia entre surcos fue de 1.40 m para la variedad macolladora PGM 89-968 y 1.30 metros las otras variedades (Figura 6).

En los pantes (Sección El Rodeo) en que se realizó labranza mínima (únicamente surqueado) para eliminar el rebrote de la caña soca se aplicó Glifosato a razón de 3.5 l/ha.



Figura 4. Arado del suelo en finca Sabana Grande, durante el año 2004.



Figura 5. Trazo de línea guía para curva de nivel en finca Sabana Grande 2004.

El riego se aplicó únicamente a los pantes de la Sección La Fundación (18, 21, 23 y 24) por medio de aspersión, siendo la fuente de agua un embalse sobre el río Mongoy.



Figura 6. Surqueado del terreno para la siembra de caña de azúcar en finca Sabana Grande, 2004.

C. Siembra y primera fertilización

Por cada 0.70 ha (una manzana) se emplearon 6.44 (surcos a 1.40 metros) y 6.70 (surcos a 1.30 metros) toneladas de semilla de caña, lo que equivale a 542 y 560 paquetes de

caña con un peso de 10.79 kilogramos (23.75 libras) por paquete y 30 cañas (canutos) de 60 cm de largo conteniendo 5 a 8 yemas por canuto (Figuras 7 y 8).



Figura 7. Trabajadores de finca Sabana Grande llevando los paquetes de caña al área de siembra, 2004.



Figura 8. Paquete de caña con 30 cañas de 60 cm de largo y un peso de 23.75 libras.

La siembra se realizó a cadena doble, lo primero fue el cabeceo de los surcos, acción que consistió en emparejar (poner sobre la misma línea perpendicular) los extremos de los surcos por medio del azadón. Se aplicó el fertilizante triple superfosfato a razón de 260 kg/ha (4 quintales por manzana), y se estandarizó para que el trabajador depositara 454 gramos de fertilizante por cada 12.6 metros lineales a fin de que no sobrara ni faltara fertilizante en cada pante de caña. Finalmente se cubrió la caña con ± 4 cm de tierra (Figura 9).



Figura 9. Tapado de la semilla de caña ya fertilizada en finca Sabana Grande, 2004.

Es necesario indicar que en algunas oportunidades fue necesario rechazar la semilla de caña a la finca proveedora (finca San José) porque enviaban demasiada punta de caña, la cual no tiene yemas y por lo tanto no va a producir brote (Figura 10).



Figura 10. Punta de caña de mala calidad para ser utilizada como semilla que fue rechaza durante la siembra en finca Sabana Grande 2004.

D. Manejo de malezas

Entre los 35 a 40 días después de sembrada la caña se aplicó la siguiente mezcla herbicida:

- 1.30 kg/ha de **Triazina Ametrina** (Gesapax), pre y post-emergente, sistémico que inhibe la reacción de Hill en el proceso fotosintético.
- 1.30 kg/ha de **Triazina Atrazina** (Gesaprim), pre y post-emergente, sistémico que es absorbido por las hojas de las malezas impidiendo su desarrollo al inhibir el proceso fotosintético.
- 1.30 l/ha de **Fenoxiacético 2,4-D** (Superfulmina), pre y post-emergente, selectivo para el control de malezas de hoja ancha que actúa por translocación vía floema a lugares en donde hay mayor consumo de alimentos.

Con esta mezcla herbicida mas las labores culturales (véase segunda fertilización y rastreo) se consiguió tener libre de malezas el área entre surcos del cañal hasta los 4 meses cuando el cañal ya había cerrado (Figura 11).



Figura 11. Resultado del manejo de malezas en los pantes de caña con la variedad PGM 89-968 en finca Sabana Grande, 2004.

E. Segunda fertilización y rastreo

Entre los 65 a 70 días después de la siembra, se realizó la segunda fertilización, para lo cual se empleó el fertilizante triple 15 a razón de 260 kg/ha. Para la variedad PGM 89-968 que se sembró a 1.40 metros entre surcos se emplearon 454 gramos de fertilizante por cada 12.6 metros lineales y para las variedades CP 88-1508 y CP 72-2086 que se sembraron a 1.30 metros entre surco se emplearon 454 gramos por cada 13.6 metros lineales.

Después de la segunda fertilización se procedió con la rastra pequeña (rastra integral) a cultivar entre los surcos de caña para incorporar adecuadamente el fertilizante y también incorporar los desechos de malezas presentes.

Con esta acción se puso fin a las labores agronómicas en el cultivo de caña de azúcar, pues los cañales ya habían cerrado. Todas las acciones realizadas en el cultivo de caña de

azúcar fueron llevadas a cabo gracias a la colaboración de los trabajadores permanentes y temporales de Finca Sabana Grande por lo cual es conveniente mostrar a parte del grupo en la Figura 12.



Figura 12. Trabajadores de Finca Sabana Grande que participaron en la renovación de 29.48 hectáreas de caña de azúcar durante el año 2004.

2.2.3 PLANIFICACIÓN DE LA RENOVACIÓN DEL ÁREA TOTAL DE CAÑA DE AZÚCAR

Considerando que toda el área de caña tiene al menos 5 años de establecida, el criterio para la renovación fue dividir el resto del área de caña (la que no se renovó en el año 2004) en dos grupos, uno para cada año, así mismo se consideró la eliminación de algunos pantes de caña que por su ubicación y extensión no es apropiado su aprovechamiento, con lo cual se reduce el área dedicada a éste cultivo.

