

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA
AREA INTEGRADA**



**TRABAJO DE GRADUACION
CONTRIBUCION A LA MEJORA DE LA ZONA PRODUCTIVA TRES DEL INGENIO
MADRE TIERRA.**

FERNANDO DANILO ITZEP SOLARES

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2006

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA
AREA INTEGRADA**

**TRABAJO DE GRADUACION
CONTRIBUCION A LA MEJORA DE LA ZONA PRODUCTIVA TRES DEL INGENIO
MADRE TIERRA.**

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

POR

FERNANDO DANILO ITZEP SOLARES

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO

INGENIERO AGRONOMO

EN

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRICOLA

EN EL GRADO ACADEMICO DE

LICENCIADO

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2006

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA**

RECTOR

Lic. CARLOS ESTUARDO GALVEZ BARRIOS

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO	Dr. Ariel Abderramán Ortiz López
VOCAL PRIMERO	Ing. Agr. Alfredo Itzep Manuel
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. Walter Arnoldo Reyes Sanabria
VOCAL TERCERO	Ing. Agr. Danilo Ernesto Dardón Ávila
VOCAL CUARTO	Br. Duglas Antonio Castillo Álvarez
VOCAL QUINTO	P. Agr. José Mauricio Franco Rosales
SECRETARIO	Ing. Agr. Pedro Peláez Reyes

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2006

Guatemala, Octubre de 2006

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

Honorables miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de Graduación **Contribución a la Mejora de la Zona Productiva Tres del Ingenio Madre Tierra**, 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”

Fernando Danilo Itzep Solares

ACTO QUE DEDICO

A:

- DIOS** Padre Bendito que me diste sabiduría para alcanzar esta meta.
- MIS PADRES** Francisco Itzep y Clara Luz Solares de Itzep, por sus esfuerzos y apoyo en la formación de mi vida, Dios los Bendiga.
- MIS HERMANOS** Hector Francisco, Veronica del Rosario, Carmen Rosa, por su apoyo a los largo de mi carrera que este éxito sea compartido entre nosotros, gracias.
- MIS TIOS Y TIAS** Quines siempre me han apoyado durante la formación de mi vida.
- MIS PRIMOS** Gracias por su apoyo, en especial a la Lic. Milvia Solares.
- MIS AMIGOS (AS)** A mis compañeros de la Universidad y diversificado con quines siempre hemos compartido experiencias y nos hemos poyado.

AGRADECIMIENTOS

A:

DIOS Por darme sabiduría para poder llegar a esta meta.

MIS PADRES Por guiarme siempre por el camino de Dios y el apoyarme en todo este tiempo.

MIS HERMANOS Por ser un ejemplo para de mí de superación y por su apoyo incondicional.

MIS ASESORES Ing. Agr. Fernando Rodríguez e Ing. Agr. Walter Reyes, por su apoyo en la elaboración de este documento.

COLABORADORES Personal de trabajo de la zona productiva tres del Ingenio Madre Tierra, en especial al Ing. Agr. Cesar Castillo, Ing. Agr. Luciano San Juan y al Br. José Moscoso por apoyarme durante la realización de mi Ejercicio Profesional Supervisado.

MIS AMIGOS (AS) Por su apoyo durante mi formación profesional.

INDICE GENERAL

Contenido	Página
Índice de figuras _____	iii
Índice de cuadros _____	iii
RESUMEN GENERAL _____	v
Capítulo I.	
Manejo del cultivo de Caña de Azúcar en la zona productiva 3 de Ingenio Madre	
Tierra _____	1
1.1 INTRODUCCIÓN _____	2
1.2 OBJETIVOS _____	2
1.2.1 General _____	2
1.2.2 Específicos _____	2
1.3. MARCO REFERENCIAL _____	3
1.3.1 Localización de la zona 3 _____	3
1.3.2. Recursos naturales _____	4
1.4 METODOLOGIA _____	5
1.4.1 Fuentes primarias _____	5
1.4.1 Fuentes secundarias _____	5
1.4.3 Análisis de la información _____	5
1.5 RESULTADOS _____	6
1.5.1 Manejo del cultivo _____	6
1.5.2 Investigaciones en la Zona 3 _____	12
1.5.3 Análisis FODA _____	12
1.6 CONCLUSIONES _____	13
1.7 RECOMENDACIONES _____	14
1.8 BIBLIOGRAFIA _____	14
Capítulo II	
Evaluación de dos implementos mecánicos para el tapado de caña de azúcar (<i>Saccharum</i> spp.), en el proceso de siembra, en Santa Lucia Cotzumalguapa, Escuintla _____	
2.1 INTRODUCCION _____	16
2.2 MARCO REFERENCIAL _____	17
2.2.1 Ubicación del ensayo _____	17
2.2.2 Condiciones climáticas durante la realización del ensayo _____	17
2.2.3 Características de los implementos mecánicos _____	17
2.2.4 Características del tapado manual _____	20
2.3 OBJETIVOS _____	20
2.3.1 General _____	20
2.3.2 Específicos _____	20
2.4 HIPOTESIS _____	21
2.5 METODOLOGIA _____	21
2.5.1 Material experimental _____	21
2.5.1.1 Material vegetal _____	21
2.5.1.2 Tratamientos evaluados _____	21
2.5.1.3 Variables de respuesta _____	21
2.5.2 Diseño experimental _____	22
2.5.3 Unidad experimental _____	22

2.5.4	Manejo del experimento	22
2.5.4.2	Manejo del cultivo	22
2.5.5	Análisis de la información	22
2.5.5.1	Análisis estadísticos	23
2.5.5.2	Análisis económico	23
2.6	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	23
2.7	CONCLUSIONES	30
2.8	RECOMENDACIONES	31
2.9	BIBLIOGRAFIA	32
Capítulo III		
Servicios Realizados		33
3.1	Introducción	34
3.2	Servicios	34
3.2.1	Administración del agua de riego en la zona 3 del Ingenio Madre Tierra	34
3.2.1.1	Objetivos	34
3.2.1.2	Metodología	35
3.2.1.3	Resultados	36
3.2.1.4	Conclusiones	42
3.2.2	Evaluación de cuatro herbicidas en labranza mínima	43
3.2.2.1	Objetivos	43
3.2.2.2	Metodología	43
3.2.2.3	Resultados y discusión	45
3.2.2.4	Conclusiones	48
3.2.2.5	Recomendaciones	48
3.2.3	Evaluación de cinco concentraciones de pendimetalina para el control de caminadora (<i>Rottboelia cochinchinensis</i> Lour)	49
3.2.3.1	Objetivos	49
3.2.3.2	Metodología	49
3.2.3.3	Resultados y discusión	51
3.2.3.4	Conclusiones	53
3.2.3.5	Recomendaciones	54

INDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1.1 Ubicación geográfica de la zona 3 _____	3
1.2 Climadiagrama _____	4
2.1 Esquema del tapado mecánico utilizando la cultivadora de discos _____	18
2.2 Esquema del tapado mecánico utilizando la cultivadora de ganchos _____	19
2.3 Comportamiento del porcentaje de brotación de yemas en los diferentes días de muestreo por tratamiento _____	24
3.1 Comportamiento del caudal del río Aguná _____	37
3.2 Comportamiento del caudal del río Platanares _____	38
3.3 Comportamiento del agua de fábrica del Ingenio Madre Tierra _____	38
3.4 Comportamiento del agua de fábrica que ingresa a la zona 3 _____	38
3.5 Comportamiento del caudal total disponible para la zona 3, por quincena _____	39
3.6 Perfil de la toma nivelada, sin escala _____	40
3.7 Comportamiento de las cepas no controladas en los diferentes días de muestreo _____	46
3.8 Comportamiento del rebrote de tallos en los diferentes días de muestreo _____	47
3.9 Comportamiento del crecimiento de la cobertura de caminadora _____	52

INDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1.1 Análisis de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas _____	13
2.1 Estimación de la profundidad de tapado de los tratamientos evaluados _____	23
2.2 Resumen de los análisis de varianza ($\alpha=0.05$) para la variable porcentaje de brotación en los diferentes días de muestreo, después de la siembra _____	24
2.3 Prueba de Tukey ($\alpha=0.05$) para la variable porcentaje de brotación a los 10 días después de sembrado _____	25
2.4 Prueba de Tukey ($\alpha=0.05$) para la variable porcentaje de brotación a los 15 días después de sembrado _____	26
2.5 Prueba de Tukey ($\alpha=0.05$) para la variable porcentaje de brotación a los 20 días después de sembrado _____	26
2.6 Prueba de Tukey ($\alpha=0.05$) para la variable porcentaje de brotación a los 25 días después de sembrado _____	26
2.7 Prueba de Tukey ($\alpha=0.05$) para la variable porcentaje de brotación a los 30 días después de sembrado _____	27
2.8 Resumen del análisis de varianza ($\alpha=0.05$) para la variable densidad poblacional a los 180 días después de sembrado _____	27
2.9 Prueba de Tukey ($\alpha=0.05$) para la variable densidad poblacional a los 180 días después de sembrado _____	28
2.10 Lista de parámetros considerados para el análisis financiero _____	29
2.11 Análisis financiero de inversión en la tapadora de ganchos _____	30

3.1	Sección del río, según el ancho del río	35
3.2	Libreta de campo utilizada en la nivelación	36
3.3	Datos de cotas de la nivelación	41
3.4	Descripción de los tratamientos del ensayo de herbicidas en labranza mínima	44
3.5	Resumen del ANDEVA ($\alpha=0.05$) para las variables cepas de caña no controladas	46
3.6	Resumen del ANDEVA ($\alpha=0.05$) para las variables rebrote de tallos	47
3.7	Descripción de los tratamientos del ensayo de cinco dosis de pendimetalina	49
3.8	Resumen de ANDEVA ($\alpha=0.05$) para la variable porcentaje de cobertura de caminadora en los diferentes días de muestreo	51
3.9	Prueba Tukey ($\alpha=0.05$) para la variable porcentaje cobertura de caminadora a los 15 días después	51
3.10	Prueba Tukey ($\alpha=0.05$) para la variable porcentaje cobertura de caminadora a los 30 días después	52
3.11	Prueba Tukey ($\alpha=0.05$) para la variable porcentaje cobertura de caminadora a los 15 días después	52
3.12	Costo por hectárea de las diferentes dosis de Prowl evaluadas	53

RESUMEN

El Ejercicio Profesional Supervisado de Agronomía (EPSA), fue realizado en la zona productiva tres del Ingenio Madre Tierra, comprendida por las fincas Cañaverales del Sur, Limones, Concepción Buena Vista y Palmira, contando con un área total de 1,796 hectáreas.

Esta zona se encarga de la producción de caña de azúcar a excepción de la cosecha de la misma.

Durante el ejercicio profesional, que se realizó de enero a noviembre del año 2005, se realizó el diagnóstico sobre el manejo del cultivo dentro de la zona productiva, con la finalidad de identificar al problemática que se presentan en las labores.

Otro aspecto contemplado dentro del EPS fue la “Evaluación de dos implementos mecánico para el tapado de caña de azúcar en el proceso de siembra”, las variables de respuesta evaluadas fueron: Cobertura de tapado en centímetros, porcentaje de brotación de yemas por metro lineal a los 10, 15, 20, 25 y 30 días después de sembrado y densidad poblacional de tallos por metro lineal a los 180 días después de sembrado, se realizó un análisis financiero de inversión con el ahorro generado anualmente al utilizar el sistema de tapado mecánico, este análisis fue proyectado a 5 años. Para la primera variable se realizó una estimación de la cobertura utilizando una significancia del 5% y para las variables porcentaje de brotación de yemas y densidad poblacional se realizó un análisis de varianza para el diseño completamente al azar con sub-muestreo. Entre los principales resultados están que, el tapado manual proporciona una cobertura entre los 7.7 y 8.8 centímetros, encontrándose dentro del rango recomendado, el porcentaje de brotación de yemas por metro lineal se ve afectado por el tapado, dándose un comportamiento similar desde la siembra hasta los 20 días entre el tapado manual y el uso de la cultivadora de ganchos, de los 20 a 30 días después de sembrado se presento estadísticamente mayor el porcentaje de brotación de yemas con el tapado manual teniendo un promedio por metro lineal de 55.4%. La densidad poblacional de tallos por metro lineal a los 180 días después de la siembra se presento de forma similar para el tapado manual y la utilización de la cultivadora de ganchos, presentándose un promedio de 6.9 tallos por metro lineal en el tapado manual y 6.2 tallos por metro lineal al tapado con la cultivadora de ganchos. En

cuanto al análisis financiero de inversión, la utilización de la cultivadora de ganchos en la siembra presenta un ahorro de Q.62.50, que anualmente para la finca sería de Q.13,187.50, al hacer la proyección a 5 años, la inversión del implemento se pagaría en cuatro años dejando un saldo positivo al quinto año de Q. 8,820.33 con una tasa interna de retorno de 35.83 %.

El tercer aspecto dentro del ejercicio fue la ejecución de servicios como apoyo a la zona productiva, entre los que se contemplaron:

La administración del agua de riego, servicio que contemplo el aforo de las fuentes hídricas que ingresan a la zona tres durante la época seca y la nivelación de un canal de agua desde el río Xata hacia la finca Madre Tierra.

También se realizaron dos investigaciones, la primera de ellas fue la evaluación de cuatro herbicidas para labranza mínima en el proceso de siembra y la segunda fue la evaluación de 5 dosis de pendimetalina para el control de caminadora (*Rottboelia cochinchinensis* Lour).

Capítulo I

Diagnóstico de manejo del cultivo de Caña de Azúcar (Saccharum spp.) en la zona productiva tres del Ingenio Madre Tierra.

