

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
AREA INTEGRADA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS

DOCUMENTO DE GRADUACIÓN



EVALUACIÓN DE CUATRO MADURANTES EN CAÑA DE AZÚCAR
(*Saccharum officinarum* L.) EN LA VARIEDAD MEX 79 – 431, DIAGNÓSTICO Y
SERVICIOS REALIZADOS EN EL GRUPO CORPORATIVO SANTA ANA, S.A.,
ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A.

EDDY JONATÁN SÁENZ

GUATEMALA DE LA ASUNCION, AGOSTO 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
AREA INTEGRADA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS

DOCUMENTO DE GRADUACIÓN

EVALUACIÓN DE CUATRO MADURANTES EN CAÑA DE AZÚCAR
(*Saccharum officinarum* L.) EN LA VARIEDAD MEX 79 – 431, DIAGNÓSTICO Y
SERVICIOS REALIZADOS EN EL GRUPO CORPORATIVO SANTA ANA, S.A.,
ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A.

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

POR
EDDY JONATÁN SÁENZ

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO
INGENIERO AGRÓNOMO

EN

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA
EN EL GRADO ACADÉMICO DE

LICENCIADO

GUATEMALA, AGOSTO 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

RECTOR

Dr. CARLOS GUILLERMO ALVARADO CEREZO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	Dr. Lauriano Figueroa Quiñonez
VOCAL PRIMERO	Dr. Ariel Abderramán Ortiz López
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. MSc. Marino Barrientos García
VOCAL TERCERO	Ing. Agr. Erberto Raúl Alfaro Ortiz
VOCAL CUARTO	Per. For. Sindi Benita Simón Mendoza
VOCAL QUINTO	Br. Sergio Alexander Soto Estrada
SECRETARIO	Dr. Mynor Raúl Otzoy Rosales

Guatemala, agosto 2014

Guatemala, agosto 2014.

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 consideración el trabajo de graduación titulado:

**EVALUACIÓN DE CUATRO MADURANTES EN CAÑA DE AZÚCAR
(*Saccharum officinarum* L.) EN LA VARIEDAD MEX 79 – 431, DIAGNÓSTICO Y
SERVICIOS REALIZADOS EN EL GRUPO CORPORATIVO SANTA ANA, S.A.,
ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A.**

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

Esperando que el trabajo realizado, llene los requisitos necesarios para su aprobación, me es grato suscribirme

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Eddy Jonatán Sáenz

ACTO QUE DEDICO

A:

- DIOS** Gracias: por darme sabiduría, vida, salud, fuerza, bendiciones continuas y por brindarme la oportunidad de alcanzar mis metas. Buscas primeramente el reino de Dios y su justicia, y todas las demás cosas vendrán por añadidura.
- MIS PADRES:** Dalila Sáenz, gracias madre por tu incansable lucha para mi superación y formación en la vida, por tu incansable esfuerzo y trabajo, por formar en mi un hombre temeroso de Dios y con buenos principios.
- MIS HERMANAS:** Sara Sáenz, Débora Sáenz y Luz María Sáenz, gracias por su apoyo incondicional, sus muestras de amor hacia mi persona y por cuidar de mi cuando más lo necesitaba.
- MIS SOBRINOS:** Raquelita, Diego, Daniel, José Pablo, Linda María y Esteban, gracias por ser parte de mi linda familia.
- MIS ABUELO:** Eliseo Sáenz y María de Sáenz, (QEPD)
Gracias por su gran formación, corrección y por enseñarme a trabajar en la vida. Siempre los recuerdo.
- MIS TÍOS:** María Angélica, Rosalba, Danisfel, Hilcia, Blanca, Sonia, Ara Bella. Gracias por sus consejos, amor, apoyo y oraciones. Dios las bendiga.
- MI NOVIA:** Karla María Ponce, gracias por tu apoyo incondicional, amor, paciencia, comprensión y por tus oraciones.

MIS AMIGOS: Con aprecio hacia todos, por los buenos y malos momentos compartidos en el transcurso de nuestra formación. Especialmente a Walter Agustín, Baldomero Jorge, Carlos Alburez, Gerson de León, Braulio Villatoro, Rudy Tobar, Alexander Gonzales, Franklin Chen, Milton Castellanos, Aaron Garcia, etc.

A USTED: Con respeto. Facultad de Agronomía U.S.A.C.

AGRADECIMIENTO

A:

DIOS: Fuente de vida, luz, amor y sabiduría, infinitamente agradecido padre eterno.

MI PATRIA GUATEMALA País por el que siempre lucharé.

MI BELLO MUNICIPIO
ANTIGUA GUATEMALA Tierra que me vio crecer y la cual amo.

UNIVERSIDAD DE
SAN CARLOS DE
GUATEMALA U.S.A.C. Tricentaria Alma Mater de la educación superior Guatemala.

FACULTAD DE AGRONOMÍA. Por formarme profesionalmente, te agradezco FAUSAC.

GRUPO CORPORATIVO
SANTA ANA, S.A. Por permitir trabajar y realizar mi EPS en tan empresa.

A LOS INGENIEROS Manuel Martínez, Marco Cansino, Pablo Girón, Christopher Ardón, Marvin Acevedo, Joel Morales. Gracias por su instrucción durante mi EPS.

AL ING. PEDRO PELAEZ. Por su amistad y apoyo en el transcurso de mi EPS.

MI ASESOR ING. Fernando Rodríguez, por su apoyo y comprensión en el desarrollo de esta investigación.

A USTED: Como una forma de respeto y agradecimiento.

ÍNDICE GENERAL

	PÁGINA
RESUMEN.....	viii
CAPÍTULO I	
DIAGNÓSTICO DEL DEPARTAMENTO AGRÍCOLA DEL GRUPO CORPORATIVO	
SANTA ANA, S.A., ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A.....	1
1.1. INTRODUCCIÓN.....	3
1.2. ANTECEDENTES	5
1.2.1 Ubicación	5
2.2.1 Inicio de la empresa	5
3.2.1 Filosofía de calidad	7
4.2.1 Objetivos de calidad	7
A. Grupo corporativo Santa Ana.....	8
B. Recursos humanos	8
C. Agrícola y servicios	8
D. Administrativa.....	8
E. Informativa, planificación y control	8
F. Finanzas.....	9
1.3. OBJETIVOS	10
1.3.1 General	10
1.3.2 Específicos.....	10
1.4. METODOLOGÍA.....	11
1.4.1 Consulta de fuentes de información secundaria	11
1.4.2 Metodología del diagnóstico en campo	11
1.4.3 Fase de gabinete	12
1.5. RESULTADOS	13
1.5.1 Manejo del cultivo de caña de azúcar	13
1.5.2 Adecuación del terreno	13
1.5.3 Preparación de suelos.....	13
1.5.4 Establecimiento de semilleros.....	14

PÁGINA

1.5.5 Siembra	15
1.5.6 Fertilización.....	16
1.5.7 Control de malezas.....	16
1.5.8 Plagas y enfermedades	16
1.5.9 Inhibidores de floración.....	17
A. El gasto de energía que involucra el proceso, ya que la energía es tomada del tallo en forma de sacarosa cuando ésta se invierte.	17
B. La formación de corcho que disminuye el peso del tallo y reduce la recuperación de sacarosa durante el procesamiento.	17
C. La formación de yemas laterales en el último tercio del tallo, como consecuencia de la pérdida de la dominancia apical.	17
1.5.10 Maduración de la caña de azúcar.....	17
1.5.11 Riego en caña de azúcar	18
A. Requerimientos hídricos de la caña de azúcar.....	18
B. Germinación	18
C. Macollamiento.....	19
D. Rápido crecimiento	19
E. Maduración	19
1.5.12 Cosecha.....	19
1.5.13 Proceso industrial	20
1.5.14 Producción final del azúcar.....	20
A. Molinos	21
B. Clarificación.....	21
C. Evaporadores	21
D. Tachos al vacío.....	21
E. Cristalizadores.....	21
F. Centrifugas y envasado.....	21
G. Refinería.....	21
H. Calderas	22
I. Generación / cogeneración eléctrica	22

	PÁGINA
1.5.15 Mercado de Exportación	22
A. Azúcar Refinada Tipo “A”	22
B. Azúcar Cruda	22
1.5.16 Mercado Interno.....	22
A. Azúcar Blanca Standard (o Sulfatada)	22
B. Azúcar Refinada Local	23
C. Azúcar Superior	23
D. Azúcar Morena.....	23
1.5.17 Melaza	23
1.5.18 Total de Cachaza.....	23
1.5.19 Energía Eléctrica.....	24
1.5.20 Organización empresarial grupo corporativo Santa Ana S.A.	24
1.5.21 Organigrama de Puestos División Agrícola y Servicios	24
1.5.22 Actividades de la división agrícola y servicios.....	25
A. Jefes de región.....	25
B. Departamento de riegos y drenajes	25
C. Departamento técnico agrícola	26
D. Departamento planificación y control:	26
1.5.23 Organigrama Gerencia División Agrícola y Servicios.....	26
1.5.24 Análisis de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (FODA)	27
A. Fortalezas	28
1.5.25 Descripción de la problemática existente encontrada.....	29
A. Falta de inventarios de maquinaria agrícola existente por región	29
B. Poco personal en actividades agrícolas a realizar	29
C. Equipo en mal estado.....	29
D. Personal no capacitado en labores que realizan en el departamento agrícola	29
E. Problemas de plagas de roedores	30
F. Altos costos en resiembra y daños al cultivo, por efecto de algunos productos químicos, aplicados como madurantes	30
G. Falta de equipo necesario	30
H. Burocracia administrativa	31

	PÁGINA
1.6. CONCLUSIONES	33
1.7. RECOMENDACIONES	34
1.8. BIBLIOGRAFÍA.....	35
CAPÍTULO II	
EVALUACIÓN DE CUATRO MADURANTES EN CAÑA DE AZÚCAR	
(Saccharum officinarum L.) EN LA VARIEDAD MEX 79 – 431, EN LA FINCA CERRITOS,	
DEL INGENIO SANTA ANA, S.A. DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA, GUATEMALA,	
C.A.....	35
2.1. INTRODUCCIÓN	39
2.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	41
2.3. MARCO TEÓRICO	43
2.3.1 Marco conceptual.....	43
A. Control y características de maduración.....	43
B. Maduración natural de la caña de azúcar.....	43
C. Fisiología de maduración de la caña de azúcar	44
D. Potencial de las variedades para acumular azúcar	45
E. Mecanismos de acumulación de sacarosa en la planta.....	45
F. Maduración en función de humedad, temperatura, luminosidad, edad e influencia	
de los nutrientes (cantidad y accesibilidad del nitrógeno y potasio).	45
a. Humedad	45
b. Temperatura	46
c. Luminosidad (radiación).....	46
d. Edad	47
G. Influencia de los nutrientes	47
H. Efecto de floración en la maduración.....	47
I. Control de la maduración.....	48
J. Factores que determinan la calidad por madurez en el cultivo de la caña	48
a. Grados Pol.....	48
b. Grados Brix.....	48

	PÁGINA
c. Porcentaje de pureza de la caña	49
d. Porcentaje de fibra de la caña	49
e. Porcentaje de humedad de la caña	49
K. Maduración a través de compuestos químicos en la caña de azúcar	49
a. Definición de madurante	49
b. Beneficios del madurante	50
c. Efectos visibles del madurante	51
d. Efecto del madurante en la caña	51
e. Efectos de los madurantes en la producción	51
f. Efecto del madurante sobre la altura del corte	52
g. Beneficio económico del uso de madurantes	53
L. Morfología de la caña de azúcar	54
a. Sistema radical	54
i. Raíz de las estacas originales o primordiales	54
ii. Raíz permanente	54
b. Tallo	55
c. Nudo	55
d. Entrenudo	56
M. Centro de Investigación y Desarrollo de la Caña de Azúcar (C.I.D.C.A)	57
N. Programa de variedades	57
O. Obtención de variedades	58
P. Variedad MEX 79 – 431	58
Q. Características de la variedad MEX 79-431	58
R. Productos comerciales utilizados en los ensayos realizados	59
a. Glifosato	59
i. Descripción:	59
ii. Mecanismo de acción	60
iii. Modo de acción	60
iv. Impacto económico	61
v. Comportamiento en el suelo	61
vi. Solubilidad	61

	PÁGINA
vii. Volatilidad	61
viii. Toxicidad	62
ix. Compatibilidad.....	62
x. Reingreso a un área tratada.....	62
xi. Dosis de Glifosato	62
xii. Daños en cultivos vecinos	63
b. Etefon	63
i. Descripción:.....	63
ii. Modo de acción	64
iii. Mecanismo de acción.....	64
iv. Ventajas	64
v. Modo de empleo equipo aéreo.....	64
vi. Intervalo de aplicación.....	64
vii. Intervalo entre la última aplicación y la cosecha.....	64
viii. Intervalo de reingreso al área tratada	64
ix. Toxicidad	64
x. Compatibilidad.....	65
c. Trinexapac-etil.	65
i. Descripción:.....	65
ii. Modo de acción	65
iii. Modo de aplicación.....	66
iv. Método de aplicación.....	66
v. Compatibilidad.....	66
vi. Intervalo de reingreso al área tratada.....	66
vii. Contraindicaciones	66
d. Fluazifop-p-butil	66
i. Descripción:.....	67
ii. Características	67
iii. Modo de acción	67
iv. Condiciones ambientales	67
v. Intervalo de reingreso al área tratada.....	68

	PÁGINA
vi. Método para preparar el producto.....	68
vii. Aplicación	68
viii. Contraindicaciones	68
ix. Compatibilidad	68
x. Fitotoxicidad.....	68
2.3.2 Marco referencial	69
A. Descripción del área de estudio	69
a. Localización de la finca Cerritos	69
b. Región VI del ingenio Santa Ana y su extensión territorial	69
c. Ubicación geográfica y generalidades	69
d. Fisiografía.....	69
e. Edafología	70
f. Vías de acceso y comunicación.....	70
g. Condiciones climáticas de la finca Cerritos, Escuintla	70
h. Zonas de Vida.....	71
i. Flora y fauna.....	71
j. Fuentes hídricas	71
k. Sistemas de producción	72
l. Filosofía de Calidad	72
m. Infraestructura.....	73
n. Estado Socio-económico	73
2.4. OBJETIVOS	74
2.4.1 Objetivo General	74
2.4.2 Objetivos Específicos	74
2.5. HIPÓTESIS	75
2.6. METODOLOGÍA.....	76
2.6.1 Material experimental.....	76
A. Material vegetal.....	76
B. Ingredientes activos a evaluar.....	76
C. Diseño experimental.....	76
D. Descripción de los tratamientos	77

	PÁGINA
E. Otros materiales	78
2.6.2 Características de la unidad experimental	78
A. Parcela bruta	78
B. Parcela neta.....	78
2.6.3 Variables a evaluar	80
A. Concentración de sacarosa en libras de azúcar por tonelada (corta) de caña, a nivel de coresampler (rendimiento báscula) y muestreos pre-cosecha (RTO)	80
B. Tonelada (corta) de caña por hectárea producida (TCH)	80
C. Tonelada (corta) de azúcar por ha (TAH).	81
D. Efecto en rebrote según los productos a utilizar	81
E. Análisis económico	82
2.6.4 Manejo del experimento.....	82
2.6.5 Fase de Campo	83
A. Delimitación del área	83
B. Planificación de la aplicación	83
C. Realización de la aplicación.....	84
D. Muestreos pre-cosecha	84
E. Cosecha.....	85
F. Muestreo de rebrote y plantas dañadas.....	86
2.6.6 Análisis económico	87
2.6.7 Análisis de resultados	87
2.7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	88
2.7.1 Variable concentración de sacarosa en libras de azúcar por tonelada de caña (corta) a nivel de coresampler (rendimiento báscula) y muestreos pre-cosecha RTO. 88	
2.7.2 Variable tonelada (corta) de caña por hectárea producida TCH:.....	89
2.7.3 Variable toneladas de azúcar por hectárea TAH:	89
2.7.4 Efecto en el rebrote	91
2.7.5 Análisis económico	92
2.8. CONCLUSIONES	93
2.9. RECOMENDACIONES.....	94

	PÁGINA
2.10. BIBLIOGRAFÍA	95
2.11. ANEXOS	99
CAPÍTULO III	
SERVICIOS REALIZADOS EN EL DEPARTAMENTO AGRÍCOLA, DEL INGENIO SANTA ANA, S.A., DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A.....	
	100
3.1. PRESENTACIÓN	105
3.2. EJECUCIÓN DE SERVICIOS	106
3.3. SERVICIO UNO: DIAGNÓSTICO DE LA MAQUINARIA AGRÍCOLA Y CREAR UN INVENTARIO.	106
3.3.1 Objetivos	106
3.3.2 METODOLOGÍA	106
A. Fase de Gabinete I.....	106
B. Fase de campo	107
C. Fase de Gabinete II.....	107
D. Análisis de la información recolectada	107
3.3.3 Resultados	108
3.3.4 CONCLUSIONES.....	113
3.3.5 ANEXOS	114
3.4. SERVICIO DOS: CAPACITACIÓN A OPERARIOS POR REGIONES, CURSO CAPORAL I.	116
3.4.1 Objetivos	116
3.4.2 METODOLOGÍA	117
A. Para la ejecución de este servicio se realizaron las siguientes actividades:	117
3.4.3 Resultados	119
3.4.4 Cuadro de notas de los participantes en el curso Caporal I.	121
3.4.5 CONCLUSIONES:.....	122
3.5. BIBLIOGRAFÍA	123

ÍNDICE DE FIGURAS

	PÁGINA
Figura 1. Organigrama general grupo corporativo Santa Ana S.A.	24
Figura 2. Organigrama gerente división agrícola y servicios.	25
Figura 3. Organigrama de puestos división agrícola y servicios.	26
Figura 4. Corte de caña, diferenciación obtenida con efecto de madurantes.	53
Figura 5. Sistema radicular y tipos de brotes.	54
Figura 6. Diferenciación de tallos en la caña de azúcar.	55
Figura 7. Partes principales del tallo de la caña de azúcar.	56
Figura 8. A) Meristemo apical y B) Primordio floral.	56
Figura 9. Estructura molecular del glifosato.	60
Figura 10. Croquis y distribución del área experimental, finca Cerritos, ingenio Santa Ana,S.A. Departamento de Escuintla, Guatemala.	79
Figura 11. Tipos de daño observados en el cultivo, bajo efecto de un madurante.	81
Figura 12. Helicóptero modelo Bell Ranger II, utilizado en las aplicaciones de los productos evaluados.	82
Figura 13. Delimitación del área para el ensayo, ubicación de las parcelas, (A, B), delimitación y trazos de puntos de referencia utilizando Sistema de Geoposicionamiento Global (GPS) (C, D).	83
Figura 14. Preparación de la mezcla de producto.	84
Figura 15. Aplicaciones aéreas sobre el área delimitada.	84
Figura 16. Colecta de muestras (E), muestras listas para llevarlas al ingenio (F), muestra que será analizada (G), hoja de resultados de análisis realizado (H).	85
Figura 17. Quema previo a la cosecha (I), corte (J), cosecha por parcela y tratamiento (K),llenado de jaula para transportarla caña al ingenio (L).	86
Figura 18. Recolecta de datos en el rebrote de las parcelas para cuantificar el daño.	86
Figura 19. Curva de maduración, nueve semanas de monitoreo, previo a la cosecha. ...	90
Figura 20. Curva ganancial, a partir de la primera semana de aplicación de madurante.	91
Figura 21. Gráfica de barras, población de tallos sin daño por efecto de madurante.	92
Figura 22 A. Registro de resultados obtenidos en ensayos del ingenio Madre Tierra.	99
Figura 23 A. Registro de resultados obtenidos en ensayos del ingenio Pantaleón.	99
Figura 24 A. Registro de resultados obtenidos en ensayos del ingenio La Unión.	100

PÁGINA

Figura 25 A. Registro de resultados obtenidos en ensayos del ingenio Magdalena.	100
Figura 26 A. Registro de resultados obtenidos en ensayos del ingenio Santa Ana.	101
Figura 27 A. Mapa de zonas agroecológicas de la costa sur de Guatemala.....	101
Figura 28. M) Encuesta a mayordomos y operarios de máquinas, N) Calibración previa de un aguillón, para verificar funcionamiento.	109
Figura 29. Ñ) Válvulas de flujo de tractor marca CASE, en buen estado. O) Problema de descarga no uniforme, causa, problema con el helicoidal del gusano y suciedad antes de iniciar el trabajo.	109
Figura 30. P) Descarga no uniforme, oscilación del eje del gusano en mal estado. Q) Calibración de una cultivadora, para verificar seccionamiento de discos traseros y evaluar funcionamiento.	109
Figura 31. R) Chapeadora en mal estado y abandonada. S) Tractores de la región II en buen estado. T) Tractor de la región VII, en reparación por problema de calentamiento de motor.	110
Figura 32. Clasificación de tractores en las siete regiones, según el estado funcional. ...	110
Figura 33. Sumatoria del estado de los tractores de acuerdo a la evaluación realizada en las siete regiones del ingenio Santa Ana, S.A.	111
Figura 34. Estado físico de cada uno de los implementos agrícolas, según región evaluada.....	111
Figura 35. Sumatoria y estado físico de equipos e implementos en las siete regiones según evaluación realizada.	111
Figura 36. Clase y cantidad de implementos evaluados por región.	112
Figura 37. Resumen del estado de los implementos evaluados, dentro de las siete regiones del departamento agrícola de ingenio Santa Ana, S. A.	112
Figura 38. Boleta No1. De campo para encuesta del estado actual de los tractores.	114
Figura 39. Boleta de diagnóstico para rastras del ingenio Santa Ana, S.A.	115
Figura 40. Boleta de diagnóstico para surqueador del ingenio Santa Ana, S.A.	115
Figura 41. Boleta de diagnóstico para abonadora del ingenio Santa Ana, S.A.	116
Figura 42. J) Día uno: Módulo de relaciones interpersonales. K) Día dos: Matemática básica.....	119

	PÁGINA
Figura 43. L) Día tres: Fisiología de la caña de azúcar. M) Día cuatro: Examen final de la teoría previo a la práctica de campo.	119
Figura 44. Día cuatro: Y) Corte y paqueteado de esquejes para semilla. Z) Distribución de semilla para el transporte al área de siembra.....	120
Figura 45. Día cuatro: a) Práctica de siembra. b) Distribución de semilla en surcos. c) Cadena doble de esquejes para la siembra.....	120

ÍNDICE DE CUADROS

	PÁGINA
Cuadro 1. Resumen del análisis FODA.....	28
Cuadro 2. Distribución varietal en el área de producción de la finca cerritos.	72
Cuadro 3. Productos químicos utilizados como madurantes.....	76
Cuadro 4. Descripción de los productos y dosis a utilizar por cada tratamiento.....	77
Cuadro 5. Respuesta de los productos a utilizar y días de maduración a su cosecha.	77
Cuadro 6. Escala de nivel de daño de la caña de azúcar.....	81
Cuadro 7. Cuadro de resultados de análisis de varianza	88
Cuadro 8. Resultados de la comparación de medias para la variable RTO.	88
Cuadro 9. Resultados de la comparación de medias para la variable TCH.	89
Cuadro 10. Resultados de la comparación de medias para la variable TAH.....	89
Cuadro 11. Promedio de tallos con daño causado por el madurante, muestra tomada endiez metros lineales.....	91
Cuadro 13. Guía para la calificación de la maquinaria evaluada.....	108
Cuadro 14. Cronograma del Curso de Caporal I, 2013.	118
Cuadro 15. Resultados de evaluación realizada a 22 operarios al Curso de Caporal I, realizada como parte de la capacitación programada en el ingenio Santa Ana, S.A. 2013.....	121

RESUMEN

INFORME FINAL DEL EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO, REALIZADO EN EL GRUPO CORPORATIVO SANTA ANA, S.A., ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A.