2.3 RESULTADOS

2.3.1 LEVANTAMIENTO CATASTRAL DE LA FINCA SABANA GRANDE

A. Archivos digitales generados

Los archivos digitales generados del perímetro de la finca, pantes de caña y caminos principales se presentan en la Figura 13 y se encuentran disponibles en la versión electrónica que acompaña a este documento y que se encuentra depositada en el Centro de Documentación e Información Agrícola (CEDIA) de la FAUSAC. Dichos archivos son de suma importancia y pueden abrirse para su trabajo a través de AUTOCAD, ArcView Gis, Arc Map y Arc Explorer entre otros, la utilidad de los archivos dependerá de las necesidades y habilidades para operarlos de que disponga el Encargado II de finca Sabana Grande; en general son útiles para aplicaciones de fertilizantes y agroquímicos, siembra y renovación, planificación de actividades durante un período dado, etc.

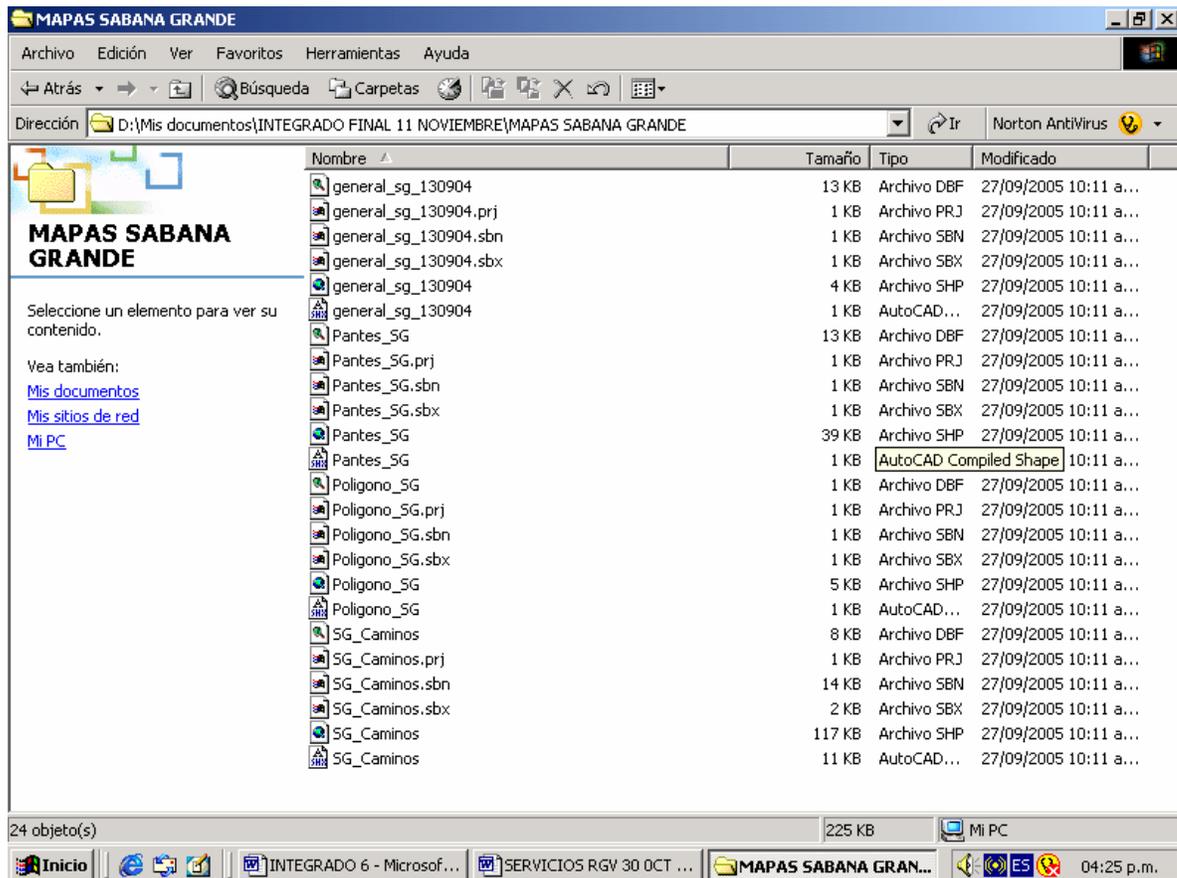


Figura 13. Archivos digitales del catastro para planificar actividades en caña de azúcar en finca Sabana Grande.

El área total de la finca según el levantamiento catastral efectuado es de 215.51 hectáreas; lo cual contrasta con lo indicado en el registro de la propiedad que es de 221 hectáreas. Así mismo, el área de los pantes de caña se estimaba en 64.40 hectáreas y realmente según el levantamiento catastral dispone de 78.634 hectáreas.

En la Figura 14, se presenta un resumen de las áreas de cada una de las cinco secciones y el respectivo número de pante, así como un consolidado por sección.

SECCIÓN EL RODEO			SECCIÓN LA FUNDACIÓN			SECCIÓN LAS PRESAS		
Pante	Área en		Pante	Área en		Pante	Área en	
	ha	mz		ha	mz		ha	mz
1	1.671	2.387	14	0.080	0.114	27	1.393	1.990
2	0.131	0.187	15	1.554	2.220	28	0.607	0.867
3	0.182	0.260	16	3.108	4.440	29	0.195	0.279
4	3.555	5.079	17	1.666	2.380	30	0.912	1.303
5	0.798	1.140	18	2.584	3.691	31	0.157	0.224
6	3.904	5.577	19	1.738	2.483	32	0.881	1.259
7	0.514	0.734	20	1.382	1.974	33	0.864	1.234
8	3.118	4.454	21	0.126	0.180	34	0.120	0.171
9	1.304	1.863	22	1.675	2.393	35	1.947	2.781
10	1.101	1.573	23	0.472	0.674	36	0.407	0.581
11	1.581	2.259	24	3.367	4.810	37	0.423	0.604
12	0.311	0.444	25	2.144	3.063	38	0.239	0.341
13	1.203	1.719	26	0.184	0.263	39	0.596	0.851
Total	19.373	27.676	Total	20.080	28.686	40	1.522	2.174
						41	0.122	0.174
						42	0.041	0.059
						43	0.092	0.131
						44	1.392	1.989
						45	0.619	0.884
						Total	12.529	17.899
SECCIÓN DEL CAMPO			SECCIÓN SANTO DOMINGO					
Pante	Área en		Sección	Área en				
	ha	mz		ha	mz			
58	0.042	0.060	El Rodeo	19.373	27.676			
59	0.409	0.584	La Fundación	20.080	28.686			
60	0.383	0.547	Las Presas	12.529	17.899			
61	0.040	0.057	Santo Domingo	16.333	23.333			
62	2.576	3.680	El Campo	10.319	14.741			
63	3.739	5.341	Total	78.634	112.335			
64	1.109	1.584						
65	1.978	2.826						
66	0.043	0.061						
Total	10.319	14.741						