1.1 INTRODUCCION

El Ingenio Madre Tierra, con el fin de facilitar el manejo de su área cultivada con caña de azúcar (*Saccharum* spp.), se divide en seis zonas productivas, entre las cuales se encuentra la zona tres, con un área de 1,796 hectáreas.

El propósito del presente trabajo fue conocer y generar información sobre las labores realizadas en el cultivo de caña de azúcar, identificar labores que ahorran tiempo, disminuyan costos y conocer la problemática que se presenta en la zona productora.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 General

- A. Establecer la situación actual del manejo del cultivo de caña de azúcar en la zona productiva tres del Ingenio Madre Tierra.

1.2.2 Específicos

- A. Conocer labores en la producción de caña de azúcar en plantía y soca.
- B. Conocer los problemas que se encuentra en la zona productiva.

1.3.2 Marco Referencial

1.3.2.1 Localización de la zona 3 del Ingenio Madre Tierra

La zona esta comprendida por las fincas Cañaverales del Sur, Limones, Palmira y Concepción Buena Vista (Figura 1.1), se encuentra en el municipio de Santa Lucia Cotzumalguapa, Escuintla. El centro de operaciones de la zona se ubica en la finca Cañaverales del Sur y según el Instituto Geográfico Nacional (4), se localiza en las coordenadas 14° 18' 42" Latitud Norte y 91° 05' 41" Longitud Oeste, a 230 msnm, a 4.5 kilómetros de la carretera CA-2 y a 94 kilómetros de la ciudad capital.

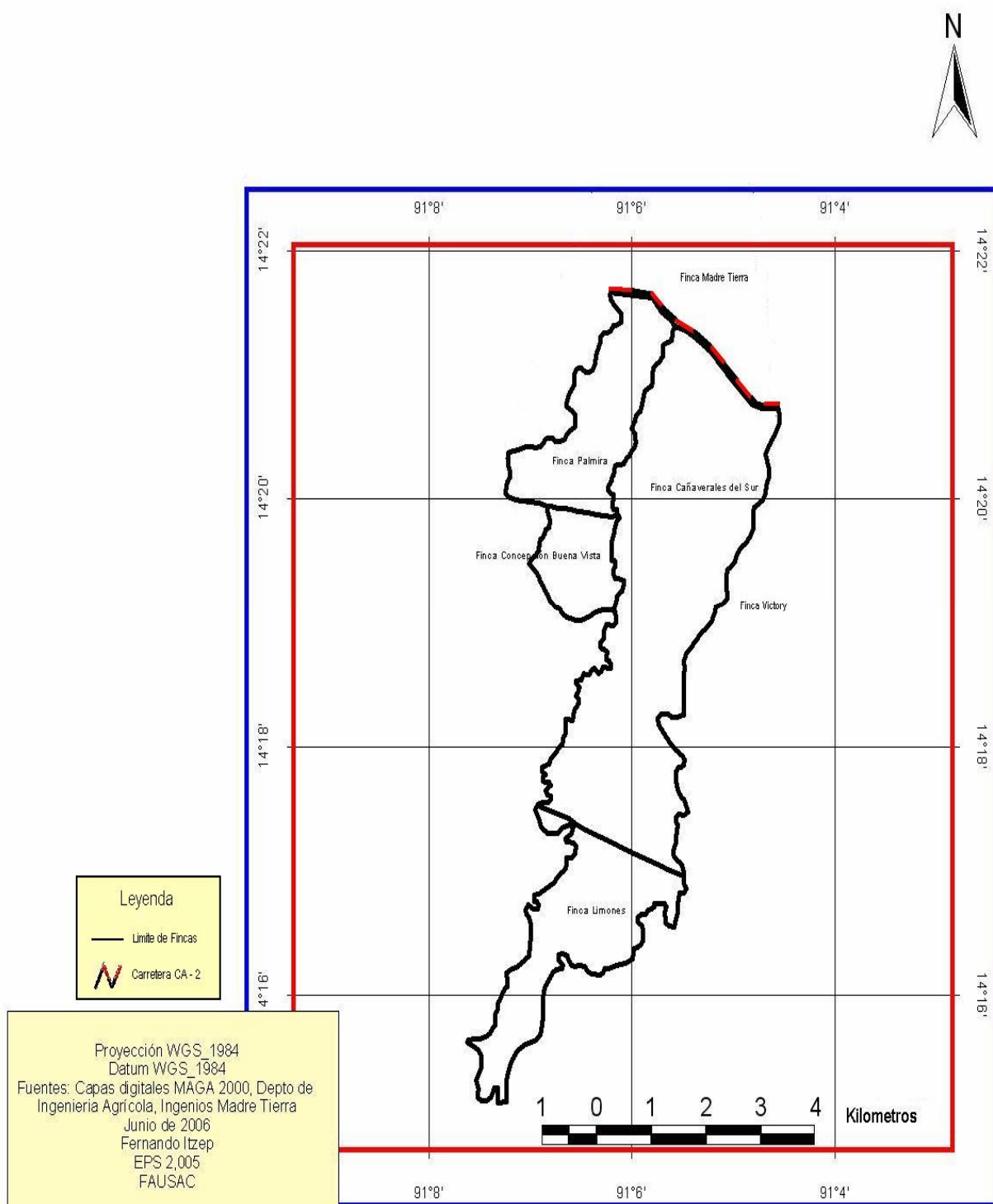


Figura 1.1 Ubicación geográfica de la zona 3 del Ingenio Madre Tierra.

1.3.2.2 Recursos naturales

A. Suelos

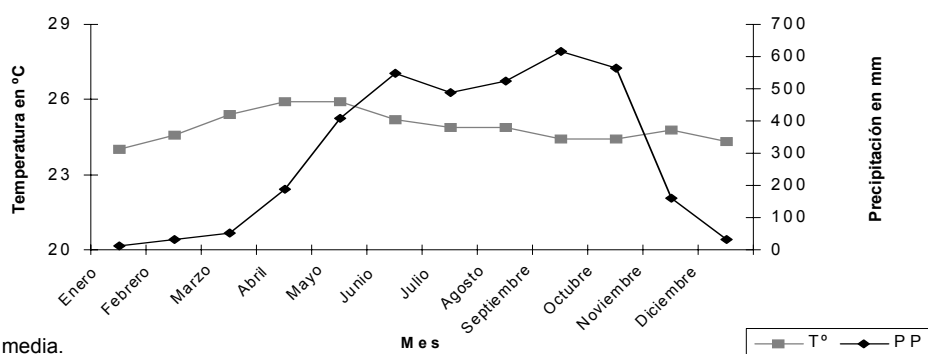
Según el Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de azúcar (CENGICAÑA) (2), en el estudio semidetallado de suelos cañeros del Sur de Guatemala, la zona número tres tiene suelos del tipo Alfisoles cuyo perfil es bien desarrollado, presenta un horizonte superficial A, pardo grisáceo poco oscuro y textura franco a franco arcilloso. La estructura es débil y la consistencia muy friable. El segundo horizonte es un B Argílico, es decir enriquecido en arcilla traslocada del horizonte superficial; la textura es arcillosa.

B. Zona de vida

Estas fincas se encuentran ubicadas en la zona de vida Bosque muy húmedo subtropical calido (bmh – S (c)) (3).

C. Clima

Según la estación meteorológica de CENGICAÑA, ubicada a 300 msnm, el promedio de precipitación para los últimos 10 años es de 3,590 mm anuales distribuidos durante el año con una temperatura media anual de 24.9 grados centígrados. Las altas precipitaciones se presentan de mayo a octubre, mientras que la temperatura se mantiene entre 24 y 26 grados centígrados durante todo el año (Figura 1.2).



T° = Temperatura media.

PP del mes = Precipitación pluvial del mes

°C= grados centígrados

mm= milímetros

Fuente: Datos estación meteorología CENGICAÑA (2005)

Figura 1.2 Precipitación y temperatura media anual.

D. Hidrografía

La zona 3 se encuentra ubicada en la vertiente del pacifico, cuenca Coyolate, pasando dentro de la finca el Rió Aguná.

1.4 METODOLOGÍA

1.4.1 Fuentes primarias

Se realizaron entrevistas al gerente y mayordomos con de fin de obtener información acerca de las labores en el cultivo de la caña.

Se realizaron caminamientos para el reconocimiento de las fincas de la zona y reafirmar el conocimiento de las prácticas agrícolas definidas en las entrevistas.

1.4.2 Fuente secundaria

Se realizaron consultas bibliográficas especializadas con el propósito de obtener un marco conceptual y referencial.

1.4.3 Análisis de la Información

La información recopilada se tabuló, estructurándola de acuerdo a las labores agrícolas en la zona. La información obtenida conjuntamente con el aporte del personal de la zona permitió realizar un análisis de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (FODA) en el cultivo de caña de azúcar.

1.5 RESULTADOS

1.5.1 Manejo del cultivo

El manejo del cultivo de la caña de azúcar inicia con la zafra (cosecha de la caña). La producción en toneladas de caña por hectárea por lote es básico para renovar o no la caña. Si la producción disminuye del promedio de 92 toneladas por hectárea se toma la decisión de renovar el pante.

Después de la preparación del suelo se realiza la siembra, seguido por el riego con frecuencias de 19 a 21 días, después del primer riego se procede a la primera aplicación de herbicidas alrededor de los 12 días después de la siembra, el segundo control químico de malezas se efectúa alrededor de los 110 días después de sembrado. También se hacen controles manuales y mecánicos de malezas. La fertilización nitrogenada es realizada aproximadamente a los 30 días después de sembrado. La última actividad es la aplicación de madurante aproximadamente un mes antes de la cosecha.

Cuando el lote no es renovado, el manejo del cultivo comienza con la quema del rastrojo que queda después del corte de la caña, seguido por el riego, control de malezas químico, manual y mecánico, la fertilización y por último la aplicación de madurante.

1.5.1.1 Quema de rastrojo

Esta labor se efectúa después de la cosecha, su finalidad es eliminar la basura que dejó la cosecha.

1.5.1.2 Renovación del cultivo

La renovación en un 90% se lleva a cabo mediante la labranza mínima y labranza convencional en un 10%. Esta última cuando el lote es destinado a la obtención de caña para semilla o cuando un lote fue afectado severamente por plagas.

A. Método de labranza mínima

La labranza mínima es una técnica que tiene la ventaja de disminuir la erosión del suelo, es adaptable a terrenos de cualquier condición de relieve y disminuye costos de operación en las renovaciones, ya que solo involucra las actividades mecanizadas de subsolado y surcado del terreno y la aplicación de Glifosato a la caña soca con el fin de eliminarla.

El subsolado se realiza entre los 4 y 6 días después de la cosecha, a una profundidad de 0.45 a 0.5 metros y a una separación de 1.5 metros. La eficiencia de esta labor es de 0.65 hectáreas por hora.

El surcado, se realiza seguido del paso del subsolador, haciéndose a una profundidad de 0.30 a 0.35 metros con separación de 1.5 metros. La eficiencia de esta labor es de 0.5 hectárea por hora. En la elaboración del surqueo, se utiliza una metodología denominada "Sistema banquetado", esta técnica permite aumentar la eficiencia de jornales por hectárea (1 jornal = 8 horas de trabajo por día) al momento de la siembra, específicamente en la labor de distribución de semilla. El banquetado consiste en no realizar dos surcos en el centro del lote, con el fin de que el camión que acarrea la semilla pueda ingresar dejando paquetes de esquejes al centro y así el jornalero se le haga más fácil trasladar la semilla a las partes centrales del lote. Cuando se ha distribuido la semilla dentro del lote se procede a realizar los dos surcos que quedaron pendientes.

La última actividad de labranza mínima es la aplicación de Glifosato para eliminar la caña soca, se realiza a los 16 días después de sembrado, utilizando una dosis de 3.5 a 5 litros por hectárea.

B. Método de labranza convencional

El método convencional de siembra involucra un paso de arado, paso de rastra, y el surcado. El paso de arado, se realiza con el fin de romper y voltear el suelo compactado, tiene una eficiencia de 0.5 hectárea por hora. El paso de la rastra, tiene la finalidad de destruir los terrones dejados por el paso del arado y tiene una eficiencia de una hectárea

por hora y por último se realiza el surcado a una profundidad de 0.30 a 0.35 metros con separación de 1.5 metros. La eficiencia es de 0.5 hectáreas por hora.

1.5.1.3 Siembra

La siembra incluye las labores corte de esquejes, transporte de los mismos, el estaquillado y tarjeteado del lote y por último la siembra.

A. Corte de esquejes (semilla asexual)

Los esquejes para siembra son cortados con una longitud de 0.60 metros de largo. Se amarran los esquejes en paquetes de 30. Cada paquete debe de provenir de semilleros con edades de 6 a 10 meses, libres de plagas y enfermedades. La eficiencia de corte es de 115 paquetes por hombre día. Cada paquete alcanza para cubrir 10 metros lineales.

B. Transporte y acarreo de semilla

El transporte y acarreo de semilla se hace con un camión que traslada de 900 a 1,000 paquetes por viaje. Para la carga y descarga hay 6 personas.

La semilla (esquejes) cuando es destinada para realizar un semillero (lote de caña para obtener esquejes para siembras comerciales), recibe un tratamiento hidrotérmico a una temperatura de 51° C durante una hora, al salir se sumerge en una solución de ditiocarbamato durante 10 minutos, esto se realiza para el control del raquitismo.

C. Estaquillado y Tarjeteado

El estaquillado tiene la finalidad de servir de guía para la distribución de paquetes de semilla, se hace colocando estacas de 8 a 12 metros alineadas a los surcos. El tarjeteado, consiste en colocar una tarjeta al inicio del surco dejando las indicaciones de la cantidad de paquetes de semilla necesarios, el número de surcos y la dirección de

distribución de los paquetes.