FINAL REPORT OF SUPERVISED PRACTICE, CARRY OUT WITH THE GROUP CORPORATE SANTA ANA, S.A., ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A.

En Guatemala la aplicación de madurantes se inició a finales de la década de 1980, luego tomó auge y actualmente es una práctica muy importante y común, en todos los ingenios.

Antes de implementar la aplicación de madurantes en Guatemala, el rendimiento de azúcar promedio era de 72 kg azúcar/tonelada de caña. La agroindustria azucarera guatemalteca hace uso de madurantes desde los años 80's, especialmente glifosato. Se tiene la constante presión del ministerio de ambiente por reducir el uso de glifosato en labores agrícolas. Por lo tanto, la búsqueda de alternativas de madurantes para la mejora de rendimientos, acumulación de sacarosa y reducción residual se hacen cada vez más importantes.

La aplicación de estos productos tiene mayor efecto en la acumulación de sacarosa en el periodo inicial de la zafra. Conforme avanza la cosecha, se obtiene un valor mayor en la concentración de sacarosa de los tallos, especialmente en los meses de enero y febrero, por las condiciones climáticas de la época, logrando con esta técnica mejores rendimientos en la producción, por efecto de los madurantes aplicados en concentraciones recomendadas.

En la presente investigación se evaluaron cuatro madurantes en caña de azúcar, empleando la variedad MEX 79 – 431, en la finca Cerritos, del ingenio Santa Ana, S.A. del Departamento de Escuintla, Guatemala, Centro América. Luego de realizar un diagnóstico durante la ejecución del Ejercicio Profesional Supervisado de Agronomía -EPSA- período de 01 de agosto 2012 a 31 de mayo 2013. El objetivo fue determinar cuál de los productos evaluados era el más adecuado al aplicar madurantes en la variedad antes mencionada.

Dicha evaluación se realizó utilizando las concentraciones recomendadas por casas comerciales de los madurantes. Se siguió un plan de aplicaciones realizadas vía aérea a cada parcela delimitada dentro de la parcela asignada. Se efectuaron muestreos pre-cosecha en cada parcela para llevar registros de respuesta del cultivo a cada uno de los madurantes aplicados. Los análisis se realizaron en el laboratorio de la fábrica de procesamiento de la caña del ingenio Santa Ana, S.A.

Los resultados obtenidos demostraron que el testigo respondió mejor, pudiendo ser por efectos de maduración natural del cultivo o por el tiempo de cosecha requerido por cada madurante aplicado.

Durante la ejecución de la investigación se generó una serie de servicios útiles al personal de campo, caporales, mismos que se ejecutaron siguiendo un cronograma de actividades. Estos servicios fortalecieron el conocimiento del personal, además se realizó un inventario del estado actual de la maquinaria e implementos existentes, en el ingenio.

CAPÍTULO I

**DIAGNÓSTICO DEL DEPARTAMENTO AGRÍCOLA
DEL GRUPO CORPORATIVO SANTA ANA S.A.,
ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A.**

1.1. INTRODUCCIÓN

Una investigación detallada comprende muchos pasos, en los cuales podemos mencionar un diagnóstico referente; éste será de mucha utilidad para corregir problemáticas existentes dentro de un área de trabajo. Permite, en el Ejercicio Profesional Supervisado, tomarlo como punto de partida para detectar las características del área de estudio o bien de trabajo, con el único objetivo de poder realizar los servicios, así como un punto de investigación que contribuya al desarrollo de mejoras e investigación en el cultivo de la caña. Proporcionará a la vez material didáctico a la empresa o grupo corporativo Santa Ana, S.A, ubicado en el departamento de Escuintla, Guatemala, Centro América.

La producción azucarera de Guatemala ha tomado más importancia, debido que cada vez es más la demanda de este producto final, la caña procesada, azúcar. También se dice que la caña de azúcar como cultivo es de suma importancia pues es generador de empleos para la región donde se encuentra establecido dicho ingenio, así también genera divisas para el país.

El azúcar es considerado uno de los productos tradicionales de exportación más importantes. En Guatemala operan actualmente 12 Ingenios, ubicados en 4 departamentos de la costa sur del Pacífico. En la zafra 2010-11, estas fábricas cultivaron un área de 235 mil hectáreas, en las que producen 20.8 millones de toneladas de caña para moler.

Los 12 ingenios generan alrededor de 350,000 empleos directos e indirectos en época de Zafra. De esa suma, 35,000 empleos corresponden a cortadores de caña. Es una de las actividades con mayor avance tanto social como tecnológico posee así el quinto lugar a nivel mundial en la exportación de caña de azúcar.

Según los cálculos de la asociación de azucareros de Guatemala (Asaz gua), durante la zafra del año 2013 los doce ingenios que operan en el país producirán en conjunto unos 57 millones de quintales (45 kilos cada uno) de azúcar.

En la zafra anterior, que corrió de noviembre de 2011 a mayo de 2012, los productores guatemaltecos obtuvieron un total de 54,3 millones de quintales de azúcar, lo cual representó un aumento del 22.7 % respecto a la zafra 2010-2011. El 70% de la producción del azúcar guatemalteca se destina a la exportación, y el 30% restante se distribuye para el consumo local. El azúcar representa el 25 % de la producción agrícola y cerca del 14 % de las exportaciones del país al mercado internacional, según cifras oficiales.

Guatemala es el segundo productor de azúcar en América Latina y el quinto a nivel mundial, contando con el precio del azúcar más competitivo de la región y el sector azucarero con el máximo rendimiento en América latina y el Caribe, exportando a diversos destinos como: Corea del sur, Canadá, Estados Unidos, Jamaica, Venezuela, Taiwán y en los últimos años ha ingresado a China y Rusia.

Debido a los cambios en el mercado nacional e internacional, la diversificación de productos se hace necesaria para la sobrevivencia de cualquier industria, por ello los azucareros guatemaltecos, al igual que otros productores mundiales de azúcar, apuestan a la diversificación de subproductos derivados del cultivo de la caña de azúcar.

Entre los usos que los productores dan a la caña de azúcar, aparte de la producción del endulzante, se encuentran la extracción de melaza, la generación de energía eléctrica por medio del bagazo de caña, y más recientemente, la producción de alcohol carburante más conocido como etanol, que tiene amplio mercado en Estados Unidos.

La agroindustria azucarera de Guatemala está constituida por los ingenios: Concepción, Tululá, El Pilar, Pantaleón, San Diego, La Sonrisa, Palo Gordo, Madre Tierra, La Unión, Magdalena, Trinidad y Santa Ana. La mayoría de ingenios están localizados en la costa sur del país, en los departamentos de Escuintla, Suchitepéquez y Retalhuleu.

1.2. ANTECEDENTES

1.2.1 Ubicación

Las oficinas operativas se encuentran situadas en Km. 64.5 carretera a Santa Lucía Cotzumalguapa, finca interior Cerritos, Departamento de Escuintla (Santa Ana.com.gt. 2012). Está ubicada a una altura comprendida entre 10-150 msnm, una latitud comprendida de 13°57' a 14°15' y una longitud de 90°43' a 91°00' aproximadamente.

2.2.1 Inicio de la empresa

A fines de la década de 1950, una familia constituida por empresarios, compró la finca Cerritos, ubicada en el kilómetro 65 de la carretera a Mazatenango, entré la cabecera municipal de Escuintla y Siquinalá. Aquí comenzaron a cultivar caña que vendían a los ingenios Concepción y El Salto (Ingenio Santa Ana, GT1999).

Fue a mediados de la década de 1960, cuando se incrementó la demanda de azúcar en el mercado externo, entonces esta familia decidió entrar al negocio de azúcar y formó una sociedad con otra familia de empresarios y otros socios extranjeros, quienes fueron promotores de la idea.

En 1967 se inició la construcción de los cimientos de lo que hoy es el ingenio Santa Ana. Se adquirió parte del equipo de los Ingenios Santa Juana y Canovanas de Puerto Rico. Con este equipo inició el montaje del ingenio, el cual se ubicó en la finca Cerritos.

En el año de 1969 se realizó la primera zafra, que realmente fue una prueba, moliéndose 154,973.75 ton. De caña, produciendo 239,525 quintales de azúcar en 136 días; la capacidad instalada en esa época, era de 3,500 ton/día.

En el año de 1983, ya se molía a razón de 7,500 ton/día. Y fue precisamente en ese año cuando se iniciaron varios proyectos encaminados a mejorar la capacidad de molienda y eficiencia, remodelándose así patios, laboratorios, molinos, calderas, bodegas de azúcar, etc. De manera que en la zafra de 1984, superó el millón de quintales de azúcar envasada, con 500,000 ton. De caña molida (Ingenio Santa Ana, GT1999).

En 1993 queda instalada la REFINERIA para elaborar azúcar refina de alta calidad, partiendo de azúcar blanca sulfatada, (Procesada con químicos azufrosos) con capacidad de 500 toneladas de endulzante por día. Por otro lado, se cuenta con una bodega de azúcar refina, con capacidad de 27,600 toneladas.

Lo referente a CO-GENERACIÓN, el Ingenio Santa Ana, ha producido su propia energía eléctrica desde el comienzo de sus operaciones. Contando en sus inicios con 3 generadores con una potencia instalada de 3500 KW. Pero no fue hasta 1983 que se inició realmente la co-generación de energía eléctrica ya que fue en este año cuando se realizó el convenio de venta del excedente de energía a la Empresa Eléctrica de Guatemala. Así pues, durante la zafra 1983/84 se inicia la co-generación, entregando a la Empresa Eléctrica de Guatemala una potencia de 800 Kw. En 1991, e inicia la construcción de la subestación de 69 Kv, que entró en servicio el 28 de enero de 1993. La capacidad instalada actual es de 66 MW. Y tiene una producción para la venta de 35 Mw en época de zafra y en no zafra la producción es de 25 Mw.

En 1977, se inició el servicio de transporte de caña a granel; en esa época, la cosecha se realizaba en forma manual y por razones de adaptación, se transformó en una operación semi-mecanizada, por medio de alzadoras.

Las operaciones de corte de caña, se iniciaron en el periodo 1977/78. En ese periodo se empleaban 1,200 cortadores para cortar 1,000 ton. De caña diaria, con machete convencional. Más adelante se inicia el programa de capacitación permanente para el corte de caña con machete australiano, habiéndose incrementando la eficiencia en el corte, la calidad de producto final y los ingresos para los cortadores (Ingenio Santa Ana, GT1999).

Considerando el bienestar del personal de campo, se inicia la construcción de módulos habitacionales con todas las comodidades, para albergar a los cortadores de cuadrilla, procedentes del altiplano guatemalteco, a los cuales se les proporciona alimentación abundante en proteínas, complementada con sales de rehidratación oral.

Además se invierte en factores elementales para los cortadores, desarrollando actividades tanto educacionales como médicas, tendiente a la desparasitación y el tratamiento de enfermedades comunes y profesionales. Todo lo anterior, es afianzado con programas de alfabetización y recreación.

En 1996, Santa Ana avanzó significativamente en sus planes estratégicos, al implementar equipo de alta tecnología (un tacho continuo y un moderno tándem de molinos), este ingenio recibió apoyo de parte de un grupo realizador de proyectos de automatización industrial y que son pioneros en Centro América. En la última zafra del 2011-2012 se logró alcanzar una cifra record, moliendo un total de 3, 000,000.00 toneladas de caña, y obteniendo 5, 740,569 quintales de azúcar, en 153 días de producción; en la actualidad para la zafra 2012-2013 se tiene sembradas 23,410.20 hectáreas de caña (Ingenio Santa Ana, GT1999).

3.2.1 Filosofía de calidad

El ingenio Santa Ana, tiene su filosofía muy clara, y esta es: Generar altos niveles de rendimiento, eficiencia y calidad en el proceso productivo y competitividad en el mercado del azúcar en el ámbito nacional e internacional. Esta filosofía está sustentada por el liderazgo que cada persona ejerza en un puesto de dirección, por el replanteamiento de sus procesos donde el papel de la automatización, la sistematización y las comunicaciones son factores determinantes y por la cultura de calidad, que tiene por valores, entre otros, la creatividad, la comunicación eficaz y el trabajo en equipo (Ingenio Santa Ana, GT1999).

4.2.1 Objetivos de calidad

Compañía agrícola industrial Santa Ana

Como empresa, Santa Ana está dirigida por una junta directiva y se estructura en siete divisiones y el staff de la gerencia general. Tanto el grupo corporativo como las distintas divisiones están conformados de la siguiente manera:

A. Grupo corporativo Santa Ana

Grupo corporativo visionario, comprometido con el progreso y bienestar de Guatemala, dedicado a producir eficientemente bienes y servicios de óptima calidad, derivados de la caña de azúcar, por medio del desarrollo de los recursos humanos y tecnológicos, para satisfacer las necesidades de sus cliente nacionales e internacionales (Ingenio Santa Ana, GT1999).

B. Recursos humanos

Su misión es satisfacer en forma eficaz los requerimientos del recurso humano adecuado, mediante técnicas y procedimientos actualizados, propiciando las condiciones óptimas para su desarrollo personal y dentro de la empresa, con el propósito de lograr la mayor eficiencia del grupo corporativo (Ingenio Santa Ana, GT1999).

C. Agrícola y servicios

Es un equipo multidisciplinario, cuyo compromiso fundamental es el aprovechamiento integral sostenible de los recursos naturales, para producir caña de azúcar, otros productos agrícolas, servicios de cosecha, taller y transporte, con la participación y desarrollo del recurso humano y la aplicación de avanzada tecnología (Ingenio Santa Ana, GT1999).

D. Administrativa

Es una división de servicio, comprometida con todas las divisiones de la corporación, a quienes asisten en sus necesidades en forma eficiente y oportuna, a través de la organización adecuada, utilizando recurso humano capacitado y tecnología para satisfacer a sus clientes (Ingenio Santa Ana, GT1999).

E. Informativa, planificación y control

Es una organización estratégica que proporciona soluciones relacionadas con la planificación, procedimientos, tecnología de la información, comunicaciones, automatización industrial y control de procesos para optimizar la producción y administración, mejorando la competitividad de sus clientes, desarrollando la cultura de

cambio permanente y los recursos humanos, utilizando eficaz y eficientemente, tecnología de vanguardia (Ingenio Santa Ana, GT1999).

F. Finanzas

Se encarga de la adecuada administración de los recursos financieros, para la ejecución del proceso productivo, de funcionamiento e inversión; generando información financiera confiable y oportuna, a través del desarrollo de recursos humanos, de procedimientos y tecnología actualizada, para la adecuada toma de decisiones de la administración del grupo de empresas de Santa Ana, así como para otros usuarios, que permita coadyuvar al logro del objetivo general de la organización (Ingenio Santa Ana, GT1999).

1.3. OBJETIVOS

1.3.1 General

- a) Realizar un diagnóstico del ingenio Santa Ana S.A., enfocado a la parte agrícola, identificando problemáticas existentes y sugiriendo posibles soluciones.

1.3.2 Específicos

- a) Hacer una descripción de los problemas agrícolas que se tienen en el ingenio Santa Ana para la producción de caña de Azúcar.
- b) Caracterizar las funciones de los principales puestos de la estructura organizacional dentro del departamento de ingeniería agrícola.

1.4. METODOLOGÍA

La metodología para el diagnóstico general de la empresa, con énfasis en el departamento agrícola y servicios, se determinó los principales aspectos que caracterizan la actividad productiva actual del cultivo de la caña de azúcar del grupo corporativo Santa Ana S.A., tomando en cuenta los factores técnicos, organizativos y humanos que inciden en la calidad de las labores que realizan.

Con base a lo anterior, se determinó los principales aspectos a contemplar:

- a) Determinación de la organización general de la empresa.
- b) Determinación del organigrama del departamento de agronomía.
- c) Determinación del organigrama del departamento de producción.
- d) Determinación del organigrama del departamento de tecnología agrícola.

1.4.1 Consulta de fuentes de información secundaria

Se obtuvo información con base al análisis de la revisión documental consultada: documentos, revistas, libros, documentos en internet, tesis, trabajos de graduación, consultados en la biblioteca de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, así como en las oficinas de Cengicaña, también se contó con información proporcionada por el departamento de recursos humanos de grupo corporativo Santa Ana S.A.

1.4.2 Metodología del diagnóstico en campo

El aseguramiento de la capacidad de trabajo del personal es una herramienta que nos ayuda a mejorar los procesos productivos, con este fin, es indispensable utilizar un método adecuado para recabar la información necesaria para conocer en toda su dimensión el estado general de las actividades que se desarrollan.

Para evaluar los diferentes aspectos en la base metodológica se utilizó el método de análisis FODA, (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas). Toda la información recopilada se ubicó dentro de un cuadro realizado con base en la información obtenida.

1.4.3 Fase de gabinete

Esta se llevó a cabo con toda la información recopilada la cual se ubicó dentro de un cuadro, obteniendo los resultados que se desglosan adelante.

1.5. RESULTADOS

1.5.1 Manejo del cultivo de caña de azúcar

El manejo del cultivo de la caña de azúcar inicia con la zafra (cosecha de la caña). Se hace mención que según registros anteriores de un historial por cada pante cultivados con diferentes tipos de variedades, en ese momento, según la cosecha obtenida se evalúa la renovación o sustitución de la plantación existente.

1.5.2 Adecuación del terreno

Se define como la acción de proporcionar y acomodar las condiciones del terreno para el cultivo de caña de azúcar. Si el área es nueva deben eliminarse, árboles, piedras, infraestructura en desuso o cualquier otro tipo de obstáculo para la operación de la maquinaria; para ésta labor se utiliza maquinaria con bulldózer, excavadoras, tractores agrícolas y camiones de volteo. Al contar con el área sin obstáculos, se realiza un levantamiento topográfico detallado, se elabora el plano topográfico sobre el cual se realiza el diseño de la finca en función del riego, drenaje agrícola y cosecha, para posteriormente trazar la nueva configuración de la finca.

1.5.3 Preparación de suelos

Con la preparación de tierras se desarrollan las labores de labranza mecanizada necesarias para disponer los suelos para la siembra de la caña de azúcar. Esta tiene una secuencia de labores que se planifica en función de las características del suelo, tal como: Textura, composición del perfil del suelo, contenido de humedad, presencia de plagas del suelo y malezas, presencia y profundidad de capas compactas, edad y altura del cultivo anterior en caso de ser una renovación del cultivo.

Los pasos de la preparación de suelos inician con la labor de subsolado, esta consiste en eliminar la compactación, producida por el paso de la maquinaria pesada que transita por suelos húmedos y las capas endurecidas permitiendo que las labores subsiguientes se lleven a efecto con óptima profundidad, para permitir buen desarrollo radicular a la planta. La labor de subsolado se realiza con implementos denominados subsoladores de brazos parabólicos accionados por tractores de 280 a 320 caballos de fuerza. Pueden realizarse uno o dos pasos de ésta labor en función del grado y magnitud de las capas compactadas.

Posterior a la labor de subsolado, se realiza uno o dos pasos de rastro arado o volteo con rastras de 16 a 24 discos de 32" o 36" de diámetro, la finalidad es voltear, airear y mover el suelo, incorporar los residuos vegetales y a la vez exponer huevecillos de plagas del suelo para su control; con esta labor también se rompen los rombos formados por el subsolado; para accionar los implementos de labranza se utilizan tractores de 280 a 320 Hp (caballos fuerza) (Subirós, F. 2000).

Al finalizar el volteo se realizan uno o más pasos de pulida, esta es una labor que rotura y fracciona los terrones producidos en el volteo, también destruye e incorpora residuos vegetales, y puede utilizar también para el control de plagas del suelo al espaciar el paso del implemento entre uno y el siguiente paso, para el pulido se utilizan rastras de 64 a 66 discos de 24" de diámetro (Subirós, F. 2000).

El último paso antes de la siembra es la labor de surqueo; ésta consiste en abrir los surcos para depositar la semilla; una vez sembrada y tapada, los mismos surcos servirán como canales de conducción de agua para riego; estos se confeccionan distanciados 1.50 metros entre cada uno. Se utilizan implementos denominados surcadores accionados con los sistemas de levante e hidráulico de tractores de llanta de 160 a 170 Hp (caballos fuerza) (Subirós, F. 2000).

1.5.4 Establecimiento de semilleros

Esta es una etapa especial en el programa operacional de la siembra, porque permite obtener material de buena calidad, facilita una rápida germinación, buen vigor y desarrollo de macolla, mayor homogeneidad en la plantación; mayor vida y altas posibilidades de tener una plantación con elevada capacidad productiva. En lo posible, el área de semilleros debe estar cerca del lugar de siembra comercial para disminuir costos en transportes, además permite una mejor sincronización entre el corte de la semilla y la siembra. Las áreas conocidas por sus altas infestaciones de roedores deben evitarse. Los suelos para semilleros, en lo posible deben ser de texturas francas, fértiles y profundas con topografía plana y de fácil drenaje. El área debe contar con facilidades para regar inmediatamente después de la siembra. Los semilleros de caña de azúcar se

categorizan de la siguiente forma: Semilleros del mejorador, semillero básico, semillero semi-comercial y semillero comercial (Soto, GJ. 1995).

La semilla del semillero del mejorador proviene de los nuevos híbridos que han pasado una serie de tamices desde la germinación de la semilla sexual hasta la selección en evaluaciones regionales, este material es genéticamente puro y libre de enfermedades sistémicas y sirve para iniciar un semillero básico. El semillero básico se establece con semilla tratada hidro-térmicamente a 51 °C por 10 minutos, luego 12 horas a temperatura ambiente y de nuevo una hora a 51°C. El sistema de multiplicación puede ser por medio de plántulas provenientes de yemas extraídas o por el método de multiplicación convencional; la semilla obtenida en este semillero poseerá un 100% de pureza varietal (Soto, GJ. 1995).

EL semillero semi-comercial se establece con semilla proveniente del semillero básico, se siembra comúnmente con una densidad de 10 a 12 yemas vegetativas por metro lineal o bien por trasplante de plántulas extraídas de plantación anterior, lo cual se hace partiendo de una misma cantidad de semilla básica. El semillero comercial se establece con semilla proveniente del semillero semi-comercial, la semilla que aquí se produce deberá poseer niveles bajos de enfermedades sistémicas (Soto, GJ. 1995).

