

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ÁREA INTEGRADA

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a circular emblem. It features a central figure of a knight on a white horse, holding a shield and a lance. Above the knight is a crown with a cross on top. The seal is surrounded by Latin text: 'CAROLINA ACADEMIA' at the top, 'CONSPICUA' on the left, 'ACADEMIA' on the right, and 'SIS INTE' at the bottom. The seal is rendered in a light, semi-transparent style.

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS EN LA FINCA SABANA GRANDE, EL RODEO
ESCUINTLA, CON ENFASIS EN LA PROPUESTA DE RIEGO POR ASPERSIÓN PARA
CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum officinarum* L.) EN LA SECCIÓN EL RODEO.**

CARLOS WALBERTO RAMOS SALGUERO

Guatemala, mayo de 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA

**DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS EN LA FINCA SABANA GRANDE, EL RODEO
ESCUINTLA, CON ENFASIS EN LA PROPUESTA DE RIEGO POR ASPERSIÓN PARA
CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum officinarum L.*) EN LA SECCIÓN EL RODEO.**

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

POR

CARLOS WALBERTO RAMOS SALGUERO

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO
INGENIERO AGRÓNOMO

EN

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA
EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO

Guatemala, mayo de 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

RECTOR MAGNÍFICO
Lic. Carlos Estuardo Gálvez Barrios

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	Ing. Agr.MSc	Francisco Vásquez Vásquez
VOCAL PRIMERO	Ing. Agr.	Waldemar Nufio Reyes
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr.MSc.	Marino Barrientos García
VOCAL TERCERO	Ing. Agr.MSc.	Oscar Rene Leiva Ruano
VOCAL CUARTO	P.Forestal.	Axel Esaú Cuma
VOCAL QUINTO	P.Contador	Carlos Alberto Monterroso González
SECRETARIO	Ing. Agr.MSc.	Edwin Enrique Cano Morales

Guatemala, mayo de 2011

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 2007.

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”

CARLOS WALBERTO RAMOS SALGUERO

ACTO QUE DEDICO

A:

DIOS:

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

MI MADRE:

José Salguero De Ramos, para quien soñé dedicar este acto, porque mi éxito es de ella y su esfuerzo y apoyo ahora los ve recompensados.

MI PADRE:

Carlos Aníbal Ramos Corado, mi héroe en esta vida, sé que mi éxito lo llena de orgullo, por el sacrificio y apoyo que me ha brindado, este triunfo es fruto de usted, le pido a Dios ser un buen hombre, del cual este orgulloso.

MIS HERMANOS:

Karla Sabrina Ramos Salguero (mi negrita) y Christopher Aníbal Ramos Salguero (el nene), por el cariño y apoyo que me han brindado, gracias por compartir con su hermano que los ama y espera ser una inspiración para su formación académica.

MI ESPOSA:

Virginia Elizabeth Portillo De Ramos, Porque desde el inicio de mi carrera universitaria has estado a mi lado llenando de amor y motivación mi vida, este triunfo también es tuyo Gracias amor de mi vida siempre serás mi CMAR.

MIS AHIJADOS:

Jonathan Armando y Jorge Arnoldo García Mendizábal por su cariño y respeto gracias mis gordos. **A Sophia Amelíe Porras Caballeros** por darle alegría a mi vida.

MIS AMIGOS DE ADOLESCENCIA:

A los que ya no están conmigo pero sé que desde el cielo me brindaron su apoyo, gracias por esos momentos maravillosos que me dieron en vida, A los que siguen conmigo gracias por su apoyo, cariño y comprensión.

A USTEDES ESPECIALMENTE:

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

TRABAJO QUE DEDICO

A:

MIS AMIGOS:

Todos aquellos que conozco y he compartido con ellos fragmentos de mi vida.

MIS COMPAÑEROS:

Todos aquellos con los que inicie mi carrera universitaria, a los que fue conociendo en diferentes cursos de la carrera, o en la Selección de futbol de nuestra Facultad así como en diferentes procesos políticos.

LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA:

Que da la oportunidad al pueblo de Guatemala de seguir su formación a un nivel superior.

LA FACULTAD DE AGRONOMIA:

Que me brindo conocimientos en las Ciencias Agrícolas.

AL PERSONAL ADMINISTRATIVO, TÉCNICO Y DE CAMPO DE FINCA SABANA GRANDE:

Que los resultados aquí presentados sean aprovechados en el manejo productivo del cultivo de caña de azúcar.

AGRADECIMIENTOS

A:

- **Mi Dios**, porque todo el conocimiento que adquirimos viene de el y lo que sabemos es nada en su presencia.
- **Mis Abuelitos: Juan Salguero (Q.E.P.D), Marcos Vega (Q.E.P.D), Emilio Ramos (Q.E.P.D)**, Por sus consejos y preocupación hacia su nieto, ustedes viven en mi mente, corazón y sé que siempre están con migo. A **Marta Corado Leiva, (Mamá Marta) especial agradecimiento**, por su dedicación y amor de toda la vida, gracias por estar pendiente de su nieto y por haberme visto crecer.
- **Mi asesor de tesis: Ing. Agr. Miguel Morales Cayax**, por sus enseñanzas en mi formación profesional.
- **Mis evaluadores de tesis: Ing. Agr. Rolando Lara, al Ing.Agr. Hermogenes Castillo**, por sus aportes para enriquecer este trabajo.
- **Mis Amigos: Jairo Contreras, Nidia Axpucac, Heisler Velásquez, Walter Bardales**, Por la paciencia y colaboración para elaborar el presente trabajo.
- **A los Ingenieros Agrónomos: Francisco Vásquez, Myrna Ayala, Edwin Cano, Walter Tello, Álvaro Hernández, Carlos Godínez, Francisco Fajardo, Hesiler Gómez** por las enseñanzas que compartieron conmigo
- **P.C. Francisco Esquequé, P.C Arnulfo Esquequé, Srs. Prudencio Rafael, Juan Carlos Camey, Rolando Camey** 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.
- **Al personal de la Facultad de Agronomía**, por el compañerismo y amistad que me brindaron durante mi formación académica.
- **A todas aquellas personas que de una u otra manera me han apoyado.**

ÍNDICE GENERAL

Contenido	Página
Capítulo I: Diagnóstico del cultivo de caña de azúcar (<i>saccharum officinarum</i> L.) en finca Sabana Grande, El Rodeo, Escuintla durante el periodo de febrero a marzo de 2007	
1.1 Presentación	2
1.2 Marco referencial	3
1.2.1 Generalidades de la finca Sabana Grande	3
1.2.1.1 Antecedentes de la finca	3
1.2.1.2 Relieve y fisiografía	3
1.2.1.3 Límites y vías de acceso	3
1.2.1.4 Clima y zonas de vida.....	3
1.2.1.5 Geología y suelos.....	4
1.2.1.6 Hidrografía.....	5
1.2.1.7 Evapotranspiración potencial.....	6
1.3. Objetivos	7
1.3.1 Objetivo general.....	7
1.3.2 Objetivos específicos	7
1.4 Metodología para el diagnóstico	7
1.4.1 Antecedentes	7
1.4.1 Fase de gabinete	7
1.4.2 Fase de campo	7
1.5 Resultados y discusión	8
1.5.1 Fuentes de agua	8
1.5.1.1 Ubicación de las fuentes de agua	8
1.5.1.2 Análisis físico - químico	9
1.5.1.3 Escorrentía superficial	11
1.5.2 Descripción y análisis del manejo actual del cultivo de caña de azúcar (<i>Saccharum officinarum</i> L.)	12
1.5.2.1 Área cultivada y variedades de caña de azúcar	14
1.5.2.2 Número de socas.....	15
1.5.2.3 Distancia de siembra	15
1.5.2.4 Fertilización.....	16
1.5.2.5 Riego	16
1.5.2.6 Manejo de malezas.....	16
1.5.2.7 Manejo de plagas	17
1.5.2.8 Rendimiento promedio de caña por Hectárea	17
1.5.3 Identificación de causas, problema central y efecto principal en el cultivo de caña de azúcar	17
1.6. Conclusiones.....	19
1.7. Recomendaciones	20
1.8. Bibliografía	21

Contenido	Página
Capítulo II: Propuesta de Riego por Aspersión para Caña De Azúcar (<i>Saccharum officinarum</i> L.) En la sección El Rodeo Finca Sabana Grande, El Rodeo, Escuintla	
2.1. Presentación.....	24
2.2. Definición del problema	25
2.3. Marco teórico	25
2.3.1. Marco conceptual	25
2.3.1.1. Relación agua-suelo-planta.....	25
2.3.1.2 Evapotranspiración, disponibilidad de agua para los cultivos y frecuencia de Riego	26
2.3.1.3 Medición del agua en el suelo	28
2.3.1.4 Frecuencia de Riego	28
2.3.1.5 El Riego por Aspersión.....	28
2.3.1.5 Componentes de un sistema de riego por aspersión.....	30
2.3.1.6 Planeación de un Sistema.....	30
2.3.2 Marco referencial.....	31
2.3.2.1 Localización geográfica de la investigación.....	31
2.3.2.2 Límites, extensión y vías de acceso	32
2.3.2.3 Relieve y fisiografía	32
2.3.2.4 Clima y zonas de vida	33
2.3.2.5 Geología y suelos.....	33
2.4. Objetivos.....	35
2.4.1 General.....	35
2.4.2 Específicos	35
2.5. Metodología	35
2.5.1 Estudios climáticos	35
2.5.2 Estudios hidrológicos.....	35
2.5.2.1 Disponibilidad de Agua.....	36
2.5.2.2 Análisis de agua	36
2.5.2.3 Método para medir caudal.....	36
2.5.3 Estudios topográficos:	37
2.5.4 Condiciones generales de diseño.....	37
2.5.5 Cálculos básicos para el dimensionamiento de la Red de Riego	38
2.5.5.1 Diseño agronómico	38
2.5.5.2 Lámina de humedad disponible (LHD)	38
2.5.5.3 Lámina neta de riego, a lámina de humedad, rápidamente aprovechable (LHRA)	38
2.5.5.4 Lámina Bruta de Riego (LBR).	38
2.5.5.5 Evapotranspiración Real (Etr)	38
2.5.5.6 Frecuencia de Riego (Fr).....	39
2.5.5.7 Ciclo de riego	39
2.5.5.8 Lámina Neta Ajustada (LNA).....	39
2.5.5.9 Lámina Bruta Ajustada (LBA).....	39

Contenido	Página
2.5.5.10 Intensidad de Riego (Ir)	40
2.5.5.11 Tiempo de riego por turno (Trt).....	40
2.5.5.12 Número de Turnos de Riego.....	40
2.5.6 Diseño hidráulico	40
2.5.6.1 Área a Regar por Día (Ard).....	40
2.5.6.2 Área a regar Por Turno (Art).....	41
2.5.6.3 Espaciamiento Entre Laterales y aspersores (Esp).....	41
2.5.6.4 Número de aspersores por lateral (No. Asp)	41
2.5.6.5 Número de posiciones Por Día (NPD)	41
2.5.6.6 Número De Laterales Funcionando Simultáneamente (Lfs).....	41
2.5.6.7 Requerimiento de caudal.....	41
2.5.6.8 Área a regar por lateral (Arl)	42
2.5.6.9 Caudal del aspersor (Qasp).....	42
2.5.6.10 Caudal de la tubería principal (Qtp)	42
2.5.6.11 Cálculo del diámetro de la tubería principal y lateral.....	42
2.5.7 Requerimiento de potencia	43
2.5.7.1 Potencia de la bomba al eje	44
2.5.7.2 Características de la unidad de bombeo	44
2.5.7.3 Carga neta positiva de succión (Npsh)	44
2.5.8 Tipo de Sistema de Riego.....	45
2.5.9 Análisis de costos	45
2.6. Resultados y Discusión.....	45
2.6.1 Caudal de los Ríos.....	45
2.6.2 Análisis de la fuente de agua	46
2.6.4 Estudios topográficos.....	46
2.6.5 Infiltración básica	47
2.7.6 Condiciones generales de diseño.....	48
2.6.7 Cálculos básicos para el dimensionamiento de la red de riego.....	49
2.6.7.1 Cálculos agronómicos	49
2.6.7.2 Lamina de humedad disponible (LHD)	49
2.6.7.3 Lamina de humedad rápidamente aprovechable (LHRA).....	49
2.6.7.4 Lamina bruta de riego (LBR).....	49
2.6.7.5 Evapotranspiración real (Etr)	49
2.6.7.6 Frecuencia de riego (Fr)	49
2.6.7.7 Ciclo De Riego (Cr).....	49
2.6.7.8 Lamina neta ajustada (LNA)	50
2.6.7.9 Lamina bruta ajustada (LBA)	50
2.6.7.10 Intensidad de riego (Ir).....	50
2.6.7.11 Tiempo de riego por turno (Trt).....	50
2.6.7.12 Número de turnos de riego (Ntr)	50

Contenido	Página
2.6.13 Área a regar por día (Ard)	50
2.6.7.14 Área a regar por turno (Art)	50
2.6.7.15 Tabla de Operación de Riego.....	51
2.6.8 Cálculos hidráulicos.....	52
2.6.8.1 Número de aspersores por lateral (No.Asp)	52
2.6.8.2 Número de posiciones por día (NPD).....	52
2.6.8.3 Número de laterales y aspersores funcionando simultáneamente (Lfs).....	52
2.6.8.4 Requerimiento de caudal	52
2.6.8.5 Caudal del aspersor (Qasp)	52
2.6.8.6 Caudal de lateral (Qlat)	52
2.6.8.7 Caudal de la tubería principal (Qtp).....	52
2.6.8.8 Calculo del diámetro de la tubería lateral y principal.....	53
2.6.8.9 Requerimientos de potencia.....	55
2.6.9 Análisis de costos.....	56
2.6.9.1 Factibilidad de sistema de riego.	56
2.6.9.2 Costo del riego por aspersión.....	57
2.6.10 Estudio impacto ambiental: Matriz ajustada al interés del riego.....	58
2.6.10.1 Determinación de los niveles de impacto a los recursos naturales.....	59
2.6.10.2 Medidas de mitigación.....	59
2.6.10.3 Control, seguimiento y acciones complementarias.....	59
2.7. Conclusiones	60
2.8 Recomendaciones	61
2.9. Bibliografía.....	62
2.10. Apéndice.....	65

Capitulo III: Servicios realizados en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) y café (*Coffea arábica* L.) en finca Sábana Grande, El Rodeo, Escuintla durante el periodo febrero a noviembre 2007.

3.1 Presentación.....	78
3.2 Servicio 1	78
3.2.1 Objetivos	78
3.2.2 Metodología.....	79
3.2.4 Resultados esperados.....	80
3.3 Servicio 2.....	86
3.3.1 Objetivos	86
3.3.2 Metodología.....	86
3.3.3 Resultados.....	86
3.4 Bibliografía.....	89

ÍNDICE FIGURAS

Figura	Página
Figura 1.1. Mapa de Área de Pantos.....	13
Figura 1.2. Causas, problema central y efecto principal del cultivo de caña de azúcar en finca Sabana Grande, El Rodeo, Escuintla 2007	18
Figura 2.1 Mapa de ubicación de la finca Sabana Grande.....	31
Figura 2.2. Croquis de la ubicación de finca Sabana Grande y vía principal de acceso.....	32
Figura 2.3. Región fisiográfica de finca Sabana Grande.	34
Figura 2.4 Plano de curvas a nivel	47
Figura 2.5 Curva de velocidad de infiltración en el sector del área de diseño	48
Figura 2.6 .Mapa de ríos de finca Sabana Grande.....	65
Figura 2.7. Plano de diseño de riego.....	66
Figura 2.8. Plano de indicación de zona de riego.....	67
Figura 2.9. Plano de diseño de riego general.....	68
Figura 3.1 División de la finca Sabana Grande en pantos	79

ÍNDICE CUADROS

Cuadro	Página
Cuadro 1.1. Caudales de los principales manantiales de la finca Sabana Grande, durante el mes de marzo 2007.....	5
Cuadro 1.2. Evapotranspiración potencial en finca Sabana Grande. 2007.....	6
Cuadro 1.3. Ubicación de los principales nacimientos de la finca Sabana Grande.....	9
Cuadro 1.4. Parámetros físicos analizados en los nacimientos de la finca Sabana Grande durante el mes de marzo 2007.....	10
Cuadro 1.5. Parámetros químicos analizados en los nacimientos de la finca Sabana Grande durante el mes de marzo 2007.....	10
Cuadro 1.6. Caudales de los principales ríos de la finca Sabana Grande en los meses de Febrero, marzo y abril 2007.....	11
Cuadro 1.7. Área cultivada con caña de azúcar y manejo del cultivo, finca sabana Grande.....	14
Cuadro 2.1. Variables consideradas en el Cálculo de diámetro de tubería principal y lateral.....	43
Cuadro 2. Caudales promedio tomados durante los meses de febrero marzo y abril en los 3 ríos importantes de la finca.....	45
Cuadro 2.3. La lámina de agua disponible presenta 95.5mm.....	49
Cuadro 2.4. Calendarización de riego a emplearse.....	51
Cuadro 2.5. Diámetro tubería lateral.....	53
Cuadro 2.6. Diámetro tubería principal y ramales que van a los laterales críticos.....	53
Cuadro 2.7. Perdidas por fricción en la Principal (A), Ramal B-C.....	53
Cuadro 2.8. Perdidas por fricción en la Principal (A), Ramal D-E.....	54
Cuadro 2.9A. Datos de ETP y Precipitación pluvial utilizados en el cálculo del Balance hídrico de suelos de la Microcuenca del Río Cantil.....	69
Cuadro 2.10A. Esquema de profundidad radicular de la caña.....	70
Cuadro 2.11A. Valores de Kc por experimentos de CENGICAÑA.....	71
Cuadro 2.12A. Intervalo de tiempo de infiltración de agua en el suelo.....	72
Cuadro 2.13A. Suma de Logaritmos de Infiltración y tiempo.....	73
Cuadro 2.14A. Infiltración de campo Vrs la calculada.....	74
Cuadro 2.15A. Análisis físico de suelo sección rodeo finca Sabana Grande.....	75

Cuadro	Página
Cuadro 2.16A. Análisis Químico de agua río Mongoy finca Sabana Grande.....	76
Cuadro 3.1. Planificación de corte y quema de caña de azúcar en sección El Rodeo	81
Cuadro 3.2. Planificación de corte y quema de caña en la sección La Fundación	82
Cuadro 3.3. Planificación de corte y quema de caña en la Sección El Campo.....	83
Cuadro 3.4. Planificación de corte y quema de caña en la Sección Santo Domingo.....	84
Cuadro 3.6. Planificación de corte y quema de caña en la Sección Las Presas.....	85
Cuadro 3.7. Área de recepa del cultivo de café por secciones en Ha.....	87
Cuadro 3.8. Área de recepa de café por secciones en mz.....	87
Cuadro 3.9. Porcentaje de resepa del cultivo de café por secciones	88
Cuadro 3.10. Porcentaje de recepa del cultivo de café	88

**DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS EN EL FINCA SABANA GRANDE, EL RODEO
ESCUINTLA, CON ENFASIS EN LA PROPUESTA DE RIEGO POR ASPERCIÓN
PARA CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum officinarum* L.) EN LA SECCIÓN EL
RODEO.**

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 2007 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 técnico de manejo agronómico del cultivo, lo cual tiene como efecto principal un rendimiento de caña de 50 toneladas métricas por hectárea que representa la mitad del promedio nacional que actualmente es de 104 TM/ha.

De las causas que originan el problema central, la principal es la falta de riego en un 61.34% del área cultivada con Caña de Azúcar, sabiendo que el recurso hídrico en la finca Sabana Grande es abundante, ya que cuenta con 17 nacimientos y 3 ríos. También la falta de planificación de actividad y/o acción del manejo agronómico como son *siembra de variedades resistentes a sequías, fertilización, manejo de malezas, plagas* entre otros

De acuerdo con los resultados de las pruebas químicas y físicas desarrolladas las fuentes de agua de los nacimientos son aptas para riego de cultivos.

El objetivo principal de la investigación es contribuir a aumentar la producción de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) en la finca Sabana Grande. Para ello se formuló un sistema de riego por aspersión en la Sección El Rodeo con un área cultivada

de 19.37 ha equivalente a 27.67mz. De acuerdo a las condiciones edáficas y topográficas del área del cultivo.

La evapotranspiración del área es de 4mm/día, el suelo donde se encuentra cultivada la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) según su textura se clasifica como Franco Arenoso este requiere una lámina de riego de 64 mm; con una frecuencia de riego de 12 días el aspersor seleccionado presenta una intensidad de riego de 8.33mm/h este no sobrepasa la infiltración básica del suelo de 56.2mm/h.

Se regara 3 turnos al día, el tiempo de riego por turno es de 7.68hrs, para que el sistema trabaje se debe utilizar una bomba de 22HP.