Figura 14. Área en hectáreas y manzanas de cada uno de los pantes de caña en finca Sabana Grande, durante el año 2004.

A continuación se presentan los mapas de finca Sabana Grande, divididos en cinco grandes secciones de cultivo (Figuras 15 a 19).

Escala = 1 : 3,300

Escala = 1 : 26,000

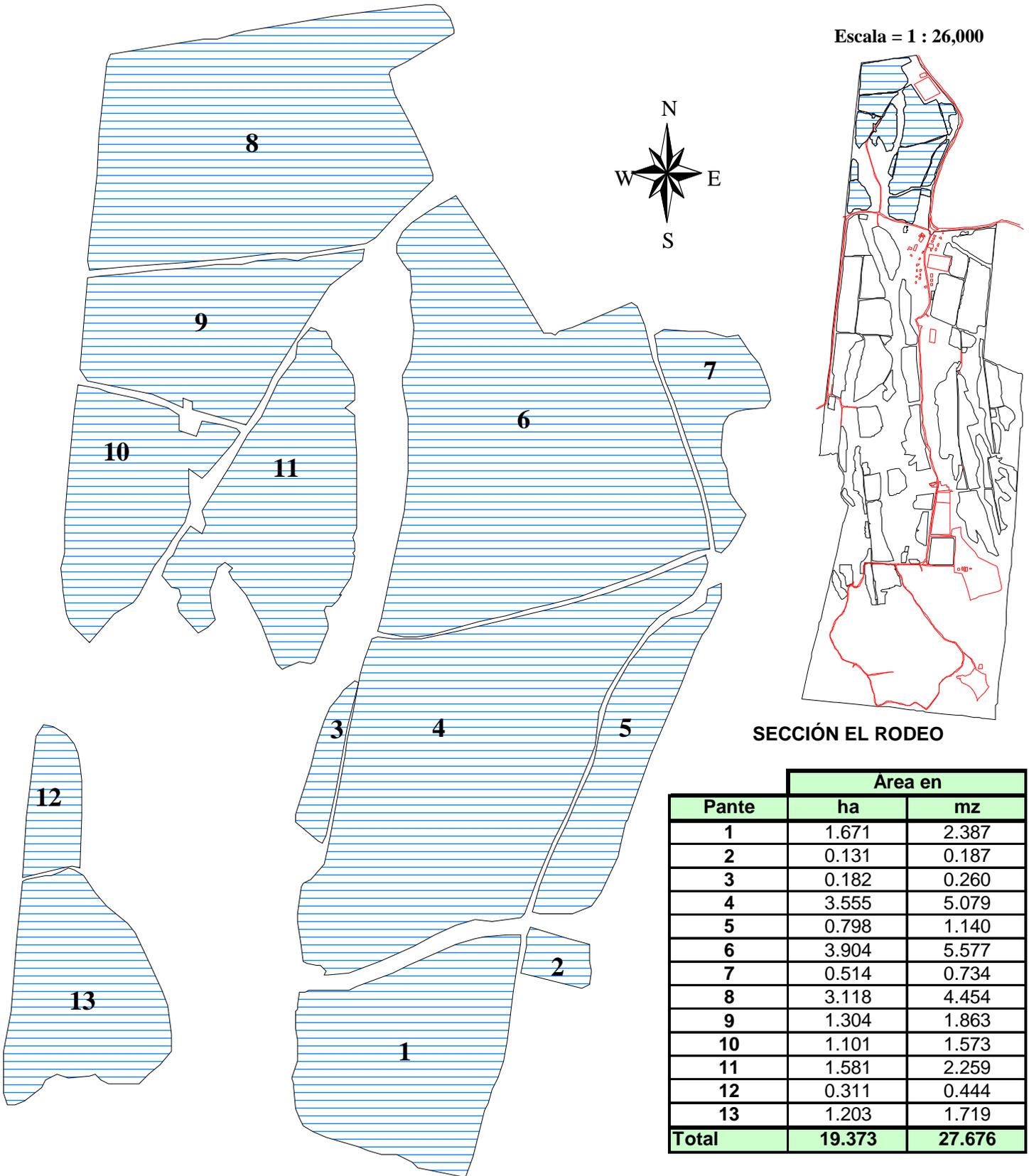


Figura 15. Pantes de caña de la sección El Rodeo de Finca Sabana Grande, 2004.