1.5.5 Siembra

La siembra se hace colocando 2 esquejes en pares o en forma alterna en el fondo del surco confeccionado durante la preparación del suelo, con una densidad de 10 a 12 yemas sanas por metro lineal. Durante la siembra suele realizarse una adición de fósforo, en forma de P_2O_5 , cuya dosis depende de la disponibilidad en el suelo; en algunos casos los análisis de suelos indican que no es necesaria su aplicación. Al mismo tiempo, puede realizarse el control de plagas del suelo con aplicaciones de productos biológicos tal como hongos del género *Metharizium*. El proceso de siembra continúa con el tapado de la semilla y posteriormente la adición de uno o dos riegos para estimular la germinación de las yemas (Soto, GJ. 1995).

1.5.6 Fertilización

La caña de azúcar es un cultivo con una capacidad considerable de extracción de nutrientes y que varía según la fase desarrollo; durante las fases iniciales los requerimientos son bajos. Posteriormente, una vez que comienza la formación del sistema radical y el desarrollo de la parte aérea, las necesidades se incrementan. Dentro de los nutrientes mayormente absorbidos están el Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio y Magnesio. Según Subirós (8), la caña de azúcar extrae algunas cantidades de estos elementos para producir una tonelada de caña, los promedios de varias revisiones son los siguientes en Kilogramos por tonelada de caña: Nitrógeno 1.09, Fósforo 0.24, Potasio 1.90, Calcio 0.37, Magnesio 0.30, Azufre 0.41.

El procedimiento para realizar la fertilización inicia con el muestreo y análisis de suelos para determinar las dosis de fertilizantes a aplicar, se aplica en forma mecánica con una abono cultivadora accionada con un tractor de 80 a 120 Hp, la fertilización nitrogenada se realiza posterior a los 60 días después de la siembra o del corte en el caso de caña soca.

1.5.7 Control de malezas

El control de malezas va dirigido a disminuir la presencia de malezas en el período crítico de competencia, el cual termina cuando la caña tiene 90 centímetros de altura y los tallos posean entre 8 y 12 cogollos, el período crítico se encuentra entre 15 y 120 días en caña recién sembrada y entre 15 y 90 días en caña soca. El control de malezas se planifica en función de las especies y disponibilidad de agua en el suelo; de ello depende el método de control químico. También deben planificarse los herbicidas adecuados y su dosificación que generalmente van acompañados de productos coadyuvantes. En Guatemala se utilizan 26 grupos de herbicidas para el control de malezas en caña (Gómez, J.F. 1995).

1.5.8 Plagas y enfermedades

Debido a que la caña de azúcar es un cultivo extensivo, se ha alterado el equilibrio natural. Esto permite que algunas plagas se desarrollen y reproduzcan al disponer de una gran cantidad de substrato para alimentarse. En el mundo existen más de 1,500 especies de insectos que son considerados como plaga de éste cultivo (Subirós, F. 2000).

1.5.9 Inhibidores de floración

En la producción comercial de caña de azúcar, la floración es un factor importante que incide en pérdidas de rendimiento. En experimentos de campo se ha determinado que la caña que florea puede perder un 15% a 20% de su rendimiento normal. Esta reducción en el rendimiento se debe a tres implicaciones importantes:

- A. El gasto de energía que involucra el proceso, ya que la energía es tomada del tallo en forma de sacarosa cuando ésta se invierte.**
- B. La formación de corcho que disminuye el peso del tallo y reduce la recuperación de sacarosa durante el procesamiento.**
- C. La formación de yemas laterales en el último tercio del tallo, como consecuencia de la pérdida de la dominancia apical.**

Esto ocasiona una disminución en la calidad de los tallos y además implica un gasto de energía adicional. Se utilizan varios métodos para modificar el proceso de la floración: Empleo de variedades no florecientes, edad del cultivo, regulación de fotoperíodo, temperatura, manejo del riego y control químico. De éstos, la búsqueda de variedades no florecientes está en marcha; por otro lado, en el control químico que es el manejo económico y técnicamente viable, se utiliza el Ethrel (Etheponfosfónico), con el cual se ha reducido en un 19% la floración y un 13% el porcentaje de corcho que se cosecha durante el segundo tercio (enero – febrero) (Subirós, F. 2000).

1.5.10 Maduración de la caña de azúcar

La maduración es el proceso fisiológico por el que la producción de materia verde de la planta se reduce para dar paso a la acumulación de carbohidratos en forma de sacarosa en las células de parénquima del tallo. Adicionalmente, la maduración está gobernada por una serie de factores muy relacionados entre sí, algunos son: Variedad, humedad del suelo, temperatura, radiación solar, suelo y prácticas de cultivo (Subirós, F. 2000).

Estudios realizados en Estados Unidos con ciclos de 12 meses, determinaron que el aumento en la producción de caña en los últimos cuatro meses fue de apenas 2%, mientras que el contenido de sacarosa en ese mismo lapso aumentó alrededor del 200%.

Este aumento fue más alto cuando se emplearon maduradores químicos. La aplicación de maduradores químicos está dirigida a promover la maduración en cañas que se cosechan en los primeros dos tercios de la zafra, de noviembre a febrero; su principal ventaja es la de aumentar el Brix, Pol y pureza del jugo y por lo tanto concentran los niveles de sacarosa que en determinados casos llegan hasta un 20%. Los productos más importantes utilizados como maduradores son: Fusilade (Propanoato Arílico Fluzifop-P-Butil), Roundop Max y SL (Glifosato ácido fosforoso), Select y Touchdown (Glifosato trimesium) (Subirós, F. 2000).

1.5.11 Riego en caña de azúcar

El riego tiene como objetivo suplir el agua que la planta requiere cuando no es suministrada de manera natural y así completar de manera satisfactoria su desarrollo. La cantidad debida concuerda con el desarrollo fisiológico del cultivo para tratar de proporcionar la mínima cantidad posible sin provocar efectos negativos en el rendimiento. La determinación del momento óptimo de aplicación del riego es de suma importancia desde el punto de vista agrícola, industrial y económico. Otros aspectos afectados por el agua son:

A. Requerimientos hídricos de la caña de azúcar

El uso consuntivo depende del estado de desarrollo en que se encuentre el cultivo; para fines ilustrativos se dividen en cuatro: germinación, macollamiento y cierre, rápido crecimiento y maduración. La duración de cada etapa puede variar en función de condiciones ambientales y de la variedad (Subirós, F. 2000).

B. Germinación

Comienza cuando el cultivo ha sido recién sembrado y aún no ocurre emergencia o cuando el retoño no ha emergido, en esta etapa el factor Kc (coeficiente del cultivo) puede oscilar desde 0.4 hasta 0.6, ésta etapa puede llegar hasta los 85 días después de siembra o corte (Subirós, F. 2000).

C. Macollamiento

En esta etapa inicia la proliferación de tallos, desarrolla una mayor cantidad de follaje y comienza a cerrar; al disponer de mayor área foliar, puede interceptar mayor radiación solar; asimismo su crecimiento radicular se incrementa y con ello la capacidad de captar más agua a mayor profundidad, por lo cual la ET (evapotranspiración) aumenta. Estudios en la Isla Mauricio han permitido estimar que la planta evapotranspira el 40% de la ETo (Evapotranspiración de referencia (sobre hierba)) (Subirós, F. 2000).

D. Rápido crecimiento

El cultivo experimenta un desarrollo vigoroso y completo y por lo general el porte permanece aún recto. El incremento del área foliar sigue y la misma está en estrecha relación con la curva evapotranspirativa; los requerimientos de agua son mayores que en las fases anteriores. Un aspecto importante es que si por algún motivo se presentara un estrés de humedad moderado en las fases anteriores, los efectos negativos que podrían ocasionar en el rendimiento final no serían tan severos como en esta fase. Por lo general el déficit hídrico repercute más en la elongación del tallo que en la extensión de las raíces. Bajo ésta condición la fotosíntesis y por lo tanto, la acumulación de sacarosa, pueden ocurrir de manera elevada en el tallo (Subirós, F. 2000).

E. Maduración

En esta fase se reduce la ET (evapotranspiración), la pérdida de humedad se ha estimado entre el 70% y 90% de la ETo (Evapotranspiración de referencia (sobre hierba)). La pérdida de agua favorece la concentración de sacarosa, y así, esto favorece a la extracción de azúcar en el corte, alce y transporte (Subirós, F. 2000).

1.5.12 Cosecha

Es el último paso en el proceso de producción agrícola del cultivo. Inicia con la planeación, en la cual se toman los siguientes criterios: Estimados de producción de caña de azúcar en toneladas por hectárea, programa tentativo del inicio y finalización de operación de la fábrica. (normalmente los ingenios tienen áreas de maniobras (patio) para el manejo de la caña previo a la molienda y otra para el manejo del bagazo), capacidad del

transporte, disponibilidad de mano de obra, información de análisis de madurez de la caña en el campo, tipo de cosecha y otros (Subirós, F. 2000).

La cosecha de la caña puede dividirse según sea el tipo: Cosecha manual y cosecha mecanizada que en ambos casos puede ser en verde o quemado; esto quiere decir que previo a la misma, la caña puede o no quemarse. La cosecha manual se realiza por personas conocidas como cortadores de caña quienes pueden cortar alrededor de 6 toneladas de caña en un día de trabajo. Aproximadamente el 94% de la caña cosechada en Guatemala se corta con ésta metodología; el restante 6% se realiza con cosechadoras mecánicas que pueden cosechar hasta 800 toneladas de caña en un día (Subirós, F. 2000).

1.5.13 Proceso industrial

Cuando la caña llega al ingenio, se pesa en básculas electrónicas y luego se coloca en la mesa alimentadora la cual se encarga de recibir y coleccionar la caña y trasladarla a las picadoras mecánicas. Estas seccionan la caña en segmentos más uniformes mediante conductores de bandas rotativas. En las picadoras se desmenuza y prepara para las operaciones de extracción de jugo, el cual es sometido a procesos de clarificación, eliminación de impurezas y evaporación del agua (Ingenio Santa Ana, GT. 1999).

Aquí se obtiene la meladura, de la que, luego de ser cocinada a vapor y centrifugada para separar totalmente los granos de la miel (proceso de cristalización), resultan los granos de azúcar. El proceso termina con la refinación del azúcar, envasado, almacenaje y distribución del producto (Ingenio Santa Ana, GT. 1999).

1.5.14 Producción final del azúcar

Como todo Ingenio guatemalteco, Santa Ana tiene dos mercados hacia los cuales envía productos distintos. Este proceso empieza desde el área de proceso previo a la molienda (patio) de la caña, los molinos, clarificación, evaporadores, tachos al vacío, cristalizadores, centrifugas y envasado, refinería, calderas (Ingenio Santa Ana, GT. 1999).

A. Molinos

La finalidad principal de los molinos, es conseguir la mayor separación posible de los elementos de la caña: fibra y jugo (extracción).

B. Clarificación

El jugo mezclado que sale del molino, es bombeado a una torre de sulfatación (se añade azufre) en donde pasa en contracorriente y luego este jugo sulfatado, se pre-alcaliza para evitar inversión del proceso.

C. Evaporadores

Los evaporadores aumentan la concentración del jugo de caña, haciéndole perder agua por medio del calor.

D. Tachos al vacío

En los tachos es donde se producen y se desarrollan los cristales (granos) de azúcar. Los tachos reciben la meladura y descargan las templeas.

E. Cristalizadores

Las templeas que descargan los tachos, caen en los cristalizadores. En estos, las templeas tienen un tiempo de retención antes de pasar a las centrifugas.

F. Centrifugas y envasado

Estas máquinas, son las encargadas de separar los cristales de la miel (granos de azúcar) en cada templea, por fuerza centrífuga.

G. Refinería

Como su nombre lo indica, es la parte de la fábrica, donde se realiza la refinación del azúcar, ya que directamente de la caña no es posible llegar a los parámetros de color de azúcar refinada por el proceso normal de fabricación.

H. Calderas

En las calderas, se genera todo el vapor necesario para el funcionamiento de las turbinas, turbogeneradores y cocimientos en el proceso de fabricación.

I. Generación / cogeneración eléctrica

La planta generadora de energía eléctrica cuenta con dos tipos básicos de turbogeneradores:

- a. Turbo de escape:** Que se alimentan de vapor y devuelven vapor al proceso.
- b. Turbo de condensación:** Que se alimentan de vapor y sacan agua condensada (Ingenio Santa Ana, GT. 1999).

1.5.15 Mercado de Exportación

A. Azúcar Refinada Tipo “A”

Es azúcar de mayor calidad. Sus especificaciones técnicas son: Color 0-45 grados ICUMSA que se refiere a una escala interna que se mide en grados con un rango de pureza establecido (constituye el factor más importante para este tipo de azúcar), porcentaje de sacarosa en bagazo (Pol) (constituye el factor para determinar la pureza de los sólidos del azúcar 99.85% mínima y humedad 0.04%) (Santa Ana.com.gt. 2012).

B. Azúcar Cruda

Constituye el azúcar con un porcentaje de sacarosa en bagazo (Pol) mínima de 97.9% (Santa Ana.com.gt. 2012).

1.5.16 Mercado Interno

A. Azúcar Blanca Standard (o Sulfatada)

Es el azúcar de mayor venta para consumo local. Sus características: porcentaje de sacarosa en bagazo (Pol) 99.4 – 99.6%, Color 180 – 400 ICUMSA, Humedad 0.20%. Contiene vitamina A en una concentración de 12 a 120 ppm. En Santa Ana, esta tipo de azúcar se envasa bajo la marca “Caña Real” (Santa Ana.com.gt. 2012).

B. Azúcar Refinada Local

Es un azúcar con 0 – 80 grados ICUMSA, porcentaje de sacarosa en bagazo (Pol) 99.6 – 99.8%, Humedad 0.04%. Este tipo de azúcar es igual que la anterior, también está vitaminada. En Santa Ana se empaca bajo la marca “Nevada” (Santa Ana.com.gt. 2012).

C. Azúcar Superior

Es un azúcar con porcentaje de sacarosa en bagazo (Pol) 99.6 – 99.79%, Humedad 0.10%, Color 80 – 200 ICUMSA (Santa Ana.com.gt. 2012).

D. Azúcar Morena

Es un azúcar con porcentaje de sacarosa en bagazo (Pol) 98 – 99.4%, 0.40% de Humedad y Color 400 – 800 ICUMSA (Santa Ana.com.gt. 2012).

1.5.17 Melaza

Se le denomina así a la miel fina (residuo líquido que se separa de la última masa cocida en una máquina centrífuga, del cual no resulta económico extraer más azúcar debido a la que se eleva la cantidad de impurezas y por ende se consume más energía) que se obtiene en el último agotamiento en el ciclo de amasar (se refiere al último ciclo de extracción por método centrífugo). Sus especificaciones técnicas son: Brix (Unidad de medida que expresa el porcentaje en peso de sólidos disueltos en una solución) 85% de pureza entre 30 – 35. Constituye la materia prima para hacer alcohol y ron; además se usa para alimento de ganado. Este producto se distribuye tanto para mercado nacional como para el internacional (Santa Ana.com.gt. 2012).

1.5.18 Total de Cachaza

Constituye la materia semisólida filtrada y lavada, producido por la precipitación en el proceso de clarificación de jugo mezclado. Sirve como fuente primaria para abonos orgánicos en la producción agrícola (Santa Ana.com.gt. 2012).

1.5.19 Energía Eléctrica

Las especificaciones de este servicio es que la empresa cumpla con la cantidad de MW que se proyecte generar o cogenerar. Dicha generación se efectúa a 69,000 voltios, 60 Hz, trifásicas y un factor de potencia de 0.85. Actualmente se generan 40 MW y se venden 32 MW a la Empresa Eléctrica de Guatemala (Santa Ana.com.gt. 2012).

1.5.20 Organización empresarial grupo corporativo Santa Ana S.A.

Cuenta con la siguiente disposición organizacional, por medio del cual distribuye diversas actividades (administrativas, industriales, financieras, técnicas, gerenciales, tecnológicas), mediante cargos o departamentos. Ver figura 1

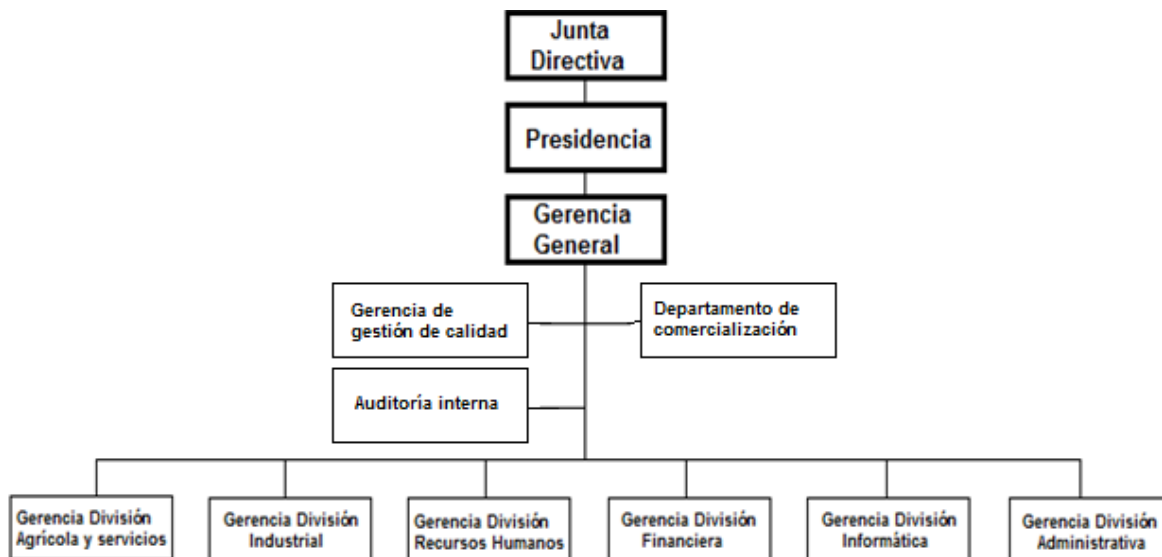


Figura 1. Organigrama general grupo corporativo Santa Ana S.A.

1.5.21 Organigrama de Puestos División Agrícola y Servicios

También las divisiones del organigrama, cuenta con subdivisiones por medio de las cuales se coordinan actividades en los procesos asignados. Ver figura 2.



Figura 2. Organigrama gerente división agrícola y servicios.

1.5.22 Actividades de la división agrícola y servicios

A. Jefes de región

El rol que desempeñan estos profesionales dentro del Ingenio Santa Ana, S.A, es poder tener un manejo adecuado y programación de labores agrícolas, siembra, etc. Llevar control de los insumos que requiere la caña, según desarrollo fenológico del cultivo, administración de los recursos agrícolas dentro de las 7 regiones que comprende el ingenio, además de poder tomar decisiones importantes en lo que respecta al cultivo y su manejo adecuado, como también se puede mencionar la eficiencia, productividad y excelencia de resultados que se esperan de parte de ellos. Dentro de la organización ellos tienen un papel fundamental, puesto que en ellos recaen las responsabilidades de entregar caña en buen estado al ingenio, para ser procesada, tener una buena administración y por consiguiente buenos resultados, esto con la ayuda de los supervisores de región y administradores de cada finca (Ingenio Santa Ana, GT. 1999).

B. Departamento de riegos y drenajes

Encargados del suministrar agua a las 7 regiones que comprende el ingenio, ya que esto es vital para el cultivo de caña. Dentro de las actividades que efectúa este departamento mencionamos: la parte de ingeniería agrícola, bordas, drenajes, diseño de riegos, riegos, accesos a fincas nuevas, topografía para delimitar áreas a cultivar, como también mantener y abastecer de accesorios de riego a cada región, con el fin de un buen funcionamiento del equipo y eficiencia en estas operaciones. Además estas operaciones son monitoreadas por supervisores expertos en el ramo (Ingenio Santa Ana, GT. 1999).

C. Departamento técnico agrícola

Responsables de investigar y controlar plagas y enfermedades en el cultivo de caña, como también monitorear áreas con incidencia de plagas y poder proponer soluciones para el control de las mismas; a su vez también tienen a su cargo laboratorios donde efectúan ensayos y cultivos de *Metharizium* y otros. Con esto ellos controlan problemas relacionados con plagas y enfermedades que puedan significar pérdidas de impacto económico, afectando el cultivo de caña en la producción (Ingenio Santa Ana, GT. 1999).

D. Departamento planificación y control:

Este departamento es el encargado de producir azúcar, puesto que utiliza técnicas de maduración, como también técnicas de inhibidores de floración y fertilización aérea. Todas estas actividades son coordinadas con los jefes de región para poder tener equipo y suministro necesario para realizar la actividad eficientemente obteniendo buenos resultados. La organización empresarial, es el ente a cargo del presupuesto, puesto que son actividades realizadas con helicóptero y avioneta (Ingenio Santa Ana, GT. 1999).

1.5.23 Organigrama Gerencia División Agrícola y Servicios

Las actividades descritas anteriormente se muestran en el siguiente organigrama.

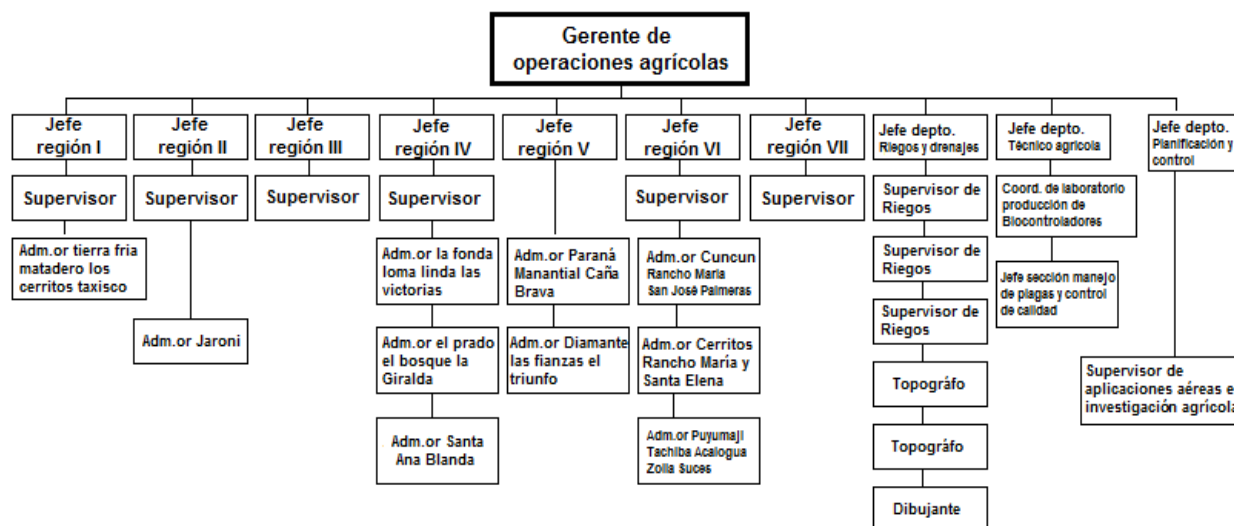


Figura 3. Organigrama de puestos división agrícola y servicios.