1.5.1.4 Siembra

La siembra se realiza en cadena sencilla, distribuyendo un paquete de 30 esquejes entre cada estaquillado. El promedio de yemas sembradas por metro lineal es de 12. La variedad que se siembra depende del historial de producción que tienen las variedades.

La eficiencia de esta labor es de 3 jornales por hectárea, equivalente a 3,000 metros² por hombre por día.

Para inicios del año 2005, en algunas áreas, en la renovación se introdujo el tapado mecánico de la semilla con la finalidad de reducir costos en la siembra, al disminuir el tiempo y número de jornales.

1.5.1.5 Control de malezas

Se utiliza el control químico, manual y mecanizado.

A. Control químico

Se realiza mediante el uso de mezclas de herbicidas. El tipo de mezcla y dosis es decisión del mayordomo, para lo cual considera la especie, tamaño de la maleza y la humedad del suelo.

El control químico se efectúa en dos aplicaciones: post-emergente temprana y post-emergente tardía.

La aplicación post-emergente temprana se realiza a los 12 días después de sembrado y se utilizan las mezclas:

- a. Paraquat (Gramuron), Pendimetalina (Prowl), 2-4 D y adherente con la finalidad de ejercer control en gramíneas, germinación de gramíneas y especies de hoja ancha.
- b. Terbutina (Terbutrex), Pendimetalina (Prowl) y adherente para el control de gramíneas y germinación de gramíneas.

Las aplicaciones comúnmente se realizan dirigidas al surco, se utiliza equipo como

Aguilon, bombas de presión constante y presión manual.

La aplicación post-emergente tardía, se realiza entre los 110 a 120 días después de sembrado. La mezcla la conforman el:

- c. Arsénico (Kaput), Ametrina (Karmex), 2-4D y adherente; la finalidad es controlar malezas gramíneas y de hoja ancha.

Se realizan por medio de bombas de presión constante y presión manual con boquillas Teejet XR 8002.

B. Control manual

Se realiza aproximadamente a los 90 días después de sembrado, mediante el arranque y limpiezas manual de las malezas.

C. Control mecánico

Se realiza con la utilización de una cultivadora de discos. Su función es de airear el suelo y dejarlo libre de malezas. Se hace cerca de los 45 días después de la primera aplicación de herbicida. Su eficiencia es de 0.15 jornales por hectárea equivalente a 1.2 horas por hectárea.

1.5.1.6 Riego

El sistema de riego dentro de la zona es por aspersión y/o gravedad. Con el riego por aspersión se riega un aproximado de 800 hectáreas y por gravedad 130 hectáreas.

La frecuencia del sistema de riego por aspersión es de 19 a 21 días, con una lámina de 45 a 50 milímetros lográndose en un tiempo de 2 horas.

La frecuencia del riego por gravedad es de 30 días, pero comentan los mayordomos que desconocen la lámina de riego y el tiempo de riego es de forma empírica, inundando el lote en un tiempo de aproximadamente una hora. Para fines de programación del riego, comentando el gerente de la zona que se demandan 18,000 galones por minuto por día.

Entre la problemática en el riego se tiene la demora del departamento de taller en la

reparación de las motobombas o bien en su servicio.

1.5.1.7 Fertilización

La fertilización se realiza de forma mecánica y/o manual. Cuando se fertiliza mecánicamente, se utiliza una ferticultivadora la cual tiene una eficiencia de una hectárea por hora. La fertilización manual tiene una eficiencia de 0.5 jornales por hectárea.

La fertilización nitrogenada en caña plantía y soca, se efectúa de los 30 a 45 días después de la siembra. La cantidad de nitrógeno aplicado se basa en la recomendación de CENGICAÑA, que es de 60.5 kilogramos de nitrógeno por hectárea en plantía y 90.77 kilogramos por hectárea en soca.

Dentro de la zona, se hace una aplicación de fósforo en caña plantía, de 59.7 kilogramos por hectárea, haciéndose al fondo del surco debido a la poca movilidad del fósforo y rápida fijación.

1.5.1.8 Aplicación de cachaza

Se ha utilizado cachaza como abono orgánico ya que es rica en Nitrógeno y Potasio. La cantidad aplicada es de 114 toneladas por hectárea.

Las ventajas que se tiene con la aplicación de cachaza son: reducción de costos al sustituir la fertilización química y el incremento de la producción en lotes de caña plantía y soca. La desventaja es la relación beneficio – costo la cual es buena de los 0 a 8 kilómetros del ingenio, a mayores distancias se incrementa el costo del combustible de los camiones que la transportan.

1.5.1.9 Control de plagas

Dentro de la zona se controlan plagas de ratas, taltuzas y chinche salivosa.

El control de ratas y taltuzas se realiza por medio de trampas.

Para el control de chinche salivosa, se utilizan trampas pega patas, estas son verde y se colocan a cada 25 metros alrededor del lote de caña. Para chinche salivosa se

realizan muestreos, si la población de la plaga sobrepasa el umbral económico que es de una chinche por tallo se renueva el lote.

1.5.1.10 Aplicación de madurante

La aplicación del madurante tiene el fin de adelantar la madurez fisiológica de la caña e inhibir la floración, generalmente se utiliza el glifosato a bajas concentraciones. En la zona es utilizada una concentración de 448 gramos de ingrediente activo por hectárea y se hace por medio de helicópteros.

Antes de aplicar el madurante, se colocan banderas a cada 18 metros de ancho (Brechado), esta distancia esta en función del ancho de vuelo del helicóptero y sirve de guiar al mismo.

1.5.2 Investigaciones en la zona 3

La zona no cuenta con área para la investigación, pero algunas casa comerciales de productos químicos han establecidos ensayos de herbicidas y fertilizantes. Para estos ensayos, el personal de campo tiene la responsabilidad de establecer, dar mantenimiento y llevar control de los muestreos y de la cosecha. Los resultados son analizados por mismas casas comerciales o por el personal calificado de la finca (mayordomos).

1.5.3 Análisis de Fortaleza, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (FODA)

Con el análisis FODA (Cuadro 1.1), realizado con base a la información proporcionada por el gerente y mayordomos, se puede observar que la problemática interna de la zona es la demora en la reparación de implementos agrícolas y equipos utilizados en las distintas labores del cultivo atrasando así la operación de manejo del cultivo. El otro problema presentado de origen externo, es el recurso hídrico en algunos momentos se vuelve deficiente, siendo este importante para el cultivo, no solo por la necesidad de la planta sino también en las labores de control químico de malezas y fertilización.

Cuadro 1.1 Resumen análisis FODA

Fortalezas	Oportunidades
<p>1. La zona cuenta con personal calificado, en gerencia, mayordomos y oficina.</p> <p>2. Aunque no cuentas con un área de experimentación, mantienen ensayos que les dan seguimiento todos los años para nuevas proyecciones en el cultivo.</p>	<p>1. Las empresas comerciales para dar a conocer sus productos agroquímicos, realizan ensayo dentro de la zona lo que hace que siempre tengan experiencias para mejorar algunos aspectos en el manejo del cultivo.</p>
Debilidades	Amenazas
<p>1. Indican los mayordomos que la relación con el taller del ingenio no es muy buena, ya que se demoran en la reparación de implementos o equipos.</p>	<p>1. Indica el gerente de la zona que el recurso agua en algunos momentos se vuelve deficiente provocando que se detenga el riego, siendo esta de mayor importancia.</p>

1.6 CONCLUSIONES

- A. La zona 3 del Ingenio Madre Tierra, para el manejo del cultivo de caña de azúcar, lleva una secuencia de labores que van desde la siembra hasta la cosecha. En cada labor manejan eficiencias con la finalidad de ahorrar tiempo y disminuir costos.
- B. Dentro de las labores se trabajan técnicas eficientes como la labranza mínima, el sistema de surqueo banquetado y la aplicación de cachaza.
- C. La zona siempre busca alternativas para mejorar la competitividad, entre las que tenemos la introducción del tapado mecánico en la siembra e investigación.
- D. Dentro de los problemas que resalta la zona, es mala relación con el departamento de taller del mismo ingenio para la reparación de implementos y equipo necesario para las labores.

1.7 RECOMENDACIONES

- A. Mejorar programaciones con el departamento de taller, haciéndoles conocer los efectos que causa el atraso en la reparación de los equipos.

1.8 BIBLIOGRAFIA

1. Castillo, C. 2005. Generalidades de la zona 3 (entrevista). Guatemala, Ingenio Madre Tierra.
2. CENGICAÑA (Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar, GT). 1996. Estudio semidetallado de suelos de la zona cañera el sur de Guatemala. Guatemala. 214 p.
3. Cruz, JR De la. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala. Guatemala, Instituto Nacional Forestas. 42 p.
4. IGN (Instituto Geográfico Nacional, GT). 1994. Mapa topográfico de la republica de Guatemala, hoja Santa Lucia Cotzumalgupa, no. 1958-1. Guatemala. Escala 1:50000. Color.

Capitulo II

EVALUACIÓN DE DOS IMPLEMENTOS MECÁNICOS PARA EL TAPADO DE CAÑA DE AZUCAR (Saccharum spp.), EN EL PROCESO DE SIEMBRA, EN SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA, ESCUINTLA.

EVALUATION OF TWO MECHANICAL IMPLEMENTS FOR COVERING SUGARCANE (Saccharum spp.), IN THE SOWING PROCESS, IN SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA, ESCUINTLA.

2.1 INTRODUCCION

Según el IV Censo Agropecuario Nacional realizado el año 2003, en Guatemala se cultivan alrededor de 187,767 hectáreas de caña de azúcar (*Saccharum* spp.) (4). Este cultivo al igual que otros lleva una secuencia de labores para su manejo. En el proceso de renovación del cultivo, se invierten en labores mecanizadas y manuales, según la gerencia de la zona tres del ingenio Madre Tierra en el 2,005, la renovación tiene un costo alrededor de Q.4,600.00 por hectárea, de ese costo, el tapado de la semilla de caña (esquejes) ocupa un 3.5 % (2). Debido a la inversión que representa la renovación, los ingenios buscan alternativas que les permita disminuir los costos e incrementar la eficiencia de las labores del cultivo.

En base al diagnóstico generado sobre el manejo del cultivo de la caña de azúcar, se conoció que la finca “Cañaverales del Sur” del Ingenio Madre Tierra, para inicios del año 2005, introdujo el sistema de tapado mecánico en la siembra, utilizando para ello una cultivadora de discos, teniéndose el problema que se desconocía el efecto de la profundidad que queda cubierta la caña, así como sus consecuencias en la brotación de yemas. En otra finca del ingenio, también se realizaba esta labor utilizándose una cultivadora de ganchos. Debido a la incertidumbre de la implementación del tapado mecánico, se realizó un ensayo experimental, evaluando los dos implementos mecánicos que se han utilizado dentro del ingenio, los cuales consisten en una cultivadora de discos y una cultivadora de ganchos y comparándolos con el tapado manual durante el proceso de siembra de la variedad de caña PR61-632.

El ensayo se realizó en finca “Cañaverales del Sur” del Ingenio Madre Tierra, que se ubica en Santa Lucia Cotzumalaguapa, Escuintla, utilizándose un diseño completamente al azar con sub-muestreo, con cuatro repeticiones, en un área de 2.15 hectáreas. Las variables evaluadas fueron profundidad de tapado, porcentaje de brotación de yemas y densidad poblacional por tratamiento, observándose que el tapado manual deja cubierta la semilla de caña 8.3 centímetros y presenta la mayor brotación de yemas a los 30 días después de sembrado, pero en la densidad poblacional no presentó diferencias estadísticas con el tapado utilizando la cultivadora de ganchos. Como la utilización de la cultivadora de ganchos presentó un comportamiento similar al tapado manual se realizó un

análisis financiero de inversión que demostró que al utilizar la cultivadora de ganchos se generaría un ahorro por hectárea de Q. 62.50, que anualmente para la finca sería de Q.13,187.50, y al hacer la proyección a 5 años, la inversión del implemento se pagaría en cuatro años dejando un saldo positivo a 5 años de Q. 8,820.33 con una tasa interna de retorno de 35.83 %.

2.2.2 MARCO REFERENCIAL

2.2.2.1 Ubicación del ensayo

El ensayo experimental se realizó en el lote “Trojas” identificado con el número 42201 de la finca “Cañaverales del Sur” del Ingenio Madre Tierra.

Para conocer las condiciones del suelo se tomaron muestras y analizaron en el laboratorio de CENGICAÑA, presentando una textura Franco Arenosa y contenido de 5.16% - 5.47% de materia orgánica.

2.2.2.2 Condiciones climáticas durante la época del ensayo

La estación meteorológica CENGICAÑA (3), reporta que en la época de brotación de yemas (19 de abril al 19 de mayo del 2005) se presentó una temperatura diaria promedio de 27.5 grados centígrados, una temperatura mínima de 24.1 grados centígrados el 18 de mayo y una máxima de 30.4 grados centígrados el 29 de abril de 2005. La humedad relativa promedio fue 82.8 % con una mínima de 76.1 % el 30 de abril y una máxima de 90.4 % el 5 de mayo y una precipitación diaria media de 14.4 milímetros.

2.2.2.3 Característica de los implementos mecánicos para el tapado de la caña

A. Cultivadora de discos

Esta cultivadora es de levante hidráulico, los discos fueron modificados alineándolos de forma que las dos secciones de discos del centro tapen un surco

completo y en cada extremo solo proporcione la mitad de cubierta a cada surco (Figura 2.1) (5).