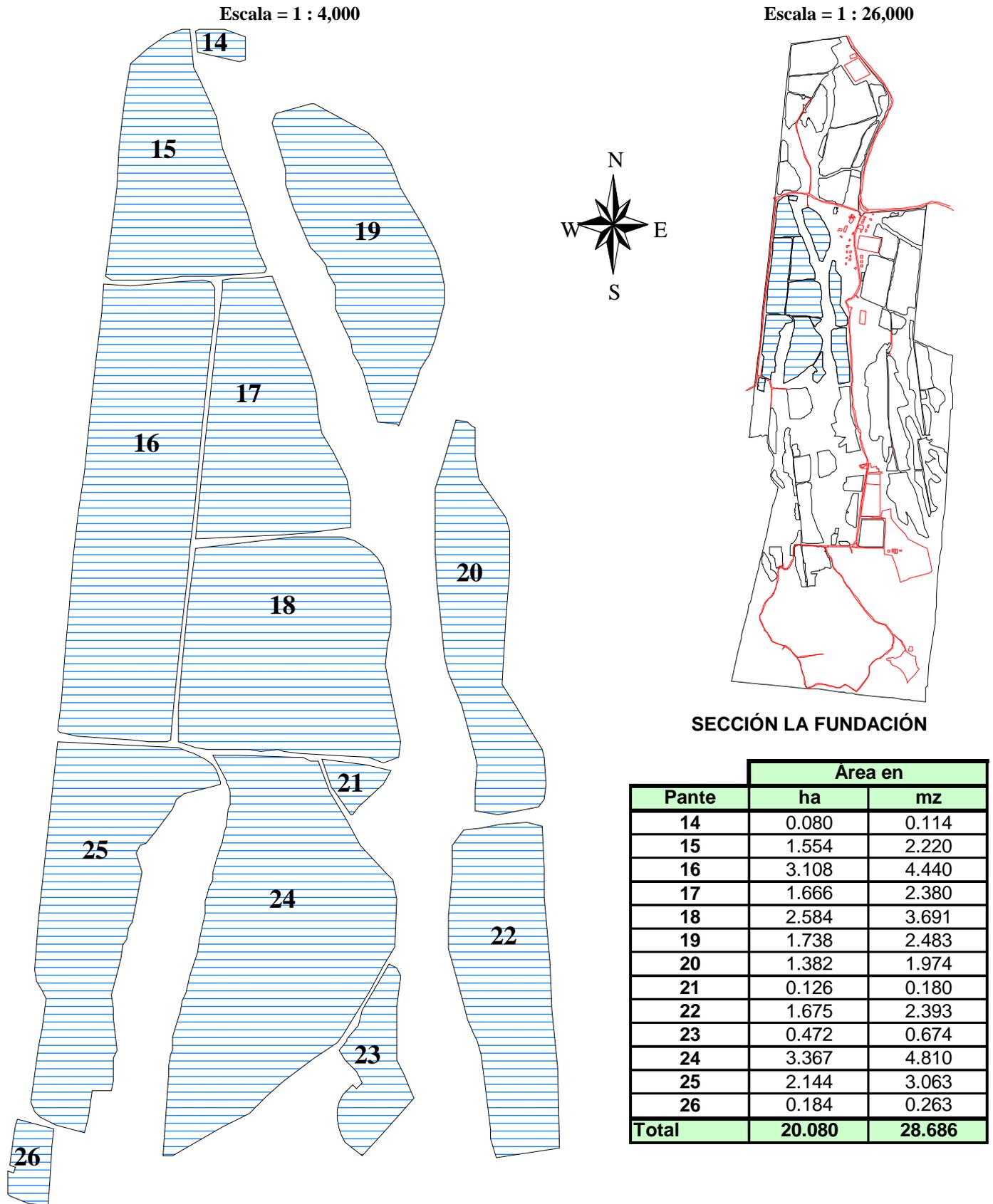


Figura 16. Pantes de caña de la sección La Fundación de Finca Sabana Grande, 2004.