1.5.24 Análisis de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (FODA)

El análisis FODA es una de las herramientas esenciales que provee de los insumos necesarios al proceso de planeación estratégica proporcionando la información necesaria para la implantación de acciones y medidas correctivas además de nuevos y mejores proyectos. El análisis FODA nos permite determinar las Fortalezas Debilidades Oportunidades y amenazas.

Dicho análisis fue realizado a partir de sondeos realizados a los jefes del sub departamento y del departamento agrícola y servicios. Esta matriz permite observar fácilmente los problemas existentes jerarquizándolos acorde a resultados del análisis FODA. El análisis obtenido es general del departamento y no específico como en una matriz de priorización realizado con base a la información proporcionada por miembros que conforman el departamento agrícola y servicios del ingenio Santa Ana. El resumen del análisis se presenta en el cuadro 1.

Cuadro 1. Resumen del análisis FODA.

Departamento agrícola y servicios, ingenio Santa Ana, S.A.	
A. Fortalezas	Oportunidades
<ul style="list-style-type: none"> ✓ El departamento cuenta con personal preparado y especializado para los trabajos que se lleven a cabo. ✓ El departamento se encuentra distribuido en áreas coordinadas por un supervisor de región. ✓ Solventa las necesidades de los trabajadores de la empresa, por medio de planillas. ✓ Existe buena comunicación dentro del departamento agrícola y servicios. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ El departamento genera oportunidades laborales para distintos profesionales o técnicos. ✓ Proponer diseños de campo, que permitan mejoras en los rendimientos. ✓ La comunicación representa oportunidad de proponer y presentar ideas y poder corregir en su momento, como también pedir apoyo. ✓ Gestionar dentro del departamento capacitaciones de actualización para el personal.
Debilidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Falta de supervisores en riego, mayordomos y caporales, para las actividades agrícolas. ✓ Falta de capacitación a personal de campo, para efectuar eficientemente las labores agrícolas dentro del cultivo. ✓ Falta de apoyo económico para la implementación de programas y para la compra de material y equipo necesario para realizar las actividades en las diversas regiones. ✓ No utilizar bien los medios de comunicación, para efectuar de modo correcto las labores y efectuarlas eficientemente. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Mejores oportunidades de trabajo, por parte de otras empresas exteriores. ✓ Inundaciones por desbordamiento de ríos en época de invierno. ✓ Enfermedades de la caña, que puedan desarrollarse por efecto de la naturaleza. ✓ Bajo rendimiento en la producción por efecto de la poca o nula irrigación.

Fuente: El autor.

1.5.25 Descripción de la problemática existente encontrada

A. Falta de inventarios de maquinaria agrícola existente por región

Este problema se presenta en las siete regiones con las que cuenta el ingenio Santa Ana S.A. No se tienen datos reales de la maquinaria existente, en buen estado y mal estado, como para realizar una inversión efectiva en nueva maquinaria. Por la pronta certificación que se realizará en campo, es necesario conocer el estado actual de toda la maquinaria y herramientas, como también el número de tractores e implementos, por lo cual se pretende realizar un inventario agrícola, como un servicio I prestado, por el grado de importancia que representaría al ingenio (Fernández *et al.* 2011).

B. Poco personal en actividades agrícolas a realizar

Existen muchas labores que se realizan dentro de este departamento. Se observó que muchos de los operarios realizan muchas labores que al final no concluyen con la mayoría, por falta de personal tienen que suplir otras labores. Muchos de los operarios realizan actividades para los cuales no están capacitados esto provoca deficiencia en el trabajo realizado.

C. Equipo en mal estado

Según el diagnóstico realizado, existe mucha deficiencia en el equipo agrícola utilizado, se puede mencionar la existencia de: tractores, implementos, motobombas, tubos, recipientes de plástico marca talishte, llaves de flujo, mangueras, aspersores, entre otros.

La falta de equipo nuevo, provoca exceso en el trabajo de las máquinas, sufriendo así muchos desperfectos, con esta situación puede retrasarse las labores y bajar la eficiencia (Fernández *et al.* 2011).

D. Personal no capacitado en labores que realizan en el departamento agrícola

En el departamento agrícola se realizan diversas labores. Por falta de personal capacitado continuamente se retrasan las actividades o se efectúan ineficientemente, por ello debe efectuarse capacitaciones con frecuencia, con el fin de realizar en mejor forma el trabajo planificado.

Como apoyo al grupo Santa Ana, S.A. se propone capacitar al personal impartiendo el curso de Caporal I como servicio II.

E. Problemas de plagas de roedores

Existe esta plaga en la mayoría de regiones con las que cuenta el ingenio. Actualmente se trabaja con control biológico controlando la incidencia de esta plaga, la cual afecta a la plantación en el proceso de formación de yemas en los tallos, provocando bajas en el proceso de selección de semilla por esqueje.

F. Altos costos en resiembra y daños al cultivo, por efecto de algunos productos químicos, aplicados como madurantes

Esta problemática dentro del proceso de producción es muy importante, haciendo énfasis en el planteamiento de una investigación por el impacto económico que representa. Esto se observa en la aplicación de herbicidas de diferentes casas formuladoras, puesto que existen muchos productos químicos que realizan su efecto de concentración de azúcares, pero dejan como resultados franjas sin rebrote, lo cual trae como consecuencia la resiembra y además elevar costos. También se menciona el daño que ocasiona al cultivo, que contrae efectos násticos o deformaciones de los tallos primarios, que en su etapa inicial de desarrollo y por estos efectos, no alcanza la madurez o desarrollo deseado y en algún porcentaje se muere.

G. Falta de equipo necesario

Esta es una problemática muy común en todos los sub departamentos, puesto que por no tener un inventario no se sabe la cantidad del equipo existente; además, por la mala manipulación de los operarios del equipo, estos se dañan (Fernández *et al.* 2011).

H. Burocracia administrativa

El fenómeno de la burocracia está presente en casi todos los ámbitos laborales, el Ingenio Santa Ana S.A no es excluyente de esta situación y encontramos frecuentemente obstáculos que solo retrasan las actividades requeridas, lo cual repercute en cada departamento del mismo.

1.6. CONCLUSIONES

- a) Se realizó un diagnóstico del departamento agrícola y servicios, del ingenio Santa Ana, S.A. Los resultados de este diagnóstico serán utilizados para comprender las partes débiles del departamento y para realizar una investigación y los servicios según las necesidades detectadas.
- b) El análisis FODA presenta una serie de problemas comunes dentro de dicho departamento, con lo que se puede generar una serie de servicios e investigación que ayuden en la producción del cultivo de caña de azúcar.
- c) Se realizó un organigrama del departamento y de la gerencia agrícola y servicios de campo, para observar la organización del mismo y su relación con los demás departamentos operativos.
- d) La situación del sub departamento de planificación y control, el cual es el encargado de la realización de la aplicación de madurantes, por lo que se enfatizó sobre la problemática de daño de estos productos utilizados en concentraciones inadecuadas. Con ello se propone la evaluación de cuatro madurantes en la variedad MEX 79-431.
- e) Con base al diagnóstico realizado se propuso la realización de servicios como apoyo a la institución, servicios que consistieron en capacitaciones del personal, con ello se ayudó grandemente a la institución.

1.7. RECOMENDACIONES

- a) Realizar manuales operativos de actividades realizadas en cada departamento.
- b) Brindarle instrucción específica a personal de nuevo ingreso por medio de capacitación previa, luego integrarlo en labores cotidianas del departamento.
- c) Continuar el proceso de capacitación a personal, iniciado en los servicios derivados de este diagnóstico.
- d) Evaluar constantemente el personal de labores con el fin de observar los resultados de las capacitaciones brindadas antes de iniciar operaciones.
- e) Realizar demostraciones operativas en el uso de herramientas empleadas y de maquinaria utilizada por personal capacitado.
- f) Actualizar y enriquecer los conocimientos de todo el personal operativo dentro de cada área del departamento.

1.8. BIBLIOGRAFÍA

1. Fernández Sánchez, M; Shkiliova, CL; Martínez, A. 2011. Metodología para el diagnóstico, análisis y toma de decisiones sobre el futuro desarrollo de los talleres de mantenimiento y reparación de las empresas agropecuarias (en línea). La Habana, Cuba, Instituto de Investigación de Mecanización Agropecuaria. 14 p. Consultado 1 oct 2012. Disponible en <http://www.fao.org/docs/eims/upload/cuba/5396/Trabajo%20202.%20Manuel%20Fdez.pdf>
2. Gómez, JF. 1995. Control de malezas (en línea). *In* CENICAÑA. El cultivo de la caña en la zona azucarera de Colombia. Cali, Colombia. Consultado 8 ene 2012. Disponible en http://www.cenicana.org/pdf/documentos_no_seridados/libro_el_cultivo_cana/libro_p1_43-152.pdf
3. Ingenio Santa Ana, División Agrícola y Servicios, GT. 1999a. Documento corporativo Santa Ana. Escuintla, Guatemala. 65 p.
4. _____. 1999b. Informe de estructura interna del Ingenio Santa Ana. Escuintla, Guatemala. 25 p.
5. Santa Ana.com.gt. 2012a. Grupo corporativo Santa Ana: productos y servicios (en línea). Guatemala. Consultado 8 ene 2012. Disponible en <http://www.santaana.com.gt/e.htm>
6. _____. 2012b. Grupo corporativo Santa Ana: ubicación geográfica de oficinas operativas (en línea). Guatemala. Consultado 8 ene 2012. Disponible en <http://www.santaana.com.gt/ac.htm>
7. Soto, GJ. 1995. Prototipo varietal de caña de azúcar para la agroindustria azucarera guatemalteca. Escuintla, Guatemala, CENGICAÑA. s.p. (Documento Técnico no. 5).
8. Subirós, F. 2000. El cultivo de la caña de azúcar. San José, Costa Rica, EUNED. 448 p.

CAPÍTULO II

**EVALUACIÓN DE CUATRO MADURANTES EN CAÑA DE AZÚCAR
(*Saccharum officinarum* L.) EN LA VARIEDAD MEX 79 – 431, EN LA FINCA
CERRITOS, DEL INGENIO SANTA ANA, S.A. DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA,
GUATEMALA, C.A.**

2.1. INTRODUCCIÓN

El cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) muestra un incremento diario en el área cultivada por ser una agroindustria de gran importancia en el país. Por ello, los ingenios se han dado a la tarea de realizar investigaciones que puedan dar resultados positivos en obtención de una mayor producción en toneladas caña y rendimiento de azúcar por unidad de área, todo esto se maneja con los recursos y tecnología disponible.

En Guatemala la aplicación de madurantes se inició a finales de la década de 1980, luego tomó auge y actualmente es una práctica muy importante y común, en todos los ingenios. Los productos más utilizados son: Sal isopropilamina de glifosato, Sal mono amonio de glifosato, Sal trimetilsulfonio de N-(fosfonometil) glicina, fluazifop-p-butil y Clethodim. La aplicación se realiza vía aérea, utilizando aeronaves de ala móvil como helicópteros o de ala fija como avionetas y aviones livianos; provistos de equipo de aspersión. El tiempo de espera entre la aplicación del madurante y la cosecha varía de 5 a 8 (hasta 10) semanas.

Esta técnica actualmente es utilizada en la costa sur del país, para inducir la planta en la etapa de maduración a una mayor concentración de sacarosa y que esto se vea expresado en la producción. Dentro de las labores agrícolas del cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), la aplicación de madurantes es fundamental para lograr una mayor acumulación de sacarosa, inducida a través de aplicaciones de productos químicos principalmente herbicidas o reguladores de crecimiento, utilizando dosificaciones bajas, para evitar fitotoxicidad en cultivos sensibles.

Antes de implementar la aplicación de madurantes en Guatemala, el rendimiento de azúcar promedio es de 72 kg azúcar/tonelada de caña. La agroindustria azucarera guatemalteca hace uso de madurantes desde los años 80's, especialmente Glifosato. No obstante, en los últimos años se han presentado mayores efectos adversos al cultivo de caña por la susceptibilidad varietal y a la colindancia de cultivos (hortícolas). Se tiene, también, la constante presión del ministerio de ambiente por reducir el uso de Glifosato en labores agrícolas. Por lo tanto, la búsqueda de alternativas de madurantes para la mejora de rendimientos, acumulación de sacarosa y reducción residual se hacen cada vez más importantes.

La aplicación de estos productos tiene mayor efecto en la acumulación de sacarosa en el periodo inicial de la zafra. Conforme avanza la cosecha, se obtiene un valor mayor en la concentración de sacarosa de los tallos, especialmente en los meses de enero y febrero, por las condiciones climáticas de la época, logrando con esta técnica mejores rendimientos en la producción, por efecto de los madurantes aplicados en concentraciones recomendadas.

2.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) como cualquier otro, tiene factores limitantes que influyen directamente sobre el rendimiento, entre éstos se encuentra la maduración. Por consiguiente tiende a influir en la cosecha para obtener mejores beneficios. Puede inducirse por tres causas, siendo estas: el ambiente, caracteres genéticos o por productos químicos dirigidos; la primera de ellas, se puede presentar por una reducción fuerte de humedad del suelo, un descenso de temperatura, una declinación de horas luz, etc.; la segunda por una maduración natural; se determina por la genética del material vegetal o variedad utilizada, dándose un proceso donde la planta deja de crecer y almacena energía en forma de sacarosa y la tercera es por inducción con productos químicos, que normalmente son herbicidas utilizados en bajas concentraciones, con el objeto de crear estrés en la planta.

La maduración inducida por productos químicos provoca bajas en los rendimientos de futuras cosechas, acortando la vida útil de los cañaverales. Normalmente se estima en 5 a 6 años la buena productividad y en áreas con la aplicación de herbicidas, se reduce el número de cortes productivos pudiendo renovar lotes de plantilla por un abuso o mala aplicación de los mismos.

Cuando un producto presenta buenos resultados en el proceso de madurez de tallos y acumulación de sacarosa en caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), como la utilización de glifosato, se hace propicio la utilización del mismo, pero por ser de acción sistémica, tiende a traslocarse a los puntos de crecimiento activo (yemas apicales y axiales), sensibilizando la cepa al nivel de las raíces y yemas de reserva que se emplearan en el siguiente período; en estos casos, la cepa se debilita, haciéndose más susceptible con el tiempo al ataque de plagas, enfermedades, estrés ambiental y el peor caso, sería una reducción significativa de la producción y que la vida útil se acorte.

Otro problema ocurre al no cosechar en el tiempo adecuado, se deteriora la concentración de azúcar. A pesar de existir un plan y seguimiento de cosecha, en ocasiones por alguna

razón, la cosecha puede atrasarse excediendo los días madurantes, provocando bajas en el rendimiento por el problema antes mencionado.

Actualmente el mercado ofrece productos que presentan acción que manifiesta una regulación de crecimiento apical matándolo y en otros casos, solo regula, sin matar para lograr estimular y acumular mayor cantidad de azúcar en el tallo sin presentar efectos negativos en el rebrote, los cuales están despertando interés en su uso, pero aún se desconoce a cabalidad su manejo y capacidad para inducir la concentración de azúcar en la caña y así considerarlos como potenciales sustitutos al glifosato.

2.3. MARCO TEÓRICO

2.3.1 Marco conceptual

A. Control y características de maduración

En la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) se puede considerar los estados de maduración botánica, fisiológica y económica (Deur, 1998). Desde el punto de vista botánico, se considera madura después de la emisión de flores y formación de semillas que puedan dar origen a nuevas plantas. Si se tiene en cuenta la multiplicación vegetativa, que se utiliza en la práctica, la maduración tiene un ciclo más corto y ocurre cuando las yemas están en condición de originar nuevas plantas.

La maduración fisiológica se alcanza cuando los tallos logran el mayor potencia de almacenamiento de sacarosa (máxima acumulación de azúcar). En caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), la maduración botánica ocurre antes de la fisiológica; significa que puede continuar acumulando sacarosa, generalmente 1 o 2 meses más, después de iniciar la caída de semillas.

El concepto de maduración económica está sobre la perspectiva de las prácticas agronómicas. En este sentido, la caña se considera madura, o en condiciones para el beneficio industrial, a partir del momento en que presenta un contenido mínimo de sacarosa y un % Pol por encima de 13% con base en el peso de la caña. Según (Colpos.mx. 2012). Pol= (Sacarosa Aparente) Valor determinado por polarización directa del peso normal (26.00 gramos) de un producto azucarado, aforado a 100 cm³ a 293 K (20°C), clarificado con subacetato de plomo, cuando sea necesario.

B. Maduración natural de la caña de azúcar

Es un proceso metabólico, durante el cual la planta deja de crecer y comienza a conservar la energía en forma de sacarosa, almacenándola en el tallo. La caña de azúcar presenta tres etapas en su ciclo de vida las cuales son: la vegetativa (va desde la germinación, formación de tallos, hasta el cese de su crecimiento y acumulación de la sacarosa y otras sustancias químicas), la reproductiva (formación y desarrollo de los órganos reproductivos) y la productiva. Se puede decir que la planta de caña durante el crecimiento se dedica

principalmente a la formación de los tallos, o sea, los depósitos para ser llenados de sacarosa (Buenaventura, C. 1986).

La capacidad de la caña para producir azúcar depende de los factores ambientales (como precipitación, luminosidad y oscilación de la temperatura), manejo del cultivo y de la variedad empleada (Nájera, BG. 1992).

C. Fisiología de maduración de la caña de azúcar

La planta de caña, requiere de un descenso de la temperatura ambiental que haga más amplio el rango entre la máxima temperatura diurna y la mínima nocturna, así como una reducción drástica de la humedad del suelo, con el fin de reducir su ritmo de crecimiento e inducirla a transformar en sucrosa (sacarosa) los azúcares reductores que utiliza para proveerse de energía necesaria para el crecimiento y desarrollo.

Por otro lado, el ciclo vegetativo de la caña de azúcar comprende tres etapas con ligera variante de acuerdo a la variedad, se definen así: la primera corresponde al desarrollo de cepas, desde la germinación o brote hasta que el campo cierra (5 a 6 meses de edad), la cual es la etapa de mayor requerimiento de agua, estando el contenido de la misma arriba del 85%; la segunda comprende la etapa de formación de sacarosa y se extiende del final de la primera, hasta el inicio de la maduración, período en que la humedad del tallo debe de ser 78 a 80%; y la tercera etapa es la maduración propiamente, la que se inicia a los nueve meses de edad, necesitándose entre un 73 a 75% de humedad en la planta para obtener una buena maduración.

Fisiológicamente, la maduración es un proceso metabólico en el cual la planta cesa su tasa de crecimiento vegetativo y acumula energía en forma de sacarosa dentro de tejidos parenquimatosos del culmo o tallo aéreo (Sáenz Soto, JO, 2004).

La capacidad de la caña para producir azúcar, depende de las condiciones favorables para la maduración natural de la misma. Estas son: períodos de poca lluvia, temperaturas bajas con oscilación entre el día y la noche de 11°C y bastante luz solar en un período de 4 a 6 semanas antes de la cosecha. (Buenaventura, C 1986). Los factores más importantes

en la maduración de la caña de azúcar, puede dividirse en cuatro categorías (Chávez Solera, MA. 1981).

D. Potencial de las variedades para acumular azúcar

El ciclo de crecimiento y el potencial de las variedades para acumular azúcar, puede ser determinado por los genetistas a través de un programa de mejoramiento que permite obtener variedades con características requeridas en cada región, por ejemplo, las variedades de Canal Point Clexiston desarrolladas por genetistas en Florida, U.S., poseen alta capacidad de acumulación de azúcar y de ciclo de productividad corto, mientras que variedades desarrolladas en Barbados y Puerto Rico tienen período de crecimiento mucho más largo.

E. Mecanismos de acumulación de sacarosa en la planta

Se encuentra localizada en las paredes celulares del tallo, dicho mecanismo es responsable de la hidrólisis de la sacarosa en hexosas (glucosa y fructosa). A medida que el cultivo madura, la concentración de invertasa neutral aumenta.

F. Maduración en función de humedad, temperatura, luminosidad, edad e influencia de los nutrientes (cantidad y accesibilidad del nitrógeno y potasio).

a. Humedad

En el suelo es un factor importante para la maduración de la caña de azúcar. Las relaciones de humedad interna de la caña, es el factor dominante en la síntesis y translocación de azúcares. Cuando la planta está en desarrollo, debe tener un suministro adecuado de agua que le permita la absorción de nutrientes del suelo, su transporte al tallo, y asimilación de los mismos para realizar los procesos fisiológicos (Arcila y Villegas. 1995).

Al momento del corte, es necesario reducir el contenido de humedad, esta acción ayuda a mejorar la calidad del jugo. Si hay bajos contenidos de humedad en el suelo, la cantidad de agua en los entrenudos más jóvenes, se disminuye y se reduce el crecimiento en

forma gradual, hasta que prácticamente cesa cuando llega el punto de marchitez. Cuando el desarrollo se retarda, se disminuye la demanda de azúcares y éstos se almacenan en los tallos. Al bajar la humedad de los tallos induce a la acumulación de sacarosa y disminuye la conversión de azúcares reductores. (Arcila y Villegas. 1995).

b. Temperatura

La temperatura es el factor climático que quizá desempeña el papel más importante en la maduración de la caña de azúcar. Infortunadamente los factores climáticos, en especial la temperatura no se puede controlar, pero si es posible si se conoce su tendencia de comportamiento, manejar el cultivo adaptándolo a las condiciones del clima. La temperatura afecta la absorción de agua y nutrientes de la planta, limitando así su crecimiento y desarrollo (Arcila y Villegas. 1995).

c. Luminosidad (radiación)

La radiación solar es la principal fuente de energía de las plantas. Éstas utilizan determinadas longitudes de onda (entre 400 y 700 nanómetros, que corresponden al ámbito de radiación fotosintéticamente activa); de esta manera se lleva a cabo el proceso de fotosíntesis y otras reacciones metabólicas. La caña de azúcar pertenece al grupo de plantas que posee un sistema fotosintético C4, capaz de fijar de manera más eficiente. Existen, sin embargo, variedades con mayor capacidad que otras en su eficiencia fotosintética (Subirós, F. 2000).

Cuanta mayor radiación exista, mayor será la eficiencia fotosintética, aspecto muy relacionado con la producción y acumulación de carbohidratos. Lo ideal es que, durante todo el ciclo la planta disponga de buena luminosidad. Por lo general, las plantas expuestas a pleno sol producen tallos cortos y gruesos, hojas de mayor longitud y de coloración verde intensa; por el contrario, bajo condiciones de poca luminosidad, los tallos son largos y delgados, las hojas son cortas, angostas y de una tonalidad amarillenta (Subirós, F. 2000).

d. Edad

La edad es una forma natural de reducir la humedad y el nitrógeno en los tallos, los cuales maduran, en óptimas condiciones al llegar a los doce meses de cultivada (Nájera, BG. 1992).