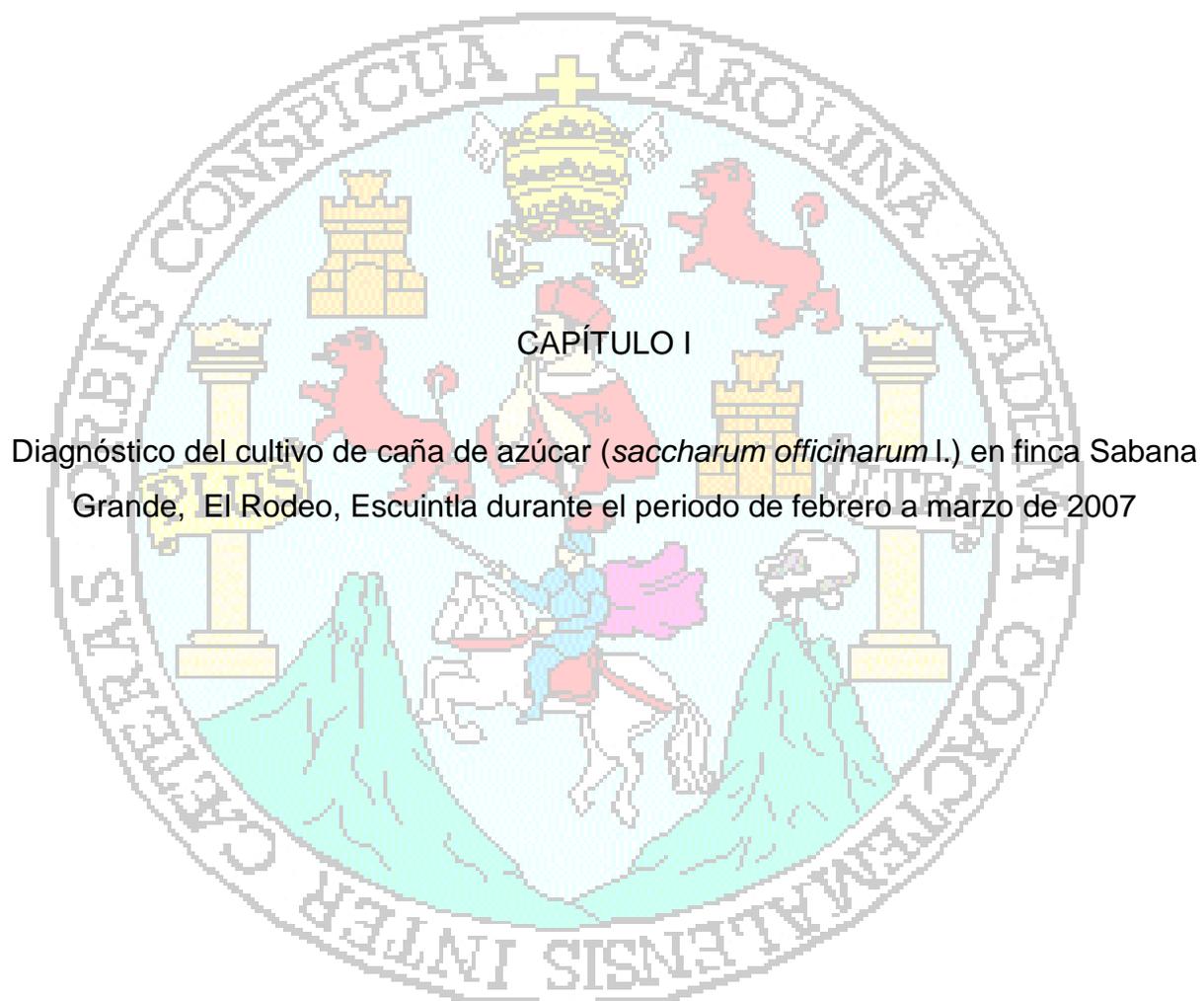
El proyecto de riego por aspersión es factible presenta un costo total para ser implementado de Q 691,044.76. Los indicadores financieros muestran un valor actual neto Q 128,927.64, una tasa interna de retorno de 33% y una relación beneficio costo de Q 1.04 por lo que se establece que el proyecto económicamente es rentable.

Dentro del marco temporal, espacial, económico y de apoyo institucional se plantearon dos servicios la planificación de corte y quema del área cultivada con caña de azúcar para el periodo 2007-2008 en la finca sabana grande. Así como determinar el área del cultivo de café que se ha recepado.

EL cultivo de caña está dividido en cinco secciones: Sección el Rodeo, Sección El Campo, Sección Santo Domingo, Sección las Presas, Sección la Fundación.

Con esta planificación se tuvo un orden adecuado del corte y quema de cada sección, como un aprovechamiento de los recursos económicos que cuenta la finca como salarios,

Los trabajos de recepa en el cultivo de café fueron de 2.13 ha esto equivalen a 3.05mz la finca tiene un área cultivada total de café de 32.46 ha equivalente a 46.38mz, las recepas realizadas corresponden a un 6.57% del área total del cultivo de café.



CAPÍTULO I

Diagnóstico del cultivo de caña de azúcar (*saccharum officinarum* L.) en finca Sabana Grande, El Rodeo, Escuintla durante el periodo de febrero a marzo de 2007

1.1 Presentación

La Unidad Docente-Productiva Sabana Grande fue adjudicada a la Universidad de San Carlos de Guatemala, el 20 de Junio de 1957 por medio de acuerdo gubernativo emitido por el órgano del Ministerio de Hacienda y Crédito Público (actualmente Ministerio de Finanzas Públicas) pasando a formar parte de sus activos el día 11 de Agosto del mismo año. Actualmente la Administración de la Finca está a cargo de la Facultad de Agronomía. En las consideraciones del acuerdo gubernativo respectivo se dejan implícitos los fines de la donación, los cuales son: *Prestar el apoyo necesario al desenvolvimiento de la cultura, incrementar el patrimonio de la Universidad de San Carlos como un medio para el mejor desarrollo de sus actividades y dotar a la Facultad de Agronomía de un inmueble para sus prácticas y labores de experimentación.*

El presente diagnóstico se realizó en la finca Sabana Grande, aldea El Rodeo, Escuintla; durante los meses de febrero y marzo del 2007. El objetivo principal fue determinar cómo se encuentra el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) en su contexto general. El estudio se llevó a cabo ante la necesidad que tienen las personas que administran la finca. Para la realización del diagnóstico se obtuvo la información necesaria aplicando diversos métodos tales como caminamientos, observación y mediciones directas, muestreo de fuentes de agua, análisis físico-químicos, entrevistas, consultas personales, revisión de material bibliográfico y otros.

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 (7 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, Cañales sin aplicación de riego en época de verano 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 50 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).

1.2 Marco referencial

1.2.1 Generalidades de la finca Sabana Grande

1.2.1.1 Antecedentes de la finca

Finca Sabana Grande, se encuentra ubicada en la aldea El Rodeo, de la cabecera municipal de Escuintla, tiene una extensión de 216 hectáreas equivalente a 2.16 km², se encuentra en las coordenadas 14° 22'03" Latitud Norte y 90°, 49'48" Longitud Oeste (3).

1.2.1.2 Relieve y fisiografía

El relieve de la zona de estudio va de gradualmente ondulada a plana con pendientes que varían del 0% al 30%, con una cota media de 770 msnm, teniendo su punto más bajo a 745 msnm y el punto más alto a 795 msnm. La finca se encuentra dentro de la región fisiográfica denominada Pendiente Volcánica Reciente (5).

1.2.1.3 Límites y vías de acceso

Los límites de la finca Sabana Grande son: norte, aldea El Rodeo; sur, finca Lorena; este, finca Alsacia y oeste, finca Magdalena. Las vías de acceso son principalmente dos: La primera saliendo de la ciudad de Guatemala hacia el sur por la carretera CA-2, pasando por los municipios de Villa Nueva, Amatitlán y Palín, luego tomando la autopista hasta el km. 55.5, para luego desviarse a la carretera que conduce a la Antigua Guatemala hasta el km. 62.5. La segunda vía partiendo de la ciudad de Guatemala ruta a la Antigua Guatemala (km. 45) luego tomando la carretera que conduce hacia el sur, pasando por los municipios de Ciudad Vieja, Alotenango, hasta llegar a la aldea El Rodeo (km. 70) de la cabecera departamento de Escuintla (Morales Cayax 1990) (11).

1.2.1.4 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).

1.2.1.5 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.

1.2.1.6 Hidrografía

A. Manantiales

La finca cuenta actualmente con 42 manantiales, de los cuales se tiene registro de los 17 principales. En el cuadro 1.1 se presenta el nombre del manantial y el caudal registrado en el mes de marzo de 2007.

Cuadro 1.1. Caudales de los principales manantiales de la finca Sabana Grande, durante el mes de marzo 2007.

No.	Manantial	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	Rincón de Alsacia	7.4	117.48
16	El Borbollón	12.83	203.65
17	EL Manial	12.83	203.65

Fuente: Yol, 2002

La disponibilidad de agua saliendo de manantiales, los más productores, el Agua Mineral 2 con 21.98 lps seguido de El Borbollón 12.83 lps y El Manial con el mismo caudal (10).

B. Ríos

Dentro de la finca existen tres ríos principales siendo éstos: Cantil, Mongoy y Cometa. El río Cantil es el más caudaloso, el río cometa es el que posee menos caudal.

1.2.1.7 Evapotranspiración potencial

La evapotranspiración calculada 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 1.2 (10).

Cuadro 1.2. Evapotranspiración potencial en finca Sabana Grande. 2007

Mes	ETP (mm)
Enero	118.66
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

Fuente: Elaboración propia

1.3. Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Conocer la situación actual del manejo del cultivo de caña de azúcar en la finca Sabana Grande, El Rodeo, Escuintla, por medio de un diagnóstico para establecer la problemática central, las causas que la originan y los efectos de las mismas.

1.3.2 Objetivos específicos

- ✓ Identificar el problema central en el sistema de cultivo de caña de azúcar, así como las causas y efectos relacionados con el mismo.

- ✓ Plantear recomendaciones y opciones de solución a la problemática existente

1.4 Metodología para el diagnóstico

1.4.1 Antecedentes

El Coordinador de Fincas de la FAUSAC, y el Señor Decano indicaron que éste documento debía enfocarse 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.

1.4.1 Fase de gabinete

Se recopiló la información de estudios anteriores sobre agua y suelo de la finca, así se obtuvo el mapa de la finca con sus áreas, en donde se delimitó la finca, y se ubicaron las áreas de cultivo de caña y fuentes de agua entre nacimientos y ríos. Así como clases de suelo existentes

1.4.2 Fase de campo

En la fase de campo se verificaron las fuentes de agua existentes, para determinar características físico-químicas del agua, el aforo de ríos, se aforaron nacimientos, se

realizaron caminamientos para observar la situación actual de los nacimientos y ríos, 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: 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 , así como la situación actual del recurso hídrico y su utilización en el cultivo de caña.

1.5 Resultados y discusión

5.1 Fuentes de agua

1.5.1.1 Ubicación de las fuentes de agua

En toda la finca se ubicaron 39 nacimientos, considerando la ubicación e importancia de estos, solo se trabajaron con 14 nacimientos, ya que presentan un alto caudal y poca variación a lo largo del año, de acuerdo a la opinión de pobladores de la finca. Hace falta mucha información en cuanto a la ubicación de los nacimientos dentro de la finca, ya que son pocas las personas que conocen exactamente la ubicación de éstos. Los nacimientos estudiados los encontramos en el cuadro 1.3.

Cuadro 1.3. Ubicación de los principales nacimientos de la finca Sabana Grande.

NACIMIENTO	ALTITUD msnm	UTM ESTE	UTM NORTE	NACIMIENTO	ALTITUD msnm	UTM ESTE	UTM NORTE
El Maníal	730	733636	159077 2	La Presita	708	734039	1590754
El Idilio 2	665	733898	159102 2	Los Cocales	717	734165	1590845
Pilita 1	696	733948	159079 2	La Berrera	650	734080	1590231
Pilita 2	713	733966	159077 9	El Ariete	719	734000	1590849
Mineral 1	690	734036	159014 9	Rincón de Alsacia	658	734209	1589604
Mineral 2	690	734327	159032 5	Guineo Morado	723	734059	1589642
Mineral 3	697	733929	159059 9	El Borbollón	711	733396	1589465

Fuente: Elaboración propia

Se ubicaron tres ríos los cuales son: Cantil, Mongoy y Cometa. Estos ríos son los que presentan un mayor caudal y captan toda la escorrentía superficial de la microcuenca del río Cantil.

1.5.1.2 Análisis físico - químico

Se realizó un análisis físico-químico a los nacimientos en estudio, entre los parámetros físicos están pH, temperatura, conductividad eléctrica y oxígeno disuelto; en los parámetros químicos analizados están nitratos, silicatos y cloro. Tomando en cuenta los resultados del cuadro 1.4., de pruebas físicas las aguas son aptas para consumo humano, de igual forma según los resultados del cuadro 1.5., de pruebas químicas las aguas son aptas para consumo humano. Hace falta realizar pruebas de otros parámetros químicos y pruebas bacteriológicas, con el objetivo de determinar el nivel de estos, y de

esa forma estar seguros que las fuentes de agua son aptas para consumo humano u otros fines.

Cuadro 1.4. Parámetros físicos analizados en los nacimientos de la finca Sabana Grande durante el mes de marzo 2007

MANANTIAL	FISICAS			
	pH	temperatura °C	EC us / cm.	Oxígeno mg / L
El Maníal	6.5	26.0	204	3.15
El Idilio 2	6.7	26.1	264	5.41
Pilita 1	6.3	26.5	282	4.65
Pilita 2	6.1	25.7	546	3.65
Mineral 1	6.2	26.2	736	2.46
Mineral 2	6.2	25.5	713	3.37
Mineral 3	6.0	27.1	436	3.87
La Presita	6.6	26.0	558	4.53
Cocales	6.6	27.1	218	4.25
La Berrera	6.4	27.3	402	4.28
El Ariete	6.1	26.1	383	4.23
Rincón de Alsacia	6.6	25.8	577	3.65
Guineo Morado	6.5	26.4	301	4.74
La Piscina de Lorena	6.3	26.4	416	4.45

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 1.5. Parámetros químicos analizados en los nacimientos de la finca Sabana Grande durante el mes de marzo 2007.

MANANTIAL	QUIMICAS				
	NITRATOS mg/L		SILICATOS mg/L		COLORO mg/L
	NO ₃ ⁻ - N	NO ₃ ⁻	SiO ₂	Si	Cl ⁻
El Maníal	0.6	2.5	82.8	38.7	1.1
El Idilio 2	1.6	7.0	92.5	43.2	5.0
Pilita 1	1.8	7.9	90.1	42.1	3.2
Pilita 2	2.1	9.4	96.3	23.4	7.2
Mineral 1	1.0	4.6	72.2	33.8	8.8
Mineral 2	1.3	5.6	93.3	43.6	9.3
Mineral 3	1.8	7.8	94.9	44.4	5.6
La Presita	2.0	8.7	94.5	44.2	7.7
Cocales	1.1	4.7	85.6	40.0	2.0
La Berrera	1.0	4.3	92.0	43.0	4.8
El Ariete	2.0	8.7	88.9	41.2	4.8
Rincón de Alsacia	1.0	4.3	65.8	30.7	7.2
Guineo Morado	1.2	5.3	59.6	27.8	3.5
La Piscina de Lorena	1.8	8.1	76.9	35.9	4.7

Fuente: Elaboración propia

5.1.3 Escorrentía superficial

La escorrentía superficial aprovechable del río Cantil en los tres meses es de 619.1 litros por segundo (2,228.76 m³/segundo), el río Mongoy es de 397 litros por segundo (1,430.64 m³/segundo) y el río Cometa es de 234.7 litros por segundo (845.02 m³/segundo) los cuales se pueden aprovechar en proyectos de riego entre otros, como podemos ver en el cuadro 1.6., el Río Cantil es el de mayor caudal y el Río Cometa el de menor caudal.

Cuadro 1.6. Caudales de los principales ríos de la finca Sabana Grande en los meses de Febrero, marzo y abril 2007

MES	RIO CANTIL (Lps) - m3/h	RIO MONGOY (Lps) - m3/h	RIO COMETA (Lps) - m3/h
FEBRERO	198.1 - 713.16	106.4 - 383.04	81.5 - 293.5
MARZO	231.8 - 834.48	185.4 - 667.44	87.1 - 313.56
ABRIL	189.2 - 681.12	105.6 - 380.16	66.1 - 237.96

Fuente: Elaboración propia

1.5.2 Descripción y análisis del manejo actual del cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.)

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 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, las áreas de cada pante fueron estimadas, con referencia a algunos levantamientos topográficos (Figura 1.1).

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 escritos, el encargado de Bodega Francisco Esquequé.

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 1.1. Mapa de Área de Pantes

1.5.2.1 Área cultivada y variedades de caña de azúcar

El área total cultivada con caña de azúcar según el mapa es de 78.63 hectáreas (Figura 1.1). La finca Sabana Grande cuenta con las variedades de caña de azúcar B49-119, Sao Pablo, Mex 28 P23 y PGM 89968 y CP 881508 (Cuadro 1.7).

Cuadro 1.7. Área cultivada con caña de azúcar y manejo del cultivo, finca sabana Grande

Sección	Variedad	Hectáreas	No. de Socas	Distancia de siembra (m)	Fertilización	Riego	M. Malezas	M. Plagas	Rendimiento (Tm/ha)
El Rodeo	B49119	10.37	7	1.60	1	0	Si	No	53
	MEX28P2 3	9	7	1.60	1	0	Si	No	48
El Campo	CP 881508	5.30	4	1.60	2	2	Si	No	48
	B49119	5.2	6	1.60	2	2	Si	No	54
Santo Domingo	CP 881508	7.33	5	1.60	0	0	Si	No	52
	MEX28P2 3	9	4	1.60	0	0	Si	No	49
Las Presas	CP881508	4.53	4	1.60	0	0	Si	No	52
	PGM 89968	8	4	1.60	0	0	Si	No	47
La Fundación	SAO PAULO	8	6	1.60	1	1	Si	No	48
	PGM8996 8	11.9	6	1.60	1	1	si	No	50
TOTAL		78.63							50

Fuente: Elaboración propia

Referencias:

Fertilización 0: no se aplicó nada

Fertilización 1: se fertilizo con triple 15 (una vez)

Fertilización 2: se fertilizo con triple 15 + 46-0-0 (una vez)

Riego 0: no se regó

Riego1: se regó por aspersión

Riego 2: se regó por gravedad

M : manejo

Fuente: entrevista con encargado de bodega

Las mezclas de variedades se tienen porque 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); . Por aparte la variedad B49 119 es poco tolerante a la sequía y en la finca el 63 % del área cultivada (49.53 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*

1.5.2.2 Número de socas

Los cañales de la finca tienen a febrero de 2007 existen cañales mayores a 4 años habiendo cañales de, 5 años, 6 años y 7 años. 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 56.55 % (44.47 has) tiene más de 5 años de establecido, es decir un año de plantía y 5 años como caña soca. *Por lo tanto también es necesario renovar los cañales de acuerdo a la edad actual (número de socas).*

1.5.2.3 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 agroquímicos 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.*

1.5.2.4 Fertilización

La fertilización se aplica en forma irregular, puesto que 39.27.2 has (49.94 %) se fertilizaron únicamente con 260 kg/ha de triple quince, 10.5 has (13.35 %) se fertilizaron con 260 kg/ha de triple 15 en la primera y 260 kg/ha de urea en la segunda y 28.80 has (36.70 %) 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.*

1.5.2.5 Riego

A pesar de que la finca cuenta con 17 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 30.40 has (38.66 %) 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.*

1.5.2.6 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.*

1.5.2.7 Manejo de plagas

De los insectos del suelo del tallo y del follaje, de los hongos, bacterias y virus no se tiene registro de cuáles 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 coleóptero en el suelo, también se observaron perforaciones en los tallos por adultos de coleóptero 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.*

1.5.2.8 Rendimiento promedio de caña por Hectárea

La producción total de caña de azúcar durante la zafra 2006-2007 fue de 3,932.ha toneladas métricas con un promedio de 50.0 TM/ha; este rendimiento es bajo si se compara con el promedio nacional de 104 TM/ha (2). Lo cual resulta de un manejo inadecuado del cultivo como se expuso en los items anteriores.

1.5.3 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 1.2):

El 61.34% del área cultivada no se riega sabiendo que el recurso agua es esencial para el desarrollo de cultivos.

Cañales viejos que poseen más de 5 años de edad los rendimientos de estos son muy bajos

Existencia de variedades que no toleran las sequías.

Distancia entre surcos es muy abierta (1.60m) de caña muy distanciados.

No se conoce la densidad y nivel de infestación de las plagas (insectos, hongos y bacterias), por lo que tampoco se tiene un plan de manejo al respecto.

Como consecuencia se tiene que el efecto principal del manejo inadecuado (por las causas indicadas) se refleja en un bajo rendimiento de caña de 50 TM/ha si este se compara con el rendimiento promedio nacional que es de 104 TM/ha (2).