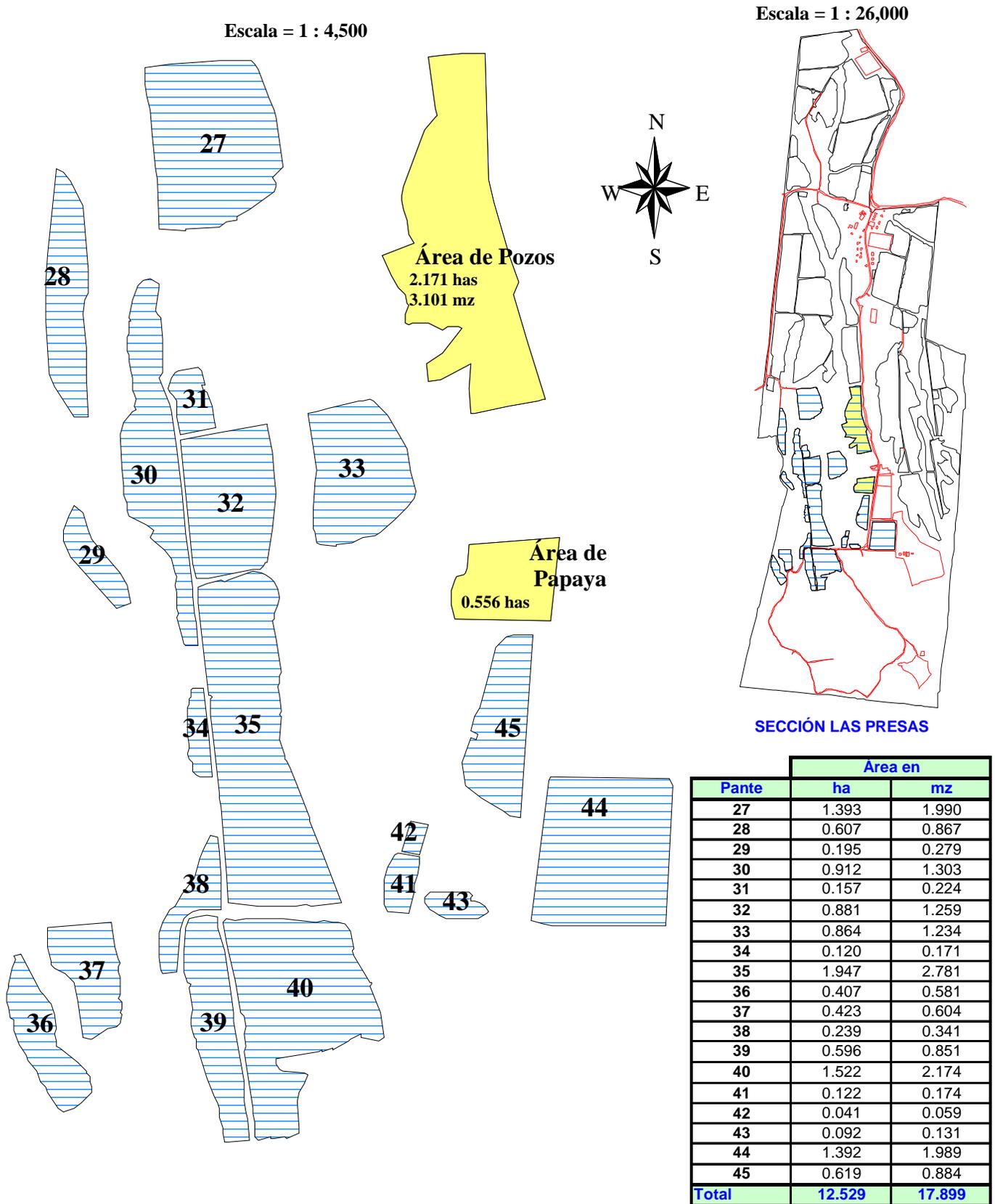
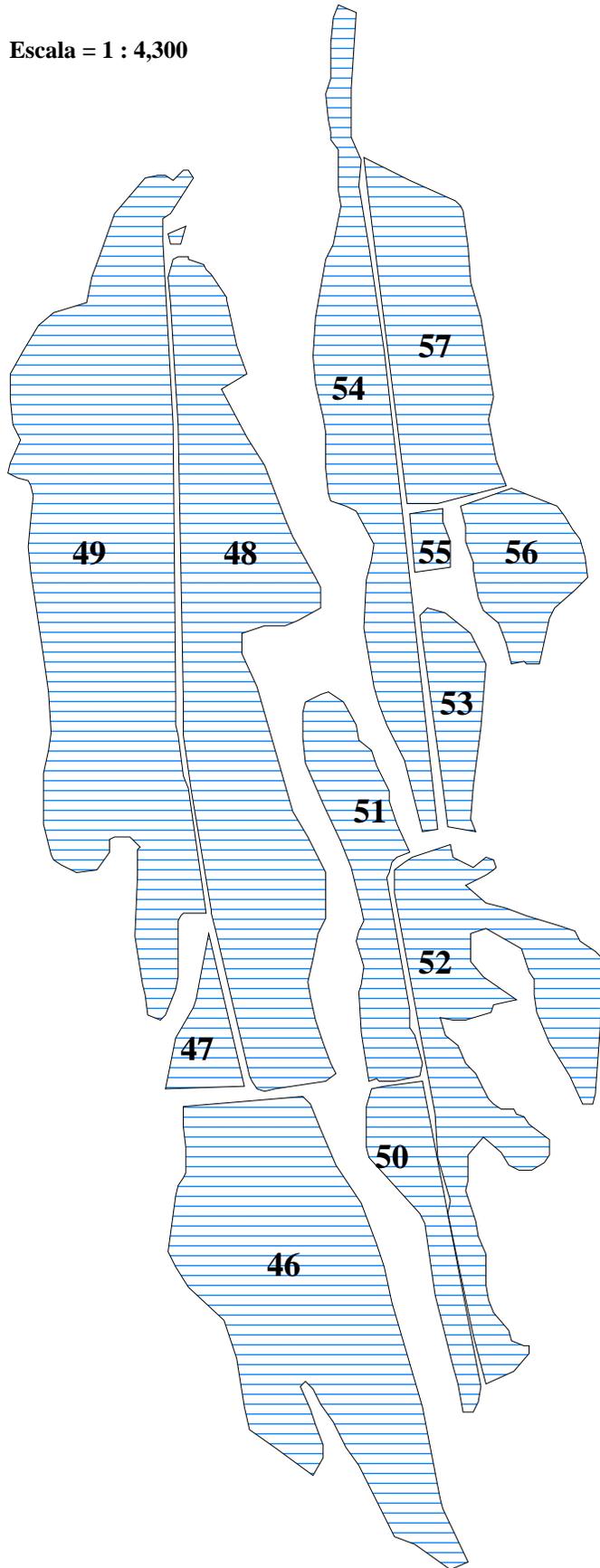
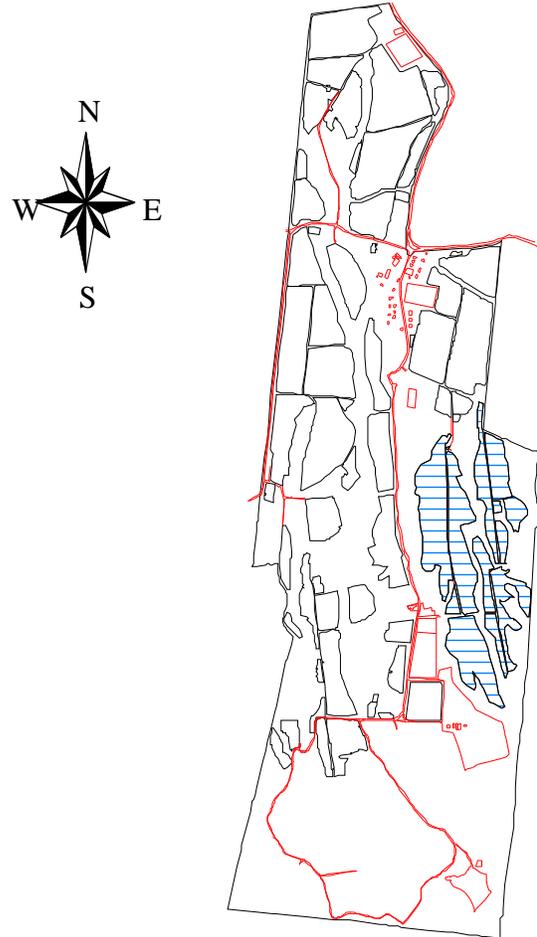


Figura 17. Pantos de caña de la sección Las Presas de Finca Sabana Grande, 2004.