A medida que la caña sobrepasa su etapa de crecimiento más efectiva, se desarrolla más lentamente y el cogollo se reduce, los niveles de humedad y nitrógeno bajan y se almacena más azúcar en el tallo.

G. Influencia de los nutrientes

Los nutrientes afectan el crecimiento y el desarrollo de la planta durante su ciclo hasta alcanzar la maduración. Algunos presentan efectos adversos que pueden ser negativos y otros mejoran la calidad. El nitrógeno acciona negativamente respecto a la calidad de la caña cuando se aplica en exceso. Fertilizaciones excesivas y tardías con materia orgánica o riegos continuos con afluentes de las fábricas hace difícil la maduración. El fósforo juega un papel clave en la calidad de los jugos. Se estima, que para tener una buena clarificación en los procesos de obtención de azúcar o elaboración de panela se requiere concentración de 300 a 600 mg de pentóxido de di-fósforo por litro de jugo (Bertsch Hernández, F. 1998).

La suficiente disponibilidad de nitrógeno y potasio es muy importante no solo para obtener un incremento máximo sino también para almacenamiento óptimo de sacarosa en el cultivo de caña de azúcar.

H. Efecto de floración en la maduración

El efecto de floración sobre el rendimiento de azúcar y el tonelaje de caña dependerán de la edad del cultivo y de la intensidad de la floración. Al comenzar la floración se suspende la formación de nuevos entrenudos y se promueve la formación de yemas laterales; se inicia la formación de médula corchosa que se forma en la parte superior del tallo y se va extendiendo hacia abajo, dependiendo principalmente de las condiciones de humedad. En condiciones de sequía, las áreas de médula se unen y se forma un núcleo meduloso que

contiene muy poco jugo, cuando en estas cañas hay un resultado extra de fibra con muy bajo contenido de azúcar (Arcila y Villegas. 1995).

I. Control de la maduración

Para aumentar el contenido de sacarosa y poder llevar un control de la maduración de la caña, se pueden aplicar productos químicos que regulan el crecimiento y aceleran la maduración. Su efectividad depende de varios factores entre los cuales se pueden mencionar la variedad y la edad de la caña, producto utilizado, dosis, época de aplicación, etc.

A pesar de que los nutrientes pueden influenciar la fotosíntesis, la translocación y almacenamiento de los azúcares, su mayor contribución es asegurar el crecimiento máximo de la caña y obtener el mayor tonelaje de tallos por hectárea. Para obtener resultados óptimos el nitrógeno debe de aplicarse en los tres primeros meses de crecimiento de la caña de un ciclo de doce meses, desde la germinación hasta la cosecha (Arcila y Villegas. 1995).

J. Factores que determinan la calidad por madurez en el cultivo de la caña

a. Grados Pol

Se define analíticamente hablando, como una solución normal, donde 100°S.equivalen a la rotación óptica de 26 gramos de sacarosa exactos en 100 mililitros de disolución, medidos en un tubo de 200 mm y a 20 °C. De una forma más sencilla, es el porcentaje de sacarosa del jugo del contenido real de azúcar de caña presente en el jugo. Se determina con un polarímetro, de ahí que el porcentaje de sacarosa también sea llamado como grados Pol que también determina el porcentaje de sacarosa en el jugo (Arcila y Villegas. 1995).

b. Grados Brix

Se refieren al contenido de sólidos solubles totales representados por sacarosa, azúcares reductores y otros compuestos presentes en el jugo, expresados como porcentaje. Pueden

ser medidos en el campo, en la misma plantación, utilizando un refractómetro manual para Brix. Para esto se perforan varias plantas en el campo y se colecta su jugo para formar una muestra compuesta que será analizada. Luego se pone una gota del jugo compuesto en el refractómetro manual y se hace la medición de grados, dirigiendo hacia la luz el aparato (Arcila y Villegas. 1995).

c. Porcentaje de pureza de la caña

Se refiere al porcentaje de sacarosa respecto al contenido total de sólidos solubles del jugo. Es la relación existente entre el contenido de sacarosa presente en el jugo y el Brix. Una mayor pureza indica que existe un contenido mayor de sacarosa que de sólidos solubles en el jugo. El porcentaje de pureza junto con el porcentaje de sacarosa ayuda en la determinación de la época de madurez (Arcila y Villegas. 1995).

$$\text{Porcentaje de pureza} = (\text{Grados Pol} / \text{Grados Brix}).$$

d. Porcentaje de fibra de la caña

Porcentaje de materia seca de la caña, insoluble en agua, compuesta generalmente por celulosa, que a su vez está compuesta por azúcares simples como la glucosa (dextrosa) (Arcila y Villegas. 1995).

e. Porcentaje de humedad de la caña

Se define como la cantidad de agua en caña. Es de vital importancia para determinar el tiempo de cosecha. El porcentaje adecuado para proceder a cosechar la caña debe oscilar entre el 70 y 68% (Arcila y Villegas. 1995).

K. Maduración a través de compuestos químicos en la caña de azúcar

a. Definición de madurante

Un madurante es un compuesto orgánico, que en pequeñas cantidades, inhibe, fomenta o modifica de alguna forma, procesos fisiológicos de la planta. En caña de azúcar el

madurante actúa como un regulador de crecimiento que permite una mayor concentración de sacarosa. El término correcto es madurador (que hace madurar), sin embargo, en la revisión de literatura aparece como madurante (participio activo de madurar, que madura). El proceso de maduración en la caña de azúcar, puede inducirse imponiendo a la planta condiciones de déficit o estrés; las principales condicionantes de dicho déficit que se relacionan con la maduración son; el déficit de nutrientes (especialmente de nitrógeno), la humedad del suelo, la temperatura imperante en el ambiente y la retención del crecimiento por medio de madurantes químicos (Chávez Solera, MA. 1981).

La aplicación de madurante está dirigida a tres áreas importantes, una de ellas es la maduración directa antes de la cosecha, por reducción de la inversión de la sacarosa a azúcares reductores. Un método efectivo de la regulación del crecimiento tendría un valor máximo al principio y al final de la zafra, cuando los niveles de sacarosa no son óptimos.

b. Beneficios del madurante

A pesar de que al cultivo de caña se le presenten condiciones desfavorables, el madurante puede lograr dar una buena concentración de azúcar. Así mismo, puede inhibir la floración en algunas variedades. También puede secar las hojas de la caña, produciendo así una mejor quema, reduciendo la basura y costo adicionales de la misma, como transporte, es decir una reducción en la relación de toneladas de caña y toneladas de azúcar, puesto que se transporta caña sin basura y con mayor contenido de sacarosa (Chávez Solera, MA. 1981).

La caña tratada con el madurante, puede dar un aumento en la productividad, debido al incremento de sacarosa y la pureza del jugo obtenido, realizando con ello, una molienda de caña de buena calidad. Se ha demostrado que la caña tratada con el madurante tiende a deteriorarse con menor rapidez después del corte, que la no tratada. Esto conserva el azúcar ya almacenado dentro de los tallos de la caña, para los ingenios que por razones imprevistas no pueden procesar la caña dentro de las 48 horas después del corte. (Chávez Solera, MA. 1981).

c. Efectos visibles del madurante

A veces, puede notarse visibles después de la aplicación del madurante. Estos efectos pueden variar dependiendo de las condiciones de la plantación, estación del año, variedad de caña, etc. Pero generalmente se produce un moteado, manchas y quemadas de punta de las hojas, dentro de los 10 primeros días que siguen de la aplicación. En otras ocasiones, es seguido por amarillamiento o enrojecimiento de las hojas y del cogollo de la planta. En algunos casos aparecen brotes laterales como característica típica de la caña tratada con el madurante. Estos brotes no reducen la calidad del jugo. Otros efectos visibles pueden incluir la desecación de las hojas, la inhibición del crecimiento de las espigas, acortamiento de los entrenudos superiores o terminales y engrosamiento de los nudos (Chávez Solera, MA. 1981).

d. Efecto del madurante en la caña

La aplicación de madurante tiene mayor efecto cuando se hace al final del periodo de desarrollo del cultivo, sin que éste haya alcanzado un estado avanzado de maduración fisiológica. En la mayoría de las variedades cultivadas en la zona, esto ocurre entre los 10 y los 12 meses de edad. Aplicaciones después de los doce meses tienen una respuesta menor, debido a que en esta edad el cultivo tiene una mayor madurez obtenida naturalmente (Chávez Solera, MA. 1981).

e. Efectos de los madurantes en la producción

Con la aplicación de madurantes es posible incrementar hasta en un 25% la producción de azúcar. Para que esto ocurra es necesario que el producto disminuya el ritmo de crecimiento de la planta, de tal forma que en el tallo se almacene una cantidad mayor de sacarosa.

Entre el momento de la aplicación y 6 a 12 semanas después, las plantas que reciben dosis adecuadas pueden presentar un crecimiento entre 10 y 25 cm menor al que tendrían si no hubieran recibido dicha aplicación. Si lo anterior tuviera un efecto directo en la producción, se esperarían disminuciones entre 3% y 8% por efecto del madurante; sin

embargo, se deben tener en cuenta factores como: El mayor crecimiento de las plantas que no reciben madurantes se debe, en parte, al desarrollo del cogollo, el cual se deja como residuo en el campo al momento de la cosecha. Por el contrario, los cogollos de las plantas que reciben madurante son más pequeños (Chávez Solera, MA. 1981).

El diámetro de los tallos de las plantas que reciben madurantes y su peso por unidad de longitud tienden a ser mayores, como resultado de la limitación en el crecimiento. El madurante incrementa de manera apreciable el contenido de sacarosa de la tercera parte superior del tallo, lo que justifica un corte más alto al momento de la cosecha.

En plantas sin madurantes el contenido de sacarosa en esta parte del tallo es bajo. Por las razones anteriores, el uso de madurantes no tiene por qué afectar la producción, siempre y cuando la eliminación del cogollo sea adecuada al momento de la cosecha, e inclusive se esperarían mayores producciones de caña cuando aquellos se aplican, si se tiene en cuenta que es mayor la cantidad de tallo útil que se puede cosechar para molienda (Chávez Solera, MA. 1981).

f. Efecto del madurante sobre la altura del corte

La altura de corte o descogolle de la caña, la debe definir el rendimiento en azúcar que tenga los últimos entrenudos cercanos al cogollo verdadero. El valor mínimo de rendimiento está determinado por la cantidad de azúcar recuperable que permita al menos pagar los costos de corte, alce, transporte y procesamiento.

No es rentable moler porciones de tallo que tengan rendimientos inferiores a 5.5%, valores que pueden cambiar de un ingenio a otro, de acuerdo con la variación no solo de los costos mencionados, sino también del mismo valor de la caña (Chávez Solera, MA. 1981).

La aplicación de madurante eleva el rendimiento de los últimos entrenudos, se descogolla sin dejar tallo adherido. En cultivos de caña donde no se aplica madurante es necesario descogollar con cinco entrenudos del tallo adheridos al cogollo, (Ver Figura 4) que equivale a dejar 17 Ton/ha de caña en el campo (Chávez Solera, MA. 1981).

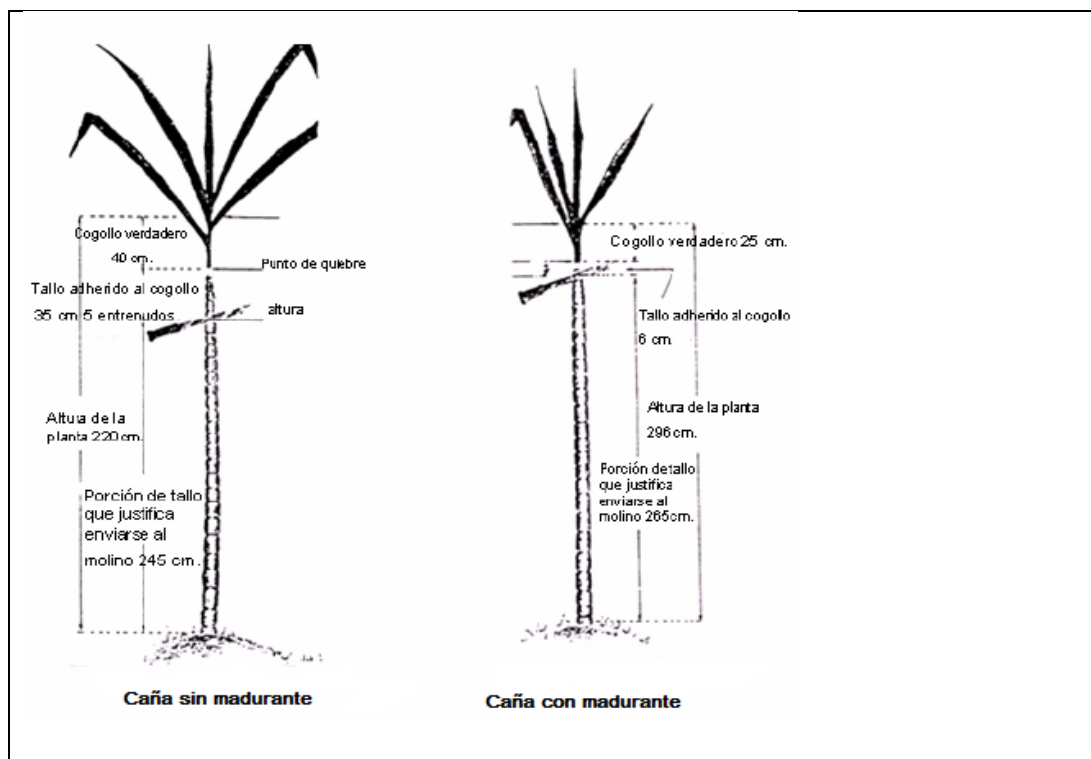


Figura 4. Corte de caña, diferenciación obtenida con efecto de madurantes.
Fuente: Chávez Solera, MA. 1981.

Por lo tanto, la aplicación de un madurante permite aprovechar entre 11 y 17 Ton/ha. de caña adicional, cantidad que compensa y supera cualquier merma en el tonelaje por disminución del crecimiento de los tallos que por efecto del madurante se puede presentar. El concepto de altura de corte que involucra las ideas anteriores, no es fácil de llevarlo a la práctica, pues el rendimiento de los últimos entrenudos varía dependiendo de las condiciones de cultivo tales como la variedad, edad de corte, clima y respuesta al madurante.

g. Beneficio económico del uso de madurantes

El beneficio directo que se obtiene de la aplicación de madurantes, está representado por el incremento en el rendimiento de azúcar recuperable obtenido, menos los costos de la aplicación. Los costos de aplicación están representados por el valor del producto, el costo del vuelo de la aeronave, la mano de obra y otros costos adicionales. Los incrementos periódicos de estos costos, las diferentes respuestas de las variedades al madurante y las variaciones en el precio del azúcar, hacen difícil determinar la rentabilidad exacta de esta

práctica. Sin embargo, se puede asegurar que el incremento de 1 kg de azúcar por tonelada de caña molida es suficiente para pagar la inversión.

L. Morfología de la caña de azúcar

a. Sistema radical

Constituye el anclaje de la planta y el medio para la absorción de nutrimentos y de agua del suelo. Está formado por dos tipos de raíces:

i. Raíz de las estacas originales o primordiales

Son aquellas que se originan a partir de la banda de primeras zonas radicales, localizada en el anillo de crecimiento del esqueje o estaca original que se siembra, son delgadas, muy ramificadas y su período de vida llega hasta el momento que aparecen las raíces en los nuevos brotes, lo cual ocurre entre los 2 y 3 meses de edad (Ver Figura 5).

ii. Raíz permanente

Son aquellas que brotan de los anillos de crecimiento radical de los nuevos brotes, son numerosas, gruesas, de rápido crecimiento y su proliferación avanza con el desarrollo de la planta (Ver Figura 5).

La cantidad, longitud y edad de las raíces permanentes dependen de la variedad, tipo de suelo, humedad y temperatura del mismo (Amaya et al. 1995).

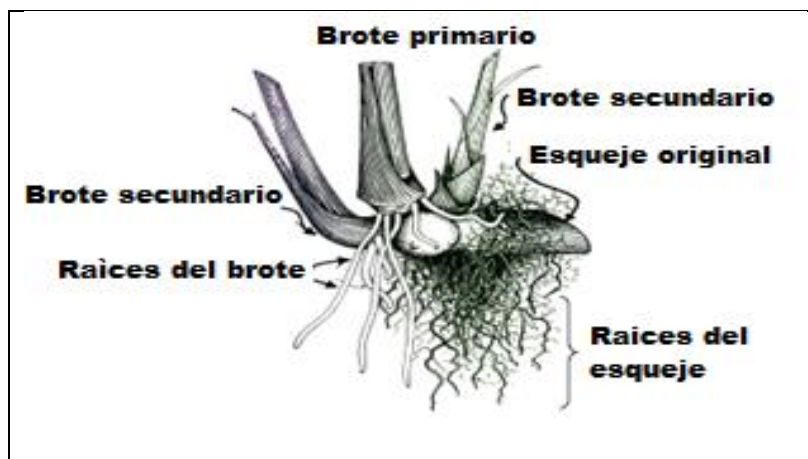


Figura 5. Sistema radicular y tipos de brotes.

Fuente: Humbert 1974.

b. Tallo

Es el órgano más importante de la planta de la caña, ya que en él se almacenan los azúcares. La caña de azúcar forma cepas constituidas por la aglomeración de los tallos (macollas), que se originan de las yemas del material vegetativo de siembra y de las yemas de los nuevos brotes subterráneos (Ver. Figura 6). El número, el diámetro, el color y el hábito de crecimiento del tallo dependen principalmente de las variedades. El tamaño o longitud de los tallos depende de las condiciones agroecológicas de la zona donde crece y del manejo que se le brinde a la variedad. El tallo se denomina primario, secundario, terciario, etc., si se origina de las yemas del material vegetativo original, del tallo primario, o de los tallos secundarios, respectivamente.

Los tallos de la caña de azúcar están formados por nudos en los que se desarrollan las yemas y las hojas, estos nudos se encuentran separados por entrenudos (Amaya et al. 1995).

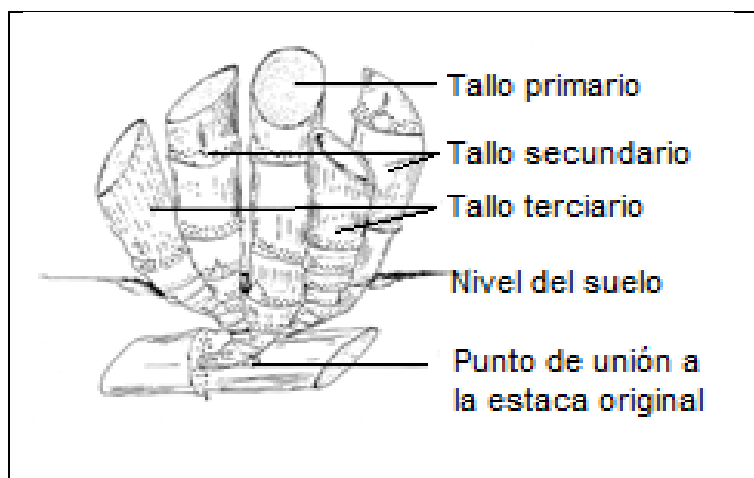


Figura 6. Diferenciación de tallos en la caña de azúcar.
Fuente: Humbert, 1974.

c. Nudo

Está formado por el anillo de crecimiento, la banda de raíces o primordios radicales, la cicatriz foliar, el nudo propiamente dicho, yema vegetativa y el anillo ceroso. En la parte superior de la yema y sobre el entrenudo se proyecta una hendidura llamada canal de la yema. Las partes más importantes de la yema, son las alas, el poro germinativo y el apéndice. Figura 7 (Amaya et al. 1995).

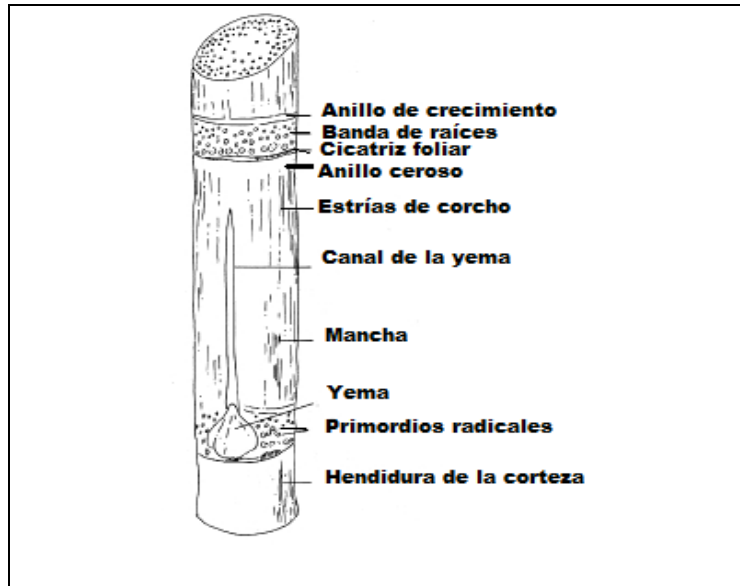


Figura 7. Partes principales del tallo de la caña de azúcar.

Fuente: Artschwager y Brandes 1958.

d. Entrenudo

Es la proporción del tallo localizada entre dos nudos. El diámetro, el color, la forma y la longitud de los entrenudos cambia con las variedades. Las formas más comunes de entrenudos son: cilíndrico, en forma de hueso, conoidal, cóncavoconvexo. En la parte terminal del tallo se encuentra el meristemo apical, rodeado por los primordios florales (Amaya et al. 1995).

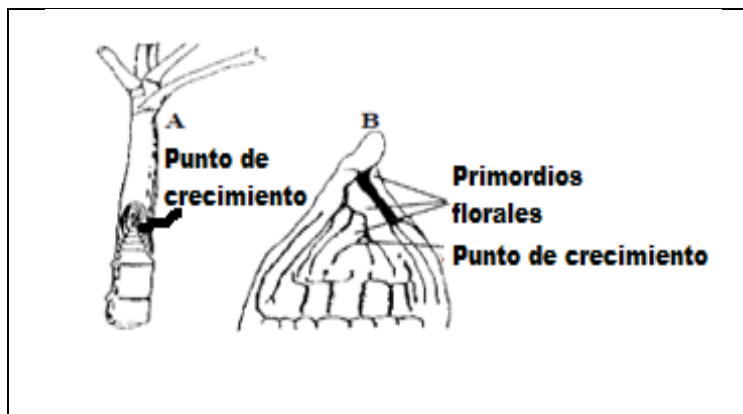


Figura 8. A) Meristemo apical y B) Primordio floral.

Fuente: Blackburn, 1991.