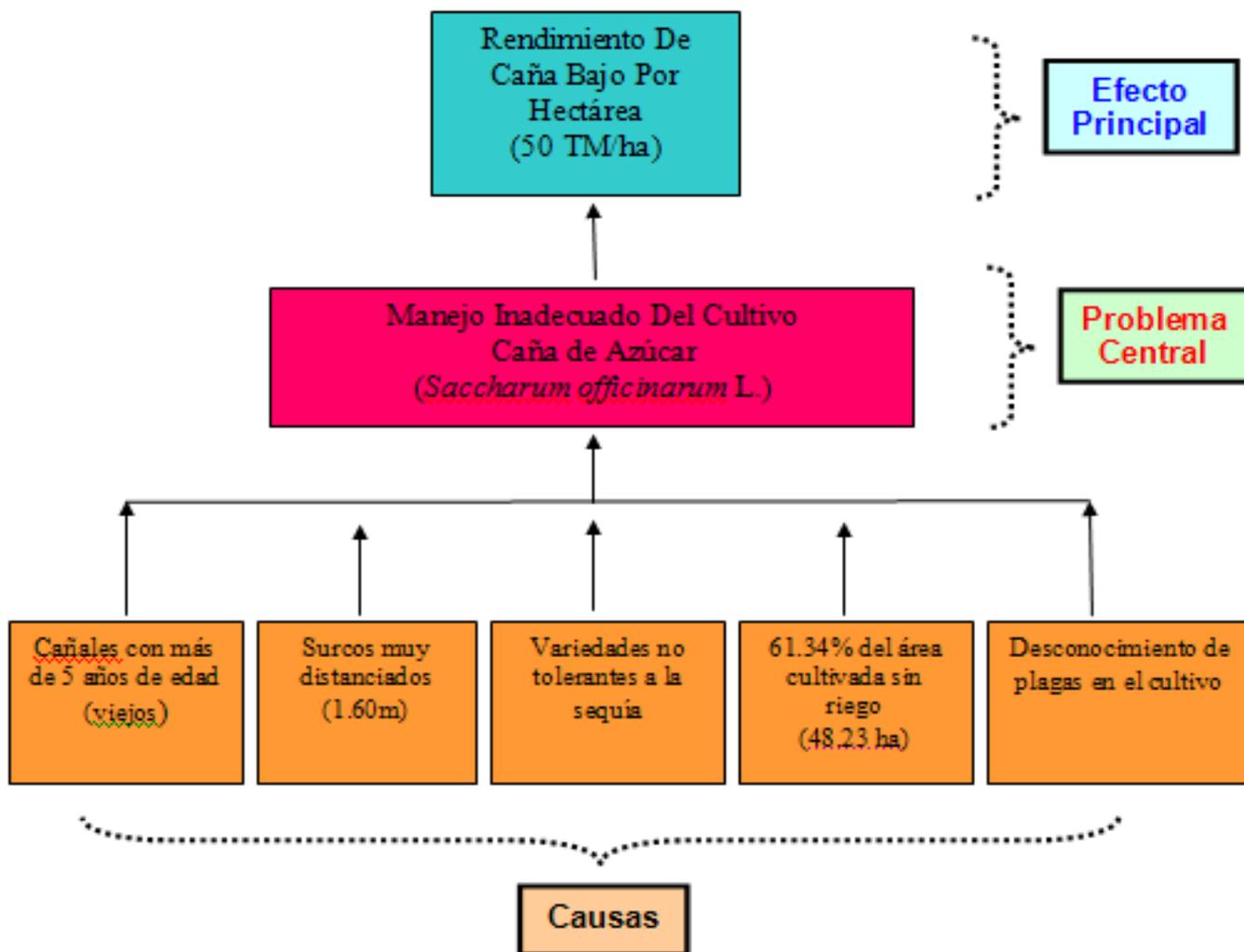


Figura 1.2. Causas, problema central y efecto principal del cultivo de caña de azúcar en finca Sabana Grande, El Rodeo, Escuintla 2007

1.6. Conclusiones

1. En base a la priorización de problemas, tenemos que el problema central es el Manejo Inadecuado del Cultivo de Caña de Azúcar.
2. De las causas que originan el problema central, la principal es la falta de riego en un 61.34% del área cultivada con Caña de Azúcar, sabiendo que el recurso hídrico en la finca Sabana Grande es abundante, ya que cuenta con 17 nacimientos y 3 ríos.
3. De acuerdo con los resultados de las pruebas químicas y físicas desarrolladas las fuentes de agua de los nacimientos son aptas para consumo humano, pero hay que tomar en cuenta que no se analizaron bacterias y otros parámetros químicos de mucha importancia.

1.7. Recomendaciones

Con el potencial Hídrico existente en la Finca Sabana Grande se debe de regar todos los pantes de caña.

Para mejorar el manejo del cultivo de Caña se deben emplear distanciamientos de siembra adecuados (1.30m), la fertilización debe aplicarse a cada pante de caña y realizar estudios de densidad poblacional de plagas e incidencia y severidad de enfermedades

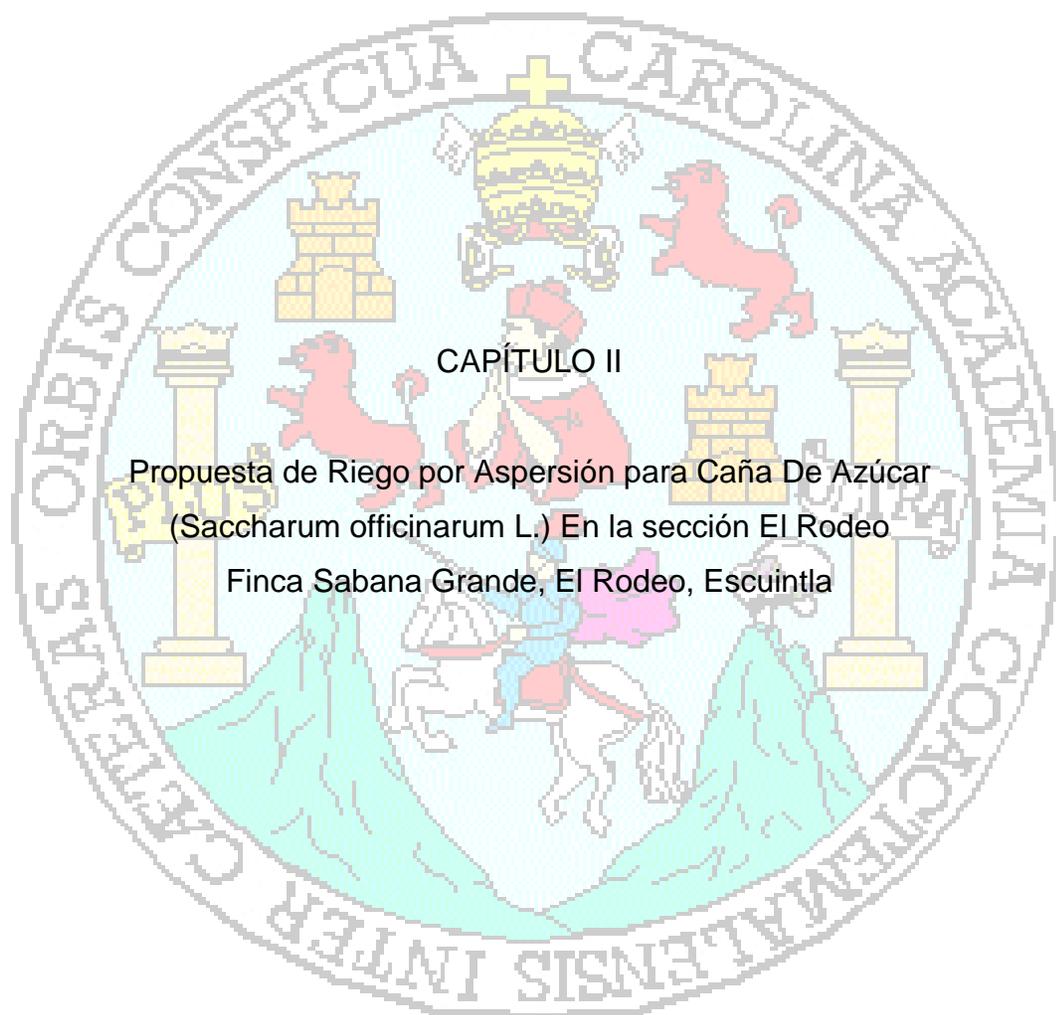
Realizar la medición de parámetros físicos, químicos y bacteriológicos con mayor frecuencia en las fuentes de agua de la finca, ya que nos permite ver la fluctuación de éstos parámetros a lo largo del tiempo, y poder utilizar esta información en otras investigaciones.

Se recomienda implementar medidas de protección estrictas en los nacimientos, especialmente en su punto de afloramiento, como los ríos con manejo del área boscosa existente y reforestación del área circundante

1.8. 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). 2003. 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. Ministerio de Hacienda y Crédito Público, GT. 1957. Testimonio de escritura pública de constitución de finca Sabana Grande, El Rodeo, Escuintla, acuerdo gubernativo no. 1,696, folio 233 del libro número 27 del departamento de Escuintla. 3 p.
5. Morales Cayax, MA. 1990. Diagnóstico del recurso hídrico de la Unidad Docente Productiva Sabana Grande, El Rodeo, Escuintla. Diagnóstico EPSA. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 73 p.
6. 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.
7. 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.
8. 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.
9. Simmons, CH; Tárano, JM; Pinto, JH. 1959. Clasificación y reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José De Pineda de Ibarra. 1,000 p.

10. 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.
11. Yol Zamora, VE. 2002. Evaluación y propuesta de manejo y uso sostenible del recursos hídrico de la finca Sabana Grande, El Rodeo, Escuintla. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 108 p.



CAPÍTULO II

Propuesta de Riego por Aspersión para Caña De Azúcar
(*Saccharum officinarum* L.) En la sección El Rodeo

Finca Sabana Grande, El Rodeo, Escuintla

2.1. Presentación

La Unidad Docente y Productiva Finca Sabana Grande, ubicada en la aldea El Rodeo, Escuintla, administrada por la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, está dedicada a la docencia e investigación agrícola. Actualmente en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), cuenta con un área cultivada de 78.63 Has. Distribuidas en 5 secciones (sección el Rodeo, sección el Campo, sección Santo domingo, sección las Presas, sección la Fundación) haciendo un total de 66 subáreas o pantes, los cuales están cultivados con las variedades: PGM 89968, CP 881508, SAO PAULO, MEX 28 P 23, B 49119. Lo cual tiene como efecto principal un rendimiento de caña de 50 toneladas métricas por hectárea que representa la mitad del promedio nacional que actualmente es de 104 TM/ha.

Por lo que este cultivo no cuenta con un sistema de riego actualmente ya que en los años 1995 al 2000 se regaba algunos pantes de la sección Santo Domingo y la Fundación, de una manera no muy adecuada ya que en algunos aspersores apenas les llegaba agua. En el año 2003 se estableció un sistema de riego formal, porque existe tubería enterrada en la sección la Fundación pero mucha tubería e implementos se arruinaron. Estas secciones se encuentran cercanas a ríos y sus suelos son húmedos y se encuentran a menor altura que la sección el Rodeo que es la parte más alta de la finca y sus suelos no retienen la humedad y el cual afecta el rendimiento de la caña por el estrés que sufre en los meses de verano noviembre-abril, esta investigación consistió en estudiar las condiciones físicas del área que están relacionadas en el uso y consumo del agua, el área a investigada fue la sección el Rodeo que cuenta con 13 pantes haciendo estos un total de 19.37 ha que son equivalentes a 27.67 mz, proponer el diseño de un sistema de riego por aspersión adecuado a las condiciones edáficas y topográficas. Además la investigación consistió en la medición de caudales a los principales ríos con que cuentan la finca. Se midió la calidad de agua de estos y la demanda evapotranspirativa, se conoció las características topográficas del área, características de los suelos relacionadas con el almacenamiento y retención del agua, requerimiento de agua que necesita el cultivo. Con el fin de tener información de base y elementos necesarios para realizar un diseño de riego por aspersión que sea efectivo y adecuado para el cultivo.

2.2. Definición del problema

La producción de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L) en la unidad docente productiva de la finca Sabana Grande tiene limitantes como lo son el riego, las plagas y las enfermedades, lo cual afecta los rendimientos del cultivo. Existe un área cultivada de 78.63 ha. Distribuidas en 5 secciones (sección el Rodeo, sección el Campo, sección Santo Domingo, sección las Presas, sección la Fundación) haciendo un total de 66 subáreas o pantes distribuidos en 66 pantes esto tienen un efecto principal en el rendimiento que es de 50 Ton métricas por Ha lo cual se encuentra muy bajo al promedio nacional que es de 104 Ton métricas por Ha. Por lo que el déficit hídrico en los meses de verano diciembre-abril existe un estrés en el cultivo por lo que es necesario contar con un sistema de riego en la finca para que los rendimientos no sean afectados, se ha elegido la sección el rodeo con un área de 19.37ha para la investigación ya que esta sección se encuentra en la parte más alta de la finca y sus suelos son franco arenosos por lo que en invierno no retiene humedad sumándose a esto la pendiente de 5-9% que existe en la sección el rodeo.

No se puede realizar experimentos sobre aspectos hídricos del cultivo en época de verano por lo que esto limita la investigación sobre las diferentes variedades de caña que se encuentran actualmente en la finca Sabana Grande.

2.3. Marco teórico

2.3.1. Marco conceptual

2.3.1.1. Relación agua-suelo-planta

La principal vía que lleva agua del suelo a la atmósfera es la cubierta vegetal. Los procesos de la vida tienen lugar en un medio acuoso y el agua del suelo juega un papel vital en el crecimiento de las plantas.

El efecto del agua en la respuesta de las plantas, justifica la consideración que se toma en este tema. El perfil del suelo, modula el ciclo hidrológico por su efecto en la infiltración, el drenaje y por medio de su capacidad de almacenamiento, la cubierta vegetal del suelo juega un papel de igual importancia.

El sistema radicular de la planta, presenta menor resistencia al movimiento del agua que la superficie del suelo en estado de desecación. Las plantas tienen poca capacidad de almacenamiento del agua que pasa por ellas diariamente, pero estas sirven de conexión hidráulica entre el suelo y la atmósfera, con una acción reguladora colectiva apropiada a sus fines evolutivos (5).

La planta para vivir debe absorber el agua que ha servido para disolver las sales minerales y las materias orgánicas del suelo y después llevarlas al lugar de su asimilación. Una parte del agua absorbida del suelo queda fijada a la planta con las sales minerales que transporta, el resto es transpirado por su sistema foliar. El desarrollo completo se alcanza si el vegetal dispone permanentemente de toda el agua que necesita. La finalidad del riego es evitar una falta momentánea o permanente de agua, lo cual implica un perfecto conocimiento de las relaciones existentes entre la planta y el agua (9).

2.3.1.2 Evapotranspiración, disponibilidad de agua para los cultivos y frecuencia de Riego

a) Evapotranspiración

La evapotranspiración es el gasto del agua en el suelo, debido a la evaporación de la superficie del suelo y la transpiración de las plantas. La transpiración está causada por un gradiente de presión entre las hojas y la atmósfera que las rodea, más que por el crecimiento de los vegetales (7).

b) Uso-Consumo o Uso consuntivo

Se define como la cantidad de agua utilizada por los cultivos para la formación de tejidos más la cantidad que se pierde por las hojas para ser reintegrada a la atmósfera.

A esta cantidad de agua, utilizada por las plantas en cantidades variadas, dependiendo de su requerimiento en sus diferentes etapas de desarrollo, se le conoce como coeficiente de uso hídrico (K_c)(7).

c) Determinación de la evapotranspiración

Los distintos procesos por los cuales el agua puede ser añadida o eliminada de la zona radicular del suelo están íntimamente relacionados entre sí debido a la exigencia física de la conservación de la materia.

La evapotranspiración es el efecto combinado de la evaporación del agua del suelo húmedo y la transpiración por un cultivo en crecimiento activo. Al aplicar el balance de agua generalmente es necesario hacer suposiciones al menos a una de las variables. Por ejemplo, en muchas estimaciones de la evapotranspiración en zonas regables se supone despreciable el término drenaje. Es importante no pasar por alto estas suposiciones particularmente al transferir métodos de un campo de investigación a otro (10).

Es importante la exactitud con que se evalúe el término evapotranspiración, principalmente para aquellos que diseñan sistemas de riego y drenaje, sabiendo que “el suelo, las plantas y la atmósfera son todos componentes de un sistema físicamente unificado y dinámico en el que varios procesos de flujo están interrelacionados como los eslabones de una cadena (10).

d) Evapotranspiración Potencial

Es la evaporación del suelo cubierto con un cultivo en crecimiento activo, denso, con agua disponible en condiciones óptimas bajo las condiciones meteorológicas existentes. Generalmente se toma una pradera como cultivo estándar (10).

e) Evapotranspiración Real:

Es la cantidad real de vapor transferido a la atmósfera, que depende no solo de las condiciones meteorológicas existentes, sino también de las disponibilidades de agua para satisfacer la demanda atmosférica y el tipo de vegetación, de su capacidad para extraer la humedad del suelo (10).

2.3.1.3 Medición del agua en el suelo

La medición de agua en el suelo tiene fundamental importancia para el riego; con el fin de poder establecer la frecuencia de riego (cuando regar) y la lámina de agua a reponer en el suelo durante el riego (cuanto regar), la forma más directa y confiable es determinar el contenido de agua que hay almacenado en el perfil del suelo en un momento dado. El contenido de agua de una muestra de suelo se expresa tradicionalmente.

$$\%Ps = \frac{Psh - Pss}{Pss} \times 100$$

Donde:

%Ps = Porcentaje contenido de humedad en base a peso del suelo seco.

Psh = Peso de suelo húmedo

Pss = Peso de suelo seco

2.3.1.4 Frecuencia de Riego

La frecuencia de riego debe basarse, en consideraciones del balance entre la velocidad de pérdida de agua por las hojas y el aporte de agua hacia las raíces. Durante el verano la frecuencia de riego será máxima, tratándose de que pueda reponerse en el suelo el agua consumida por los cultivos, casi continuamente. De tal manera que la frecuencia optima es una función del tipo de suelo (su capacidad de almacenamiento de agua y la conductividad hidráulica en condiciones no saturadas); la demanda de la atmósfera; el estado de desarrollo del cultivo (especialmente distribución de las raíces en la profundidad del perfil); consideraciones económicas en relación con equipos de riego disponible, mano de obra y disponibilidades de agua para el riego (7).

2.3.1.5 El Riego por Aspersión

Es el agua aplicada al suelo asperjada, o sea fraccionando el caudal en innumerable cantidad de gotas que se infiltran en el terreno al tiempo que alcanza la superficie del mismo.

El riego por aspersión es conocido desde hace tiempo, sin embargo se difundió en la etapa industrial de fabricación de tuberías de reducido peso, y de fabricación de aspersores capaces de dar una uniforme precipitación sobre el área irrigada (6).

a) Ventajas:

Llega a reducir o eliminar los costos de nivelación de tierras, así como su preparación para el cultivo.

Se logra establecer un buen control del agua, con una aplicación casi uniforme.

Puede regarse en suelo de textura ligera, sin tener problemas de erosión.

Es factible regar suelos que presentan muy baja capacidad de retención de agua.

Se reduce mano de obra considerablemente.

Permite aplicar una lámina de riego determinada, sin elevar el nivel freático.

Se aplica a suelos poco profundos, en los cuales no puede realizarse nivelación y aplicación de reducidas laminas de agua en cada riego. Además en suelos de alta velocidad de infiltración con perdidas de agua por percolación.

Su disponibilidad de agua en caudales pequeños y largos horarios de riego, ya que con un diseño económico se logra que un equipo se use la mayor parte del tiempo posible.

b) Desventajas:

El diseño debe ser cuidadoso, para una aplicación uniforme de la lámina de agua.

El costo inicial es alto.

Es difícil que se adapte a regiones con vientos fuertes que alteren el patrón de mojado.

Las pérdidas de agua por evaporación son más altas que por el método de riego superficial.

En muchos casos el traslado o cambio de sitio de tuberías portátiles después de un riego puede significar problemas.

Debe contarse con una calidad de agua muy aceptable.

Se desarrolla un microclima dentro del cultivo, favoreciendo el desarrollo de enfermedades fungosas y bacterianas.

No se adapta a cualquier cultivo (8), (6).

2.3.1.5 Componentes de un sistema de riego por aspersión

Los componentes básicos de un sistema de riego por aspersión son:

1. Fuente de agua.
2. Fuente de energía.
3. Sistema de distribución de agua.
4. Aspersores o rociadores.
5. Accesorios.

2.3.1.6 Planeación de un Sistema

La planeación de un sistema de riego por aspersión debe ser el más económico, que sirva para satisfacer las necesidades del diseño. Después de examinar el terreno, en lo que se refiere a topografía y los tipos de suelos, el técnico debe tomar una decisión sobre las especificaciones más adecuadas para el diseño.

2.3.2 Marco referencial

2.3.2.1 Localización geográfica de la investigación

La investigación se realizó en las áreas cultivadas con caña de azúcar específicamente en la sección el Rodeo cultivada con las variedades CP, PGM y Sao Pablo en la Finca Sabana Grande, la cual se localiza en el departamento de Escuintla, en las coordenadas $14^{\circ} 22'03''$ Latitud Norte y $90^{\circ} 49'48''$ Longitud Oeste (11).