Escala = 1 : 4,300



Escala = 1 : 26,000



SECCIÓN SANTO DOMINGO

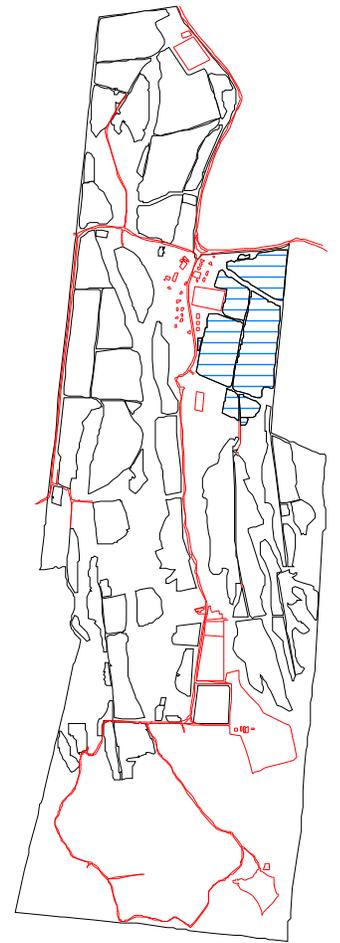
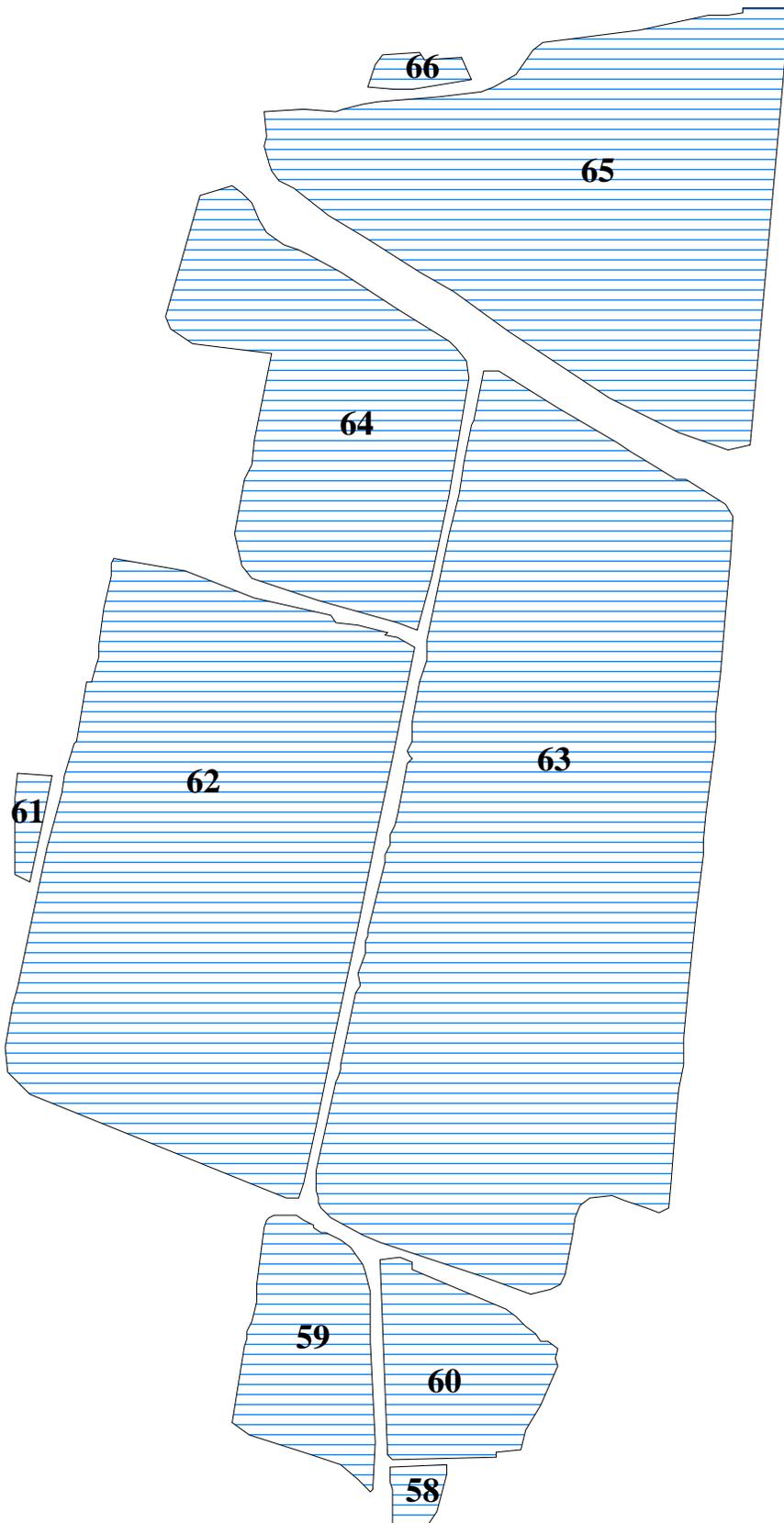
Pante	Area en	
	ha	mz
46	2.384	3.406
47	0.251	0.359
48	3.031	4.330
49	3.936	5.623
50	0.506	0.723
51	0.815	1.164
52	1.614	2.306
53	0.395	0.564
54	1.470	2.100
55	0.089	0.127
56	0.585	0.836
57	1.257	1.796
Total	16.333	23.333

Figura 18. Pantes de caña de la sección Santo Domingo de Finca Sabana Grande, 2004.