Según el jefe del departamento de Mecanización Agrícola del Ingenio Madre Tierra (5), este implemento tiene las siguientes ventajas:

1. Disminuye costos y aumenta la eficiencia en el tapado.
2. Los jornaleros aumentan su eficiencia en siembra ya que solo se dedican a la distribución de la semilla de caña (esquejes) y no al tapado.

y las desventajas indicadas: (5)

1. Los extremos de la cultivadora proporcionan una parte de suelo al surco de siembra, y en el centro de la cultivadora hace una cobertura total.
2. Debido al número de discos por sección (3 discos), la cantidad de suelo que cubre los esquejes en el surco puede ser más de lo aceptable.
3. No se puede utilizar cuando es época de lluvia.
4. No son adaptables a relieves con pendientes.

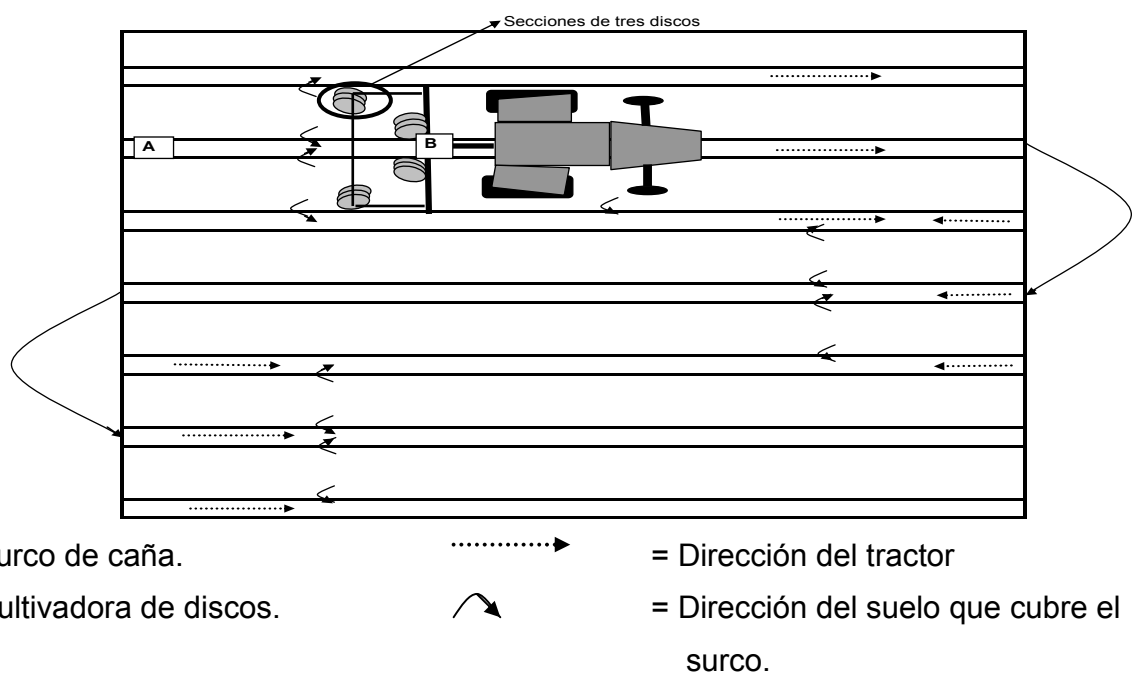


Figura 2.1 Esquema del tapado mecánico utilizando la cultivadora de discos.

B. Cultivadora de ganchos

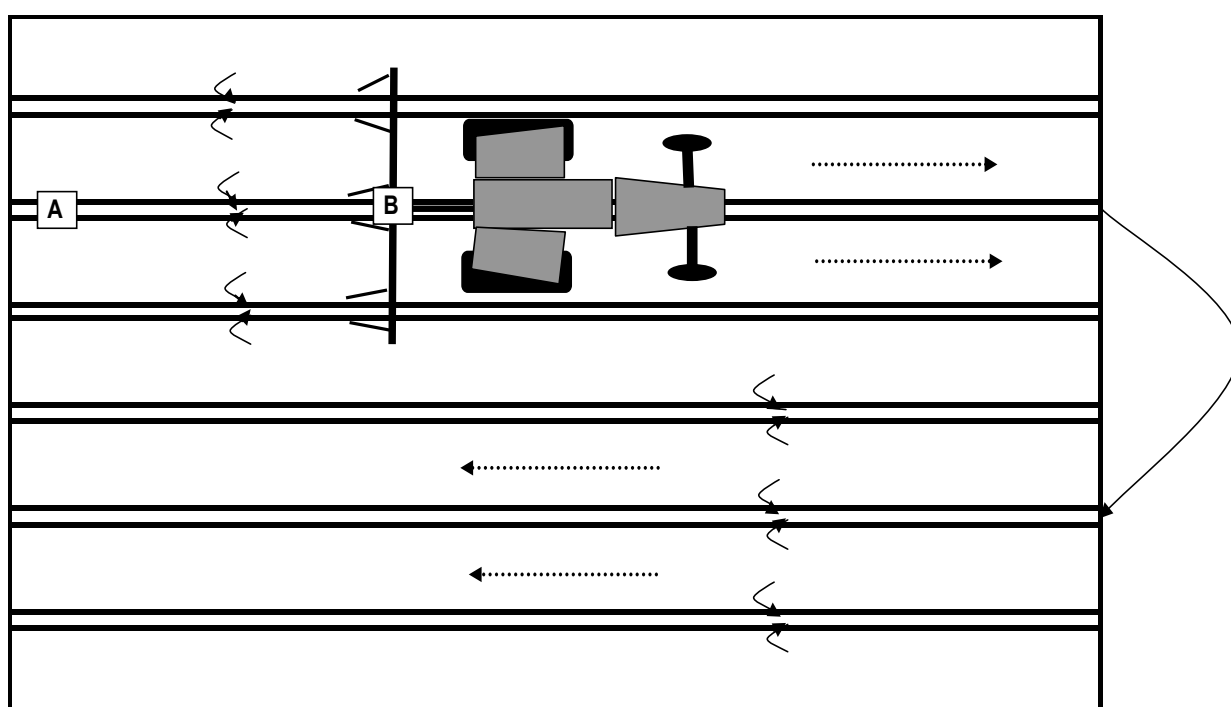
Esta cultivadora se caracteriza en tapar 3 surcos en un paso sobre el surco. Dos cinceles se mueven de una forma horizontal tapando el surco (Figura 2.2) (5).

Según el jefe del departamento de Mecanización Agrícola del Ingenio Madre Tierra (5), el implemento presenta las ventajas:

1. Este implemento tapa tres surcos en un paso del tractor.
2. Disminuye costos y aumenta eficiencia en tiempo de tapado por área.
3. Los cinceles o ganchos se pueden graduar de altura.

Mientras que las desventajas reportadas (5) son:

1. No se puede utilizar cuando es época de lluvia.
2. No son adaptables a relieves con pendientes pronunciadas



A = Surco de caña.



= Dirección del tractor

B = Cultivadora de ganchos.



= Dirección del suelo que cubre el surco de caña.

Figura 2.2 Esquema del tapado mecánico utilizando la cultivadora de ganchos.

2.2.2.4 Características del tapado manual

Es el método convencional de tapado de caña tiene un costo de Q. 160.00 por hectárea (2). Tiene la ventaja de usarse en cualquier tipo de relieve y la desventaja de que la eficiencia es lenta, ocupando de 2 a 3 horas por hectárea.

2.3 OBJETIVOS

2.3.1 GENERAL

Evaluar dos implementos para el tapado mecánico y el tapado manual en la siembra de esquejes de caña de azúcar (*Saccharum* spp) en suelos de la zona tres, del Ingenio Madre Tierra, Santa Lucia Cotzumalguapa, Escuintla.

2.3.2 ESPECIFICOS

- A. Estimar la cobertura en centímetros que dejará cada uno de los implementos de tapado de caña en el proceso de siembra y el tapado manual.
- B. Evaluar el porcentaje de brotación de yemas a los 10, 15, 20, 25 y 30 días después de sembrado los esquejes en cada uno de los implementos de tapado y el tapado manual.
- C. Evaluar la densidad poblacional de tallos de caña por metro lineal a los 180 días después de sembrado los esquejes en cada uno de los implementos de tapado y el tapado manual.
- D. Realizar un análisis financiero de la implementación del sistema de tapado mecánico.

2.4 HIPOTESIS

1. La utilización de los implementos mecánicos para el tapado de esquejes de caña de azúcar proporcionara una cobertura que permita un porcentaje de brotación similar al tapado manual.
2. La utilización de los implementos mecánicos para el tapado de esquejes de caña de azúcar proporcionara una cobertura que permita una densidad poblacional similar al tapado manual.

2.5 METODOLOGIA

2.5.1 MATERIAL EXPERIMENTAL

2.5.1.1 Material vegetal

Para la ejecución del ensayo se trabajo con esquejes de 11 meses de caña de azúcar de la variedad PR61-632.

2.5.1.2 Tratamientos evaluados

1. Tapado de semilla con la cultivadora de discos modificada
2. Tapado de semilla con la cultivadora de ganchos modificada
3. Tapado manual (testigo)

2.5.1.3 Variables de respuesta

- A. Cobertura de tapado de los esquejes en centímetros.
- B. Porcentaje de brotación de yemas por metro lineal a los 5, 10, 15, 20, 25 y 30 días después de sembrado.
- C. Densidad poblacional de tallos por metro lineal a los 180 días después de sembrado.

- D. Costo de implementación del sistema de tapado mecánico.

2.5.2 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó un diseño Completamente al Azar con sub-muestreo, con 3 tratamientos y 4 repeticiones. El sub-muestreo se realizó para tener un mayor número de observación e incrementar la precisión ya que por el desplazamiento del tractor es imposible crear bloques siguiendo las bases teóricas.

Cada unidad experimental consistió en 6 surcos de 200 metros distanciados a 1.5 metros cada uno. La unidad de muestreo estuvo comprendida por cuatro surcos centrales, se eliminaron 20 metros de los extremos de la longitud. Se tomaron 16 sub-muestras de 10 metros de longitud por cada unidad experimental.

2.5.3 MANEJO DEL EXPERIMENTO

2.5.3.2 Manejo del cultivo

- A. La renovación fue por labranza mínima.
- B. A los 45 días después de la siembra se aplicó 60 kilogramos de Nitrógeno por hectárea.
- C. El control químico de las malezas se hizo en dos aplicaciones a los 15 y 110 días después de la siembra. Se realizó un control manual a los 75 días después de la siembra.

2.5.4 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

2.5.4.1 Análisis estadístico

- A. Se realizó un análisis de varianza para las variables de respuesta de porcentaje de brotación de yemas a los 10, 15, 20, 25 y 30 días después de sembrado y densidad poblacional de tallos a los 180 días después de sembrado, a estas mismas

variables se les realizó una prueba de Tukey con una significancia del 5%. Para la variable porcentaje de brotación de yemas previo al ANDEVA se realizó una prueba de normalidad Shaphiro – Wilk, al no presentar normalidad se transformaron por medio de la ecuación de Arcoseno.

- B. Para la cobertura de tapado se realizó una estimación el los limites en donde se encuentra el promedio de tapado por cada tratamiento evaluado, utilizando un nivel de confianza del 95%.

2.5.4.2 Análisis económico

Consistió en una evaluación financiera de inversión proyectada a 5 años sobre la implementación del sistema de tapado mecánico con el implemento que presentó un comportamiento similar al tapado manual. Se utilizó una tasa de descuento del 20 %.

2.6 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

2.6.1 Cobertura de tapado

En el cuadro 2.1 se presenta las estimaciones en centímetros de profundidad de tapado de los 3 tratamientos evaluados, observándose diferencia de cobertura de los esquejes en los métodos de tapado.

Cuadro 2.1 Estimación de las profundidades de tapado con un $\alpha = 0.05$ de los tratamientos evaluados.

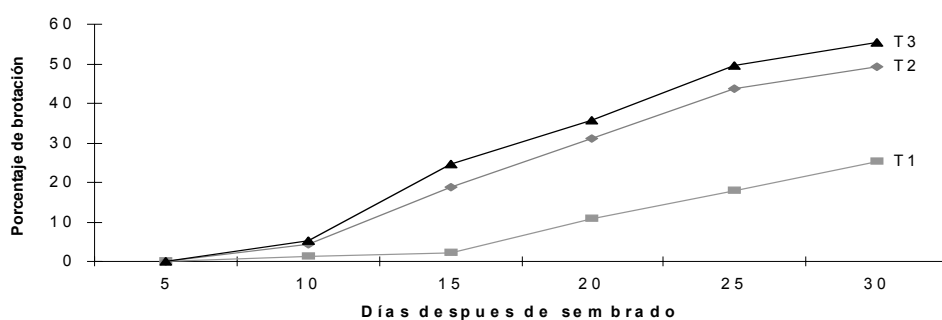
Método de tapado	Profundidad estimada en centímetros
Cultivadora de discos	entre 19.44 y 21.52
Cultivadora de ganchos	entre 12.02 y 13.66
Tapado manual (testigo)	entre 7.77 y 8.83

La mejor cobertura de tapado se consiguió con el tapado manual, obteniéndose un promedio de profundidad de 8.3 centímetros, concordando con la opinión de Buenaventura

(1) que el tapado debe de ir entre los 5 y 10 centímetros, con el propósito de promover la brotación de yemas.

2.6.2 Porcentaje de brotación de yemas de caña de azúcar

En la Figura 2.3, puede observarse que la brotación de yemas se empezó a encontrar a los 10 días después de sembrado, presentándose con diferencias significativas los tratamientos para el porcentaje de brotación en las lecturas de 10, 15, 20, 25 y 30 después de sembrado como se presenta en el Cuadro 2.2



T1= Tapado de semilla con la cultivadora de discos
 T2= Tapado de semilla con la cultivadora de ganchos
 T3= Tapado manual

Figura 2.3 Comportamiento del porcentaje de brotación de yemas en los diferentes días de muestreo por tratamiento.