M. Centro de Investigación y Desarrollo de la Caña de Azúcar (C.I.D.C.A)

Se encuentra ubicado en Tapachula Chiapas, donde se inicia el Programa de Mejoramiento Genético de la Caña de Azúcar en México, la situación geográfica de la estación proporciona excelentes condiciones naturales para obtener luz de alta calidad y viabilidad. El banco de germoplasma compuesto por 2,768 variedades cuenta con gran diversidad genética para realizar cruzamientos para las 15 diferentes zonas agroecológicas de nuestro país y compromisos internacionales (Camaraazucarera.org.mx. 2011).

El objetivo es crear nuevas combinaciones híbridas con los suficientes atributos para ser sometidas a programas de selección nacional, lo que ha permitido que actualmente, el campo cañero mexicano este sembrado con el 55% de variedades mexicanas. El 45% restante de la superficie nacional está sembrado con variedades extranjeras, gracias al Programa de Intercambio de Importación de Variedades que mantiene la C.N.I.A.A. con países productores de caña de azúcar, los cuales después de pasar 24 meses en la estación cuarentenaria de Tizimín, Yucatán, se incorporan a los programas de selección que se conducen en México.

Actualmente dada la calidad de estos trabajos han dado como resultado convenios con instituciones de reconocido prestigio internacional como CENICAÑA, en Colombia, FUNDACAÑA en Venezuela y CENGICAÑA, en Guatemala, para la elaboración de programas de cruzamientos en México, así como en proyectos y negociaciones con otros centros de investigación (Camaraazucarera.org.mx. 2011).

N. Programa de variedades

Durante más de cuatro siglos prevalecieron en México las variedades criollas Morada, Rayada y Cristalina y a partir de 1930 llegaron las variedades POJ 2878 y Co 290 de Java y la India; pero debido a su marcada declinación en la producción fue necesario el establecimiento de un Programa de Mejoramiento Genético, con el propósito de encontrar variedades adaptadas a nuestras condiciones ambientales (Camaraazucarera.org.mx. 2011).

La Estación de Hibridación de la Caña de Azúcar en México, fue establecida en el año de 1951 previo estudio agroclimático, bajo la dirección de la Unión de Productores de Azúcar, S. A. (U.N.P.A.S.A.), en la Finca Rosario Izapa, a 20 km de Tapachula, debido a que esta zona es la única del país que reúne las condiciones naturales necesarias para la realización de trabajos encaminados al mejoramiento genético de la caña de azúcar (Camaraazucarera.org.mx. 2011).

El Centro de Investigación y Desarrollo de la Caña de Azúcar (C.I.D.C.A), depende de la C.N.I.A.A., la cual está conformada por los miembros propietarios de los ingenios azucareros. Se encuentra ubicado en el kilómetro 17.5 de la carretera Tapachula-Talismán; entre los paralelos 14°57' de latitud norte y 90° 10' de longitud oeste, del meridiano de Greenwich y a una altitud de 366 metros sobre el nivel del mar (Camaraazucarera.org.mx. 2011).

O. Obtención de variedades

Después que la C.N.I.A.A. decidió continuar con el desarrollo del mejoramiento genético en México, retomando e impulsando al C.I.D.C.A., se han logrado obtener variedades que se encuentran en las fases semicomercial y comercial, en los campos experimentales. Cabe señalar que estas variedades han sido seleccionadas bajo las condiciones agroecológicas de cada campo y por lo tanto solo se ha evaluado su resistencia al virus mosaico de la caña de azúcar (Camaraazucarera.org.mx. 2011).

P. Variedad MEX 79 – 431

País de origen: México.

Año de ingreso: 1995.

Progenitores: CO – 421 x MEX 57 – 473(Laica.co.cr. 2012).

Q. Características de la variedad MEX 79-431

Tallo de medio a grueso de color verde crema cuando está cubierto por la vaina y de color verde amarillento en exposición al sol, en ambos casos con presencia de cera negra. Entrenudo de forma cilíndrica en zigzag. Yema abultada de forma pentagonal, con alas,

separada de la cicatriz foliar, no rebasa el anillo de crecimiento. Hojas arqueadas de ancho medio y color verde normal. La vaina es verde con tintes morados en la base, presencia abundante de cera blanca y ausencia de ahuates. Tiene buena generación, macolla y apariencia agronómica aún en condiciones adversas como la sequía. El soque es excelente. Presenta floración escasa a regular, siendo particular el hecho de que los mayores porcentajes ocurren en altitudes medias y no en zonas con más altitud o al nivel del mar, presenta despaje regular. El rendimiento de campo a nivel experimental en planta y soca es de 193 y 173 ton de caña por ha respectivamente. (Campopotosino.gob.mx. 2013).

En localidades donde se concentra una alta humedad ambiental llega a presentar la enfermedad de la mancha de ojo, pero este problema se elimina con un adecuado manejo de la variedad, ocasionalmente se le ha observado con síntomas de mosaico. Es de maduración media. En ciclo planta % de sacarosa en caña es de 13.8 y en soca de 14.1%. (Campopotosino.gob.mx. 2013).

R. Productos comerciales utilizados en los ensayos realizados

a. Glifosato

i. Descripción:

- a) Ingrediente activo: Glifosato.
- b) Nombre químico: Sal isopropilamina de N-(fosfonometil) glicina.
- c) Nombre comercial: Roundup SL (Concentrado Soluble (SL)).
- d) Grupo Químico: Derivado de glicina.
- e) Concentración y formulación: 360 g/L de glifosato.
- f) Modo de acción: Sistémico.
- g) Clasificación toxicológica: IV.
- h) Banda Toxicológica: Verde.
- i) Fabricante: Monsanto company.

La mayoría de los productos que se han evaluado como madurantes en caña de azúcar son herbicidas específicos para especies de hojas angostas (gramíneas), de aplicación

pos emergente y de acción sistémica con base en Asulam (herbicida) y compuestos del grupo oxifenoxido (Ortiz, 2003). En el valle geográfico del río Cauca, Roundup SL presenta buenos resultados en términos de efectividad, persistencia de su actividad y economía (Arcila y Villegas, 1995).

La molécula de glifosato N (fosfometil) glicina, el ingrediente activo de Roundup SL, está relacionada con la glicina, el aminoácido esencial más simple, siendo su fórmula estructural la siguiente (Ver Figura 9).

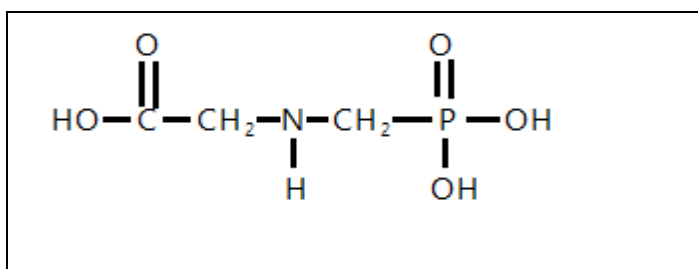


Figura 9. Estructura molecular del glifosato.
Fuente: Arcila y Villegas, 1995.

ii. Mecanismo de acción

Roundup es un herbicida no selectivo, de aplicación pos emergente y acción sistémica recomendado para el control de la mayoría de las malezas anuales y perennes en crecimiento activo. La penetración ocurre a través de la cutícula de las hojas u otros tejidos verdes fotosintéticamente activos de los tallos jóvenes. Traspasa las paredes y membranas celulares para ponerse en circulación, por el floema, junto con los productos de la fotosíntesis (Farmex.com.pe. 2012).

iii. Modo de acción

El glifosato, ingrediente activo de Roundup inhibe la enzima 5-enolpiruvil shiquimato 3-fosfosintasa, la cual facilita la reacción del shiquimato-3-fosfato y fosfoenolpiruvato en el proceso de síntesis del ácido shiquimico, el cual es el precursor común para la formación de tres aminoácidos que solamente sintetizan las plantas; fenilalanina, tirosina y triptófano por lo tanto el glifosato bloquea la acción del ácido shiquimico y por ende la producción de

estos tres aminoácidos esenciales e indispensables para la producción de proteínas que la planta requiere para la formación de nuevos tejidos (Farmex.com.pe. 2012).

iv. Impacto económico

La aplicación del glifosato es una práctica rentable. Un manejo eficiente de esta tecnología permite obtener beneficios económicos que superan ampliamente los costos de aplicación (40 Kg. extras de azúcar por hectárea) al lograr en promedio entre 500-700 Kg. De azúcar/hay en un plazo corto (6^o - 10^o semanas del tratamiento). El impacto económico es mayor si se consideran los beneficios indirectos que genera la aplicación (inicio de la molienda, mejor calidad de cosecha, menor trash (trash = residuos indeseados, lodo, residuos de hoja, piedras, etc.), mayor altura de despuntado, etc.) (Larrahondo y Villegas, 1995).

v. Comportamiento en el suelo

En el suelo, la molécula de glifosato se comporta como un catión. Debido a sus cargas positivas se fija fuertemente en las partículas coloidales (arcillas y materia orgánica) cargadas negativamente que impiden su lixiviación. Simultáneamente ocurre un proceso de degradación por parte de los microorganismos que descomponen el ingrediente activo en compuestos naturales simples como agua, CO₂, N y fósforo. Se considera que el Roundup se biodegrada totalmente entre 60 y 90 días después de entrar en contacto con el suelo (Arcila y Villegas, 1995).

vi. Solubilidad

Es altamente soluble en agua (20,000 mg/kg de agua). Las soluciones preparadas son, por consiguiente, estables y permanecen uniformes por largo tiempo después de su preparación.

vii. Volatilidad

No es volátil y no produce vapores que puedan afectar plantas próximas. Sin embargo, puede ocurrir dispersión de gotas finas por el viento, especialmente cuando se utilizan

boquillas de baja descarga y presiones altas. Para evitar lo anterior, se recomienda hacer las aplicaciones aéreas en las primeras horas del día.

viii. Toxicidad

En los países que utilizan cuatro categorías de toxicidad para los productos químicos, Roundup se clasifica en la cuarta, que corresponde al grupo de pesticidas menos tóxicos.

ix. Compatibilidad

Por tratarse de un herbicida no selectivo se recomienda no mezclarlo con otros plaguicidas por incompatibilidad de uso. Mezclas en el tanque con herbicidas residuales como ureas sustituidas y triazinas o herbicidas postemergente como paraquat, MNMA, phenoxy u otros herbicidas del tipo auxinas pueden reducir la eficacia del glifosato (Farmex.com.pe. 2012).

x. Reingreso a un área tratada

No ingresar sin protección a un campo aplicado hasta 24 horas después de la aplicación. Mantener alejado al ganado durante este periodo.

xi. Dosis de Glifosato

En general la dosis se expresa como cantidad de producto químico por unidad de superficie (L/ha ó Kg/ha) y, ocasionalmente, se usa el porcentaje de concentración de la solución. El volumen total que se aplica puede variar de acuerdo con el modo de acción del producto y el objetivo que se busca con la aplicación, en este caso la maduración de la caña de azúcar.

Después de una década de estar haciendo aplicaciones comerciales de madurantes en caña de azúcar, las dosis de los productos y los volúmenes de la mezcla se han ajustado de acuerdo con los resultados de la investigación y las experiencias en los ingenios.

Con base a experiencias e historial del ingenio Santa Ana, se han evaluado dosis de glifosato, que van desde 0.2 a 0.8 litros de ingrediente activo por hectárea (i.a./ha), dependiendo del tipo de aeronave y del equipo utilizado para la aspersión.

xii. Daños en cultivos vecinos

Reducción de la producción cultural del cañaveral aplicado por efecto de altas dosis o de aplicaciones muy tempranas. Posibles efectos en el rebrote y/o en el rendimiento cultural del ciclo siguiente en lotes estresados, por efecto de sobredosis, o fajas de sobre aplicación. Deterioro de la calidad fabril por retrasar la época de cosecha. Afectar la capacidad de brote de yemas en lotes destinados a caña semilla (Yamada y Camargo, 2007).

Existen evidencias de que el glifosato causa efectos en la disminución de la síntesis de ácido aminolevulínico (ALA), el cual es un precursor de la biosíntesis de hierro y magnesio el cual es precursor de la síntesis de la clorofila, de igual forma el hierro precursor de la síntesis del fitocromo (Yamada y Camargo, 2007).

b. Etefon

i. Descripción:

- a) Ingrediente activo: Etefon.
- b) Nombre químico: Acido-2-cloroetil- fosfónico.
- c) Nombre comercial: Optilux 48 SL Fito regulador (Concentrado Soluble (SL))
- d) Grupo Químico: Derivado del ácido fosfónico.
- e) Concentración y formulación: 480 g/L Concentrado soluble (SL).
- f) Modo de acción: Contacto, hormonal.
- g) Clasificación toxicológica: IV, Normalmente no ofrece peligro.
- h) Banda Toxicológica: Verde.
- i) Fabricante: Luxan B.V. Holanda.

ii. Modo de acción

Optilux 48 SL, actúa por contacto hormonal, es un regulador de crecimiento que se utiliza para estimular la maduración y producir coloración en los tejidos de plantas (Solagro.com.ec.2012).

iii. Mecanismo de acción

Optilux 48 SL libera etileno dentro de los tejidos vegetales poco después de la aplicación. El etileno es una hormona natural que induce y regula diferentes procesos en las plantas. Actúa en los procesos de maduración, coloración y senescencia en las plantas tratadas (Solagro.com.ec. 2012).

iv. Ventajas

Estimula el rebrote, mayor tonelaje/hectárea, mejora la calidad de fibra, mejora la calidad de jugos, incrementa la productividad.

v. Modo de empleo equipo aéreo

Para aplicaciones aéreas es necesario utilizar un mínimo de 20 litros de solución por hectárea.

vi. Intervalo de aplicación

Normalmente no se necesita repetir la aplicación de Optilux 48 SL, a menos que llueva durante las 6 horas siguientes a la aplicación.

vii. Intervalo entre la última aplicación y la cosecha

Se necesita como mínimo un día para realizar las cosechas.

viii. Intervalo de reingreso al área tratada

Esperar a que el caldo de aspersion seque completamente para poder ingresar.

ix. Toxicidad

Provoca un amarillamiento, que después de cinco días de la aplicación se disipa; está dentro de la categoría cuatro.

x. Compatibilidad

Se recomienda hacer la aplicación del producto solo. No mezclar con otros productos. Nunca mezcle Optilux 48 SL con productos de reacción alcalina o productos con iones metálicos.

c. Trinexapac-etil.

i. Descripción:

- a) Ingrediente activo: Trinexapac-etil.
- b) Nombre químico: 4-ciclopropil (hidroxi)metilen-3,5 dioxociclohexanocarboxilato de etilo.
- c) Nombre comercial: Moddus 25 CE Fito regulador.
- d) Grupo Químico: Pertenece al grupo químico Ciclohexanodionas.
- e) Concentración y formulación: 250 g/L. Concentrado Emulsionable (CE)
- f) Modo de acción: Sistémico.
- g) Clasificación toxicológica: IV, Normalmente no ofrece peligro.
- h) Banda Toxicológica: Verde.
- i) Fabricante: SyngentaCropProtection AG, Suiza.

ii. Modo de acción

Moddus 25 CE es un producto sistémico que pertenece a una nueva clase química (ciclohexanocarbixílico) que actúa como regulador del crecimiento en cultivos de cereales, utilizado para disminuir sensiblemente el “acame” en esos cultivos. El producto, una vez absorbido, pasa a actuar selectivamente a través de la reducción del nivel de “giberelina activa” (GA1), induciendo a la planta una inhibición temporal del ritmo de crecimiento del tallo sin afectar el proceso de la fotosíntesis. Esto engrosa y endurece el tallo y acorta los

entrenados basales produciendo plantas de menor altura, que se traduce en un fortalecimiento del sistema radicular y en la reducción del “acame” (Ramac.com.ni. 2012).

iii. Modo de aplicación

Debe prepararse una pre mezcla con la dosis de Moddus 25 EC y un poco de agua, luego agregarla directamente al tanque del equipo de aspersión en constante agitación, completando el volumen total de mezcla conforme la calibración efectuada de previo. Se debe aplicar con mucha precaución para evitar la deriva a cultivos adyacentes sensitivos al producto que puedan causar alteraciones en su crecimiento, sobre todo cuando la aplicación se efectúe por la vía aérea. Se deben evitar al máximo los traslapes, por lo que las aplicaciones aéreas, deben efectuarse en horas tempranas de la mañana con vientos muy débiles Ramac.com.ni. 2012).

iv. Método de aplicación

Puede ser aplicado vía terrestre u aérea utilizando boquillas cono hueco preferentemente con ángulo de 80° (baja deriva) y presión de 30-60 PSI. Es importante usar agua limpia.

v. Compatibilidad

Debe aplicarse solo.

vi. Intervalo de reingreso al área tratada

No existe ninguna restricción para el ingreso después del tratamiento.

vii. Contraindicaciones

No aplicar en cultivos con estrés causado por sequía, heladas, enfermedades, ataques de insectos o deficiencia de nutrientes.

No aplicar en variedades que tengan la inserción de espiga muy cercana a la vaina de la hoja bandera.

d. Fluazifop-p-butil

i. Descripción:

- a) Ingrediente activo: Fluazifop-p-butil.
- b) Nombre químico: Butil(R)-2-{4 [5-(trifluorometil) -2-piridinil] oxi} fenoxi} propanoato.
- c) Nombre comercial: FusiladeBiw CE.
- d) Grupo Químico: pertenece al grupo químico Ariloxipropionatos.
- e) Concentración y formulación: 125 g/L Concentrado Emulsionable (CE).
- f) Modo de acción: Sistémico post emergente.
- g) Clasificación toxicológica: IV, Normalmente no ofrece peligro.
- h) Banda Toxicológica: Verde.
- i) Fabricante: SyngentaAgroMx, México.

ii. Características

FusiladeBiw es un herbicida sistémico post emergente para el control de maleza gramínea y selectiva a cultivos de hoja ancha. Es nocivo o fatal para todas las plantas gramíneas. No controla la maleza de hojas anchas ni ciperáceas como juncos y coquillo (Agromich.com. 2012).

iii. Modo de acción

Por ser sistémico se transporta del follaje a los rizomas o estolones de los zacates perennes y se acumula en los puntos de crecimiento. El crecimiento del zacate se interrumpe casi inmediatamente reduciendo la competencia del zacate sobre el cultivo, posteriormente se presenta un enrojecimiento de las hojas más jóvenes, necrosis de los puntos de crecimiento y finalmente la muerte de la planta, entre 2 a 4 semanas después de la aplicación (Agromich.com. 2012).

iv. Condiciones ambientales

Aplique a malezas en pleno desarrollo con humedad en el suelo. No aplique cuando la maleza esté en estrés por sequía. FusiladeBiw resiste la lluvia después de una hora de aplicación.

v. Intervalo de reingreso al área tratada

Para mayor seguridad del personal de trabajo, espere a que seque bien el producto aplicado para reingresar a las áreas tratadas.

vi. Método para preparar el producto

Llene el tanque a una tercera parte o a la mitad de su capacidad total. Agregue la cantidad necesaria de FusiladeBiw de acuerdo a su calibración, adicione el resto de agua y agite esta mezcla. Es importante usar agua limpia y mantener la agitación durante la aplicación.

vii. Aplicación

FusiladeBiw puede aplicarse con mochila, tractor y avión. Con el equipo de mochila y tractor se puede dirigir la aspersion en banda para controlar la maleza sobre la hilera del cultivo, dejando el surco sin tratar. Para obtener máximo cubrimiento, dirija la boquilla hacia los zacates. Aplicación aérea, aplique al atardecer o al amanecer. No aplicar cuando haya cultivos susceptibles a menos de 1 km de distancia o cuando los vientos sean capaces de arrastrar la niebla del producto (más de 8 km/hora).

viii. Contraindicaciones

Deje 60 días entre la última aplicación y la cosecha del cultivo. En áreas no cultivadas en descanso, deje cuando menos 60 días después de aplicar el producto antes de sembrar arroz, trigo, pastizales, maíz y sorgo.

ix. Compatibilidad

Se recomienda no efectuar mezclas con otros agroquímicos sin previas pruebas de compatibilidad. Las mezclas serán con productos registrados y autorizados en estos cultivos.

x. Fitotoxicidad

No es fitotóxico a las dosis recomendadas a cultivos de hoja ancha. No aplique a cultivos monocotiledóneos como maíz, sorgo, trigo, arroz y otros cereales.

2.3.2 Marco referencial

A. Descripción del área de estudio

a. Localización de la finca Cerritos

La finca “Cerritos” pertenece a la “Región VI” de la corporación “Santa Ana S.A.”, ubicada en el municipio de Escuintla, dentro del departamento de Escuintla. La región tiene una extensión de 3,733.37 ha, con una pequeña extensión de cobertura forestal y dos ríos que recorren adyacentes a los límites de la finca y posee un nacimiento hídrico dentro de la finca. Es una finca que posee pendientes leves no mayores del 3 % (Simmons *et al* 1959).

b. Región VI del ingenio Santa Ana y su extensión territorial

Está sub-dividida en diferentes fincas, para el mejor control en las labores agrícolas y operacionales. La región VI cuenta con una extensión territorial de 3,733.37 ha, sembradas con caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) de las 24,204.00 ha con las que cuenta en el proceso productivo. (Santa Ana.com.gt. 2012).

c. Ubicación geográfica y generalidades

Las fincas del ingenio Santa Ana, se ubican en los municipios de: Masagua, Guanagazacapa, San José, La Democracia y Santa Lucía, todos del departamento de Escuintla, a una altura comprendida entre 10-150 msnm, una latitud que va de 13°57' a 14°15' y una longitud de 90°43' a 91°00' aproximadamente (Simmons *et al* 1959).

d. Fisiografía

La región VI del Grupo corporativo Santa Ana está ubicada dentro del área que comprende a la región natural llanura costera del pacífico. Entre los usos predominantes de la tierra, se encuentran las plantaciones de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*

L.), Hule (*Ficus elastica* R.), Palma Africana (*Elaeis guineensis* Jacq.) y Pasto estrella (*Cynodon plectostachyus* K.) (Wikipedia.org.es. 2012).

e. Edafología

Según Simmons (1959), los suelos que se localizan en la región son de las series: Bucul, Tiquisate migajón, Paxinama, Tiquisate migajón arenoso, Papaturo y Guacalate. De acuerdo con el estudio semi-detallado de suelos de la zona cañera del sur de Guatemala, se presentan los complejos siguientes: TDp, Ga, Rap-N, TBpl-M, (CA-PM)p, (CA-PM)p-N, (BA-CA)-p, (BA-CA)p-N, RDp, (RB-BA)p, PLp y (PL-PD)a, los cuales en su mayoría son suelos bien drenados, con relieve plano de 1-3% de pendiente, sin problemas de erosión y salinidad (Simmons *et al* 1959).

f. Vías de acceso y comunicación

El acceso hacia el casco del ingenio y a la región VI finca “Cerritos”, se puede realizar por dos rutas, la primera, por la ruta que conduce de Escuintla hacia Santa Lucía Cotzumalguapa, desviándose en el kilómetro 64.5 hacia el lado izquierdo. La distancia desde la entrada hasta el casco de la finca “Cerritos”, es de 2 km.