Escala = 1 : 2,600

Escala = 1 : 26,000

94



SECCIÓN DEL CAMPO

Pante	Area en	
	ha	mz
58	0.042	0.060
59	0.409	0.584
60	0.383	0.547
61	0.040	0.057
62	2.576	3.680
63	3.739	5.341
64	1.109	1.584
65	1.978	2.826
66	0.043	0.061
Total	10.319	14.741

Figura 19. Pantas de caña de la sección El Campo de Finca Sabana Grande, 2004.

2.3.2 PANTES Y VARIEDADES DE CAÑA RENOVADOS EN EL AÑO 2004

En total se renovaron 29.480 hectáreas y no las 21 hectáreas planificadas, lo cual se debe a que el área estaba siendo subestimada en la finca, ya que los pantes que se había planificado renovar se renovaron todos, sin embargo el área era mucho mayor a la que se estimaba antes del levantamiento catastral de los pantes (Cuadro 1).

Cuadro 1. Pantes y variedades de caña renovados en el año 2004 en finca Sabana Grande, El Rodeo, Escuintla.

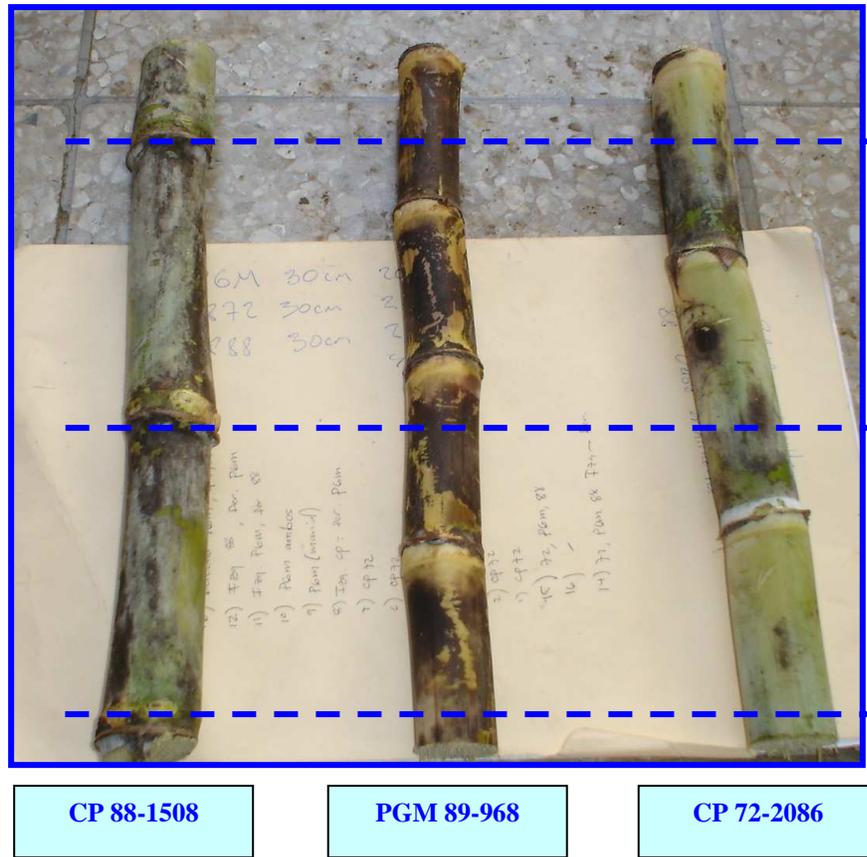
Variedad de caña cultivada en 2004	Pantes	Área	
		Hectáreas	Manzanas
PGM 89-968	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 11, 12, 13, 14, 21, 23, 24, 64	22.122	31.603
CP 88-1508	17, 18	4.250	6.071
CP 72-2086	16	3.108	4.440
TOTAL RENOVADO EN 2004		29.480	42.114

El pante 15 (1.554 has) se mecanizó pero no se consiguió la semilla de la variedad MEX 69-290, por lo que dicho pante no fue cultivado en el año 2004, por lo que deberá conseguirse esta variedad para el año 2005 y cultivarla en dicho pante para cumplir los fines docentes de la finca.

De las tres variedades cultivadas (Figura 20), responde mejor en finca Sabana Grande, la variedad CP 88-1508, porque presentó entrenudos largos y con buen peso de tallo a los 8.5 meses después de la siembra, luego PGM 89-968, manifestó abundante follaje, con entrenudos cortos de color amarillento. CP 72-2086, que es la variedad que se cultiva actualmente en el 80 % de la región cañera, presentó serias limitaciones de adaptación en finca Sabana Grande, por lo que no se recomienda seguir implementando esta variedad.

2.3.3 PLANIFICACIÓN DE LA RENOVACIÓN TOTAL DEL ÁREA DE CAÑA DE AZÚCAR

El área de caña se reducirá en 1.887 has, luego en el año 2005 se deberá renovar 25.540 has y en el 2006 21.727 has de los pantes indicados en el Cuadro 2. De esta manera la renovación continua será cada cinco años para cada grupo de pantes, es decir los del año 2004, 2005 y 2006, se deberán renovar nuevamente en el año 2009, 2010 y 2011 respectivamente.



CP 88-1508

PGM 89-968

CP 72-2086

Figura 20. Comparación de los tallos de las tres variedades a los 8.5 meses después de la siembra.

Cuadro 2. Renovación de cañales para los años 2005 y 2006

Año	Pantes	Area	
		Hectáreas	Manzanas
2005	Del 46 al 66 excepto el 64	25.540	36.486
2006	9,10,19, 20, 22, 25-40, 44,45	21.727	31.039
Descartados	28, 29, 36, 37, 41, 42, 43	1.887	2.696

Para la renovación se recomienda que se empleen las variedades de caña CP 88-1508 y PGM 89-968.