Cuadro 2.2 Resumen de los análisis de varianzas ($\alpha = 0.05$) para la variable porcentaje de brotación en los diferentes días de muestreo después de la siembra.

Lectura DDS	F.C.	Pr>F	CV en porcentaje
10	31.75	0.0001*	66.02
15	232.6279	0.0001*	28.79
20	157.59	0.0001*	22.1
25	172.48	0.0001*	17.78
30	112.52	0.0001*	17.86

DDS: Días después de sembrado.
 FC: Valor de F.
 Pr>F: Probabilidad
 CV: Coeficiente de variación.
 * Diferencia significativa.

El coeficiente de variación disminuye mientras transcurren los días después de la siembra, este comportamiento se le atribuye a que en las primeras lecturas la brotación no es generalizada encontrándose puntos con una brotación del cero por ciento, mientras transcurrían los días la brotación se observaba en todas las unidades de muestreo. (Cuadro 2.2)

En cuanto a las condiciones climáticas presentes durante la brotación de yemas, la temperatura ambiental presentó un promedio de 27.5 grados centígrados, con una mínima de 24.1 grados centígrados y un máximo de 30.4 grados centígrados, Victoria (6) indica, la brotación de la mayoría de cultivares se da entre 8 y 25 días después de la siembra a una temperatura de 26 grados centígrados. La humedad relativa promedio en el ambiente fue de 82.8 %, con una precipitación media diaria de 14.4 milímetros, indicando que las condiciones climáticas se encontraban favorables.

En el Cuadro 2.3, puede observarse que el tapado manual y el uso de la cultivadora de ganchos estadísticamente no presentan diferencia significativa, mostrando que a los 10 días después de la siembra hay efecto de la cobertura de tapado de semilla por el implemento sobre la brotación.

Cuadro 2.3 Prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) para la variable porcentaje de brotación a los 10 días después de sembrado.

Tratamiento	Porcentaje de brotación por metro lineal	Grupo Tukey
Tapado manual	5.36	A
Cultivadora de ganchos	4.44	A
Cultivadora de discos	1.24	B

En el Cuadro 2.4 se presenta la prueba de Tukey para el porcentaje de brotación de yemas a los 15 días después de sembrado, se observa un comportamiento estadístico similar del tapado manual y la cultivadora de ganchos. Los esquejes tapados con la cultivadora de ganchos presentan la menor brotación de yemas.

Cuadro 2.4 Prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) para la variable porcentaje de brotación a los 15 días después de sembrado.

Tratamiento	Porcentaje de brotación por metro lineal	Grupo Tukey
Tapado manual	24.64	A
Cultivadora de ganchos	18.86	A
Cultivadora de discos	2.27	B

En el Cuadro 2.5 encontramos que a los 20 días después de la siembra, el tapado manual y el tapado con la cultivadora de ganchos siguen presentado un comportamiento similar en el porcentaje de brotación de yemas. El tapado con la cultivadora de discos sigue presentando el porcentaje de brotación de yemas más bajo.

Cuadro 2.5 Prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) para la variable porcentaje de brotación a los 20 días después de sembrado.

Tratamiento	Porcentaje de brotación por metro lineal	Grupo Tukey
Tapado manual	35.79	A
Cultivadora de ganchos	31.08	A
Cultivadora de discos	10.65	B

A los 25 días después de sembrado podemos observar en el cuadro 2.6, que existe diferencia estadísticas entre los tres tratamientos de tapado evaluados, siendo el tapado manual quien presenta mayor promedio de porcentaje de brotación, seguido por el tapado con la cultivadora de ganchos y el tapado con la cultivadora de discos que sigue presentando el porcentaje de brotación de yemas más bajo.

Cuadro 2.6 Prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) para la variable porcentaje de brotación a los 25 días después de sembrado.

Tratamiento	Porcentaje de brotación por metro lineal	Grupo Tukey
Tapado manual	49.42	A
Cultivadora de ganchos	43.34	B
Cultivadora de discos	17.95	C

El comportamiento del porcentaje de brotación a los 10, 15 y 20 días después de sembrado no muestra diferencias significativas entre el tapado manual y el tapado con la

cultivadora de ganchos, se puede atribuir a la brotación en los surcos en los cuales la cobertura o profundidad de tapado era menor para cada tratamiento.

En la última lectura realizada a los 30 días después de sembrado, podemos observar en el cuadro 2.7, que el tapado manual presentó estadísticamente el mayor porcentaje de brotación de yemas, teniendo un porcentaje de 6.22% mayor al porcentaje de brotación obtenido con la cultivadora de ganchos.

Cuadro 2.7 Prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) para la variable porcentaje de brotación a los 30 días después de sembrado.

Tratamiento	Porcentaje de brotación por metro lineal	Grupo Tukey
Tapado manual	55.4	A
Cultivadora de ganchos	49.18	B
Cultivadora de discos	25.36	C

Estos resultados se asocian a lo indicado por Buenaventura (1), quien indica que para promover la brotación de yemas y así evitar pérdidas de ella, se debe tener una cobertura de los esquejes entre 5 y 10 centímetros, siendo así el tapado manual el que se encontraba dentro de ese rango con un promedio de cobertura de 8.3 centímetros.

Con los resultados se rechaza la hipótesis planteada, sobre el comportamiento similar del porcentaje de brotación de yemas con la utilización del tapado mecánico y el tapado manual.

2.6.3 Densidad poblacional de tallos de caña de azúcar

La densidad poblacional de tallos de caña por metro lineal a los 180 días después de sembrado, muestra diferencias entre los tres tratamientos, como se aprecia en el Cuadro 2.8 del resumen del análisis de varianza.

Cuadro 2.8. Resumen del ANDEVA ($\alpha = 0.05$) para la variable densidad poblacional a los 180 días después de sembrado.

F.V.	G.L.	C.M.	F.C.	Pr > F
Tratamiento	2	12700.72	429.32	0.0001*
Error	180	29.58		
C.V.	9.43%			

En el cuadro 2.9, se presenta la prueba de Tukey para la variable densidad de tallos por metro lineal a los 180 días después de sembrado, observándose un comportamiento similar del tapado manual (testigo) con un promedio de 6.9 tallos promedio por metro lineal (46,000 tallos por hectárea) y el tapado con la cultivadora de ganchos con un promedio de 6.2 tallos por metro lineal (41,333 tallos por hectárea). La población de tallos es menor utilizando la cultivadora de ganchos para el tapado de la semilla, presentando un promedio de 4.19 tallo por metro lineal (27,7333 tallos por hectárea). Con estos resultados aceptamos la hipótesis planteada sobre el comportamiento similar de la densidad poblacional de caña por metro lineal del tapado mecánico y manual.

Cuadro 2.9 Prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) para la variable densidad poblacional a los 180 días después de sembrado.

Metodo de Tapado	Media de tallos por metro lineal	Grupo Tukey
Tapado manual	6.9	A
Cultivador de ganchos	6.2	A
Cultivadora de discos	4.19	B

2.6.4 Análisis Financiero

El análisis financiero se realizó en la inversión de implementar el sistema de tapado mecánico utilizando de la tapadora de ganchos.

En el Cuadro 2.10, se presenta el listado de parámetros considerados en el análisis financiero.

Cuadro 2.10 Lista de parámetro considerados para el análisis financiero.

Número	Descripción de parámetros considerados	Valor	Unidad de medida
1	Número de años para analisis del proyecto de inversión	5	Años
2	Tasa de descuento	20	Por ciento
3	Impuesto sobre la renta (ISR)	31	Por ciento
4	Costo de inversión de la tapadora de ganchos	23,100	Quetzales
5	Depreciación anual del implemente	16	Por ciento
6	Salario Tractorista por día	60	Quetzales
7	Eficiencia del real de campo del tapado mecánico	1.2	Hectáreas por hora
8	Eficiencia teorica de campo del tapado mecánico**	66.6	Por ciento
9	Costo de tractor por hectárea	45	Quetzales
10	Salario tractorista por hectárea (combustible y lubricantes)	6.25	Quetzales
11	Costo del tapado manual por hectárea	120	Quetzales
12	Eficiencia del tapado manual	2 a 3	Horas por hectárea
13	Área que se renueva anualmente en la finca	211	Hectáreas

El análisis financiero presenta los siguientes resultados

1. El costo estimado de operación por hectárea del tapado mecánico es de Q. 57.50.
2. El costo estimado de operación anual del sistema de tapado mecánico es de Q. 12,132.50
3. La depreciación anual estimada del implemento es de Q. 3,696.00.
4. Se estima que el valor de rescate es de Q.4, 620.00 a los 5 años.
5. El costo estimado de operación anual es de Q. 25,320.00.
6. El ahorro generado anualmente al utilizar la cultivadora de ganchos como alternativa al tapado manual es de Q. 13,187.50.

En el cuadro 2.11, se presenta el análisis financiero de inversión para la utilización del tapado mecánico utilizando la cultivadora de ganchos, observándose que el proyecto de inversión es aceptable, lográndose pagar a los 4 años, obteniendo un reembolso de Q.8,820.33 considerando una tasa de descuento del 20%, obteniéndose una tasa interna de 35.83 %, indicando la rentabilidad del proyecto.

Cuadro 2.11 Análisis financiero de inversión en la tapadora de ganchos

Año	0	1	2	3	4	5
Ingresos						
Ahorro		Q13,187.50	Q13,187.50	Q13,187.50	Q13,187.50	Q13,187.50
Valor de rescate		0	0	0	0	Q4,620.00
Total de ingresos	0	Q13,187.50	Q13,187.50	Q13,187.50	Q13,187.50	Q17,807.50
Egresos						
Depreciación		Q3,696.00	Q3,696.00	Q3,696.00	Q3,696.00	Q3,696.00
Total de egresos	0	Q3,696.00	Q3,696.00	Q3,696.00	Q3,696.00	Q3,696.00
Utilidad	0	Q9,491.50	Q9,491.50	Q9,491.50	Q9,491.50	Q14,111.50
ISR (31%)	0	Q2,942.37	Q2,942.37	Q2,942.37	Q2,942.37	Q4,374.57
Depreciación		Q3,696.00	Q3,696.00	Q3,696.00	Q3,696.00	Q3,696.00
Inversión inicial	Q23,100.00					
Flujo neto	Q23,100.00	Q10,245.14	Q10,245.14	Q10,245.14	Q10,245.14	Q13,432.94
Van Acumulado	Q23,100.00	-Q14,562.39	-Q7,447.71	-Q1,518.81	Q3,421.94	Q8,820.33
Tasa de descuento		20%				
VAN		Q8,820.33				
TIR		35.83%				

2.7 CONCLUSIONES

1. Los diferentes tratamientos evaluados para el tapado de esquejes de caña de azúcar presentan diferentes profundidades de cubierta. El tapado manual presenta la cobertura recomendable, encontrándose entre 7.7 y 8.83 centímetros.
2. El porcentaje de brotación se ve afectado por los tratamientos de tapados evaluados.
3. La brotación con los diferentes tratamientos evaluados de tapado de caña, empezó a presentarse a los 10 días después de sembrado, presentándose un comportamiento similar del porcentaje de brotación de yemas entre el tapado manual y el tapado con la cultivadora de ganchos de los 10 a los 20 días después de sembrado. De los 20 a 30 días después de sembrado la brotación de yemas se presentó mayor con el tapado manual.
4. La densidad poblacional de tallos de caña por metro lineal a los 180 días después de la siembra, presentó un comportamiento estadísticamente similar del tapado manual con el tapado de la cultivadora de ganchos.
5. El costo del tapado mecánico al utilizar la cultivadora de ganchos, que al final se comportó de forma similar al tapado manual, presenta un costo por hectárea de

- Q. 57.50, marcando un beneficio económico de Q. 62.50 más barato por hectárea a comparado con el tapado manual, que presenta un costo por hectárea de Q. 120.00.
6. Con el tapado mecánico, utilizando la cultivadora de ganchos y tomándose en cuenta la implementación de este sistema en la renovación de 211 hectáreas anuales de caña dentro de la finca se generaría un ahorro aproximado de Q. 13,187.50 anualmente.
 7. De acuerdo con el análisis financiero de inversión proyectado a 5 años, la inversión utilizada para el sistema de tapado mecánico de la semilla asexual de la caña, mediante la cultivadora de ganchos, se estaría pagando en el cuarto año y dejando un saldo positivo de Q. 8,820.33 a una tasa de descuento del 20 %, teniéndose una Tasa Interna de Retorno del 35.83 %
 8. La implementación de la cultivadora de ganchos, para el tapado de la caña en el proceso de siembra, es una alternativa con el fin de disminuir costos en renovaciones.

2.8 RECOMENDACIONES

1. Llevar evaluaciones a nivel de siembras comerciales, y así observar el efecto del tapado mecánico en condiciones heterogéneas, debido a las extensas condiciones que se presentan en el cultivo de la caña de azúcar y los métodos de siembra ya sea por medio de la labranza mínima y labranza convencional.
2. Hacerle a la cultivadora de discos, haciéndole modificaciones para reducir el número de discos y así evitar una posible sobre cubierta en la semilla de caña y evaluarse nuevamente.
3. La eficiencia real del implemento no se encuentra dentro del estándar de la capacidad teórica de campo, por lo que se debe de mejorar la eficiencia del uso del implemento para llegar a un porcentaje aceptable mayor al 80 % y determinar el problema en la utilización.