Otra ruta de acceso es por la carretera de Masagua hacia el caserío El Milagro, el recuerdo, desviándose después del puente del río Guacalate hacia el lado derecho. La distancia de la entrada hacia el casco de la finca cerritos es de 6 km.

g. Condiciones climáticas de la finca Cerritos, Escuintla

Según el mapa climatológico del sistema Thornthwaite, es clima cálido, sin estación fría bien definida, temperatura promedio de 27 a 32 grados centígrados, con un clima húmedo (A'a'Bi) a muy húmedo (A'a'Bi), la humedad relativa oscila entre 70-82%, siendo los meses de junio y julio los de mayor humedad relativa, enero y febrero los de menor. La posición

intertropical de la costa sur de Guatemala determina sus características específicas desde el punto de vista climático. El período lluvioso se produce cuando se establece el régimen de alisos del noreste, que generan las condiciones de días nublados y lluviosos. La precipitación oscila entre 1,200 a 3,200 mm anuales, distribuidos de mayo a noviembre.

h. Zonas de Vida

De acuerdo con la clasificación de Holdridge (1978) la define como bosque húmedo subtropical cálido, bh-Sc y bosque muy húmedo subtropical (cálido), bmh-S(c) (Cruz, J,R. de la.1981).

i. Flora y fauna

Dentro de las especies de flora y fauna nativas de la zona se encuentran, Conacaste (*Enterolobium cyclocarpum* J.), Chicozapote (*Manilkara zapota* L.). Dentro del área del cultivo de caña existen pequeñas extensiones de zona boscosa natural de la región y áreas con plantas ornamentales como Baby-doll (*Cordyline spp.*), Dracaenas (*Dracaena spp.*), Jengibre antorcha (*Etilingera spp.*) entre otras plantas tropicales (Wikipedia.org.es. 2012).

Dentro de la fauna natural predominante dentro de la región VI, serpiente barba amarilla (*Bothrops atrox* L.), pitón (*Phyton spp.*), entre otras especies de serpientes. Dentro de los reptiles se encuentran iguanas (*Iguana spp.*), así como se pueden encontrar especies mamíferas como conejos de monte (*Oryctolagus cuniculus* L.), tacuazín (*Didelphis marsupialis* L), gato montés (*Leopardus colocolo* M.) Dentro de las especies vivíparas se observan aves migratorias, gorrión (*Passeridae spp.*), gavilán (*Accipiter nisus* L.), Colibrí pardo (*Colibrí delphinae* Lesson). La presencia de insectos como zancudos y mosquitos de los géneros (*Anopheles, Aedes.*), cucarachas de los géneros (*Blattella, Periplaneta, Blatta*) (Wikipedia.org.es. 2012).

j. Fuentes hídricas

La región VI, cuenta con una diversidad de recursos hídricos, ya que dentro de la finca existen dos nacimientos de agua, los cuales recorren el interior de la finca siendo los ríos, río Mercedes y el río Piedras Coloradas. Por aparte existen ríos que atraviesan transversalmente la finca como el río Amatillo, río Escalante. El río Guacalate delimita la finca con el municipio de Masagua por el lado este. El río Provincias, delimita la finca por el lado adyacente a la carretera que conduce de Escuintla hacia Sata Lucia Cotzumalguapa.

k. Sistemas de producción

La finca “Cerritos” se dedica a la producción de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), teniendo cultivadas diversas variedades. (Ver cuadro 2.)

Cuadro 2. Distribución varietal en el área de producción de la finca cerritos.

VARIEDAD	AREA ha.	AREA %
CG00-092	7.26	0.19
CG96-135	217.84	5.82
CG98-10	448.99	12.01
CG98-46	13.03	0.35
CG98-78	201.58	5.39
CP72-2086	199.85	5.34
CP88-1165	1423.34	38.06
CP88-1508	145.19	3.88
MEX79-431	367.03	9.81
PGM89-968	41.22	1.10
PR75-2002	498.88	13.34
RB72-1012	1.45	0.04
RB73-2577	25.95	0.69
VARIAS	148.16	3.96

Fuente: Ingenio Santa Ana, S.A. 2012.

I. Filosofía de Calidad

Para el ingenio Santa Ana el cliente define y juzga la calidad, por eso, todas las características de los productos y servicios son aquellas que dan valor creciente a los clientes y que conducen a su satisfacción y permanencia. En síntesis, el proceso de mejoramiento continuo tiene dos metas estratégicas: ser líderes en el mercado y retener a

los clientes internos y externos. También se han obtenido la certificación KOSHER para los siguientes productos: Azúcar Refino para exportación, Azúcar Blanco Estándar, Azúcar crudo en BIG BAG y Azúcar crudo en sacos de 50 kg. (Santaana.com.gt. 2012).

Con base a esta filosofía de calidad, el Ingenio Santa Ana se ha certificado bajo distintos sistemas de calidad siendo los más importantes: Sistema de análisis de peligros y de los puntos críticos de control, (HACCP), en la producción de azúcar refino en sacos de 50 Kg. A través de este sistema se identifican, evalúan y controlan los peligros físicos, químicos y biológicos significativos para la inocuidad del azúcar. La Certificación del Sistema de Gestión de la Calidad bajo la Norma ISO 9001:2000 (Santaana.com.gt. 2012).

m. Infraestructura

Dentro del área de la región VI, se encuentran ubicados los laboratorios de parasitismo y cultivo de meristemas. Estos laboratorios cuentan con la más alta tecnología en su campo. En el interior del laboratorio de parasitismo se encuentra utensilios propios de laboratorio como microscopios, tijeras de disección, cajas Petri, autoclaves, cajas plásticas. De igual forma se encuentran en el laboratorio de cultivo de meristemas, con la diferencia que en este se encuentra una casa maya en donde se realizan experimentos y reproducción de meristemas.

La finca cuenta con oficinas administrativas, así como con una bodega de almacenamiento de insumos y equipo agrícola (maquinaria para realizar labores agrícolas, como tractores, sembradoras, rociadoras, aguilonas, rastras, equipo de riego, bombas de motor, bombas de presión).

n. Estado Socio-económico

La región VI, genera más 1,000 empleos directos y 500 indirectos, ya que está ubicada en las cercanías del municipio de Masagua y caseríos aledaños.

2.4. OBJETIVOS

2.4.1 Objetivo General

- a) Evaluar cuatro madurantes en caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), utilizando la variedad MEX79-431, en la finca cerritos, del ingenio Santa Ana, departamento de Escuintla.

2.4.2 Objetivos Específicos

- a) Evaluar la respuesta de concentración de sacarosa en libras de azúcar por tonelada (corta) de caña, a nivel de coresampler (rendimiento báscula) y muestreo precosecha (RTO).
- b) Medir la tonelada (corta) de caña por hectárea producida (TCH).
- c) Cuantificar la tonelada (corta) de azúcar por ha (TAH).
- d) Medir y cuantificar el efecto en rebrote según los productos a utilizar.
- e) Cuantificar mediante un análisis económico la rentabilidad de los productos a utilizar.

2.5. HIPÓTESIS

Ho: La caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) de la variedad MEX 79-431, no presentará una respuesta positiva en incremento de rendimiento en libras de azúcar por tonelada (corta), por la aplicación de los madurantes.

Ha: Al menos uno de los madurantes producirá efecto significativo en la acumulación de sacarosa en el cultivo de caña de azúcar.

2.6. METODOLOGÍA

2.6.1 Material experimental

A. Material vegetal

Para la ejecución de la investigación se utilizaron parcelas experimentales de caña de azúcar de la variedad MEX-79-431, ya que es una de las variedades más susceptibles al Glifosato cultivada en la Finca Cerritos, y una de las variedades que presenta buenas características agronómicas y especialmente buenos rendimientos, de gran interés para el ingenio.

B. Ingredientes activos a evaluar

El siguiente cuadro muestra los productos e ingredientes activos evaluados como madurantes en cultivo de caña.

Cuadro 3. Productos químicos utilizados como madurantes.

Producto comercial	Ingrediente activo (i.a)
Roundup SL	Glifosato
Optilux 48 SL	Etefon
Moddus 25 CE	Trinexapac-etil
FusiladeBiw CE	Fluazifop-p-butil

Fuente:El autor.

C. Diseño experimental

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar, con 5Tratamientos y 3 repeticiones. Con un total de 15 unidades experimentales identificadas.

Modelo estadístico asociado al diseño:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + \epsilon_{ij}$$

En donde:

Y_{ij} = Variable respuesta de la ij-esima unidad experimental.

μ = Efecto de la media general.

t_i = Efecto del i-esimo tratamiento.

ϵ_{ij} = Efecto del error experimental asociado a la i-esima unidad experimental.

Análisis de Varianza

Hipótesis Nula H_0 :

$t_i = 0$ (Los i tratamientos tienen el mismo efecto sobre la variable en estudio).

Hipótesis Alterna H_a :

$t_i \neq 0$ (No todos los tratamientos tienen el mismo efecto sobre la variable en estudio, al menos uno produce un resultado distinto).

D. Descripción de los tratamientos

Los tratamientos para la determinación del efecto por la aplicación de madurantes aplicado a la variedad MEX 79-431 y la dosificación evaluada por cada producto, se describe en el cuadro siguiente:

Cuadro 4. Descripción de los productos y dosis a utilizar por cada tratamiento.

Tratamientos	Nombre comercial	Ingrediente activo (i.a.)	Dosis
Y1	Testigo	Sin Producto	Sin aplicación
Y2	Roundup SL	Glifosato	1.00 lt/ha
Y3	Moddus 48 SL	Trinexapac-etil	1.40 lt/ha
Y4	Optilux 25 CE	Etefon	1.50 lt/ha
Y5	FusiladeBiw CE	Fluazifop-p-butil	0.65 lt/ha

Dosis recomendadas por casas comerciales para determinar la efectividad de los productos

Fuente: El autor.

Días a la cosecha después de la aplicación del producto, según recomendación de casas productoras. Se requiere la aplicación con frecuencia, hasta alcanzar los días recomendados, tiempo en el que es notorio el efecto causado por el madurante, reflejado en la producción al momento de realizar la cosecha, los días requeridos por cada madurante empleado se encuentran en cuadro 5.

Cuadro 5. Respuesta de los productos a utilizar y días de maduración a su cosecha.

Producto a evaluar(i.a.)	Días madurantes que debe de tener el producto para efecto alguno, para posterior cosecha.
Glifosato	48 días después de la aplicación
Trinexapac-etil	50 días después de la aplicación
Etefon	65 días después de la aplicación
Fluazifop-p-butil	38 días después de la aplicación

Días de cosecha después de la aplicación, recomendadas por casas productoras.

Fuente: El autor.

E. Otros materiales

- a) Recipiente plástico marca Talishte de 300 galones para realizar pre mezcla.
- b) Manguera de flujo.
- c) Llave de Flujo.
- d) Planta de energía.
- e) Agua.
- f) Probetas.
- g) Cubetas de plástico.
- h) Mascarillas protectoras.
- i) Lentes protectores.
- j) Papel para medir pH.
- k) Tarjetas hidro-sensibles.

Además de todos estos productos, también se utilizaron surfactantes, correctores de pH, y correctores de dureza del agua.

2.6.2 Características de la unidad experimental

A. Parcela bruta

Cada unidad experimental estuvo formada por una parcela con sus dimensionales de 80 mts de ancho por 165 mts de largo, para un total de 13,200 mts² (1.32 Ha). Equivalente a 53 surcos con un distanciamiento de 1.5 mts.

B. Parcela neta

La parcela neta fue conformada por 12 surcos centrales de la parcela bruta, a un distanciamiento de 1.50 mts de ancho entre surco y 165 mts de largo, con un área de 1,980 metros cuadrados (0.198) hectáreas. Se tomaron los 12 surcos centrales con el fin de evitar el efecto de deriva o borde. A continuación se describe la localización del área experimental en la figura 10.

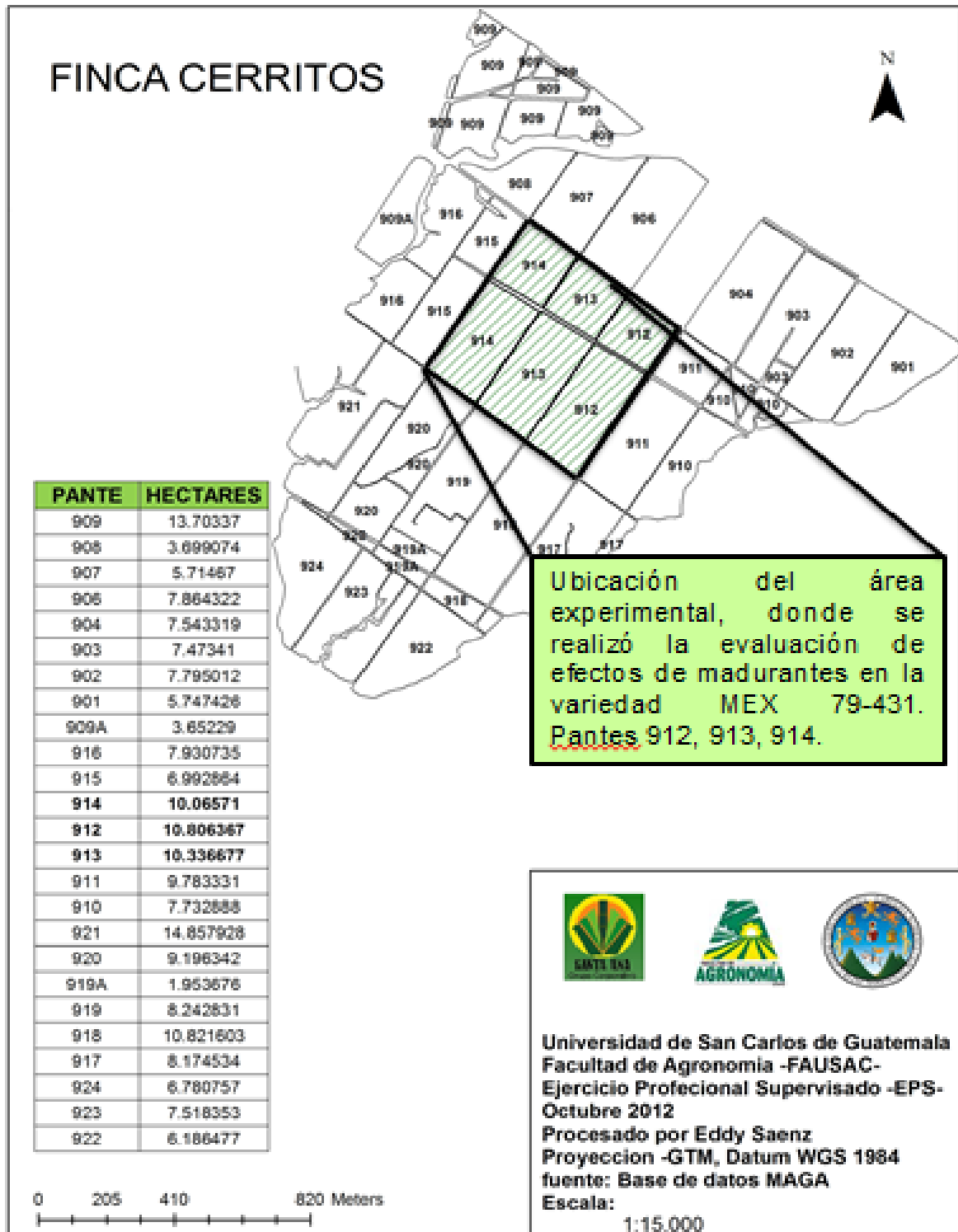


Figura 10. Croquis y distribución del área experimental, finca Cerritos, ingenio Santa Ana, S.A. Departamento de Escuintla, Guatemala.

Fuente: Base de datos MAGA.

2.6.3 Variables a evaluar

Para evaluar el efecto que ejerció cada uno de los productos como madurantes, se estudiaron cinco tipos de variables:

A. Concentración de sacarosa en libras de azúcar por tonelada (corta) de caña, a nivel de coresampler (rendimiento báscula) y muestreos pre-cosecha (RTO)

Esta variable se midió efectuando muestreos de pre-cosecha cada semana, se realizó a 25 m de la orilla del cañal hacia adentro en la parte central de las chorras o franjas centrales en cada tratamiento, después de su respectiva aplicación, tomando de referencia el surco No. 12, en la cual se extrajeron tres muestreos a lo largo del surco, muestreando 4 tallos molederos y 1 mamón moledero (1 metro de alto mínimo), como también se realizó una gráfica de maduración que indicó la respuesta de la planta a los productos utilizados. Las muestras de los tallos se llevaron al laboratorio del ingenio para realizar un análisis de rendimiento potencial, esto expresado en concentración de sacarosa (lb. de azúcar/ tonelada (corta) de caña).

La medición de toneladas (corta) de caña por hectárea se realizó al momento de la cosecha, cortando la totalidad del área de las parcelas, transportándolas en una jaula al ingenio. Se pesaron por separado en la báscula principal, el peso inicial se tomó como dato.

B. Tonelada (corta) de caña por hectárea producida (TCH)

Esta variable se midió tomando en consideración el total de toneladas (cortas) de caña cosechadas, según la respuesta del cultivo al producto en los días de maduración, dividido por la unidad de área cosechada.

Fórmula:

$$\text{Toneladas de caña / ha} = \frac{\text{Toneladas de caña cosechada}}{\text{Unidad de área cosechada}}$$

C. Tonelada (corta) de azúcar por ha (TAH).

Este dato se obtuvo mediante el procesamiento de los datos obtenidos en la investigación utilizando la siguiente fórmula para el cálculo de los datos.

Fórmula:

$$\text{Toneladas de azúcar / ha} = \frac{\text{TCH} \times \text{Libras de azúcar/Toneladas de caña cosechada}}{2000 \text{ Libras}}$$

D. Efecto en rebrote según los productos a utilizar

En corporación Santa Ana, S.A. se cuenta con una base de datos, los cuales emplea para categorizar y medir el daño localizado en el rebrote de las plantaciones por efecto de madurante. La escala de acuerdo al nivel de daño localizado se describe en el siguiente cuadro.

Cuadro 6. Escala de nivel de daño de la caña de azúcar.

Tipo de daño	Nivel de daño (%)
Leve	5-10
Moderado	11-25
Daño severo	26-40
Daño muy severo	41-60
Daño total	> 60

Fuente: Base de datos de CENGICAÑA.

Posterior a la cosecha se evaluó el efecto fito-tóxico post-cosecha del rebrote del cultivo entre los 20 a 30 días después de la cosecha (ddc), verificando este efecto a través de la escala determinada por Espinoza (2009). Las variables que se tomaron en cuenta para determinar el puntaje fueron: Clorosis, epinastía y producción de tallos. (Ver figura11).



Figura 11. Tipos de daño observados en el cultivo, bajo efecto de un madurante.

Fuente: Espinoza, G. 2009.

E. Análisis económico

Para cada tratamiento se elaboró un presupuesto parcial, ya que este solo considera aquellos costos que varían entre tratamientos. Este presupuesto consideró los rendimientos promedios ajustados, el precio por tonelada (corta) vendida como proveedor, el beneficio bruto, los costos que varían y el beneficio neto. Seguidamente se realizó un análisis de dominancia para seleccionar los tratamientos que sobresalgan del resto, tomando como base el mayor beneficio neto y el menor costo que varía. Se calculó la tasa marginal de retorno (TMR), para determinar cuáles presentaron la mejor opción.

2.6.4 Manejo del experimento

El ensayo se realizó en la finca cerritos, lotes número 912, 913, 914 del ingenio Santa Ana S.A. La aplicación de los productos se realizaron con Helicóptero Bell Ranger II, el 15 de diciembre del 2012, para cosechar el 21 de febrero del 2013, esto según la respuesta del cultivo a los productos a evaluar. El horario utilizado frecuentemente, según parámetros internos del ingenio Santa Ana fue: de 06:00 a 9:30 horas. El ancho de banda de aplicación utilizado fue de 16 m, con boquillas XR 8005, con ángulo de ataque de 135° y un volumen de 7 galones de agua/ha, con una capacidad de 100 galones de carga. La nave utilizó sistema de Geo-posicionamiento Global (GPS) para dichas aplicaciones. (Ver figura 12).



Figura 12. Helicóptero modelo Bell Ranger II, utilizado en las aplicaciones de los productos evaluados.
Fuente: El autor.

2.6.5 Fase de Campo

A. Delimitación del área

Para iniciar, se procedió a la delimitación y trazo de puntos de referencia para determinar el área de estudio, utilizando Sistema de Geo-posicionamiento Global (GPS); con esto, se construyeron los mapas de aplicación. (Ver figura 10).

Dentro del área delimitada en el ensayo se utilizó un testigo por cada pante en donde se realizaron los tratamientos, esto debido a que el área es grande y los tratamientos se realizaron vía área, por lo cual los costos por aplicación son elevados.



Figura 13. Delimitación del área para el ensayo, ubicación de las parcelas, (A, B), delimitación y trazos de puntos de referencia utilizando Sistema de Geo-posicionamiento Global (GPS) (C, D).

Fuente: El autor.

B. Planificación de la aplicación

Posteriormente se planificó la aplicación, con ayuda de personas encargadas del departamento de aplicaciones aéreas dentro del ingenio. (Ver figura 14)



Figura 14. Preparación de la mezcla de producto.

Fuente: El autor.

C. Realización de la aplicación

La aplicación se realizó según la fecha establecida, tomando en consideración los parámetros antes mencionados para efectuar una aplicación eficiente. (Ver figura 15)



Figura 15. Aplicaciones aéreas sobre el área delimitada.

Fuente: El autor.

D. Muestreos pre-cosecha

Los muestreos se realizaron cada ocho días después de la primera aplicación, hasta la fecha de corte. Esto sirvió para llevar un estimado de concentración de sacarosa por cada tratamiento. Posteriormente, fueron llevadas a laboratorio para realizar las evaluaciones necesarias y con esto tener datos de Rendimiento Teórico Obtenible (RTO). (Ver figura 16)



Figura 16. Colecta de muestras (E), muestras listas para llevarlas al ingenio (F), muestra que será analizada (G), hoja de resultados de análisis realizado (H).

Fuente: El autor.

E. Cosecha

Se cosechó en los lotes del experimento (912, 913, 914) de la finca cerritos del ingenio Santa Ana. Se realizó el día 19 de febrero del año 2013, según la edad de la plantación. Dicha cosecha se transportó en jaulas para luego realizar los pesos de la misma en las instalaciones del ingenio. El proceso se puede observar en las imágenes de la figura 17, a continuación.



Figura 17. Quema previo a la cosecha (I), corte (J), cosecha por parcela y tratamiento (K), llenado de jaula para transportarla caña al ingenio (L).

Fuente: El autor.