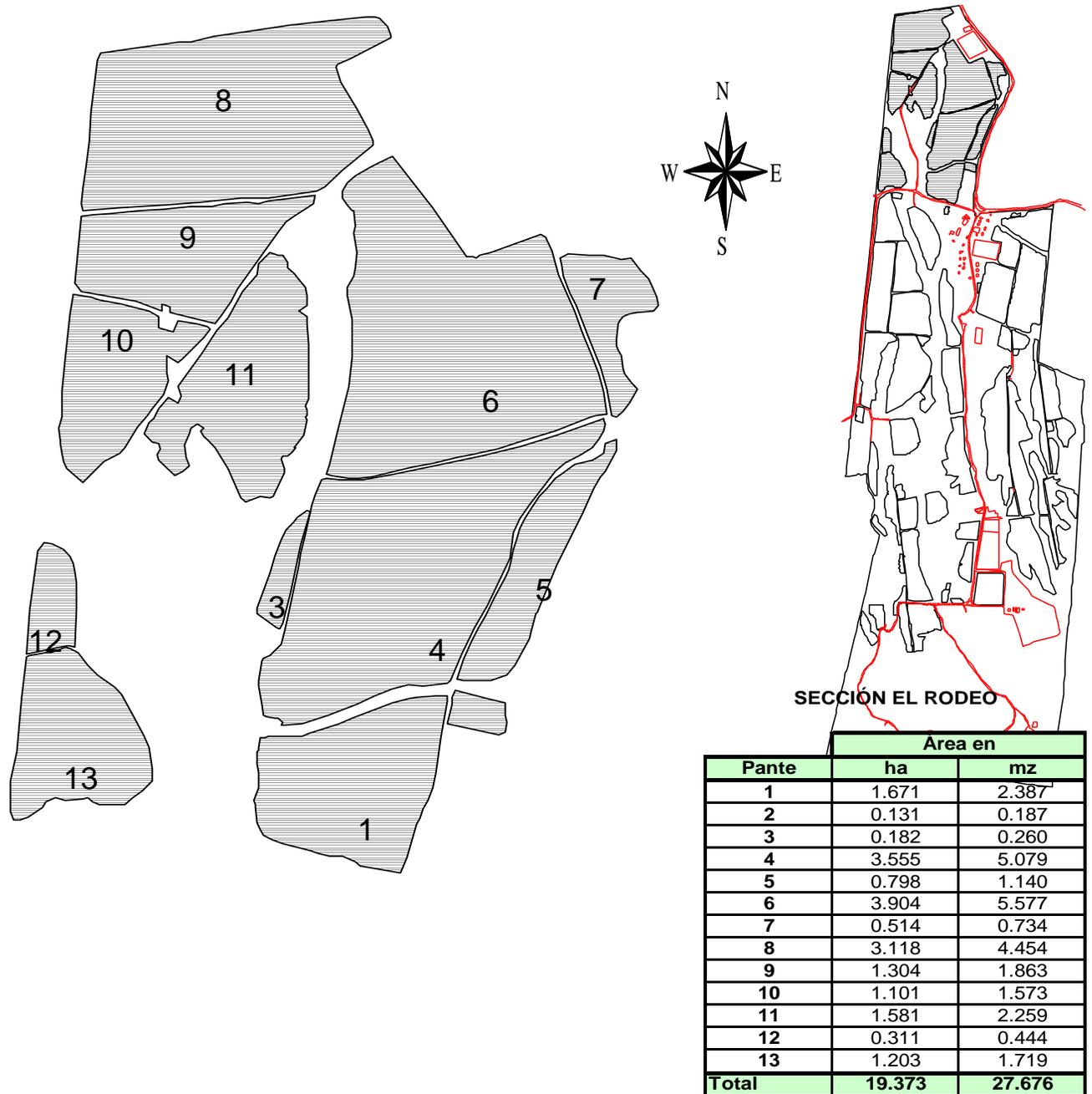


Figura 2.1 Mapa de ubicación de la finca Sabana Grande

2.3.2.2 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 (12).

2.3.2.3 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 (15).

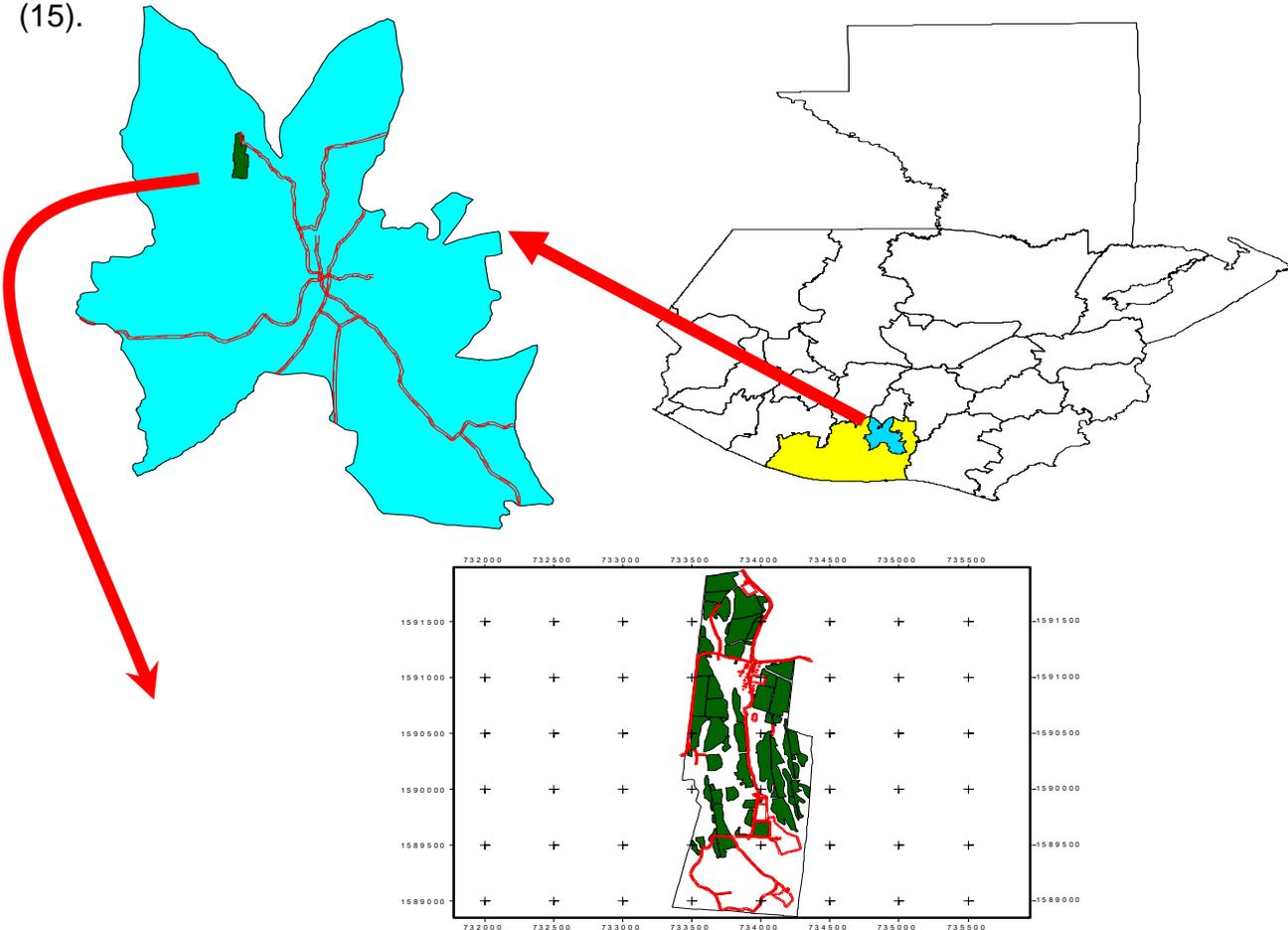


Figura 2.2. Croquis de la ubicación de finca Sabana Grande y vía principal de acceso.

2.3.2.4 Clima y zonas de vida

Según el mapa climatológico preliminar de la república de Guatemala, basado en el sistema de clasificación de Thornthwaite (18); la finca Sabana Grande presenta un clima cálido sin estación fría bien definida, muy húmedo con estación seca bien definida (13).

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 (15), 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).

2.3.2.5 Geología y suelos

Según el mapa geológico de Guatemala (17), 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., (18), los suelos de la finca Sabana Grande pertenecen a la serie Alotenango, caracterizada por suelos profundos, bien drenados, de textura franca entre otras características. El laboratorio de geomática de la FAUSAC indica que la finca se encuentra en la clasificación de tierras Altas Volcánicas.

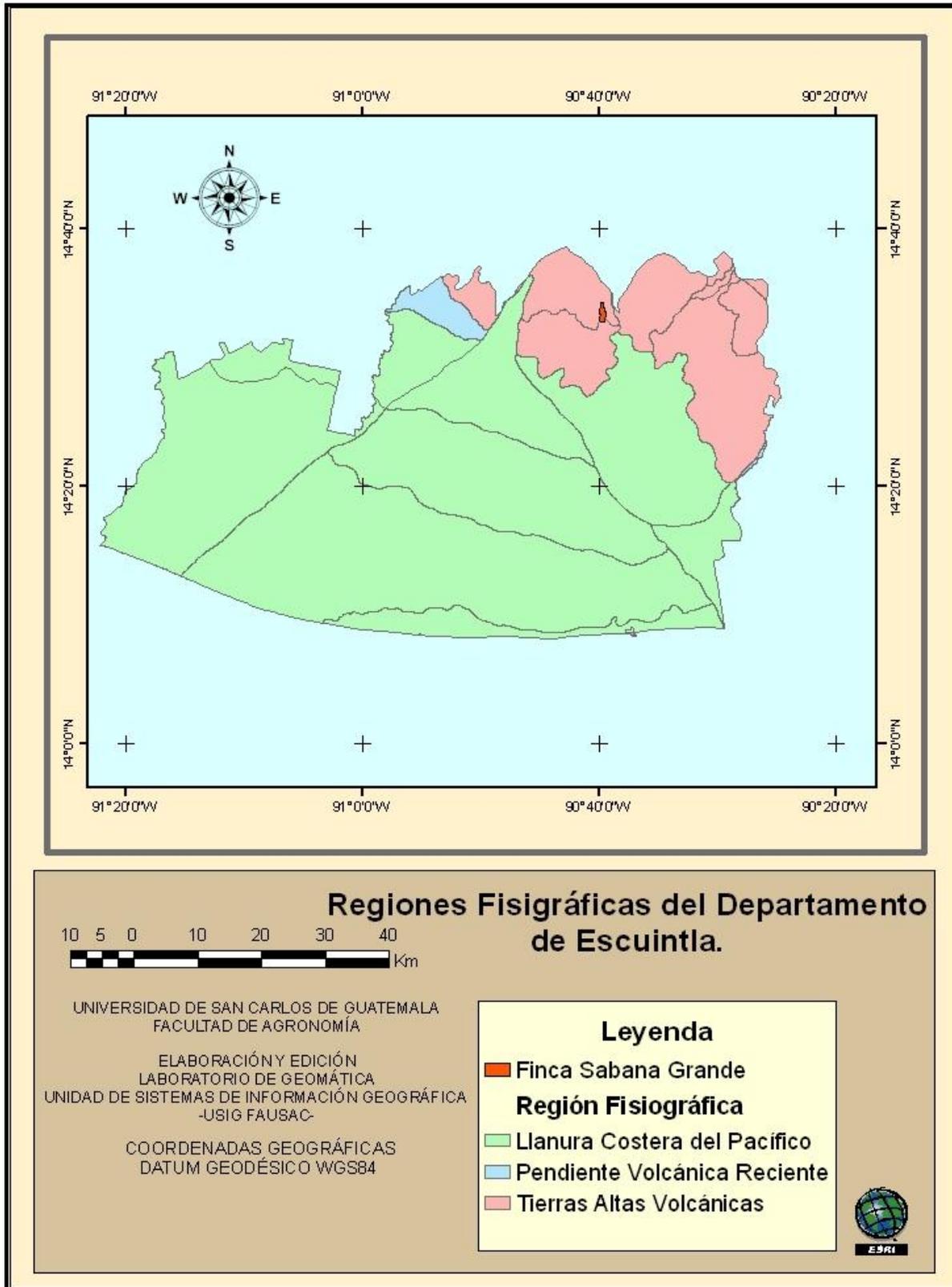


Figura 2.3. Región fisiográfica de finca Sabana Grande.

2.4. Objetivos

2.4.1 General

Contribuir a aumentar la producción de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) en la finca Sabana Grande, aldea el Rodeo, Escuintla, Escuintla

2.4.2 Específicos

- ✓ Diseñar y formular un sistema de riego por aspersión acorde a las condiciones edáficas y topográficas del área de la finca Sabana Grande. Para el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.)
- ✓ Proporcionar criterios técnicos para el buen manejo y operación del sistema de riego por aspersión, acorde al cultivo de caña, suelo y clima.
- ✓ Determinar el costo de inversión del proyecto.

2.5. Metodología

2.5.1 Estudios climáticos

Para este estudio, se consultaron registros climatológicos del área en estudio. Las características climáticas se utilizaron básicamente para determinar la época crítica, es decir la época en que se demanda el riego. Esto se logra a través del análisis de precipitación y evapotranspiración mensual (14).

2.5.2 Estudios hidrológicos

Dentro de las características hidrológicas que se consideraron como más importantes están las siguientes:

2.5.2.1 Disponibilidad de Agua

La disponibilidad del agua se midió de acuerdo al estudio de los acuíferos de los cuales se tomó el agua y donde se determinó el caudal para el riego.

2.5.2.2 Análisis de agua

Consistió en tomar muestra del agua que se utilizara para regar el cultivo y llevarlo a un laboratorio para su análisis.

2.5.2.3 Método para medir caudal

El método que se empleó en este trabajo fue el método sección Velocidad por medio de Flotadores.

a) Flotadores:

Se seleccionó un tramo de aforo recto, libre de obstáculos cuya longitud no podía ser menor de seis veces el ancho del río.

La velocidad se obtuvo tomando el tiempo que tardó en recorrer un tramo de longitud conocida.

$$V = D/T$$

Se obtuvieron dos tipos de velocidad:

Velocidad superficial (Vs): Se obtuvo con flotadores superficiales, los cuales fueron botellas plásticas. Tomando en cuenta que no estuvieran influenciadas por el viento.

Velocidad media (Vm): Se obtuvo en forma aproximada por los flotadores sumergidos, ya que estos tienen forma de barra o bastón, lo cual les permite tomar una posición vertical, extendiéndose desde la superficie hasta cerca del fondo, proporcionando así un promedio de las velocidades de la corriente .

b) Estimación de la velocidad media (Vm)

Se usó un flotador superficial y se promedió su velocidad, por lo tanto es la V_s media.

Posteriormente se obtuvo:

$$K = V_m/V_s$$

$$V_m = K \times V_s \text{ (para los siguientes aforos)}$$

En muchos casos se puede usar el valor de K de 0.85-0.90 como se reporta en literatura.

Por lo tanto, se asumió $V_m = 0.85 \text{ ó } 0.90 \times V_s$

C) Caudal

El caudal se obtuvo:

$$Q \text{ (m}^3\text{/s)} = \text{Área de la sección (m}^2\text{)} \times \text{Velocidad media (m/s)} \text{ (4), (16), (8).}$$

2.5.3 Estudios topográficos:

Los detalles topográficos del área de estudio se determinaron a través de un estudio planialtimétrico con intervalo vertical entre curvas de 2 metros. Se elaboró un plano de curvas a nivel con sus cotas para obtener trazos principales.

2.5.4 Condiciones generales de diseño

a) Cultivo: Caña de azúcar

b) Área: (ha)

c) Profundidad Radicular

La profundidad radicular de diseño se eligió de acuerdo a la tabla que presenta CENGICAÑA que existe en el área de la finca Sabana Grande

d) Evapotranspiración potencial (mm/día)

Se tomó en función del estudio Hidrológico. (Curvas de frecuencia acumulada de la evapotranspiración).

e) Umbral de Riego:

Se tomó el déficit permitido de manejo de la caña que se siembra en el área, la cuál es la más sensible al estrés hídrico (16).

f) Coeficiente de Uso- consumo para diseño (Kc):

Se eligió el coeficiente de mayor transpiración según tabla proporcionada por CENGICAÑA trato de suelos Franco Arenosos sin tomar el factor viento.

2.5.5 Cálculos básicos para el dimensionamiento de la Red de Riego

2.5.5.1 Diseño agronómico

2.5.5.2 Lámina de humedad disponible (LHD)

$$\text{LHD} = (\text{CC} - \text{PMP}) * \text{Da} * \text{Pr} / 100 \text{ (cm)}$$

CC= porcentaje humedad a capacidad de campo(%)

PMP= porcentaje humedad a punto de marchites(%)

Da = densidad aparente del estrato de suelo en (gr/cc)

Pr= profundidad radicular de diseño en (cm)

2.5.5.3 Lámina neta de riego, a lámina de humedad, rápidamente aprovechable (LHRA)

$$\text{LHRA} = \text{LHD} * \text{UR}$$

LHD= Lámina de humedad disponible

UR= Umbral de riego.

2.5.5.4 Lámina Bruta de Riego (LBR).

$$\text{LBR} = \text{LHRA} / \text{Efr}$$

LHRA= Lámina de humedad rápidamente aprovechable.

Efr= Eficiencia agronómica de riego.

2.5.5.5 Evapotranspiración Real (Etr)

$$\text{Etr} = \text{Etp} * \text{Kc}$$

Etp= Evapotranspiración potencial: (Se tomó en función de un análisis de frecuencia de ocurrencia y de donde se diseñó para aquella evapotranspiración potencial con frecuencia del 90% de ocurrencia.

Kc= Coeficiente de uso- consumo del cultivo.

2.5.5.6 Frecuencia de Riego (Fr)

$$Fr = LHRA/Etr$$

LHRA= Lámina de humedad rápidamente aprovechable

ETR = Evapotranspiración

2.5.5.7 Ciclo de riego

$$Cr = Fr$$

2.5.5.8 Lámina Neta Ajustada (LNA)

$$LNA = Fr * Etr$$

Fr= Frecuencia de riego

Etr= Evapotranspiración real

2.5.5.9 Lámina Bruta Ajustada (LBA)

$$LBA = LNA / Efr$$

LNA/Lámina neta ajustada

Efr= Eficiencia agronómica de riego

2.5.5.10 Intensidad de Riego (I_r)

Intensidad de precipitación para que se infiltre la lámina de riego sin causar problemas de encharcamiento. Lo cual significa que la intensidad de riego sea $<$ a la infiltración básica.

$$I_r < I_b$$

I_b = Velocidad de infiltración básica

2.5.5.11 Tiempo de riego por turno (T_{rt})

$$T_{rt} = LBA/I_r$$

LBA = Lamina bruta ajustada (mm)

I_r = Intensidad de riego. (mm/hr)

2.5.5.12 Número de Turnos de Riego

$$NTR = T_{dd}/T_{rt}$$

T_{dd} = Tiempo de día (hrs)

T_{rt} = Tiempo de riego por turno

2.5.6 Diseño hidráulico

2.5.6.1 Área a Regar por Día (A_{rd})

$$A_{rd} = AT/F_r$$

AT= área total a regar

F_r = frecuencia de riego

2.5.6.2 Área a regar Por Turno (Art)

Art= Ard/Número de Turnos al día.

2.5.6.3 Espaciamiento Entre Laterales y aspersores (Esp)

Se definió en función de la longitud de tubería existente en el mercado y del efecto por la velocidad del viento, combinado con el tipo de aspersor más adecuado.

2.5.6.4 Número de aspersores por lateral (No. Asp)

No.asp= (long. Lat. - $\frac{1}{2}$ Esp. Asp.) ÷ Esp. asp.

long. lat = Longitud de la lateral.

Esp.asp= Espaciamiento entre aspersores.

2.5.6.5 Número de posiciones Por Día (NPD)

NPD= Ard/ área a regar por lateral.

2.5.6.6 Número De Laterales Funcionando Simultáneamente (Lfs)

Lfs= NPD/ Número de turnos al día.

2.5.6.7 Requerimiento de caudal

Q = No laterales simultaneo/turno x No asp.lateral x Qasp

2.5.6.8 Área a regar por lateral (Arl)

Arl= Longitud de lateral *Esp. Entre lateral.

2.5.6.9 Caudal del aspersor (Qasp)

Qasp= (Esp. asp.*Esp. lat)* LBA/tr.

Donde:

Qasp = Caudal del aspersor en m

Esp. asp. = Espaciamiento entre aspersor en m

Esp. Lat. = Espaciamiento entre lateral en m.

LBA.= Lámina bruta ajustada en m.

Tr= Tiempo de riego por turno en hrs.

2.5.6.10 Caudal de la tubería principal (Qtp)

Qtp= Número de laterales funcionando *Caudal de la lateral

2.5.6.11 Cálculo del diámetro de la tubería principal y lateral

Para el cálculo del diámetro de la tubería, se utilizó la ecuación de Hazen y Williams.

$$HF = 1.131 \times 10^9 (Q/C)^{1.852} D^{-4.872} \times L$$

Para el diseño se tomó en cuenta los factores de velocidad del agua dentro de la tubería (1-2.5 m/s), las pérdidas por fricción (que no excedan de un 20% de la carga dinámica total que debe vencer la bomba) y el costo de la tubería. Para efectos de diseño, se tomó el criterio según Rojas L (1980) citado por R. Cabrera (1), de seleccionar los diámetros de tubería de manera que las pérdidas de carga por fricción no excedan a 1

PSI/100 pies de tubería (30.48m). El coeficiente de fricción de acuerdo al material para PVC 150 Aluminio 130 Hierro galvanizado 130. Criterio (16).