2.9 BIBLIOGRAFIA

1. Buenaventura, CE. 1990. Semilleros y siembra de la caña de azúcar. Colombia. 10 p. (Serie Técnica, no. 6).
2. Castillo, CA. 2005. Costos en renovaciones de caña de azúcar (entrevista). Guatemala, Ingenio Madre Tierra.
3. CENGICAÑA (Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar, GT). 2005. Datos meteorológicos estación Camantulul del año 2,005. Sin publicar.
4. INE (Instituto Nacional de Estadística, GT). 2003. IV censo nacional agropecuario. Guatemala. tomo 3, 1 CD.
5. Montenegro, O. 2005. Características de los implementos utilizados para el tapado mecánico (entrevista). Guatemala, Escuintla, Ingenio Madre Tierra, Departamento de Mecanización.
6. Victoria, JI; Calderón, H. 1995. Establecimiento de semilleros y multiplicación de variedades de caña. *In* Centro Colombiano de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar, CO. 1995. El cultivo de la caña de azúcar en la zona azucarera colombiana. Colombia. 129 p.

Capitulo III

Servicios realizados en la zona productiva tres del Ingenio Madre Tierra.

3.1 Introducción

En base al diagnóstico realizado en el manejo del cultivo de la caña de azúcar, se determinó que uno de los problemas que se encuentran dentro de la zona es el déficit del recurso hídrico para el riego de la caña, el cual demanda un caudal de 18,000 galones por minuto ($1.13 \text{ m}^3/\text{s}$), razón por la cual uno de los servicios contemplados fue el monitoreo de los caudales de las fuentes hídricas que ingresan a la zona con la finalidad de conocer la disponibilidad del recurso y para la programación del riego. Dentro de este concepto del déficit del recurso hídrico, también se realizó una nivelación de un canal de agua desde el río Xata a la finca Madre Tierra, con la finalidad de conocer el estado del mismo y así la zona poder expandir su capacidad hídrica.

También por medio del diagnóstico se observó que dentro de la zona se realizan investigaciones propuestas por casas comerciales de agroquímicos y debido a estas ofertas se realizó una evaluación de cuatro herbicidas en la labranza mínima que tuvo una duración de 45 días, con el objetivo de determinar si los tres herbicidas evaluados presentan un comportamiento similar al producto utilizado comúnmente dentro de la zona para la eliminación de la caña soca. Se realizó también un ensayo propuesto por el departamento de malezas del ingenio, con el propósito de evaluar cinco dosis de Pendimetalina para el control de caminadora (*Rottboelia cochinchinensis* Lour) a los 45 días después de la primera aplicación de herbicida.

3.2 Servicios Realizados

3.2.1 Administración del agua de riego.

3.2.1.1 Objetivos

- A. Medir el caudal de agua que proviene del Ingenio Madre Tierra.
- B. Medir el caudal de agua que ingresa a la zona 3 del río Aguná y río Platanares

- C. Determinar si se satisface la demanda de agua requerida por zona para el riego del cultivo de la caña de azúcar.
- D. Realizar la nivelación del canal de agua del río Xata a finca Madre Tierra para conocer su estado, el perfil, y la distancia del canal.

3.2.1.2 Metodología

A. Aforos

Debido a que el aforo se realizó en canales en forma de trapecio y en ríos se trabajaron dos metodologías para determinar el caudal.

a. Método de aforo en canal trapezoidal

- i. Se ubicó un lugar de 10 metros de longitud.
- ii. Se determinó el ancho del espejo de agua y la profundidad del agua.
- iii. Se determinó la velocidad en que el flotador recorre los 10 m de longitud.
- iv. Se calculó el caudal (Q) por medio de la ecuación:

$$Q = \text{Area (metros}^2\text{)} \times \text{Velocidad (metros/segundo)} = \text{metros}^3 / \text{segundo}$$

b. Método de aforo en ríos

- i. Se seleccionó el área con longitud de 10 m.
- ii. Se determinó la velocidad en que el flotador recorre los 10 m de longitud.
- iii. Se midió el ancho del río y se dividió en secciones dependiendo del ancho que presentaba el río según el cuadro 3.1.

Cuadro 3.1 Ancho de la sección, en función del ancho del río.

Ancho en metros del río	Espaciamiento en metros
0 – 1	0.2
1 – 2	0.25
2 – 4	0.5
4 – 8	1

Fuente: Herrera. 1995 Manual de Hidrología FAUSAC.

- iv. Se determinó la profundidad en el centro de cada sección.
- v. Se calculó el área parcial por medio de una media de profundidades.

$$A_i = [(P_1 + P_2 + \dots + P_n) / n] * \text{ancho}$$

Donde:

A_i = área parcial

P_1, P_2, P_n ..= Profundidades tomadas al centro de cada sección.

n = número de secciones en las que se tomó la profundidad.

Caudal (Q)= A_i x velocidad del flotador en 10 metros

B. Nivelación del canal

Para la nivelación se realizó por medio del método de nivelación compuesta, donde nos ubicamos al inicio del canal en el río Xata como la estación cero (0) y se recorrió hacia el canal central de Madre Tierra donde finalizó la nivelación. Se tomaron los datos descritos en la libreta de campo (Cuadro 3.2). Los datos se obtuvieron con la ayuda del nivel, cinta métrica y estatal.

Cuadro 3.2 Libreta de campo utilizada en la nivelación

Estación	Punto Observado	Vista adelante	Vista Intermedia	Vista Atrás	Nivel de Aparato	Cota	Observaciones

Después de terminar los datos de campo se procedió a la fase de gabinete donde se determinaron los datos de Nivel de aparato y la cota respectiva del perfil.

3.2.1.3 Resultado

A. Aforos

Entre las principales fuentes hídricas de la zona tres del Ingenio Madre Tierra se presentan el Río Aguná, el Río Platanares y el Agua proveniente del lavado de la caña en el Ingenio Madre Tierra. Con los resultados obtenidos de los aforos se observó que los

caudales de los Ríos Aguaná y Platanares disminuyen durante la época de enero, febrero y marzo, comenzado a aumentar los caudales con las primera lluvias, las que se dan a finales de abril.

En la Figura 3.1, se observa el comportamiento del caudal del Río Aguná, en la época de estiaje el caudal mayor fue en diciembre con 0.36 metros cúbicos por segundo (m^3/s) y el menor caudal fue en la última quincena de febrero siendo de $0.16 \text{ m}^3/\text{s}$.

La Figura 3.2, nos indica que el caudal del Río Platanares disminuye en enero, febrero, marzo y abril, presentándose el mayor caudal en diciembre con $0.165 \text{ m}^3/\text{s}$ y el caudal menor en la primera quincena de abril con $0.06 \text{ m}^3/\text{s}$.

La Figura 3.3, nos indica el comportamiento del agua proveniente del ingenio utilizada para el lavado de la caña, este caudal se mantiene constante con un promedio de $1.24 \text{ m}^3/\text{s}$, el cual disminuyó a finales de abril cuando terminó la zafra del 2004 – 2005. De este caudal a la zona tres solo ingresa un promedio de $1.18 \text{ m}^3/\text{s}$ (Figura 3.4) de los cuales $0.7 \text{ m}^3/\text{s}$ se destina para el Ingenio la Unión quedando disponible para la zona un promedio de $0.48 \text{ m}^3/\text{s}$.

En total para enero, febrero, marzo y abril, meses donde el recurso hídrico es importante para el riego, solo se disponía de un promedio de $0.67 \text{ m}^3/\text{s}$ y el requerimiento para el riego de la zona es de un promedio de $1.13 \text{ m}^3/\text{s}$, existiendo un déficit promedio de $0.46 \text{ m}^3/\text{s}$, como puede observarse en la Figura 3.5.

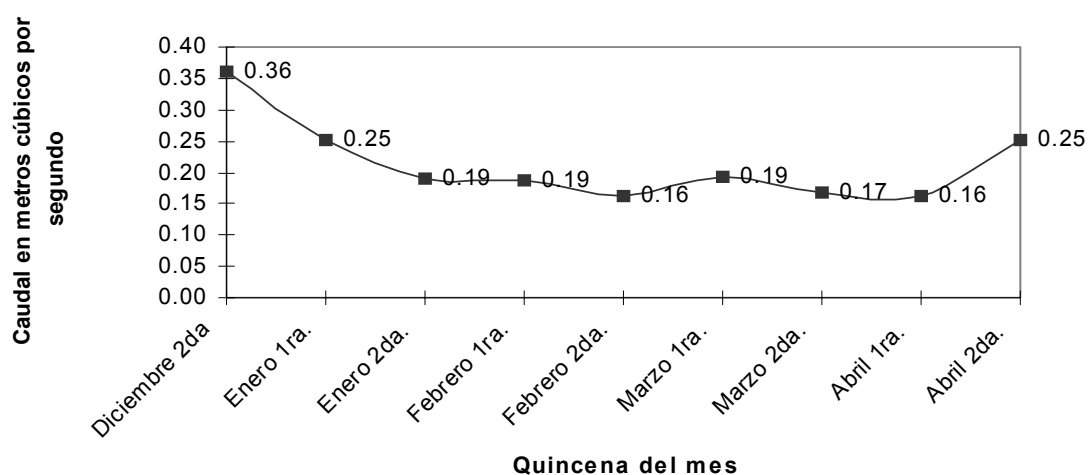


Figura 3.1 Comportamiento del caudal del río Aguná.

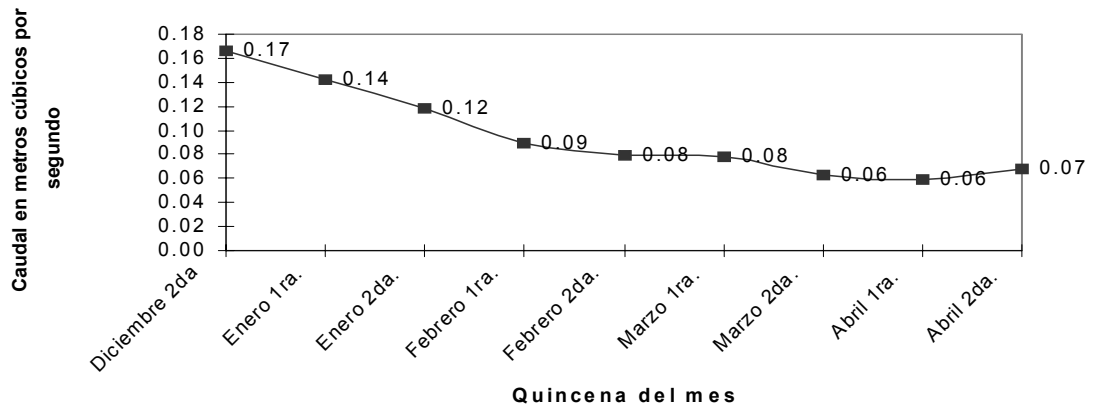


Figura 3.2 Comportamiento del caudal del río Platanares.

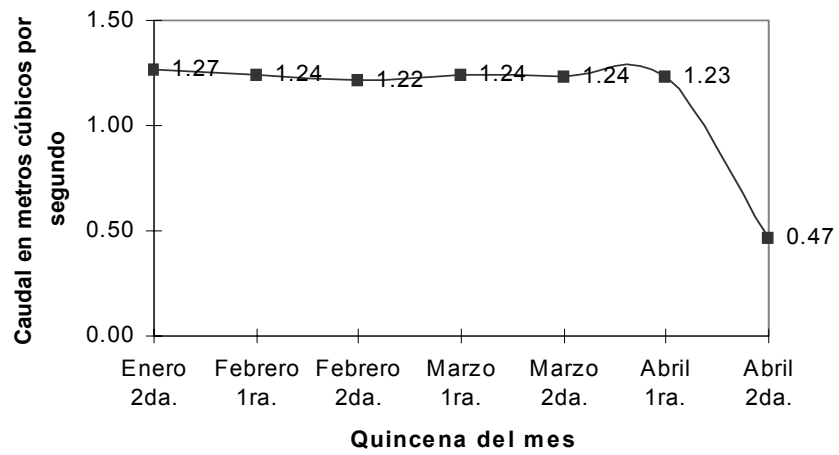


Figura 3.3 Comportamiento del caudal del agua proveniente del Ingenio Madre Tierra.

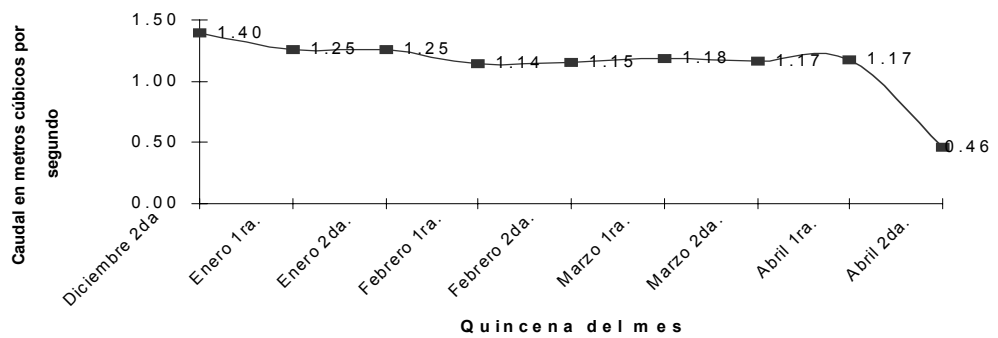
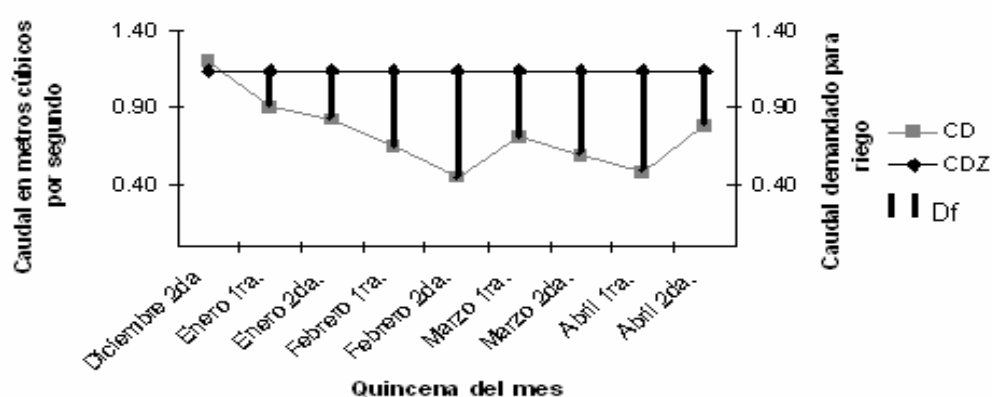


Figura 3.4 Comportamiento del caudal de agua proveniente del Ingenio Madre Tierra que ingresa a la zona tres.