2.4 EVALUACIÓN

A través del presente servicio se logró registrar con precisión el área de los pantes de caña de azúcar de finca Sabana Grande, El Rodeo, Escuintla. Dicha información está disponible en forma digital con lo cual se tiene una herramienta imprescindible para la

planificación correcta de aplicaciones de fertilizante, herbicida, cálculo de semilla, mano de obra, entre otros, y se espera que al emplearse correctamente, se aumente la productividad de la finca. Se renovaron con éxito 29.480 hectáreas de caña de azúcar y se planificó la renovación del área total de caña para los próximos dos años. No se implementó la variedad MEX 69-290, porque no fue posible por parte del Ingenio Pantaleón, conseguir la semilla en el momento oportuno. Cabe resaltar que inicialmente se calculaba que el área a renovar era de 21 hectáreas (30 manzanas); sin embargo, gracias al levantamiento catastral se determinó que correspondía realmente a 29.480 hectáreas, logrando desde ya darle un manejo preciso a los pantes renovados en cuanto a fertilización y manejo de malezas.

3. SERVICIO 2: CULTIVO DE PAPAYA

Este servicio es de tipo institucional, pues ya se tenía contemplado implementar dicho cultivo por parte de las autoridades del EPSA, como una medida para diversificar las salidas del sistema agrícola de la finca.

3.1 OBJETIVO

Implementar el cultivo de papaya (*Carica papaya L.*) para diversificar las salidas del sistema agrícola de finca Sabana Grande.

3.2 METODOLOGÍA

La metodología en términos generales incluyó la selección del terreno, labores presiembra, siembra a 2.5 metros entre tablones y 2 metros entre plantas (Figura 21), manejo de plagas y enfermedades con base a monitoreos semanales, fertilización y sexado hasta dejar la plantación en plena floración (85 por ciento) y una edad de 5 meses después del transplante (Detalle de acciones, fecha en que se realizaron y costo por acción en el Cuadro 3).



Figura 21. Plantación de papaya a los 12 días después del transplante en finca Sabana Grande, El Rodeo, Escuintla, 2004

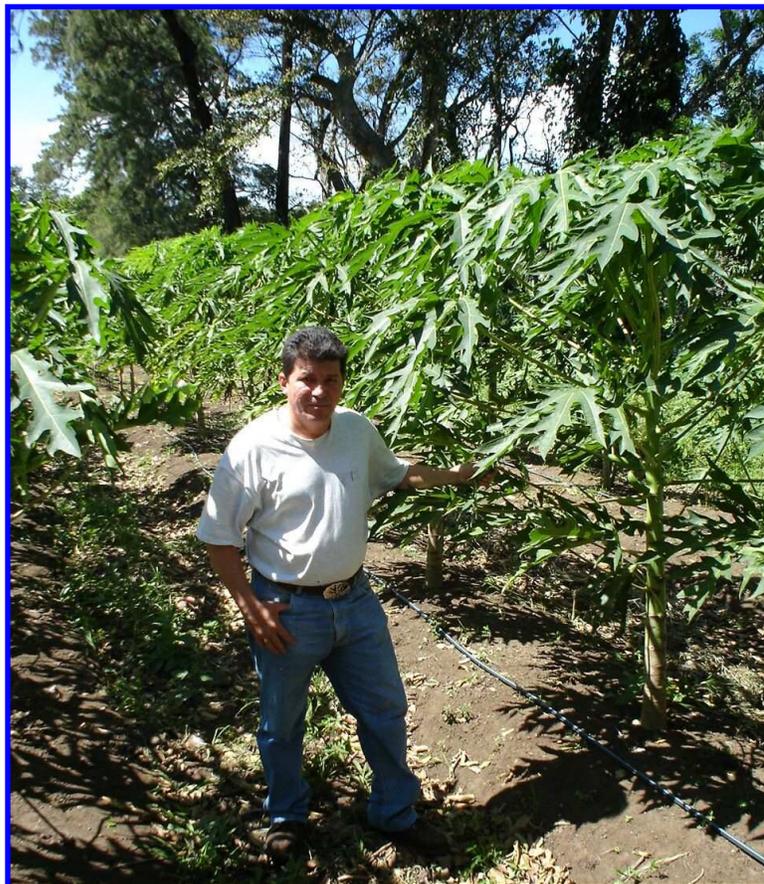


Figura 22. Estado fitosanitario de la plantación de papaya a los 5 meses después del transplante (15 de noviembre de 2004.)

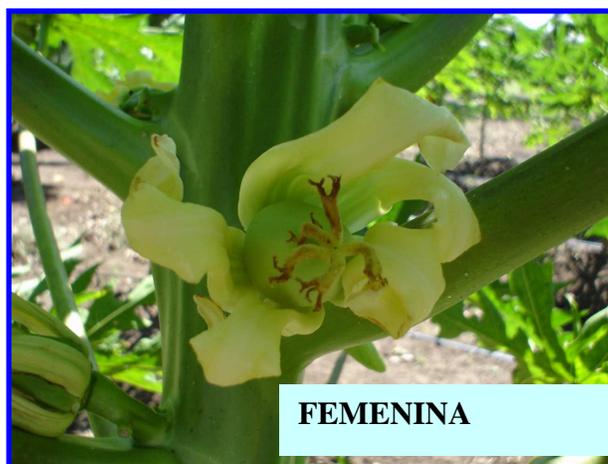


Figura 23. Floración e inicio de fructificación de papaya en finca Sabana Grande para el 15 de noviembre de 2004.

3.4 EVALUACIÓN

Se implementó el cultivo de papaya en el área más apropiada dentro de la finca, pues la plantación no fue dañada por los fuertes vientos del mes de noviembre. La plantación se dejó al 15 de noviembre, en un estado fitosanitario aceptable como consecuencia del apropiado monitoreo y respectivo control de plagas y enfermedades. Así mismo, la floración fue óptima con el 80 % de plantas hermafroditas y un 20 % de plantas hembras.