Cuadro 2.1. Variables consideradas en el Cálculo de diámetro de tubería principal y lateral

Parte	Q m ³ /hr	D (mm)	C (adimen- sional)	V (m/s)	L (m)	Hf (mca)	Diámetro lateral (mm)	HF lateral (mca)	Factor de Salidas	hf lateral (mca)
-------	-------------------------	-----------	--------------------------	------------	----------	-------------	-----------------------------	------------------------	-------------------------	------------------------

Fuente: Elaboración propia

2.5.7 Requerimiento de potencia

a) Carga dinámica total (CDT)

$$CDT = h_e + h_{fp} + h_{fmp} + C_e$$

h_e : Carga requerida la entrada del lateral (m).

h_{fp} : Pérdida de carga por fricción en la principal (m).

h_{fmp} : Estimación de pérdidas menores en la principal (m).

C_e : (Carga estática) Diferencia de altura entre el nivel del agua en la fuente y el nivel del terreno en la entrada de la lateral más alto (m)

b) Pérdidas de carga por fricción en la principal para la tubería de succión y la tubería de descarga (h_{fp})

Las pérdidas por fricción en la tubería principal se determinaron de acuerdo a lo establecido en el inciso 6.6.11

c) Pérdidas menores en la principal (h_{fmp})

Las pérdidas menores en la tubería principal se determinaron de la misma manera que las pérdidas por fricción en la principal en el inciso 6.6.11

d) Carga estática (ce)

Se tomó como la diferencia de altura entre el nivel del agua en la fuente y el nivel del terreno más alto en la entrada del lateral.

2.5.7.1 Potencia de la bomba al eje = (Hp)

$$H_p = Q(\text{lps}) * CDT / 76 * E_f.$$

Donde:

Q= Caudal de operación en lps

CDT= Carga dinámica total requerida en m

Ef = Eficiencia de la bomba en decimales.

2.5.7.2 Características de la unidad de bombeo

Se obtuvo las características propias de la bomba centrífuga recomendada, para asegurar el perfecto funcionamiento del sistema y conocer el requerimiento del sistema y de energía en ese sentido, se determinaran las siguientes características:

2.5.7.3 Carga neta positiva de succión (Npsh)

Esta, está en función de las características propias de la región y no es más que la carga o presión que causa que el líquido fluya al aspersor, por efecto de la presión barométrica y las características de presión de vapor del agua, cuando se provoca un vacío en dicha tubería. Como condición para el perfecto funcionamiento de la bomba, esta Npsh debe ser mayor que la requerida por la bomba.

$$N_{psh} = p_b - (E_{es} + p_v + P)$$

Donde:

Pb: presión Barométrica en m.

Ees: Elevación estática de succión en m.

Pv: Presión de vapor del agua a la temperatura ambiente en m

P: Perdidas por fricción en m.

$N_{psh}(\text{disponible}) > N_{psh}(\text{requerida})$

2.5.8 Tipo de Sistema de Riego

Se estableció un diseño de riego por aspersión semi-movil con aspersores de mediana presión

2.5.9 Análisis de costos

Se consideró los costos del equipo para la implementación del sistema, según los precios vigentes en el mercado local.

2.6. Resultados y Discusión

2.6.1 Caudal de los Ríos

Parte indispensable del diseño de un sistema de riego, parte del estudio consistió en determinar el caudal de los ríos principales de la finca; durante la época de estiaje, se llegó a determinar que el caudal disponible es de 105.6 lt/seg. (380.16 m³/h). Determinándose que el río más cercano, es el río Mongoy este satisface los requerimientos de caudal para abastecer al sistema de riego por aspersión que se opera con un caudal de 43.2 m³/h y a la vez se encuentra en una ubicación cercana al área a regar. Los caudales determinados se muestran a continuación.

Cuadro 2. Caudales promedio tomados durante los meses de febrero marzo y abril en los 3 ríos importantes de la finca.

MES	RIO CANTIL (Lps) - m ³ /h	RIO MONGOY (Lps) - m ³ /h	RIO COMETA (Lps) - m ³ /h
FEBRERO	198.1 - 713.16	106.4 - 383.04	81.5 - 293.5
MARZO	231.8 - 834.48	185.4 - 667.44	87.1 - 313.56
ABRIL	189.2 - 681.12	105.6 - 380.16	66.1 - 237.96

Fuente: Elaboración propia

2.6.2 Análisis de la fuente de agua

Según el resultado de la muestra del Río Mongoy que se analizó en el laboratorio de Suelo y Agua Salvador Castillo Orellana de la FAUSAC reflejó que es de clase C2 – S1, lo cual indica que es de buena calidad para riego ya que posee una cantidad mediana en sales y baja en sodio. Ver cuadro 16 en apéndice.

2.6.3 Análisis físico químico de suelo

El resultado del análisis realizado en el laboratorio de Suelo y Agua de la FAUSAC indicó que la textura del suelo es Franco Arenoso su densidad aparente es de 1.01 g/cc una capacidad de campo de 38.97% y un punto de marchitez permanente de 23.21% ver cuadro 15 en apéndice.

2.6.4 Estudios topográficos

Se realizó un estudio planialtimétrico con intervalo vertical de 2 metros. Se elaboró un plano de curvas a nivel con sus cotas para obtener trazos principales (Ver figura 2.4).

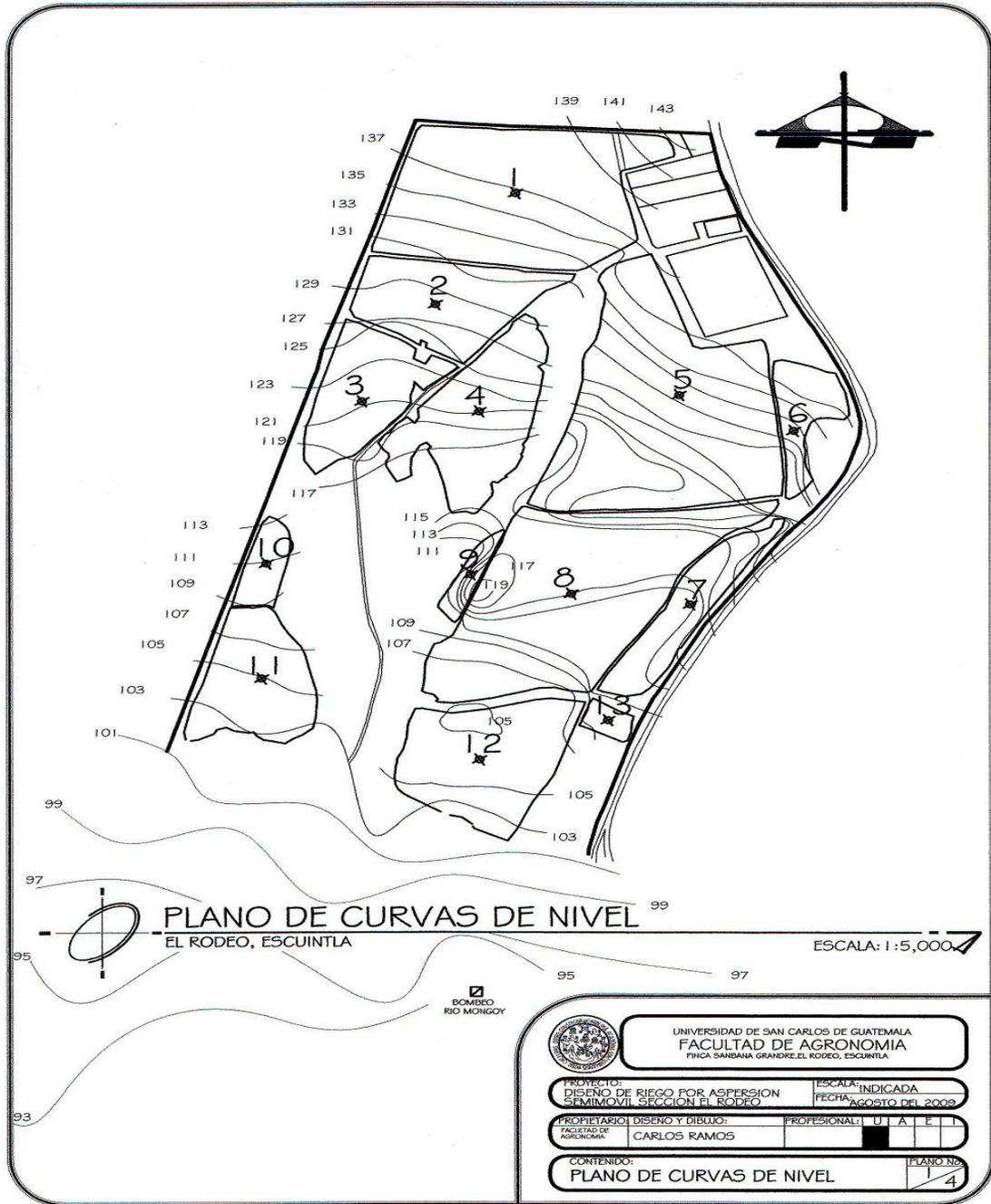


Figura 2.4 Plano de curvas a nivel

2.6.5 Infiltración básica

La prueba de infiltración por el método del doble cilindro la cual representa el área de estudio, se obtuvo el resultado siguiente a través del análisis de resultados por el modelo de Kostiakov-Lewis. Ver figura 2.5.

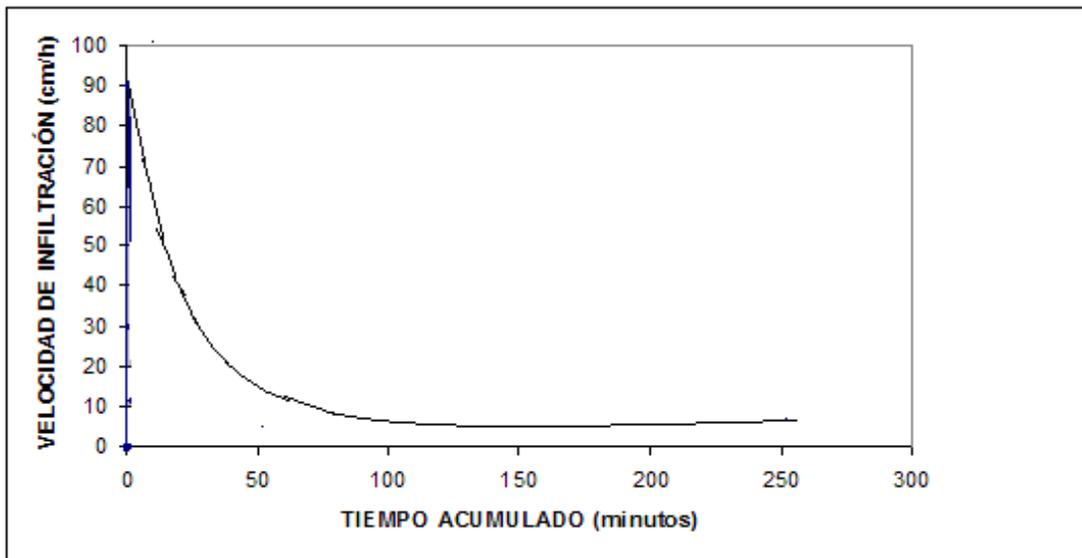


Figura 2.5 Curva de velocidad de infiltración en el sector del área de diseño

Se obtuvo una infiltración básica de 5.62 cm/hr, (56.2mm/hr) donde los parámetros son $K=25.42$ y $n = -0.292$; por lo que la ecuación de infiltración esta representada por $I = 25.42 t^{-0.292}$

2.7.6 Condiciones generales de diseño

- a) Cultivo: Caña de azúcar
 - b) Área: 19.37 ha
 - c) Profundidad radicular: 0.6 m se tomo según grafico proporcionado por CENGICAÑA se nota que en esta profundidad existe un 50% de raíz.
 - d) Evapotranspiración potencial: 4mm/día según tabla de tesis de Maestría del Ing. Tomas Padilla realizada en Sabana Grande. Ver cuadro 9
 - e) Umbral de riego: 50% (U_r)
 - f) Coeficiente de uso – consumo para diseño (K_c): 1 se tomo según tabla proporcionada por CENGICAÑA donde 0.9 es en suelos franco arenoso sin tomar factor viento según recomendaciones de ellos en Sabana Grande es 1 por el viento. Ver cuadro 11
- Eficiencia agronómica del riego (E_{fr}): 75%

2.6.7 Cálculos básicos para el dimensionamiento de la red de riego

2.6.7.1 Cálculos agronómicos

2.6.7.2 Lamina de humedad disponible (LHD)

$$\text{LHD} = \frac{(cc - pmp)DaxPr}{100} = 0.095 \text{ m}$$

Cuadro 2.3. La lámina de agua disponible presenta 95.5mm

CC %	PMP %	DENSIDAD APARENTE gr/cc	ZONA RADICULAR Cm	LHD cm	LHD Mm
38.97	23.21	1.01	0.60	9.55	95.5

Fuente: Elaboración propia

2.6.7.3 Lamina de humedad rápidamente aprovechable (LHRA)

$$\text{LHRA} = \text{LHD} \times \text{Ur} \quad 95.5\text{mm} \times 50\% = \underline{47.75 \text{ mm}}$$

Para la lamina de humedad aprovechable se considero un déficit permitido de manejo de 0.5 para lo cual la lamina de humedad es de 47.75mm.

2.6.7.4 Lamina bruta de riego (LBR)

$$\text{LBR} = \text{LHRA}/\text{Efr} \quad 47.75\text{mm}/75\% = \underline{63.67\text{mm}}$$

2.6.7.5 Evapotranspiración real (Etr)

$$\text{Etr} = \text{Etp} \times \text{Kc} \quad 4\text{mm/día} \times 1 = \underline{4\text{mm/día}}$$

2.6.7.6 Frecuencia de riego (Fr)

$$\text{Fr} = \text{LHRA}/\text{Etr} \quad 47.75 \text{ mm} / 4\text{mm/día} = \underline{11.93 \text{ días}}$$

2.6.7.7 Ciclo De Riego (Cr)

$$\text{Cr} = \text{Fr ajustada} = \underline{12 \text{ días}}$$

2.6.7.8 Lamina neta ajustada (LNA)

$$\text{LNA} = \text{Fr} \times \text{Etr} \quad 12 \text{ días} \times 4\text{mm/día} = \underline{48\text{mm}}$$

2.6.7.9 Lamina bruta ajustada (LBA)

$$\text{LBA} = \text{LNA}/\text{Efr} \quad 48\text{mm}/75\% = \underline{64\text{mm}}$$

2.6.7.10 Intensidad de riego (Ir)

Para el diseño del sistema de riego se seleccionó un aspersor Naan 5035 $\frac{3}{4}$ " el cual posee una descarga de 2.7 m³/hrs a una presión de 4.0 atm con una separación de aspersores de 18 m y entre laterales 18 m.

$$\text{Ir} = \text{Qaspersor}(\text{m}^3/\text{h}) / \text{D1}(\text{m}) \times \text{D2}(\text{m}) \quad 2.7\text{m}^3/\text{hr} / 18\text{m} \times 18\text{m} = 0.00833\text{m}/\text{hr}$$

$$0.00833\text{m}/\text{h} \times 1000\text{mm}/1\text{m} = \underline{8.33 \text{ mm}/\text{hr}}$$

Se determina que posee una intensidad de riego de 8.33 mm/hr. ($\text{Ir} = 8.33\text{mm}/\text{hr} < \text{Ib} = 56.2\text{mm}/\text{hr}$)

2.6.7.11 Tiempo de riego por turno (Trt)

$$\text{Trt} = \text{LBA}/\text{Ir} \quad 64\text{mm}/8.33\text{mm}/\text{hr.} = \underline{7.68 \text{ hrs}}$$

2.6.7.12 Número de turnos de riego (Ntr)

$$\text{Ntr} = \text{Thdía}/\text{Trt} \quad 24\text{hrs}/7.68\text{hrs} = 3.1 \text{ turnos/día}$$

$$\text{Ntr ajustada} = \underline{3 \text{ turnos/día}}$$

2.6.13 Área a regar por día (Ard)

$$\text{Ard} = \text{Área total}/\text{Fr ajustada} \quad 19.37\text{ha}/12\text{días} = \underline{1.61\text{ha/día}}$$

2.6.7.14 Área a regar por turno (Art)

$$\text{Art} = \text{Ard}/\text{Número de turnos al día} \quad \text{Art} = 1.61\text{ha/día} / 3\text{turno/día}$$

$$= \underline{0.5367 \text{ ha}/\text{turno}}$$

2.6.7.15 Tabla de Operación de Riego

Cuadro 2.4. Calendarización de riego a emplearse

Día	Turno	Laterales regando	Emisores por turno	Horario
1	1	4	16	6:00 - 13:40
1	2	4	16	13:40 - 21:20
1	3	4	16	21:20 - 5:00
2	1	4	16	6:00 - 13:40
2	2	4	16	13:40 - 21:20
2	3	4	16	21:20 - 5:00
3	1	4	16	6:00 - 13:40
3	2	4	16	13:40 - 21:20
3	3	4	16	21:20 - 5:00
4	1	4	16	6:00 - 13:40
4	2	4	16	13:40 - 21:20
4	3	4	16	21:20 - 5:00
5	1	4	16	6:00 - 13:40
5	2	4	16	13:40 - 21:20
5	3	4	16	21:20 - 5:00
6	1	4	16	6:00 - 13:40
6	2	4	16	13:40 - 21:20
6	3	4	16	21:20 - 5:00
7	1	4	16	6:00 - 13:40
7	2	4	16	13:40 - 21:20
7	3	4	16	21:20 - 5:00
8	1	4	16	6:00 - 13:40
8	2	4	16	13:40 - 21:20
8	3	4	16	21:20 - 5:00
9	1	4	16	6:00 - 13:40
9	2	4	16	13:40 - 21:20
9	3	4	16	21:20 - 5:00
10	1	4	16	6:00 - 13:40
10	2	4	16	13:40 - 21:20
10	3	4	16	21:20 - 5:00
11	1	4	16	6:00 - 13:40
11	2	4	16	13:40 - 21:20
11	3	4	16	21:20 - 5:00
12	1	4	16	6:00 - 13:40
12	2	4	16	13:40 - 21:20
12	3	4	16	21:20 - 5:00

Fuente: Elaboración propia

2.6.8 Cálculos hidráulicos

2.6.8.1 Número de aspersores por lateral (No.Asp)

$$\text{No.Asp} = (\text{long.lat} - \frac{1}{2} \text{ esp.asp}) / \text{esp.asp} \quad (72\text{m} - 9\text{m}) / 18\text{m} = \underline{3.5 \text{ asp} = 4 \text{ asp}}$$

2.6.8.2 Número de posiciones por día (NPD)

$$\text{NPD} = \text{Ard} / \text{área a regar por lateral}$$

$$\text{Ard} = 1.61\text{ha} \times 10,000\text{m}^2/\text{ha} = 16,100\text{m}^2$$

$$\text{Área a regar por lateral} = 18\text{m} \times 18\text{m} \times 4\text{asp} = 1296\text{m}^2$$

$$16,100\text{m}^2 / 1,296\text{m}^2 = 12.42 = \underline{12 \text{ laterales ajustado/día}}$$

2.6.8.3 Número de laterales y aspersores funcionando simultáneamente (Lfs)

$$\text{Lfs} = \text{NPD} / \text{Número de turnos al día} \quad 12 \text{ laterales} / 3 \text{ turno/día} = \underline{4 \text{ laterales en función}}$$

$$4 \text{ laterales simultáneamente} \times 4\text{asp} = \underline{16 \text{ asp simultáneamente}}$$

2.6.8.4 Requerimiento de caudal

$$Q = \text{No. Laterales simultaneo} \times \text{No.asp/lateral} \times Q_{\text{asp}}$$

$$4 \times 4 \times 2.7 \text{ m}^3/\text{hr} = \underline{43.2 \text{ m}^3/\text{hr}}$$

2.6.8.5 Caudal del aspersor (Qasp)

$$Q_{\text{asp}} = (\text{Esp.asp} \times \text{Esp.lat}) \text{ LBA} / \text{tr} \quad 18\text{m} \times 18\text{m} \times 0.064\text{m} / 7.68 \text{ hr}$$

$$= \underline{2.7 \text{ m}^3/\text{hr}}$$

2.6.8.6 Caudal de lateral (Qlat)

$$Q_{\text{lat}} = Q_{\text{asp}} \times \text{N0.asp} \quad 2.7\text{m}^3/\text{h} / 4\text{asp} = \underline{10.8 \text{ m}^3/\text{h}}$$

2.6.8.7 Caudal de la tubería principal (Qtp)

$$Q_{\text{tp}} = \text{Número de laterales funcionando simultáneamente} \times \text{caudal de la lateral}$$

$$4 \text{ laterales} \times 10.8\text{m}^3/\text{hr} = 43.2 \text{ m}^3/\text{ha}$$

2.6.8.8 Calculo del diámetro de la tubería lateral y principal

$$H_f = 1.131 \times 10^9 (Q/c)^{1.852} D^{-4.872} \times L$$

Los resultados se expresan en las siguientes tablas.