CD= Caudal disponible.
 CDZ= Caudal demandado por la zona
 Df= Déficit del recurso hídrico

Figura 3.5 Comportamiento del caudal total disponible para la zona 3, en cada quincena.

B. Nivelación del canal de agua

Con los resultados obtenidos de la cotas (Cuadro 3.3), observamos que el canal tiene una distancia de 3.19 kilómetros, en cuanto al perfil del canal (Figura 3.6), este se presenta de forma irregular, posiblemente por la falta de uso y que en ciertos puntos se encuentra destruido y azolvado. Desde el punto de salida hasta los 166 metros de distancia el perfil asciende en 0.72 metros. De los 166 metros a los 2.82 kilómetros de distancia el perfil comienza a descender hasta quedar por debajo del punto inicial, teniendo como diferencia de altura 8.62 metros menos. De los 2.82 kilómetros el perfil comienza a elevarse hasta el punto observado final, teniendo una diferencia de altura de 5.61 metros por arriba de la cota inicial.

De la consistencia del canal aproximadamente 1.498 kilómetros se encuentra totalmente destruida y se encuentra imposible el ingreso de maquinaria para la reparación. De los 1.498 kilómetros ya es posible el ingreso de maquinaria al canal para la reparación.

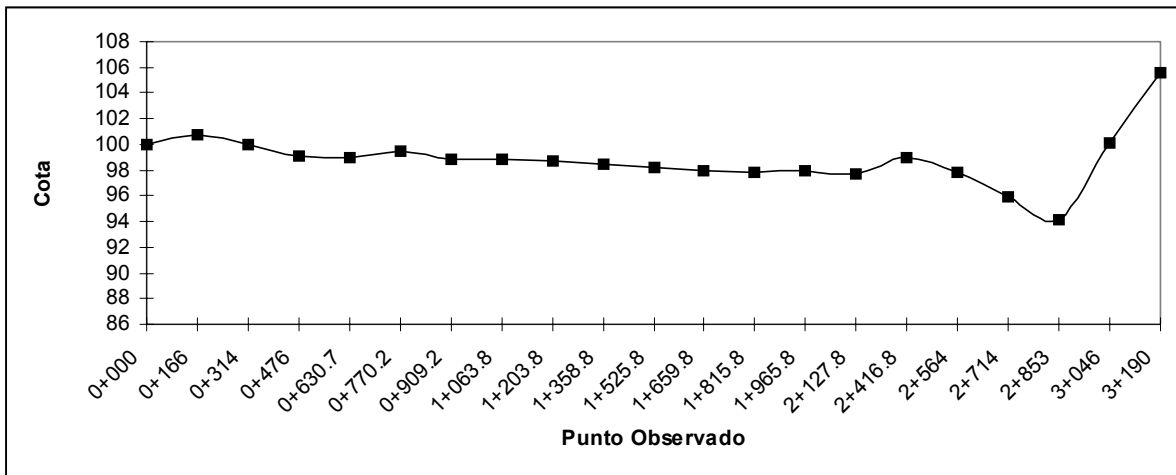


Figura 3.6 Perfil del canal nivelado sin escala.

Cuadro 3.3 Datos de nivelación del canal.

P to . O bser.	Cota	P to . O bser.	Cota	P to . O bser.	Cota
0+000	100	0+909.2	98.85	2+488.8	97.39
0+012	100.32	0+944.2	99.19	2+507.8	97.45
0+018	100.38	0+974.2	99.65	2+519	97.08
0+024	100.3	1+024.2	98.93	2+534	97.33
0+036	100.43	1+028.8	98.87	2+549	98.03
0+058	100.27	1+063.8	98.82	2+564	97.86
0+063	100.21	1+089.8	99.21	2+579	97.87
0+073	100.16	1+105.8	99.04	2+594	98.05
0+085	100.13	1+124.8	99.55	2+609	97.78
0+091	100.17	1+147.8	99.76	2+624	98.36
0+110	100.32	1+157.8	99.06	2+639	98.36
0+120	100.14	1+186.8	98.79	2+654	97.84
0+130	100.06	1+203.8	98.7	2+669	97.02
0+136	100.19	1+212.8	98.7	2+684	96.24
0+153	100.55	1+229.8	98.79	2+699	96.07
0+166	100.72	1+255.8	99.26	2+714	95.88
0+187	100.5	1+285.8	98.72	2+729	95.84
0+207	100.18	1+305.8	98.48	2+744	95.71
0+222	100.27	1+329.8	98.23	2+759	95.67
0+238	100.08	1+358.8	98.44	2+774	95.43
0+257	100.09	1+393.8	99.09	2+789	94.98
0+269	100.24	1+428.8	98.43	2+804	94.44
0+288	99.24	1+463.8	98.74	2+819	92.78
0+308	99.66	1+498.8	98.42	2+822	91.38
0+314	100.01	1+525.8	98.18	2+823	91.54
0+332	99.89	1+560.8	98.07	2+828	92.78
0+345	99.05	1+595.6	97.79	2+853	94.08
0+347	99.02	1+622.8	97.74	2+860	94.31
0+351	99.07	1+645.8	97.7	2+880	95.22
0+358	99.29	1+659.8	97.9	2+896	95.83
0+365	99.48	1+694.8	98.17	2+911	96.36
0+378	99.5	1+714.8	98.17	2+926	96.54
0+387	99.01	1+749.8	98.26	2+941	96.8
0+381	99.2	1+780.8	97.89	2+956	97.36
0+416	99.1	1+815.8	97.84	2+971	97.6
0+433	99.07	1+828.8	97.9	2+986	98.05
0+454	99.17	1+853.8	97.81	3+001	98.42
0+476	99.09	1+875.8	97.68	3+016	98.95
0+503	99.71	1+905.5	97.84	3+031	99.58
0+541	99.5	1+920.8	98.01	3+046	100.09
0+576	99.56	1+930.8	98.15	3+061	100.71
0+600	99.45	1+965.8	97.93	3+076	101.29
0+617	99.51	1+987.8	97.97	3+091	101.73
0+622.5	99.23	2+022.8	97.98	3+106	102.22
0+630.7	99.03	2+057.8	98.08	3+121	102.82
0+633.2	99.08	2+092.8	98.42	3+136	103.31
0+648.2	99.03	2+127.8	97.71	3+151	103.8
0+674.2	99.24	2+162.8	97.26	3+166	104.27
0+691.2	99.46	2+174.8	97.09	3+181	104.93
0+697.2	99.71	2+209.8	97.82	3+190	105.61
0+717.2	100.05	2+224.8	98.28		
0+735.2	99.57	2+259.8	98.16		
0+755.2	99.82	2+294.8	98.23		
0+770.2	99.45	2+319.8	98.24		
0+797.2	99.13	2+349.8	98.06		
0+808.2	99.04	2+384.8	98.39		
0+843.2	99.78	2+400.8	98.09		
0+861.2	98.74	2+416.8	99.03		
0+884.2	99.27	2+441.8	97.9		
0+897.2	98.95	2+466.8	97.43		

3.2.1.4 Conclusiones

Se aforaron las fuentes de agua que ingresan a la zona, donde se observó que el caudal del Rio Aguná y Platanares disminuyen durante enero, febrero, marzo y parte de abril.

Del agua proveniente del ingenio utilizada en el lavado de la caña, la zona solo dispone de 0.48 metros cúbicos por segundo.

Debido a la disminución de caudales existen en la zona tres un déficit promedio de agua para riego de 0.46 metros cúbicos por segundo.

3.2.2 Evaluación de Cuatro Herbicidas en Labranza Mínima en el Proceso de Siembra en Finca Cañaverales del Sur.

3.2.2.1 Objetivos

- A. Determinar porcentaje de cepas de caña de azúcar no controladas en los herbicidas evaluados.
- B. Determinar el herbicida que presenta el mayor número rebrote de tallo de caña de azúcar.
- C. Determinar el costo de utilización de cada herbicida.

3.2.2.2 Metodología

A. Material experimental

a. Material vegetal

Para la ejecución del ensayo se utilizó parcelas experimentales de caña de azúcar de la variedad PR87-2080.

b. Tratamientos evaluados

Para la evaluación de los cuatro herbicidas para labranza mínima, se evaluaron las dosis recomendadas por las casas comerciales. Los tratamientos se describen en el Cuadro 3.4.

Cuadro 3.4 Descripción de los tratamientos

Tratamiento	Producto Comercial	Dosis por hectárea	Concentración del ingrediente activo por hectarea (Glifostato)	Volumen de aplicación por hectárea	Costo del producto por litro
1	Roundup SL	5.7 litros	1780 gr	143 litros	Q. 75.00
2	Glifosato Alemán	5.7 litros	1780 gr	143 litros	Q. 44.00
3	Atake SL	5.7 litros	1780 gr	143 litros	Q. 50.00
4	Roundup Max SG	2.65 kilogramos	1800 gr	143 litros	Q. 143.00 el kilogramo

Nota: La dosis del tratamiento 4, se calculo de la siguiente manera; debido a que 0.50 kilogramos hacen 1 litro del producto, la dosis equivalente se calculo por regla de tres simple.

Cada solución aplicada se preparo disolviendo la dosis por hectárea de producto en 143 litros de agua.

B. Diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue de bloques al azar con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones.

Cada unidad experimenta se encontraba comprendida por 6 surcos distanciados a 1.5 metros y con una longitud de 30 metros.

La unidad de muestreo en cada unidad experimental consistió en 10 metros lineales del tercer surco.

C. Manejo del Experimento

Para la aplicación de los herbicidas en la labranza mínima, se utilizarán bombas de mochila con boquillas XR – 8002.

La aplicación de herbicidas se realizó 25 días después de la siembra de la caña de azúcar.

D. Variables de respuesta

- a. Porcentaje de cepas de caña de azúcar no controlada en 10 metros lineales para cada herbicida a los 15, 30 y 45 días después de aplicados los herbicidas.
- b. Número de rebrotes de tallos de caña de azúcar por metro lineal a los 15, 30 y 45 días después de aplicado los herbicidas.

E. Análisis económico:

Se determinó el costo por hectárea de cada herbicida.

F Análisis de la Información

Se realizó un análisis de varianza a una significancia del 5% para las variables porcentaje de cepas no controladas y número de rebrote de tallos. Los datos de los resultados fueron transformados a $\sqrt{X+1}$, debido a que existieron parcelas con resultados de cero (0).

3.2.2.3 Resultados y Discusión**A. Porcentaje de cepas de caña de azúcar no controladas**

En el Cuadro 3.5 se presenta el resumen del análisis de varianza, para la variable porcentaje de cepas no controladas en 10 metros lineales a los 15, 30 y 45 días después de aplicados los herbicidas.

Cuadro 3.5 Resumen del ANDEVA ($\alpha=0.05$) para la variable porcentaje de cepas de caña no controladas en 10 metros lineales.

Variable	FC	FT	CV en Porcentaje
Porcentaje de cepas no controladas (15DDA)	0.64	3.25	43.49
Porcentaje de cepas no controladas (30DDA)	0.74	3.25	42.86
Porcentaje de cepas no controladas (45DDA)	0.54	3.25	42.61

DDA= Días después de aplicados los herbicidas.

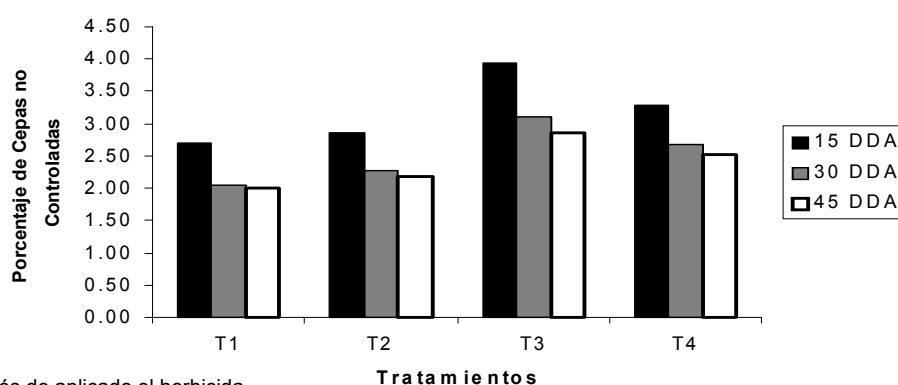
CV= Coeficiente de variación

FC= Valor de distribución F calculado

FT = Valor de distribución F de tabla

En el Cuadro 3.5, los resultados obtenidos para la variable respuesta, porcentaje de cepas de caña no controladas en los 15, 30 y 45 días después de aplicados los cuatro herbicidas, no existe ninguna diferencia estadísticamente significativa, lo que indica que la concentración de 1780 gramos por hectárea del ingrediente activo (Glifosato) en los cuatro herbicidas tienen un comportamiento similar en el control de las cepas de caña de azúcar.