Cuadro 2.5. Diámetro tubería lateral

parte	Q m ³ /hr	D (mm)	C (adimensional)	V (m/s)	L (m)	HF (mca)	Diámetro lateral (mm)	HF lateral (mca)	Factor de salidas	hf lateral (mca)
Lateral	10.8	50	130	1.53	63	3.78	50	3.78	0.48	1.82

Presión en el primer aspersor	40 mca
hf del lateral	1.82 mca
Presión en el último aspersor	38.18 mca
Diferencia de presión (%)	4.55 % estamos en el rango

$$\frac{40 - 38.18}{40} \times 100 = 4.55 \%$$

Cuadro 2.6. Diámetro tubería principal y ramales que van a los laterales críticos

Parte	Q m ³ /hr	D (mm)	C (adimensional)	V (m/s)	L (m)	Hf (mca)	D (Pulg)	Presión
A	43.20	134.00	150.00	0.85	1135.00	5.60	5"	160 PSI
B	21.60	69.00	150.00	1.61	296.00	10.25	2 1/2"	160 PSI
C	10.80	57.00	150.00	1.18	520.00	12.65	2"	160 PSI
D	21.60	69.00	150.00	1.61	545.00	18.88	2 1/2"	160 PSI
E	10.80	57.00	150.00	1.18	442.00	10.75	2"	160 PSI

Cuadro 2.7. Perdidas por fricción en la Principal (A), Ramal B-C

Suma de principal A-B-C		
Parte	Carga en mca	
A	5.60	Perdidas por fricción
°P	40.00	Presion de operación
ΔH	50.00	Diferencia de nivel
Subtotal	95.60	En Punto de Bombeo
Parte Alta	40.00	Diferencia de nivel
Hf B	10.25	Perdidas por fricción
ΔH B	18.00	Diferencia de nivel
Subtotal	47.75	Al final del tramo B
Final B	47.75	Al final del tramo B
Hf C	12.65	Perdidas por fricción
ΔH C	22.00	Diferencia de nivel
Total Final	57.10	Al final del tramo C

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 2.8. Perdidas por fricción en la Principal (A), Ramal D-E

Suma de principal A-D-E		
Parte	Carga en mca	
A	5.60	Perdidas por fricción
°P	40.00	Presion
ΔH	50.00	Diferencia de nivel
Subtotal	95.60	En Punto de Bombeo
Parte Alta	40.00	Diferencia de nivel
Hf D	18.88	Perdidas por fricción
ΔH D	20.00	Diferencia de nivel
Subtotal	41.12	Al final del tramo D
Final D	41.12	Al final del tramo D
Hf D	10.75	Perdidas por fricción
ΔH D	20.00	Diferencia de nivel
Total Final	50.37	Al final del tramo E

2.6.8.9 Requerimientos de potencia

Suma Ppal subiendo (Tramo A)	5.60	mca
ΔH hacia arriba	50	m
Presión de operación del aspersor	40	mca
Accesorios	8.12	mca
Elevador	3	mca
CDT	106.72	mca
Q	43.20	m ³ /hr
HP	$= (Q_{gpm} * CDT_{pies}) / (3960 * 0.75)$	
HP bomba	22	
HP motor	25	

2.6.9 Análisis de costos

2.6.9.1 Factibilidad de sistema de riego.

DATOS GENERALES									
PASO 1: Ingrese la Información General del Proyecto.									
1) Rutro:	Factibilidad de sistema de riego.	5) Propietario:	Facultad de Agronomía USAC						
2) Cultivo:	Caña de azúcar	6) Propiedad:	Finca Sabana Grande Escuintla						
3) No. De Manzanas:	27.67	7) Ubicación:	Sección el Rodeo						
4) No. De Años	8	8) Altitud:	770msn						
PROYECCION DE GASTOS									
PASO 2: Proyección de Gastos. En la tabla siguiente puede ingresar sus estimaciones de gastos por manzana.									
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8
9) INVERSION INICIAL	572,831.62								
PROYECCION DE COSTOS:									
10) Gastos de Producción									
Insumos									
Fertilizantes	1,443.96	1,443.96	1,443.96	1,516.15	1,516.15	1,516.15	1,591.95	1,591.95	1,591.95
Herbicidas	91.71	91.71	91.71	96.29	96.29	96.29	101.10	101.10	101.10
Otros Materiales	500.00	500.00	500.00	525.00	525.00	525.00	551.25	551.25	551.25
Mano de obra	1,932.75	1,932.75	1,932.75	2,029.38	2,029.38	2,029.38	2,130.85	2,130.85	2,130.85
Gastos Indirectos	198.42	198.42	198.42	208.34	208.34	208.34	218.75	218.75	218.75
SubTotal Costos de Producción por Mz	4,166.84	4,166.84	4,166.84	4,375.16	4,375.16	4,375.16	4,593.90	4,593.90	4,593.90
Total Costos de Producción(*)	688,294.76	115,463.14	115,463.14	121,235.68	121,235.68	121,235.68	127,296.97	127,296.97	127,296.97
11) Gastos de Administración	1,250.00	1,250.00	1,250.00	1,312.50	1,312.50	1,312.50	1,378.12	1,378.12	1,378.12
12) Gastos de Venta	500.00	500.00	500.00	525.00	525.00	525.00	551.25	551.25	551.25
13) Gastos Financieros	1,000.00	1,000.00	1,000.00	1,050.00	1,050.00	1,050.00	1,102.50	1,102.50	1,102.50
14) COSTO TOTAL (Inversión + Costo) (**)	691,044.76	118,213.14	118,213.14	124,123.18	124,123.18	124,123.18	130,328.84	130,328.84	130,328.84
Q: Cantidad; P/U: Precio Unitario. (*) Este valor resulta de la multiplicación por el número de manzanas introducido. (**) Total de costos de producción + Gastos de administración + Gastos de Venta.									
PROYECCION DE INGRESOS									
PASO 3: Proyección de Ingresos: En la siguiente tabla ingrese la información de su estimación de ingresos por manzana									
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8
15) Rendimiento Esperado									
16) Rendimiento x Manzana	5,871.89	9,742.38	9,742.38	13,125.00	13,125.00	13,125.00	13,125.00	13,126.00	13,127.00
17) Rendimiento Total (*)	162,710.97	269,961.35	269,961.35	363,693.75	363,693.75	363,693.75	363,693.75	363,721.40	363,749.17
18) Precio Unitario de venta (**)	150.00	150.00	150.00	150.00	175.00	175.00	175.00	176.00	177.00
15) INGRESO TOTAL	162,860.07	270,111.35	270,111.35	363,843.75	363,868.75	363,868.75	363,868.75	363,897.46	363,926.17
(*) Este valor resulta de la multiplicación por el número de manzanas introducido. (**) La unidad de medida utilizada para determinar el rendimiento esperado debe expresarse igual que la unidad de medida del precio unitario. Ej. Unidades, cientos, quintales, toneladas, cajas, etc.									
FLUJO DE EFECTIVO									
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8
COSTO TOTAL (Inversión + Costo)	691,044.76	118,213.14	118,213.14	124,123.18	124,123.18	124,123.18	130,328.84	130,328.84	130,328.84
INGRESO TOTAL	162,860.07	270,111.35	270,111.35	363,843.75	363,868.75	363,868.75	363,868.75	363,897.46	363,926.17
20) TOTAL DE FLUJOS DE EFECTIVO	-528,184.68	151,898.21	151,898.21	239,720.57	239,745.57	239,745.57	233,539.91	233,568.62	233,597.33
CALCULO DE INDICADORES FINANCIEROS									
	Resultados								
21) Ingrese una tasa de interés para calcular indicadores financieros	24%								
FLUJO DE EFECTIVO DESCONTADO									
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8
COSTO TOTAL DESCONTADO	691,044.76	95,333.17	76,881.59	65,101.03	52,500.83	42,339.38	35,851.75	35,851.75	35,851.75
INGRESO TOTAL DESCONTADO	162,860.07	217,831.73	175,670.75	190,831.41	153,906.87	124,118.45	100,095.52	80,728.56	80,734.93
TOTAL DE FLUJOS DESCONTADO	-528,185	122,499	98,789	125,730	101,406	81,779	64,244	44,877	44,883
22) VAN de la inversión	128,927.04								
23) TASA INTERNA DE RETORNO	33%								
24) RELACION BENEFICIO COSTO	1.04								
Si el valor VAN es mayor que 1 le conviene invertir en el presente proyecto, si es menor, no. Es la tasa para la cual obtendríamos un VAN = 0. A su vez es comparable a depositar la plaza en un banco a dicha tasa. si el resultado un valor inferior a uno (1) indica que obtendrá pérdidas reales, si es mayor que uno obtendrá ganancias									

2.6.9.2 Costo del riego por aspersión

ASPERSION				
Proyecto				
Ubicación				
Cultivo				
Área				
19.77 Ha				
27.87 Mz				
Descuento en PVC 50				
Descuento en Equipo de Riego 5				
Proyecto	CAÑA			PROFORMA
	SIN LATERIA EN ESPERA			PAGINA No.
Atm:				FECHA:
CANTID	MATERIALES Y ACCES. PVC	PRECIO LISTA	PRECIO CON DESC.	TOTAL CON DESC.
132	TUBOS PVC 2" * 160 PSI	Q91.26	Q57.01	Q7,528.95
37	TUBOS PVC 2 1/2" * 160 PSI	Q133.01	Q83.69	Q3,096.67
91	TUBOS PVC 2" * 160 PSI	Q197.62	Q123.51	Q11,239.64
85	TUBOS PVC 2 1/2" * 160 PSI	Q328.75	Q205.47	Q17,464.84
		Q501.11	Q313.19	Q0.00
		Q710.84	Q444.28	Q0.00
	ACCESORIOS			Q15,732.04
	SUB TOTAL			Q55,062.14
				\$6,882.77
	TUBERIA DE CONDUCCION			
205	TUBOS PVC 5" * 125 PSI	Q1,199.81	Q749.88	Q153,725.66
				Q7,686.28
				Q161,411.94
				\$20,176.49
	EQUIPO DE RIEGO			
102	Aspersores Naan 5035	\$8.69	\$8.26	\$842.06
V/	Accesorios costo completo de aspersores			\$250.00
	SUB TOTAL			\$1,092.06
	EQUIPO DE ALUMINIO			
45	Hidrantes de aluminio 3"	Q672.59	Q638.96	Q28,753.22
214	Tubos de aluminio 2" * 9m completos	Q579.91	Q550.91	Q117,895.70
102	Elevadores de HG 3/4" * 1.8m	Q80.30	Q76.29	Q7,781.07
42	Codo mando hidrante 3"	Q951.94	Q904.34	Q37,982.41
42	Codo reversible 2"	Q397.79	Q377.90	Q15,871.82
42	Tapon final de aluminio 2"	Q52.32	Q49.70	Q2,087.57
115	Tapones macho HG 1"	Q3.95	Q3.75	Q431.54
105	Reductores HG 1" * 3/4"	Q4.75	Q4.51	Q473.81
42	Reductores de aluminio 3" * 2"	Q188.71	Q179.27	Q7,529.53
				Q218,806.67
	SUB TOTAL			\$27,350.83
	EQUIPO DE BOMBEO			
1	Equipo de bombeo para 43.2 m ³ /h y 22 IIP	Q104,000.00	\$13,000.00	\$13,000.00
	SUB TOTAL			\$13,000.00
	TOTAL			\$68,602.59

El valor total del proyecto es de Q 691,044.76. Los indicadores financieros muestran el valor actual neto de Q 128,927.64

2.6.10 Estudio impacto ambiental: Matriz ajustada al interés del riego

EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL

Matriz de niveles de efecto de las actividades del riego sobre los recursos naturales, sociales y económicos del proyecto riego por Aspersión en sección el Rodeo Finca Sabana Grande Escuintla.

AREA AMBIENTAL	Construcción	Operación					
	A	A	B	C	D	E	F
I. MEDIO AMBIENTE							
1. Tierras							
a. Topografía	*	*	*	x	*	*	*
b. Suelo	*	*	*	x	x	x	*
2. Microclima	*	*	x	x	*	*	x
3. Aguas	*	*	*	x	x	x	*
a. Ríos y lagos	*	*	*	x	*	n	*
b. Agua subterránea	*	*	*	*	*	n	*
c. Calidad del agua	*	*	*	n	n	n	*
4. Ecosistema	*	*	*	*	x	x	n
a. Flora	*		*	*	x	*	*
Vegetación natural	*						*
Cultivos	*	x	*	x	x	x	x
b. Fauna	*			*	n	*	*
Mamíferos y aves	*				n		
Biodiversidad	*				n		
5. Desastres naturales	*						
a. Sismos	x						
II. MEDIO SOCIOECONÓMICO							
1. Población	x	*	*	x	*	*	*
2. Uso de la tierra	x	xx	xx	xx	x	x	x
3. Uso del agua	x	xx	xx	xx	x	n	*
4. Actividades productivas	x	xx	xx	xx	x	x	x
a. Agricultura	x	x	xx	xx	x	x	x
b. Pecuaria	*	*	*	*	*	*	*
c. Pesca	*	*					
d. Agroindustria	x		x	x	n	x	x
e. Mercado y comercio	x	xx	xx	xx	n	x	xx
5. Empleo	x	xx	xx	xx	x	x	xx
6. Pobreza	n	n	n	n	n	n	n
7. Salud y sanidad	x	x	x	x	n	n	n
III. PROBLEMAS AMBIENTALES							
1. Contaminación del aire	x	*	*	*	x	*	*
2. Contaminación del agua	x	*	*	*	x	x	*
3. Contaminación del suelo	x	*	*	*		x	*
4. Ruido y vibración	x	*	*	*	x	*	*
5. Hundimiento del suelo	*	*	*	*		*	*
6. Mal olor	*	*	*	*	x	x	*

NOTA: “xx” Impacto positivo grande,” x” Impacto positivo pequeño, “ * ” No influencia “nn “Impacto negativo grande,” n” Impacto negativo pequeño
 A: Durante la instalación del sistema de riego, A: Preparación del terreno
 B: Siembra, C: Riego, D: Control de plagas y enfermedades, E: Fertilización
 F: Cosecha. Las casillas en blanco indican que no es importante el impacto

2.6.10.1 Determinación de los niveles de impacto a los recursos naturales

Puede decirse que el entorno natural del proyecto, reúne las siguientes características:

- a. Se encuentra relativamente lejos de áreas urbanas.
- b. Posee áreas que requieren plan de manejo y conservación de suelo.
- c. No constituye un área de reserva protegida.
- d. Provoca la destrucción de vegetación natural en pequeño grado.

La integración del cultivo contribuirá en el ambiente al compensar la vegetación natural destruida, sin embargo, para la ejecución del proyecto se requieren productos químicos que favorecen la nutrición y protección del cultivo puede constituir una fuente de contaminación ambiental significativa. Los envases plásticos de herbicidas e insecticidas y otros productos son considerados desechos tóxicos. El impacto al ambiente que origina la implementación del proyecto es “bajo”.

2.6.10.2 Medidas de mitigación

- a. Evitar la contaminación de la fuente del agua a través de químicos para mantener la calidad del agua proveniente del río Mongoy.
- b. Seguir un plan de manejo y conservación de suelos para el área de riego.
- c. Reforestar con especies nativas el área de influencia del río Mongoy para garantizar el suministro de agua indispensable para el funcionamiento del sistema.
- d. Fomentar capacitaciones de buenas prácticas agrícolas.
- e. Realizar programas de fertilización basado a muestreo de suelos para evitar un uso inmoderado a irracional de los mismos.

2.6.10.3 Control, seguimiento y acciones complementarias

Es necesario revisar periódicamente las medidas de mitigación para mantener un control y seguimiento apropiado de las mismas, por lo que se requiere una programación adecuada de las actividades a desarrollar. Es importante también emprender acciones complementarias como programas de reforestación, manejo integrado de plagas y canalización de aguas negras.

2.7. Conclusiones

1. Se consideró el diseño para el cultivo de caña de azúcar. De acuerdo a las características de la región, con una evapotranspiración de 4mm/día, para un suelo franco arenoso que requiere una lámina de riego de 64 mm; con frecuencia de riego de 12 días el aspersor seleccionado presenta una intensidad de riego de 8.33 mm/h y no sobrepasa la infiltración básica de 5.62 cm/h
2. El calendario de operación presenta el horario de trabajo de los hidrantes según el ciclo de riego. El tiempo de riego por turno es de 7.68 horas, Se tiene que hacer 3 turnos por día por lo tanto el horario de riego será de 6:00 am a 5:00 am . Para que el sistema trabaje se debe utilizar 1 bomba de 22Hp.
3. El proyecto de riego por aspersión es factible presenta un costo total para ser implementado de Q 691,044.76. Los indicadores financieros muestran un valor actual neto Q 128,927.64, una tasa interna de retorno de 33% y una relación beneficio costo de Q.1.04 por lo que se establece que el proyecto económicamente es rentable.

2.8 Recomendaciones

1. Supervisar el uso eficiente y racional del recurso hídrico.
2. Ser puntuales en los turnos y horas que debe permanecer el riego
3. Almacenar las bombas en época de invierno en un lugar techado al mismo tiempo toda la tubería móvil que existe.
4. Informarles a los operarios del funcionamiento y de las especificaciones que lleva el diseño del sistema de riego, para evitar un mal funcionamiento del sistema.
5. Proporcionar un mantenimiento periódico para el funcionamiento apropiado del sistema.
6. Si se desea incrementar el área de riego es necesario considerar otra fuente de agua como otro equipo de bombeo en si un diseño de riego nuevo.

2.9. Bibliografía

1. Cabrera Cruz, RO. 1984. Estudio y diseño para la implementación de riego por aspersión en la aldea Los Tecomates, Palencia, Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 64 p.
2. CIDIAT (Centro Internacional de Investigación en Agricultura Tropical, VE). 1982. Manual de riego por aspersión. Venezuela. 135 p.
3. Cruz S, JR De la. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala, basada en el sistema de Holdridge. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p
4. Custodio, E; Llamas, R. 1983. Hidrología subterránea. España, Omega. p. 342-348.
5. Gardner, WH. 1973. Física de suelos. México, Hispanoamericana. 529 p.
6. Grassi, CJ. 1975. Estimación de los usos consultivos y requerimientos de riego con fines de formulación y diseño de proyectos. Mérida, Venezuela, Centro Internacional de Desarrollo Integral de Aguas y Tierras. 88 p.
7. Gurovich, LA. 1985. Fundamentos y diseño de de sistemas de riego. San José, Costa Rica, IICA. 433 p.
8. Israelsen, D. 1975. Principio y aplicaciones de riego. 2 ed. Madrid, España, Reverté. 396 p.
9. Jeann, SF. 1975. El riego por aspersión. 3 ed. Barcelona, España, Editores Técnicos Asociados. 247 p.

10. Kijne, JW. 1978. Determinación de la evapotranspiración. *In* Principios de riego y del drenaje. Holanda, International Institute for Land Reclamation and Improvement. v. 3, p. 60-122. (Estudios Investigaciones, Publication 16).
11. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT). 2001. Sistemas de información geográfica. Guatemala, MAGA / UPIE / PEDN. 1 CD.
12. Ministerio de Hacienda y Crédito Público, GT. 1957. 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. 3 p.
13. 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.
14. Oliver, H. 1979. Riego y clima. Trad. por JL De la Loma. México, Dirección General de Distritos de Riego de la Secretaría de Recursos Hidráulicos. 350 p.
15. Perdomo Menéndez, R. 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.
16. Sandoval Illescas, JE. 1989. Principio de riego y drenaje. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 345 p.
17. 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.

18. Simmons, CH; Tárano, JM; Pinto, JH. 1959. Clasificación y reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José De Pineda Ibarra. 1,000 p.

2.10. Apéndice

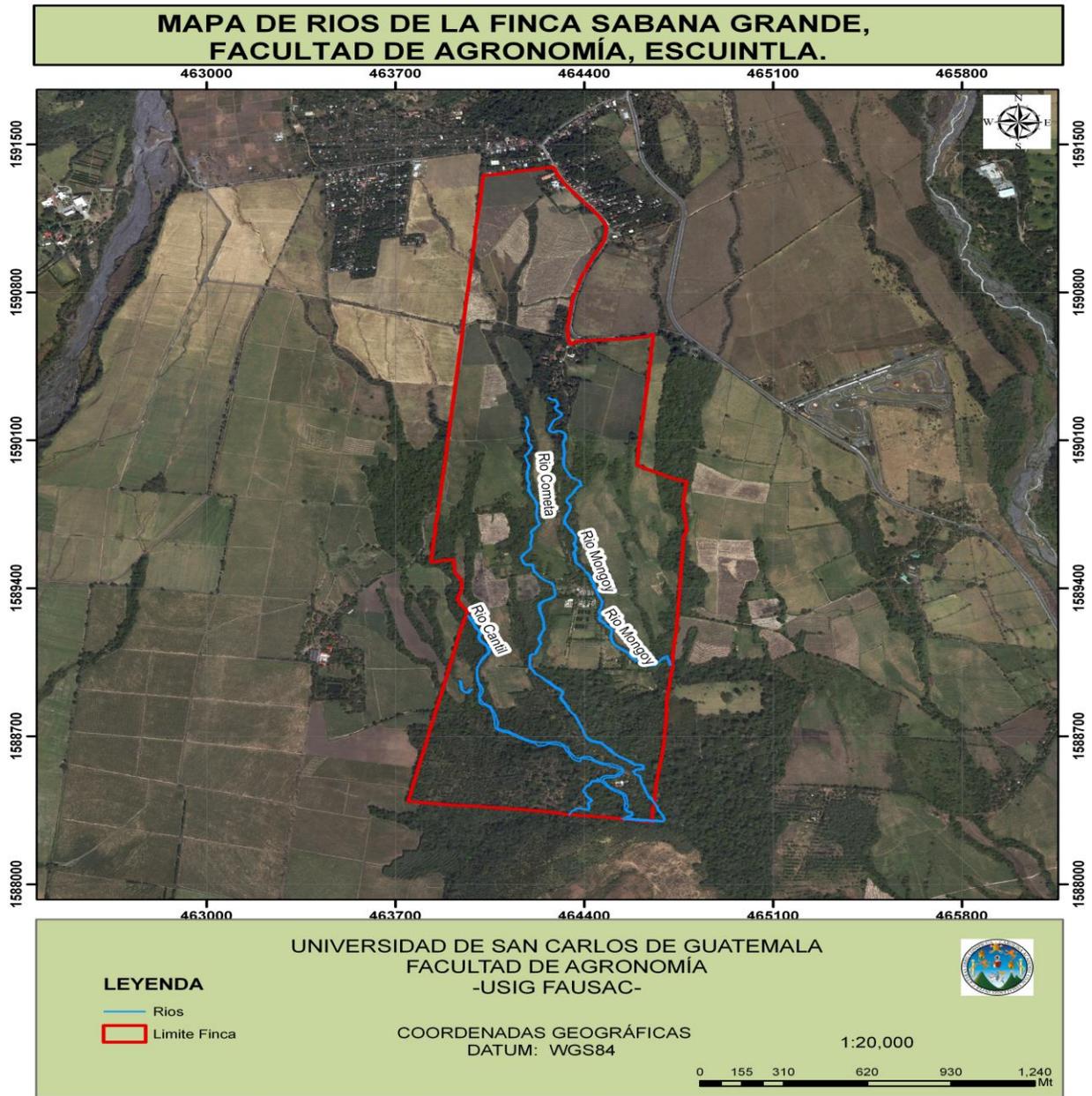


Figura 2.6 .Mapa de ríos de finca Sabana Grande.



Figura 2.7. Plano de diseño de riego

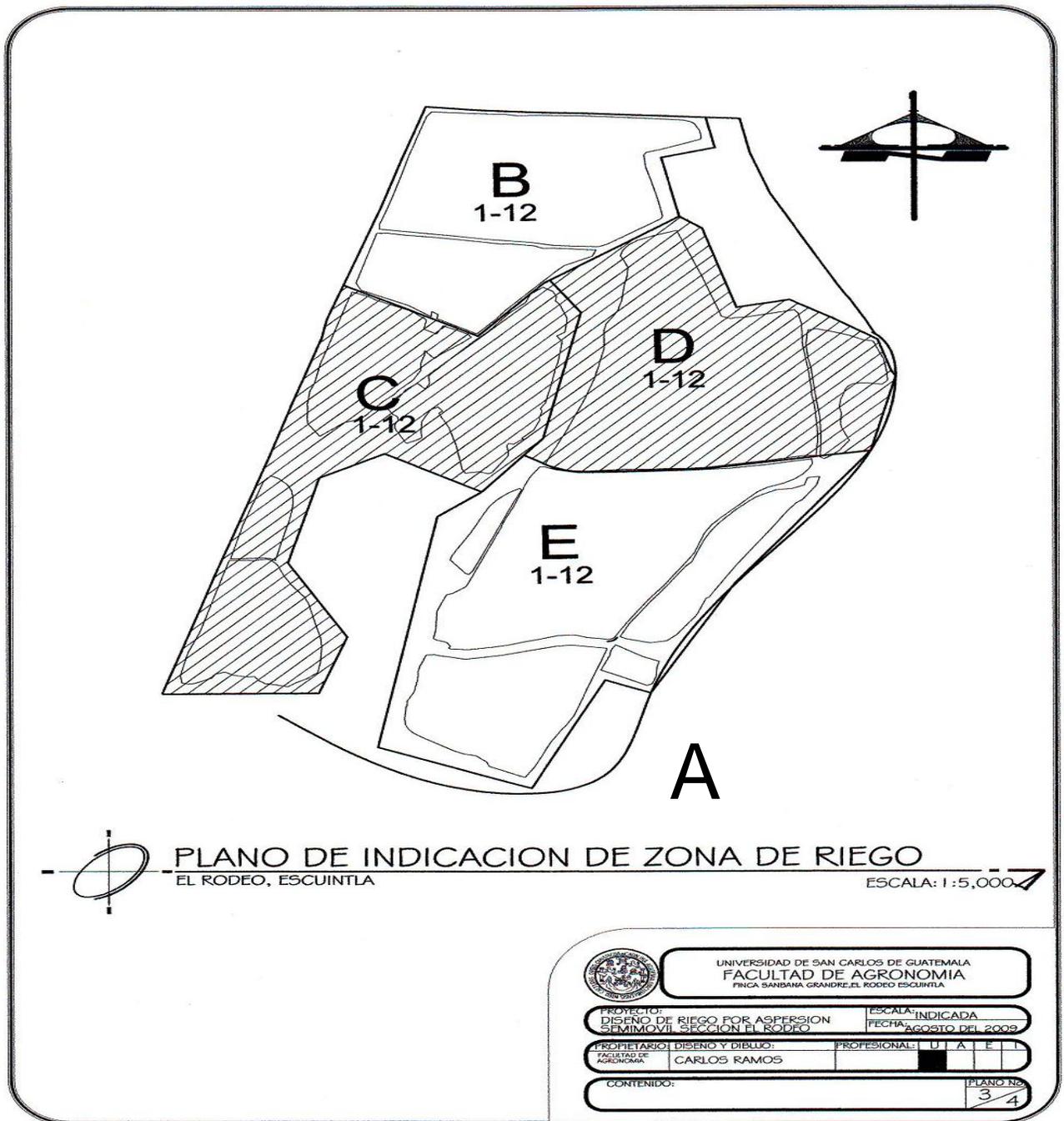


Figura 2.8. Plano de indicación de zona de riego.

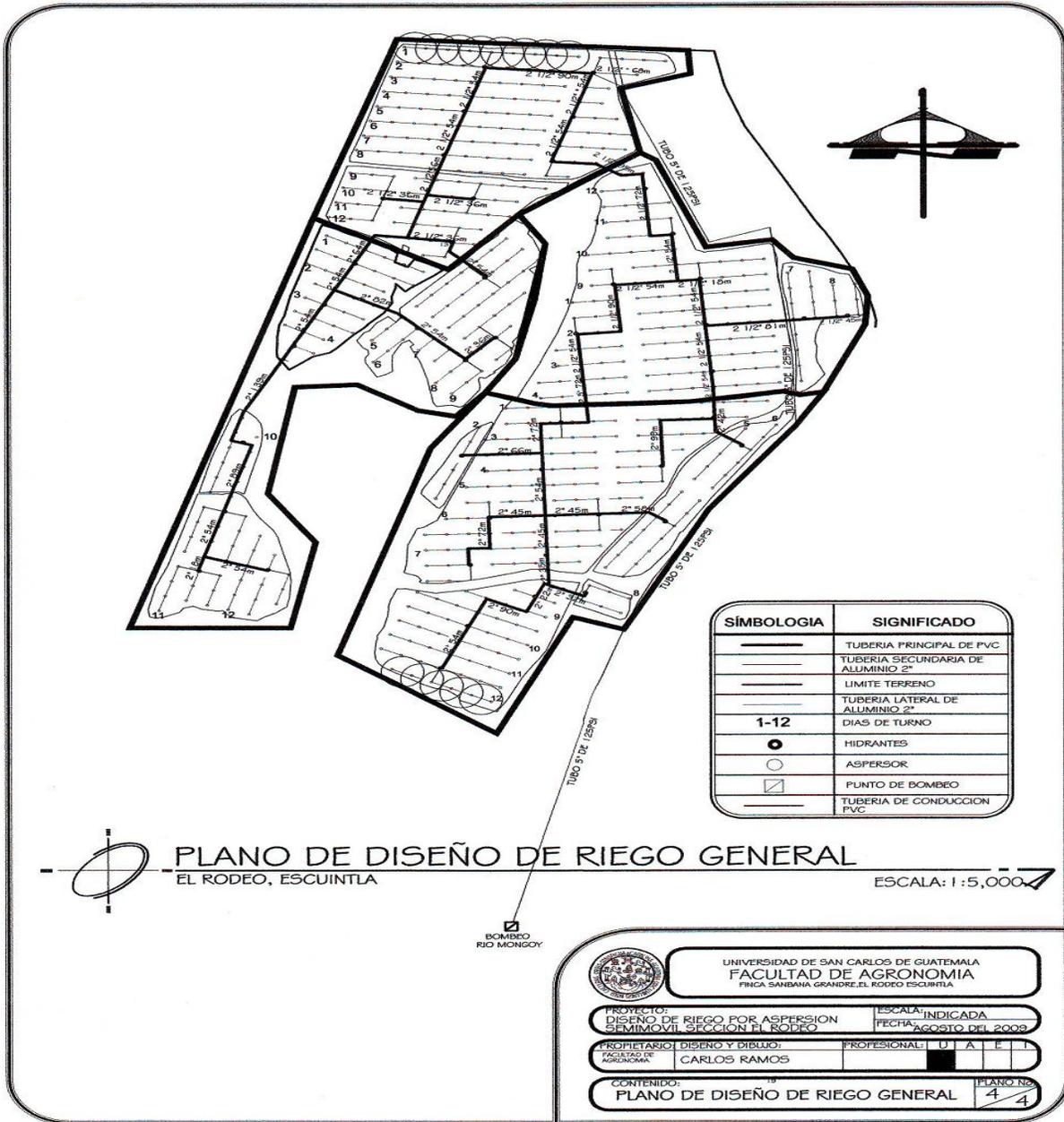


Figura 2.9. Plano de diseño de riego general.

Cuadro 2.9A. Datos de ETP y Precipitación pluvial utilizados en el cálculo del Balance hídrico de suelos de la Microcuenca del Río Cantil. ETP = 118.66mm/30 días el resultado es 4 mm./día

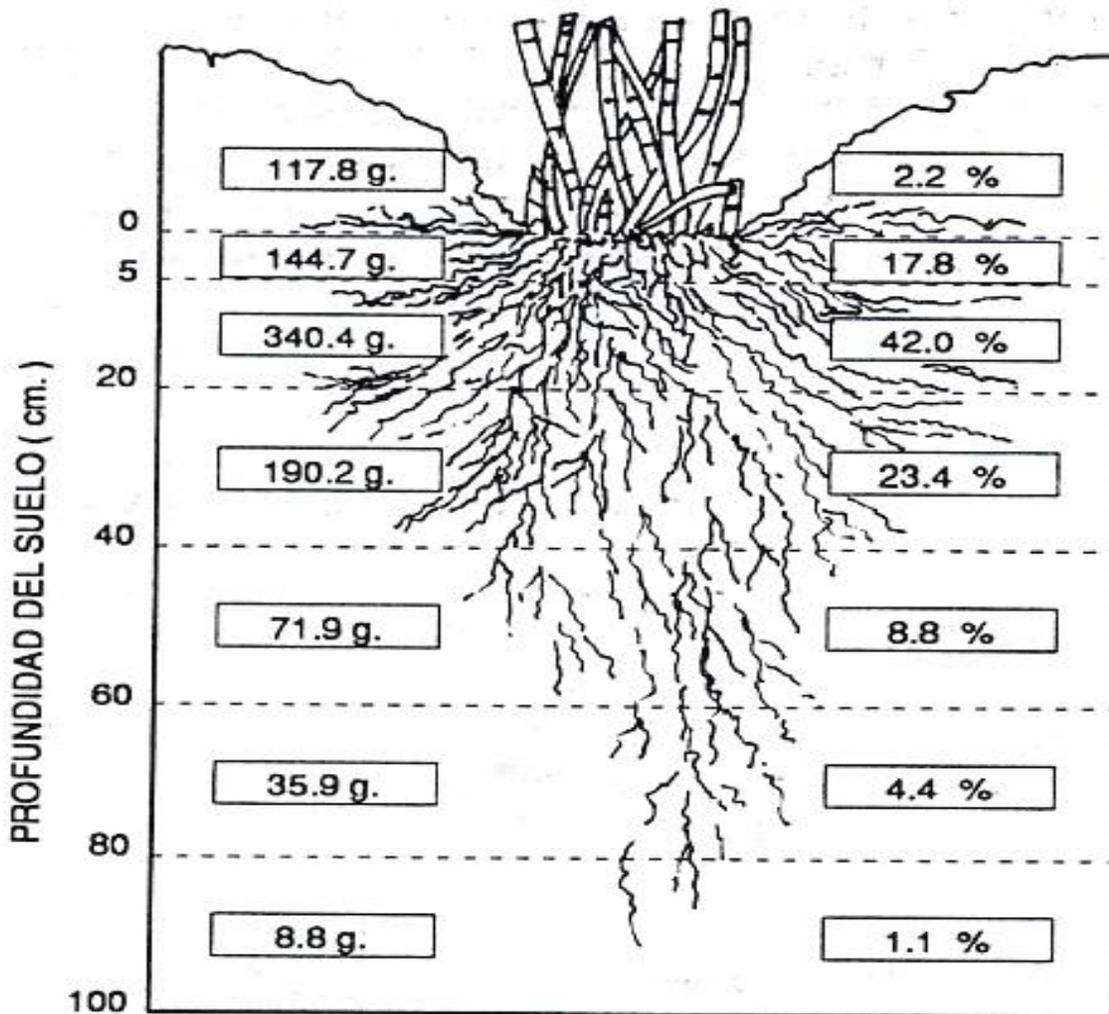
Mes	ETP (mm)	A (mm/mes)	C (mm/mes)	D (mm/mes)	E (mm/mes)	F (mm/mes)
Enero	<u>118,66</u>	6,54	0,00	13,34	16,20	25,00
Febrero	94,06	7,94	4,75	5,72	14,00	0,00
Marzo	92,93	30,32	35,00	41,91	46,40	26,00
Abril	80,44	85,24	65,00	55,56	108,80	47,00
Mayo	62,32	320,16	420,75	436,50	462,60	437,00
Junio	51,34	502,10	586,75	584,08	658,40	358,00
Julio	70,01	303,32	314,50	400,37	385,60	308,00
Agosto	62,13	360,30	412,50	542,29	570,60	405,00
Septiembre	48,29	628,82	625,25	694,94	675,80	839,00
Octubre	63,07	453,54	509,00	420,85	465,00	288,00
Noviembre	84,85	221,28	67,25	182,88	192,20	30,00
Diciembre	96,24	11,52	0,25	20,57	16,00	0,00
Total/año	910,37	2.931,08	3.041,00	3.399,00	3.612,00	2.763,00

Fuente: tesis de maestría Tomas Padilla Cambara evaluación del potencial hídrico en la micro cuenca del río cantil, para el aprovechamiento de las aguas subterráneas en la finca Sabana Grande, el rodeo, Escuintla.

Cuadro 2.10A. Esquema de profundidad radicular de la caña

engicaña

área de riegos



Cuadro 2.11A. Valores de Kc por experimentos de CENGICAÑA

Etapa Fenológica	Duración (meses)	Duración acumulada	Valores de Kc experimentales (Según respuesta de la caña desarrollados experimentalmente por CENGICAÑA en diferentes suelos)		
			Predominio de arena	Francos	Predominio de limo y aporte capilar
Iniciación	1.5	1.5	0.3	0.3	0.3
Macollamiento	3	4.5	0.6	0.3	0.3
Elongación	6	10.5	0.9	0.6	0.3
Maduración	1.5	12	0.3	0.3	0.3

Fuente: CENGICAÑA

Cuadro 2.12A. Intervalo de tiempo de infiltración de agua en el suelo.

TIEMPO (HORA)	INTERVALOS DE TIEMPO (MIN)	TIEMPO ACUMULADO (MIN)	LECTURA (CM)	DIF. EN LECTURAS (CMS)	INFILTACION Cm/HORA
11:00	0	0	15	0	0
11:01	1	1	13.5	1.5	90
11:02	1	2	13	0.5	30
11:03	1	3	12.8	0.2	12
11:04	1	4	12.5	0.3	18
11:05	1	5	12.4	0.1	6
11:10	5	10	11.8	0.6	7.2
11:15	5	15	10.5	1.3	15.6
11:20	5	20	10	0.5	6
11:22	2	22	16.8		
11:37	15	37	14.5	2.3	9.2
11:52	15	52	12.9	1.6	6.4
12:07	15	67	9.6	3.3	13.2
12:37	30	97	6.4	3.2	6.4
12:40	5	102	15.8	0	
13:10	30	132	12.1	3.7	7.4
14:10	60	192	6.4	5.7	5.7
15:10	60	252	0.7	5.7	5.7

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 2.13A. Suma de Logaritmos de Infiltración y tiempo

INFILTRACION (cm/h)	TIEMPO ACUMULADO (minutos)	LOG I	LOG t	SUMA LOG I	SUMA LOG t
90	1	1.954242509	0		
30	2	1.477121255	0.301029996		
12	3	1.079181246	0.477121255		
18	4	1.255272505	0.602059991		
6	5	0.77815125	0.698970004		
7.2	10	0.857332496	1		
15.6	15	1.193124598	1.176091259	8.59442586	4.255272505
6	20	0.77815125	1.301029996	6.099979532	12.80195676
9.2	37	0.963787827	1.568201724		
6.4	52	0.806179974	1.716003344		
13.2	67	1.120573931	1.826074803		
6.4	97	0.806179974	1.986771734		
7.4	132	0.86923172	2.120573931		
5.7	192	0.755874856	2.283301229		

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 2.14A. Infiltración de campo Vrs la calculada.

TIEMPO (minutos)	I CAMPO (cm/h)	I CALCULADA (cm/h)
1	90	25.42154843
2	30	20.76552884
3	12	18.44797804
4	18	16.96227077
5	6	15.89277408
10	7.2	12.98197313
15	15.6	11.53311129
20	6	10.60429258
37	9.2	8.861446406
52	6.4	8.023558866
67	13.2	7.451461206
97	6.4	6.688677095
132	7.4	6.113480735
192	5.7	5.480179052
637	227.4	175.2282805
INFILTRACION BASICA		
$I = K \cdot t^{(n)}$		
k= 25.42154843		
n = -0.2918612942		
$I_b = 25.42154843(-600n)^{(n)}$		
$I_b = 5.62 \text{ cm/hr}$		

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 2.15A. Análisis físico de suelo sección rodeo finca Sabana Grande.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
LABORATORIO DE SUELO-PLANTA-AGUA "SALVADOR CASTILLO ORELLANA"



INTERESADO: FACULTAD DE AGRONOMIA
RESPONSABLE: CARLOS RAMOS
PROCEDENCIA: FINCA SABANA GRANDE, ESCUINTLA
FECHA DE INGRESO: 21/8/09

ANALISIS FISICO

IDENTIFICACION	Gr/cc Da	% HUMEDAD		%			CLASE TEXTURAL
		1/3	15	ARCILLA	Limo	Arena	
M-1	1.01	38.97	23.21	9.49	28.27	62.24	FRANCO ARENOSO



CAMPUS CENTRAL, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
EDIFICIO T-8, SEGUNDO NIVEL, OFICINA B-9. CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12. GUATEMALA.
CÓDIGO POSTAL 01012. APARTADO POSTAL 1545. TEL.: (502) 2443 9500, EXTENSION: 1768. FAX: (502) 2476 9758.