Al observarse la Figura 3.7, se deduce que el porcentaje de cepas de caña no controladas se presentó mayor con la aplicación del herbicida Atake SL a los 15, 30 y 45 días después de aplicado el herbicida, con un porcentaje promedio de 2.85 % de cepas no controladas a los 45 días y la aplicación del herbicida Roundup 35.6 SL presentó en los 3 diferentes muestreos el menor porcentaje de cepas no controladas en 10 metros lineales.



DDA= Días después de aplicado el herbicida

T1= Roundup 35.6 SL

T2= Glifosato Alemán

T3= Atake 35.6 SL

T4= Roundup Max

Figura 3.7 Comportamiento del promedio de cepas no controladas en los 4 tratamientos.

B. Número de rebrote de tallos de caña de azúcar

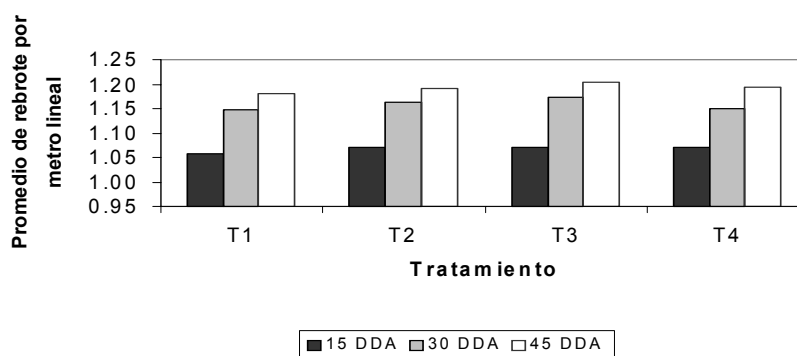
En el Cuadro 3.6 se presentan el resumen del análisis de varianza para la variable, número de rebrote de tallos de caña de azúcar, en los muestreos realizados a los 15, 30 y 45 días después de aplicado los herbicidas.

Cuadro 3.6 Resumen del análisis de varianza ($\alpha=0.05$) para la variable número de rebrotes de tallos de caña de azúcar por metro lineal.

Variable	FC	FT	CV en Porcentaje
Rebrote de tallos por metro lineal (15 DDA)	0.04	3.86	5.98
Rebrote de tallos por metro lineal (30 DDA)	0.25	3.86	3.77
Rebrote de tallos por metro lineal (45 DDA)	0.12	3.86	4.74

DDA= Días después de aplicado el herbicida.

Como podemos ver en el Cuadro 3.6 y la Figura 3.8 los resultados obtenidos para la variable número de rebrotes de tallos de caña de azúcar a los 15, 30 y 45 días después de aplicado el herbicida, no existe ninguna diferencia significativa con las concentraciones de ingrediente activo por hectárea de los herbicidas evaluados.



DDA= Días después de aplicado el herbicida

T1= Roundup 35.6 SL

T2= Glifosato Alemán

T3= Atake 35.6 SL

T4= Roundup Max

Figura 3.8 Comportamiento del número de rebrote de tallos de caña de azúcar por metro lineal en los cuatro tratamientos.

C. Costo de aplicación de los herbicidas

El costo de los herbicidas por hectárea para el años 2005 es de siguiente:

Para el producto comercial Roundup SL y Roundup Max, el costo de aplicación por hectárea es de Q. 427.50

El Glifosato alemán presenta un costo aplicación por hectárea de Q. 250.00 y el Atake el costo por hectárea es de Q. 285.00.

Podemos observar que el costo de aplicación es más elevado con los herbicidas Roundup SL y Roundup Max con relación al Glifosato Alemán que es un 33 % más barato y el Atake que es un 41 % más barato.

3.2.2.4 Conclusiones:

- A. En la evaluación de los cuatro herbicidas (Roundup SL, Glifosato Aleman, Atake y Roundup Max), a la misma concentración por hectárea no presenta estadísticamente diferencia significativa en las variable porcentaje de cepas no controladas y rebrote de tallos de caña por metro lineal.
- B. El costo de aplicación por hectárea es menor con los herbicidas Glifosato Alemán y Atake, comparados con el Roundup SL y Roundup Max.

3.2.2.5 Recomendaciones:

Se recomienda utilizar el herbicida Glifosato Alemán y/o Atake ya que presentan el menor costo de aplicación en por hectárea.

Las cepas no controladas después de los 30 días se deben eliminar manualmente ya que podría causa una competencia con la variedad de cepa nueva sembrada en el lote.

Se recomienda evaluar los productos a otras diferentes concentraciones tomando como un testigo la concentración utilizada comúnmente dentro de la finca.

3.2.3 Evaluación de Cinco Concentraciones de Pendimetalina en el Control de Caminadora (*Rottboelia cochinchinensis* Lour), en el cultivo de Caña de Azúcar (*Saccharum* spp.) en la finca Limones.

3.2.3.1 Objetivos

- A. Determinar que concentración de Pendimetalina presenta el menor porcentaje de cobertura de caminadora a los 15, 30 y 45 días después de aplicados los herbicidas.
- B. Determinar el tiempo en días que ejerce control cada concentración de Pendimetalina desde la aplicación hasta la emergencia de la caminadora.
- C. Determinar el costo de aplicación por tratamiento.

3.2.3.2 Metodología

A. Tratamientos evaluados

Los tratamientos evaluados se describen en el cuadro 3.7.

Cuadro 3.7 Descripción de los tratamientos.

Tratamiento		Concentración del ingrediente activo (Pendimetalina) por hectárea	Volumen de aplicación por hectárea	Costo del producto por litro
Producto comercial	Dosis de producto por hectárea			
Prowl 50 EC	2.85 Litros	1425 gramos	143 litros	Q. 60.00
Prowl 50 EC	3.55 Litros	1775 gramos	143 litros	Q. 60.00
Prowl 50 EC	4.25 Litros	2135 gramos	143 litros	Q. 60.00
Prowl 50 EC	5 Litros	2500 gramos	143 litros	Q. 60.00
Prowl 50 E EC	5.7 Litros	2860 gramos	143 litros	Q. 60.00

B. Diseño Experimental

El diseño experimental utilizado fue de bloques al azar con cinco tratamientos y seis repeticiones.

Cada unida experimental consistió en 6 surcos distanciados a 1.5 metros, con una longitud de 10 metros, dando un área de 90 metros. La unidad de muestreo consistió en el surco central de cada unidad experimental, se ubico al azar el punto de muestreo de un metro cuadrado para registrar las variables de respuesta.

C. Manejo del experimental

El ensayo se realizó en caña soca de la variedad PR97-2080 a los 8 días después del corte (cosecha). Para la aplicación de las mezclas de herbicida se utilizaron bombas de mochila con boquillas XR – 8002.

D. Variables de respuesta

- a. Porcentaje de cobertura de caminadora a los 15, 30 y 45 días después de la siembra.
- b. Días control de la maleza caminadora desde la aplicación del herbicidas hasta aparición de la misma.

E. Análisis Económico

Se determinó el costo por hectárea de las dosis evaluadas.

F. Análisis de la información

Se realizó un análisis de varianza a una significancia del 5%, para la variable porcentaje de cobertura de caminadora, al existir significancia se realizó una prueba de Tukey al 5%.

3.2.3.3 Resultados y Discusión

A. Porcentaje de cobertura de Caminadora (*Rottboelia cochinchinensis* Lour)

Se puede observar en el cuadro 3.8, que el porcentaje de cobertura de caminadora, presenta diferencias estadísticas para los tratamientos evaluados a los 15, 30 y 45 días después de la aplicación de las concentraciones de pendimetalina.

Cuadro 3.8 Resumen del análisis de varianza para la variable porcentaje de cobertura de caminador en las diferentes días de muestreo.

Variable	FC	FT	CV
Porcentaje de cobertura de Caminadora (<i>Rottboelia cochinchinensis</i>) 15 DDA	4.6264	2.86	69.35%
Porcentaje de cobertura de Caminadora (<i>Rottboelia cochinchinensis</i>) 30 DDA	5.87	2.86	56.47%
Porcentaje de cobertura de Caminadora (<i>Rottboelia cochinchinensi</i>) 45 DDA	9.1	2.86	50.47%

DDA= Días después de aplicado el herbicida.
CV= Coeficiente de variación

En el Cuadro 3.9, 3.10 y 3.11 se observan los resultados de la prueba de Tukey a una significancia del 5% para la variable porcentaje de cobertura de caminadora a 15, 30 y 45 días respectivamente después de aplicado el herbicida. Se observa que en la última lectura realizada a los 45 días después de aplicados los tratamientos, las concentraciones de ingrediente activo por hectárea de 2,500 y 2,860 gramos no presentan diferencias estadísticas, indicando que estos tratamientos presentaron una cobertura de caminadora baja.

Cuadro 3.9 Prueba de Tukey ($\alpha=0.05$) para la variable porcentaje de cobertura de caminadora a los 15 días después de la aplicación de los tratamientos.

Dosis de Prowl Litros por hectárea	Promedio de cobertura de caminadora por m ²	Grupo Tukey
5.7	0.168	A
5	0.667	A
4.25	0.791	B
3.55	1.167	B
2.85	1.583	B

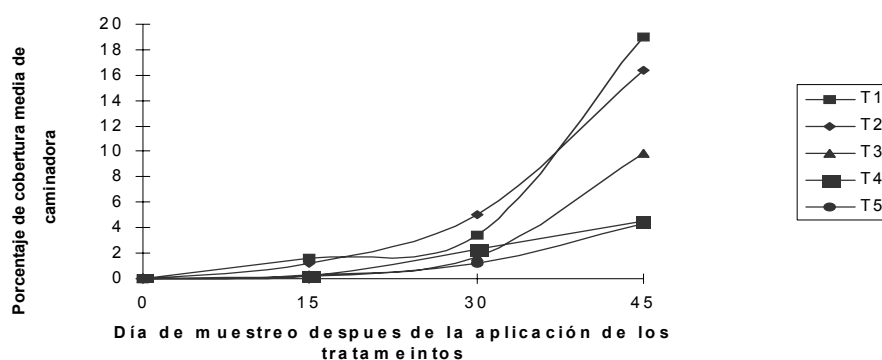
Cuadro 3.10 Prueba de Tukey ($\alpha=0.05$) para la variable porcentaje de cobertura de caminadora a los 30 días después de la aplicación de los tratamientos.

Dosis de Prowl Por Hectárea	Promedio de cobertura de caminadora por m ²	Grupo Tukey
5.7	1.2	A
4.25	1.66	A
5	2.33	A
3.55	3.41	B
2.85	5	B

Cuadro 3.11 Prueba de Tukey ($\alpha=0.05$) para la variable porcentaje de cobertura de caminadora a los 45 días después de la aplicación de los tratamientos.

Dosis de Prowl Por Hectárea	Promedio de cobertura de caminadora por m ²	Grupo Tukey
5.7	4.33	A
5	4.5	A
4.25	9.83	B
3.55	16.33	B
2.85	19	B

En la Figura 3.9, se observa el comportamiento del crecimiento de la caminadora en los diferentes días de muestreo, tomado como valor cero el día de la aplicación de los tratamientos.



T1= 1425 gramos de ingrediente activo por hectárea
T2= 1775 gramos de ingrediente activo por hectárea
T3= 2135 gramos de ingrediente activo por hectárea
T4= 2500 gramos de ingrediente activo por hectárea
T5= 2860 gramos de ingrediente activo por hectárea

Figura 3.9 Comportamiento del crecimiento de la caminadora en los días de muestreo.

B. Días control de la caminadora (*Rottboellia cochinchinensis* Lour) desde la aplicación del herbicidas hasta emergencia de la misma.

Podemos observar en la Figura 3.9, que los días control para las concentraciones de 2,135, 1,2500, y 1,860 gramos de ingrediente de activo (Pendimetalina) por hectárea es de los 0 a 15 días después de aplicado los tratamiento, empezando a emerger la caminadora después de los 15 días de aplicado el herbicida.

La aplicaciones de 1,425 y 1,775 gramos de ingrediente activo por hectárea presentaron emergencia de caminadora después de la aplicación del herbicida.

C. Costo control

El costo control para las diferentes dosis del producto comercial Prowl 50 EC durante el año 2,005 se muestran en el cuadro 3.12

Cuadro 3.12 Costo por hectárea de las dosis evaluadas de Prow. 50 EC

Dosis por hectárea de Prowl 50 EC	Costo por hectárea en Quetzales:
2.85 litros	171.00
3.55 litros	213.00
4.25 litros	255.00
5 litros	300.00
5.7 litros	342.00

Se puede observar que las dosis de 5.7 y 5 litros por hectárea de Prowl, presenta el costo más alto, pero fueron las que presentaron el mejor control de caminadora.

3.2.3.4 Conclusiones

A. El porcentaje de cobertura de caminadora (*Rottboellia cochinchinensis* Lour) si se ve afectado por la dosis de pendimetalina, mostrando una menor cobertura de la misma a los 45 días después de la aplicación con las dosis 5.7 litros y 5 litros de Prowl por hectárea, en condiciones de la finca Limones.

- B. El control de caminadora se dio de los 0 a 15 días después de la aplicación de las dosis de 5.7, 5 y 4.25 litros de Prowl por hectárea.
- C. La mayor cobertura de caminadora a los 45 días después de aplicados los tratamientos fue de 19% por metro cuadrado con la aplicación de 2.85 litro de Prow por hectárea.
- D. El costo de aplicación es más alto en las dosis que presentaron menor cobertura de caminadora, mientras que las dosis más baratas presentaron mayor cobertura de caminadora.

3.2.3.5 Recomendaciones

Se recomienda utilizar la dosis de 5 litros de Prowl por hectárea ya que presenta un comportamiento similar a la de 5.7 litros por hectárea y su costo es menor.