Cuadro 2.16A. Análisis Químico de agua río Mongoy finca Sabana Grande.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
LABORATORIO DE SUELO-PLANTA-AGUA "SALVADOR CASTILLO ORELLANA"



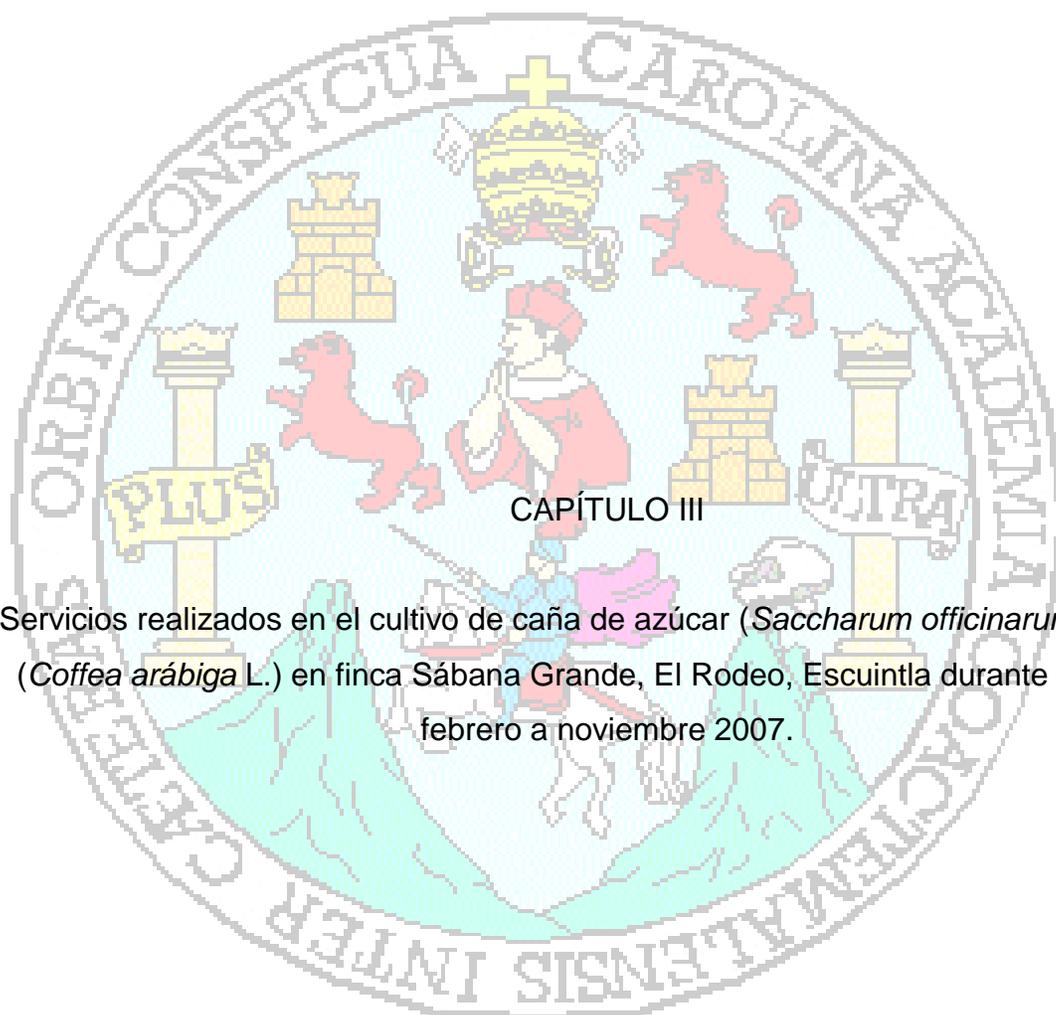
INTERESADO: FACULTAD DE AGRONOMIA
PROCEDENCIA: FINCA SABANA GRANDE, ESCUINTLA
FECHA DE INGRESO: 21/8/09
ANALISIS DE AGUA

IDENT	pH	µS/cm C.E.	Meg/litro				Ppm				RAS	CLASE
			Ca	Mg	Na	K	Cu	Zn	Fe	Mn		
M 1	7.1	364	1.67	1.26	0.67	0.13	0	0	0	0	1.21	C2S1

C2: AGUAS DE MEDIANA SALINIDAD
S1: AGUAS DE BAJA SODICIDAD (bajo contenido de sodio)



CAMPUS CENTRAL, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
EDIFICIO T-8, SEGUNDO NIVEL, OFICINA B-9. CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12. GUATEMALA.
CÓDIGO POSTAL 01012. APARTADO POSTAL 1545. TEL.: (502) 2443 9500, EXTENSION: 1768. FAX: (502) 2476 9758.



CAPÍTULO III

Servicios realizados en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) y café (*Coffea arábica* L.) en finca Sábana Grande, El Rodeo, Escuintla durante el periodo febrero a noviembre 2007.

3.1 Presentación

La finca fue adjudicada a la Universidad de San Carlos por medio de un acuerdo Gubernativo del 20 de Junio de 1957 emitido por el Ministerio de Hacienda y Crédito Público (lo que actualmente llamamos Ministerio de Finanzas Publicas) esto fue en el gobierno del Coronel Castillo Armas. El 11 de Agosto de ese mismo año la Facultad de Agronomía se hizo cargo de la administración. El primer encargado de la finca fue el Ing Agr. Héctor Murga. (3)

La finca está ubicada en el Departamento de Escuintla e inscrita en el registro de la propiedad e inmueble bajo el número 1696, folio 233 del libro 27 de Escuintla, La finca Sabana Grande tiene una extensión de 221 hectáreas.(3)

3.2 Servicio 1: Planificación de corte y quema del área cultivada con caña de azúcar para el periodo 2007-2008 en la finca sabana grande aldea el rodeo, escuintla

3.2.1 Objetivos

- ✓ Planificar el corte cada sección del cultivo de caña de azúcar en la finca Sabana Grande.
- ✓ Planificar la quema de cada sección del cultivo de caña de azúcar en la finca Sabana Grande.
- ✓ Determinar la cantidad de trabajadores para el corte en el cultivo de caña de Azúcar.

3.2.2 Metodología

- Recorrido del area del cultivo de caña de azúcar existente en la finca.
- Revisión de literatura referente al cultivo de caña.
- Reunión con el Administrador de la finca, para la elaboración del plan de corte y quema de las secciones del cultivo de caña.
- Revisión del mapa actualizado de UTJ/PROTIERRA 2005, donde se encuentran ubicados los pantes. Ver figura 3.1

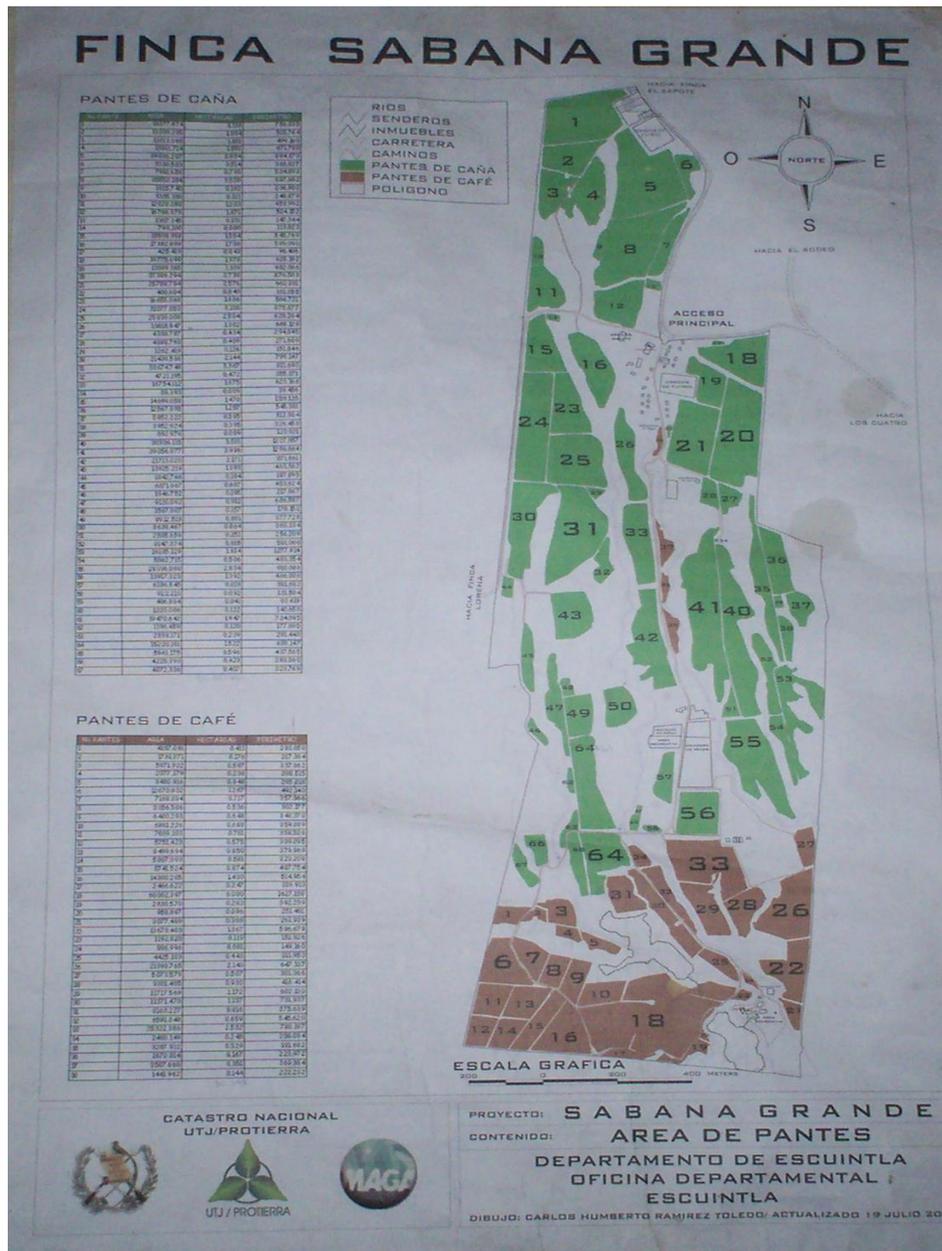


Figura 3.1 División de la finca Sabana Grande en pantes

3.2.4 Resultados esperados

Se planificó las diferentes quemas y corte de caña para las 5 secciones del cultivo con que tiene la finca Sabana Grande, las cuales están distribuidos en una totalidad de 66 pantes, sección el Rodeo cuenta con 13 pantes y con un área de 27.676 Mz, sección la Fundación con 13 pantes y con un área de 28.686 Mz, sección el Campo con 9 pantes y con un área de 14.471 Mz, sección Santo Domingo con 12 pantes y con un área de 23.333 Mz y sección las Presas con un total de 19 pantes y con un área de 17.899 Mz.

El corte y quema del cultivo de caña en los diferentes pantes se inició el 14 de diciembre del año 2007, y finalizó el 22 de febrero del año 2008.

Con esta planificación se tuvo un orden adecuado del corte y quema de cada pante, como un aprovechamiento de los recursos económicos que cuenta la finca (salarios) ,se logró tener un mejor rendimiento cantidad y longitud de surcos cosechados en el tiempo.

Cuadro 3.1. Planificación de corte y quema de caña de azúcar en sección El Rodeo

SECCION EL RODEO						
No. ORDEN	PANTE	VARIEDAD	EDAD	DIAS DE CORTE	FECHA DE CORTE	FECHA DE QUEMA
1	8	PGM 89-968	7 AÑOS	1.5	14 Dic. 07	13 Dic. 07
2	11	PGM 89-968	7 AÑOS	1.5	15 Dic. 07	14 Dic. 07
3	6	PGM 89-968	7 AÑOS	2	18 Dic. 07	17 Dic. 07
4	7	PGM 89-968	7 AÑOS	1	20 Dic. 07	17 Dic. 07
5	4	PGM 89-968	7 AÑOS	2	21 Dic. 07	19 Dic. 07
6	5	PGM 89-968	7 AÑOS	1	24 Dic. 07	19 Dic. 07
7	3	PGM 89-968	7 AÑOS	1	26Dic. 07	19 Dic. 07
8	1	PGM 89-968	7 AÑOS	1	27 Dic. 07	26 Dic. 07
9	2	PGM 89-968	7 AÑOS	0.5	28 Dic. 07	26 Dic. 07
10	13	PGM 89-968	7 AÑOS	0.5	28 Dic. 07	27 Dic. 07
11	12	PGM 89-968	7 AÑOS	0.5	29 Dic. 07	27 Dic. 07
43	9	CP 88-1508	7 AÑO	1	05 Feb. 08	04 Feb. 08
44	10	CP 88-1508	7 AÑO	1	06 Feb. 08	05 Feb. 08

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 3.2. Planificación de corte y quema de caña en la sección La Fundación

SECCION LA FUNDACIÓN						
No. ORDEN	PANTE	VARIEDAD	EDAD	DIAS DE CORTE	FECHA DE CORTE	FECHA DE QUEMA
12	15	CP 88-1508	6 AÑOS	0.5	29 Dic. 07	28 Dic. 07
13	14	CP 88-1508	6 AÑOS	0.5	29 Dic.07	28 Dic. 07
14	17	CP 88-1508	6 AÑOS	1.5	02 Ene. 08	29 Dic. 07
15	18	CP 88-1508	6 AÑOS	2	04 Ene.08	03 Ene. 08
16	24	PGM 89-968	6 AÑOS	2.5	07 Ene. 08	05 Ene. 08
17	21	PGM 89-968	6 AÑOS	0.5	09 Ene. 08	05 Ene. 08
18	23	PGM 89-970	6 AÑOS	0.5	09 Ene. 08	05 Ene. 08
19	25	Sao Paulo B 49-119	6 AÑOS	1.5	10 Ene. 08	08 Ene. 08
20	26	Sao Paulo B 49-119	6 AÑOS	0.5	11 Ene. 08	08 Ene. 08
21	19	CP 88-1508	2.5 AÑOS	1.5	11 Ene. 08	10 Ene. 08
45	16	CP 88-1508	1.5 AÑO	2.5	07 Feb. 08	06 Feb. 08
64	20	PGM 89-968	1.5 AÑO	1.25	20 Feb. 08	19 Feb. 08
65	22	PGM 89-968	6 AÑO	1.25	21 Feb. 08	19 Feb. 08

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 3.3. Planificación de corte y quema de caña en la Sección El Campo

SECCION EL CAMPO						
No. ORDEN	PANTE	VARIEDAD	EDAD	DIAS DE CORTE	FECHA DE CORTE	FECHA DE QUEMA
22	65	Sao Paulo B 49-119	6 AÑOS	1	12 Ene. 08	11 Ene. 08
23	66	Sao Paulo B 49-119	6 AÑOS	0.5	14 Ene. 08	11 Ene. 08
24	64	PGM 89-968	6 AÑOS	1	15 Ene. 08	14 Ene. 08
25	62	CP 88-1508	6 AÑOS	1.5	16 Ene. 08	15 Ene. 08
26	61	CP 88-1508	4 AÑOS	0.5	17 Ene. 08	15 Ene. 08
27	63	CP 88-1508	4 AÑOS	3	18 Ene. 08	17 Ene. 08
28	59	Sao Paulo B 49-119	6 AÑOS	0.4	21 Ene. 08	19 Ene. 08
29	60	CP 88-1508	4 AÑOS	0.4	21 Ene. 08	19 Ene. 08
30	58	CP 88-1508	4 AÑOS	0.2	21 Ene. 08	19 Ene. 08

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 3.4. Planificación de corte y quema de caña en la Sección Santo Domingo

SECCION SANTO DOMINGO						
No. ORDEN	PANTE	VARIEDAD	EDAD	DIAS DE CORTE	FECHA DE CORTE	FECHA DE QUEMA
31	49	MEX 28 P 23	4 AÑOS	3	22 Ene. 08	21 Ene. 08
32	48	B 49119	4 AÑOS	2.5	25 Ene. 08	24 Ene. 08
33	47	Sao Paulo B 49119	4 AÑOS	0.5	28 Ene. 08	26 Ene. 08
34	46	MEX 28 P 23	4 AÑOS	2.5	28 Ene. 08	26 Ene. 08
35	50	Sao Paulo B 49119	5 AÑOS	0.5	31 Ene. 08	30 Ene. 08
36	51	Sao Paulo B 49119	5 AÑOS	1.5	31 Ene. 08	30 Ene. 08
37	52	Sao Paulo B 49119	5 AÑOS	1.5	01 Feb. 08	31 Ene. 08
38	54	Sao Paulo B 49119	5 AÑOS	1	02 Feb. 08	01 Feb. 08
39	57	Sao Paulo B 49119	5 AÑOS	1	04 Feb. 08	02 Feb. 08
40	55	Sao Paulo B 49119	5 AÑOS	0.5	05 Feb. 08	04 Feb. 08
41	56	Sao Paulo B 49119	5 AÑOS	0.5	05 Feb. 08	04 Feb. 08
42	53	Sao Paulo B 49119	5 AÑOS	0.5	06 Feb. 08	04 Feb. 08

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 3.6. Planificación de corte y quema de caña en la Sección Las Presas

SECCION LAS PRESAS						
No. ORDEN	PANTE	VARIEDAD	EDAD	DIAS DE CORTE	FECHA DE CORTE	FECHA DE QUEMA
46	27	CP 88-1508	4 AÑO	0.5	09 Feb. 08	08 Feb. 08
47	28	CP 88-1508	4 AÑO	0.5	11 Feb. 08	08 Feb. 08
48	29	CP 88-1508	4 AÑO	0.5	11 Feb. 08	08 Feb. 08
49	40	CP 88-1508	4 AÑO	1.5	12 Feb. 08	11 Feb. 08
50	39	CP 88-1508	4 AÑO	0.5	13 Feb. 08	11 Feb. 08
51	38	CP 88-1508	4 AÑO	0.4	14 Feb. 08	12 Feb. 08
52	37	CP 88-1508	4 AÑO	0.4	14 Feb. 08	12 Feb. 08
53	36	CP 88-1508	4 AÑO	0.2	14 Feb. 08	12 Feb. 08
54	35	CP 88-1508	4 AÑO	0.75	15 Feb. 08	14 Feb. 08
55	34	CP 88-1508	4 AÑO	0.25	15 Feb. 08	14 Feb. 08
56	32	CP 88-1508	4 AÑO	0.5	16 Feb. 08	15 Feb. 08
57	30	CP 88-1508	4 AÑO	0.5	16 Feb. 08	15 Feb. 08
58	31	CP 88-1508	1.5 AÑO	0.5	18 Feb. 08	15 Feb. 08
59	33	CP 88-1508	1.5 AÑO	0.5	18 Feb. 08	15 Feb. 08
60	41	CP 88-1508	1.5 AÑO	0.25	19 Feb. 08	18 Feb. 08
61	42	CP 88-1508	4 AÑO	0.25	19 Feb. 08	18 Feb. 08
62	43	CP 88-1508	4 AÑO	0.25	19 Feb. 08	18 Feb. 08
63	45	PGM 89-968	4 AÑO	0.25	19 Feb. 08	18 Feb. 08
66	44	CP 88-1508	4 AÑO	1	22 Feb. 08	21 Feb. 08

Fuente: Elaboración propia

3.3 Servicio 2: Determinación del área de recepa del cultivo de café existente en la finca Sabana Grande, Escuintla.

3.3.1 Objetivos

- ✓ Conocer el área total de recepa realizado en el cultivo de café.
- ✓ Conocer el porcentaje total de área de recepa en el cultivo de café.
- ✓ Determinar el área de recepa de cada sección del cultivo de café.
- ✓ Conocer el porcentaje de área de recepa que corresponde a cada sección.

3.3.2 Metodología

- Revisión del mapa de la UTJ/PROTIERRA 2005, donde se encuentra ubicadas las secciones del cultivo de café.
- Revisión de literatura existente, referente a las secciones del cultivo de café.
- Reunión con el administrador de finca, referente al cultivo de café .
- Recorrido del área del cultivo.
- Medición del área en forma directa, de todas las secciones del cultivo de café.

3.3.3 Resultados

En el año 2006 se realizaron una serie de podas (recepa) para el mejoramiento del área vegetativa con la finalidad de renovar la zona de producción y eliminar la parte dañada de la planta, los trabajos realizaron en los siguientes pantes:

El Naranjal, en la cual se realizó la poda de 0.8513 ha. en el pante El Sol se realizó una recepa de 0.7966ha, en el pante El Cobán una poda de 0.3621ha .

Los trabajos realizados del mejoramiento de la zona productiva El Naranjal tiene un 10% de renovación con respecto a su área total, en el pante El Sol corresponde a un 24.74% del área total del pante y en el pante El Cobán fue donde se realizó mayor trabajo

de recepa con un 39.57% respecto al área total del pante. El total de Ha que se receparon es de 2.14ha de la 32 ha que existen en la finca haciendo esto un 6.58% recepado del cultivo de café.

Cuadro 3.7. Área de recepa del cultivo de café por secciones en Ha

NOMBRE	AREA TOTAL (Ha)	AREA RECEPA (Ha)
NARANJAL	8.9467	0.8513
EL SOL	3.3838	0.7966
COBAN	0.9905	0.3621
EL CAHULOTE	8.9558	0
EL BARRIAL	8.9467	0
BORBOYON	1.7696	0

Fuente: Elaboración propia

En el año 2007 en el cultivo de café se realizaron una serie de podas (recepa total) para el mejoramiento del área vegetativa con la finalidad de renovar la zona de producción y eliminar la parte dañada. En el Naranjal se recepo una área total de 0.8513ha, en El Sol un área de 0.7966ha y en el Cobán un área de 0.3621ha

Cuadro 3.8. Área de recepa de café por secciones en mz

NOMBRE	AREA TOTAL (Mz)	AREA RECEPA (Mz)
NARANJAL	12.781	1.21
EL SOL	4.834	1.13
COBAN	1.415	0.51
EL CAHULOTE	12.794	0
EL BARRIAL	12.028	0
BORBOYON	2.528	0

Fuente: Elaboración propia

En el Naranjal se recepo una área total de 1.21mz, en El Sol un área de 1.13mz y en el Cobán un área de 0.51mz.

Cuadro 3.9. Porcentaje de recepa del cultivo de café por secciones

NOMBRE	AREA TOTAL (Mz)	AREA RECEPA (%)
NARANJAL	12.781	10
EL SOL	4.834	24.74
COBAN	1.415	39.57
EL CAHULOTE	12.794	0
EL BARRIAL	12.028	0
BORBOYON	2.528	0

Fuente: Elaboración propia

El porcentaje recepado en El Naranjal es de 10% , mientras que en El Sol es de 24.74% y en El Cobán es de 39.57%.

Cuadro 3.10. Porcentaje de recepa del cultivo de café

Área total (Ha)	Área de resepa (Ha)	% total
32.466	2.1357	6.578

Fuente: Elaboración propia

Los trabajos de recepa en el cultivo de café fueron de 2.1357 ha (3.051mz) de las 32.466 ha (46.38mz) que la finca tiene cultivada con café, el cual corresponde a un 6.578% de recepa del área total del cultivo de café.

3.4 Bibliografía

1. Ministerio de Hacienda y Crédito Público, GT. 1957. Testimonio de escritura pública de constitución de finca Sabana Grande, El Rodeo, Escuintla, acuerdo gubernativo no. 1,696, folio 233 del libro número 27 del departamento de Escuintla. 3 p.
2. 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.
3. 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 De Pineda de Ibarra. 1,000 p.
4. 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.