F. Muestreo de rebrote y plantas dañadas

El muestreo se realizó dentro de 20 a 30 días después del corte en la totalidad de los tratamientos evaluados, se tomó 10 metros lineales para el conteo de plantas dañadas en los diferentes tratamientos utilizados. (Ver figura 18)



Figura 18. Recolecta de datos en el rebrote de las parcelas para cuantificar el daño.

Fuente: El autor.

2.6.6 Análisis económico

Se realizó mediante un comparativo de insumos utilizados después de cada aplicación y la realización de todas las anteriores actividades mencionadas.

2.6.7 Análisis de resultados

Con los resultados obtenidos se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) a las variables estudiadas.

2.7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo con las variables evaluadas, a continuación se presentan los resultados obtenidos tomando en consideración que existe un testigo absoluto en cada repetición. No se utilizó un testigo por cada tratamiento, por el elevado costo del uso de aeronaves en cada tratamiento aplicado. De acuerdo con el análisis de varianza, se encontró significancia para tratamientos (Ver cuadro 7)

Cuadro 7. Cuadro de resultados de análisis de varianza

Fuente de Variación	GL	SC	CM	Valor de F	Valor Crítico
Tratamiento	4	718.73	179.68	0.77	5.99
Error	10	2338.62	233.86		
Total	14	3057.35			

Para poder diferenciar el tratamiento que es diferente a los demás, se procedió a realizar la separación de medias.

2.7.1 Variable concentración de sacarosa en libras de azúcar por tonelada de caña (corta) a nivel de coresampler (rendimiento báscula) y muestreos pre-cosecha RTO.

Cuadro 8. Prueba de Duncan al 0.05% para la variable RTO de los tratamientos realizados.

Cuadro 8. Resultados de la comparación de medias para la variable RTO.

Tratamiento No.	Madurante	Dosis	RTO			
1	Testigo (sin madurante)	0.00	13.80	A		
2	Glifosato	1.00 L/ha	6.72		B	
3	Trinexapac-etil	1.40 L/ha	2.91			C
4	Etefon	1.50 L/ha	2.42			C
5	Fluazifop-p-butyl	0.65 L/ha	1.35			D

Para la variable RTO, el mejor tratamiento fue el testigo (Sin madurante) (tratamiento 1, cuadro 7), con él se consiguió mayor rendimiento de libras de azúcar por tonelada (corta) (13.80) superando en un 48.70% al segundo mejor tratamiento (Glifosato 1.00 L/ha). Los

resultados obtenidos en los demás tratamientos presentaron muy bajo rendimiento. Es por ello que no se considera la aplicación de madurantes en la variedad MEX 79-431.

2.7.2 Variable tonelada (corta) de caña por hectárea producida TCH:

Cuadro 9. Prueba de Duncan al 0.05% para la variable TCH de los tratamientos realizados.

Cuadro 9. Resultados de la comparación de medias para la variable TCH.

Tratamiento No.	Madurante	Dosis	TCH				
1	Testigo (sin madurante)	0.00	46.20	A			
2	Glifosato	1.00 L/ha	17.55		B		
3	Trinexapac-etil	1.40 L/ha	3.07			C	
4	Etefon	1.50 L/ha	2.19			C	
5	Fluazifop-p-butil	0.65 L/ha	1.30				D

Para la variable TCH, se considera que el mejor tratamiento fue el testigo (Sin madurante) (tratamiento 1, cuadro 8), con él se consiguió la mayor cantidad de tonelada de caña por hectárea (46.20) superando en un 60.42% al segundo mejor tratamiento (Glifosato 1.00 L/ha). Los resultados obtenidos en los demás tratamientos presentaron muy bajo rendimiento. Es por ello que no se considera la aplicación de madurantes en la variedad MEX 79-431.

2.7.3 Variable toneladas de azúcar por hectárea TAH:

En el Cuadro 10. Se puede ver la prueba de Duncan al 0.05% para la variable TAH de los tratamientos realizados.

Cuadro 10. Resultados de la comparación de medias para la variable TAH.

Tratamiento No.	Madurante	Dosis	TAH				
1	Testigo (sin madurante)	0.00	5.07	A			
2	Glifosato	1.00 L/ha	3.15		B		
3	Trinexapac-etil	1.40 L/ha	0.09				E
4	Etefon	1.50 L/ha	1.34			C	
5	Fluazifop-p-butil	0.65 L/ha	0.28				D

Para la variable TAH, se considera que el mejor tratamiento fue el testigo (Sin madurante) (tratamiento 1, cuadro 9), con él se consiguió la mayor cantidad de tonelada de azúcar por hectárea (5.07) superando en un 62.13% al segundo mejor tratamiento (Glifosato 1.00 L/ha). Los resultados obtenidos en los demás tratamientos presentaron muy bajo

rendimiento. Es por ello que no se considera la aplicación de madurantes en la variedad MEX 79-431.

La curva de maduración de los 4 tratamientos comparados con los testigos utilizados (uno en cada parte por la distribución del ensayo dentro de la finca Santa Ana), presentaron un rendimiento en libras de azúcar/tonelada (corta) de caña, muy similar en todas las semanas del muestreo. (Ver figura 19)

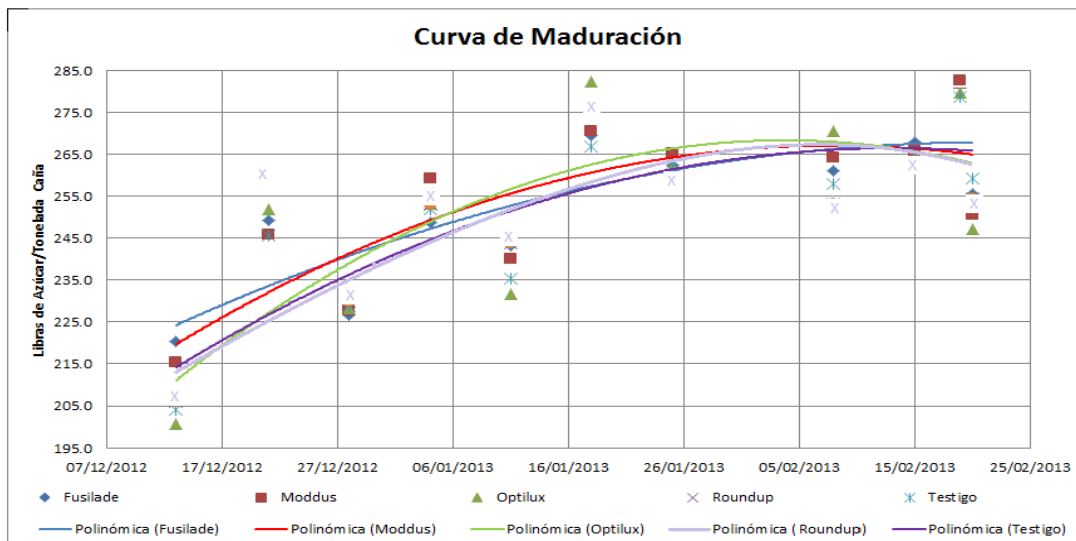


Figura 19. Curva de maduración, nueve semanas de monitoreo, previo a la cosecha.

Fuente: El autor.

El manejo de la investigación requirió muestreos, mismos que se realizaron semanalmente para obtener los resultados gananciales. Los resultados obtenidos en las lecturas, se observa en la figura 17, que el testigo presentó mejor rendimiento, alcanzando la mayor lectura en la semana 6 con 81 libras ganadas. El madurante que alcanzó el segundo porcentaje, fue el de glifosato, a la semana 10 ganó 59 libras. Todos los tratamientos respondieron de manera similar, pero puede distinguirse claramente la diferencia del testigo absoluto, comparado con la respuesta de los madurantes evaluados. (Ver figura 17)

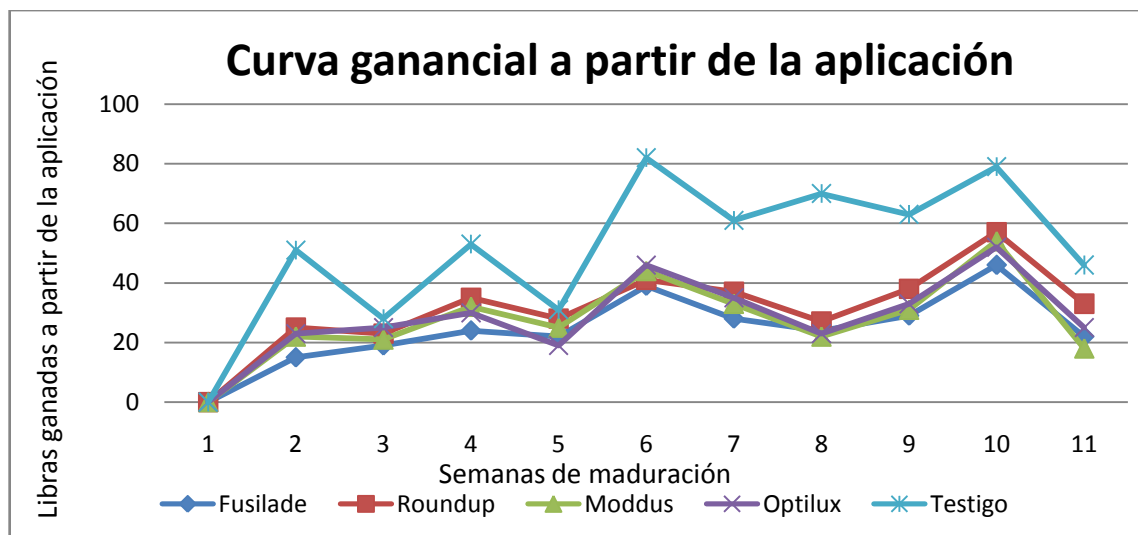


Figura 20. Curva ganancial, a partir de la primera semana de aplicación de madurante.

Fuente: El autor.

2.7.4 Efecto en el rebrote

Comparado con el testigo, la población de tallos de rebrotes contados en los muestreos, evidencia el efecto de cada producto, por efectos násticos y clorosis causada en los tallos. Se hace referencia en el cuadro 11 el daño localizado. De los tratamientos, el que presentó menor cantidad de daño, resulta de beneficio en el uso como madurante, pues es el que obtiene mayor porcentaje comparado con el testigo. Glifosato es el madurante que presentó peores resultados por presentar menos promedio en el número de tallos o población durante la inspección del área tratada con dicho producto.

Cuadro 11. Promedio de tallos sin daño causado por el madurante, muestra tomada en diez metros lineales.

Promedio de datos de tallos recolectados en el ensayo			
Tratamiento	Producto (i.a).	Promedio	Tratamiento vrs. Testigo
T5	Testigo	280.9	0.00
T1	Etefon	270.5	10.4
T4	Fluazifop-p-butil	246.3	34.6
T3	Trinexapac-etil	242.5	38.4
T2	Glifosato	191.6	89.3

Fuente: El autor.

La siguiente gráfica, expresa el comportamiento de los madurantes de acuerdo con el cuadro 11 analizado anteriormente.

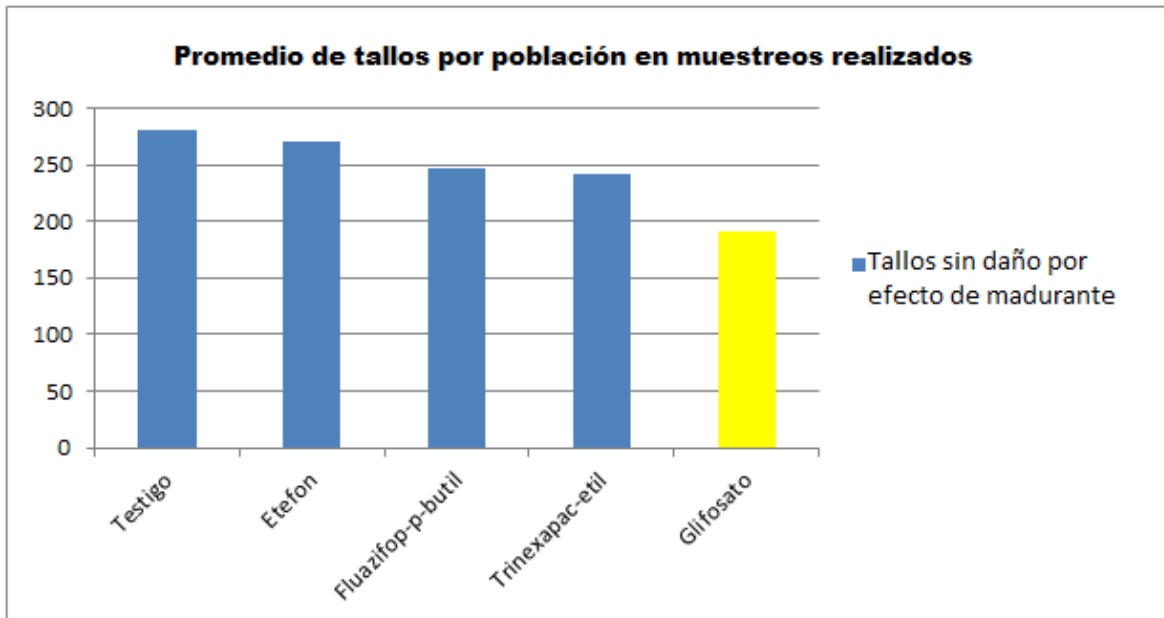


Figura 21. Gráfica de barras, población de tallos sindaño por efecto de madurante.

Fuente: El autor.

2.7.5 Análisis económico

Este análisis no se realizó, porque los resultados obtenidos mostraron al testigo como mejor tratamiento, por lo cual no se justificó dicho procedimiento.

2.8. CONCLUSIONES

- a) Los resultados de los tratamientos obtenidos, se analizaron estadísticamente realizando comparación de rangos múltiples (Duncan) con el cual demostró que el testigo presenta mejores resultados, rechazando de esta manera la hipótesis alternativa (H_a).
- b) Observando el comportamiento del testigo, se concluye que la baja respuesta de los madurantes aplicados puede ser por la maduración natural del cultivo y/o el tiempo a la cosecha requerida por cada madurante.
- c) Se concluye que el efecto de rebrote presentado por los tratamientos evaluados, el testigo presentó menor promedio de tallos dañados con efectos násticos y clorosis.
- d) El tratamiento con madurante Glifosato, presentó mayor daño en rebrote por daños con efectos násticos y clorosis.
- e) No es factible realizar un análisis económico en este ensayo, porque los resultados obtenidos, respecto al testigo comparado con los madurantes aplicados, no presentaron diferencias que justifiquen aplicar el procedimiento.

2.9. RECOMENDACIONES

- a) En función de los resultados obtenidos en esta investigación se recomienda colocar un testigo por cada tratamiento, en futuras investigaciones.
- b) Realizar las cosechas de la caña con los tratamientos en el tiempo establecido, pues la respuesta de la caña a este estímulo tiende a producir bajos rendimientos en la producción de no realizarlo en el período adecuado.
- c) Se recomienda realizar evaluaciones de respuesta a madurantes en diferentes dosificaciones, para evitar realizar ensayos en los cuales se tenga resultados similares a los de este documento.
- d) Revisar historial de evaluaciones realizadas, con el fin de proponer nuevas alternativas con el uso de madurantes químicos que aumenten el nivel de producción en el producto final.

2.10. BIBLIOGRAFÍA

1. Agromich.com. 2012. Datos técnicos de Fusilade Biw (en línea). Consultado 17 ene 2012. Disponible en http://www.google.com.gt/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&frm=1&source=web&cd=10&sqi=2&ved=0CFMQFjAJ&url=http%3A%2F%2Fwww.agromich.com%2Fimagenes%2Fproductos%2FFusilade%2F27.pdf&ei=oaYsU7_jFonj0gG3olGgBQ&usq=AFQjCNHHUALXA2We_TesgZM50YP3DL6P9w
2. Amaya, A; Cock, JH; Hernández, A; Irvine, J. 1995. Biología. *In* CENICAÑA. El cultivo de la caña en la zona azucarera de Colombia. Cali, Colombia. 33 p.
3. Arcila, J; Villegas, F. 1995. Uso de madurantes. *In* CENICAÑA. El cultivo de la caña en la zona azucarera de Colombia. Cali, Colombia. p. 315-335.
4. Bertsch Hernández, F. 1998. La fertilidad de los suelos y su manejo. San José, Costa Rica, ACCS. 157 p.
5. Buenaventura, C. 1986. Control de la maduración de caña de azúcar. Memorias. Ed. por Carlos Buenaventura. Cali, Colombia, Técnicaña. p. 299-308.
6. Camaraazucarera.org.mx. 2012. Cámara nacional de las industrias azucareras y alcoholeras (en línea). México. Consultado 5 ene 2012. Disponible en http://www.camaraazucarera.org.mx/pagina_2011/cidca_provariedades.asp
7. Chávez Solera, MA. 1981. La maduración su control y la cosecha de la caña de azúcar. Colombia, Centro de Investigación de la Caña de Azúcar. 40 p.
8. Cruz, JR De la. 1983. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento (sistema Holdridge). Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
9. Dirección General de Normas, Normas Mexicanas, MX. 2012. Industria azucarera: determinación de Pol (sacarosa aparente) en muestras de bagazo en caña de azúcar: normas mexicanas (en línea). México. 6 p. Consultado 9 feb 2012. Disponible en <http://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCoQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.colpos.mx%2Fbancodenormas%2Fnmexicanas%2FNMX-F-281-1991.PDF&ei=9AZcU5O3Dc3jsAT1uoGoDg&usq=AFQjCNFEJoPLOdMfZiHQprNN3SEiMqrYBg&sig2=R1FnL1CEw2pG4Z2eQrLFyg&bvm=bv.65397613,d.cWc>
10. Espinoza, G. 2009. Acumulación de sacarosa y función de glifosato como madurante en caña de azúcar. Guatemala, CENGICAÑA. 8 p.
11. Farmex.com.pe. 2012. Datos técnicos del herbicida Roundup (en línea). Perú. Consultado 17 ene 2012. Disponible en http://www.farmex.com.pe/docs/hojas_tecnicas/Roundup.swf

12. Fernández Sánchez, M; Shkiliova, CL; Martínez, JA. 2011. Metodología para el diagnóstico, análisis y toma de decisiones sobre el futuro desarrollo de los talleres de mantenimiento y reparación de las empresas agropecuarias (en línea). La Habana, Cuba, Instituto de Investigación de Mecanización Agropecuaria. 14 p. Consultado 1 oct 2012. Disponible en <http://www.fao.org/docs/eims/upload/cuba/5396/Trabajo%20.%20Manuel%20Fdez.pdf>
13. Gómez, JF. 1995. Control de malezas (en línea). InCENICAÑA. El cultivo de la caña en la zona azucarera de Colombia. Cali, Colombia. Consultado 8 ene 2012. Disponible en http://www.cenicana.org/pdf/documentos_no_seriados/libro_el_cultivo_cana/libro_p1_43-152.pdf
14. Ingenio Santa Ana, GT. 1999a. Documento corporativo Santa Ana, División Agrícola y Servicios. Escuintla, Guatemala. 65 p.
15. _____. 1999b. Informe de estructura interna del Ingenio Santa Ana. Escuintla, Guatemala. 25 p.
16. INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, MX). 2013. Tecnología de producción para el cultivo de la caña de azúcar en temporal en San Luis Potosí (en línea). San Luis Potosí, México, INIFAP, Tecnología no. 2. Consultado 14 feb. 2013. Disponible en <http://www.campopotosino.gob.mx/modulos/tecnologiasdesc.php?id=95>
17. Laica.co.cr. 2012. Desarrollo de nuevas variedades de caña de azúcar en el valle central occidental y en la región norte (en línea). Costa Rica, LAICA. Consultado 8 ene 2012. Disponible en http://www.google.com.gt/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&frm=1&source=web&cd=1&ved=0CCcQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.laica.co.cr%2Fbiblioteca%2Fservlet%2FDownloadServlet%3Fc%3D443%26s%3D1753%26d%3D9057&ei=tYQrU_D6BO-g0qHXroGYCq&usq=AFQjCNFh1jKk1J2Qs-0Y2Y1XG5hD6yr_w
18. Larrahondo, J; Villegas, F. 1995. Control y características de maduración. Cali, Colombia, CENICAÑA. 42 p.
19. López, E. 2004. Estadística aplicada a la producción agrícola, notas de acompañamiento de curso. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 126 p.
20. Nájera, BG. 1992. Diagnóstico del manejo y funcionamiento de la sección de madurantes e inhibidores de la floración en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) en la empresa Pantaleón S.A. en Escuintla. Diagnóstico EPSA. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 48 p.

21. Ortiz Garzo, JM. 2003. Evaluación de tres productos químicos a tres dosis aplicados como madurantes en caña de azúcar. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 80 p.
22. Ramac.com.ni. 2012. Datos técnicos de Moddus 25 EC (en línea). Nicaragua. Consultado 17 ene 2012. Disponible en http://ramac.com.ni/?page_id=275
23. Sáenz Soto, JO. 2004. Experiencias en la optimización de la maduración inducida en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) en Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. p. 59.
24. Sánchez, AG *et al.* 1994. Estudio semidetallado de los suelos de la zona cañera del sur de Guatemala. Escuintla, Guatemala, CENGICANA. 216 p.
25. Santa Ana.com.gt. 2012a. Grupo corporativo Santa Ana: productos y servicios (en línea). Guatemala. Consultado 8 ene. 2012. Disponible en <http://www.santaana.com.gt/e.htm>
26. _____. 2012b Filosofía de calidad (en línea). Guatemala. Consultado 23 ene 2012. Disponible en <http://www.santaana.com.gt/a.htm>
27. _____. 2012c. Grupo corporativo Santa Ana: ubicación geográfica de oficinas operativas (en línea). Guatemala. Consultado 8 ene 2012. Disponible en <http://www.santaana.com.gt/ac.htm>
28. Simmons, Ch; Tárano, JM; Pinto, JH. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José De Pineda Ibarra. 1000 p.
29. Solagro.com.ec. 2012. Datos técnicos de Optilux 48 SL (en línea). Ecuador. Consultado 17 ene 2012. Disponible en <http://www.solagro.com.ec/web/proddet.php?vcodigo=RE.OPTIL&vtipo=REG>
30. Soto, GJ. 1995. Prototipo varietal de caña de azúcar para la agroindustria azucarera guatemalteca. Escuintla, Guatemala, CENGICANA. 14 p. (Documento Técnico no. 5).
31. Subirós, F. 2000, El cultivo de la caña de azúcar. San José, Costa Rica, EUNED. 448 p.
32. Wikipedia.org.es. 2012. Nombres científicos de flora y fauna, consultas individuales (en línea). Consultado 20 ene 2012. Disponible en <http://es.wikipedia.org/wiki/Cucaracha>
33. Yamada, T; Camargo, P. 2007. Efeitos do glifosato nas plantas: implicações fisiológicas e agrônômicas. Encarte Técnico 119:1-24.

34. Yon, M. 1999. Efecto de dos madurantes sobre el rendimiento de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) aplicados en estado de floración. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 55 p

2.11. ANEXOS

3.3.1A Registro de comportamiento de madurantes de distintos ingenios.

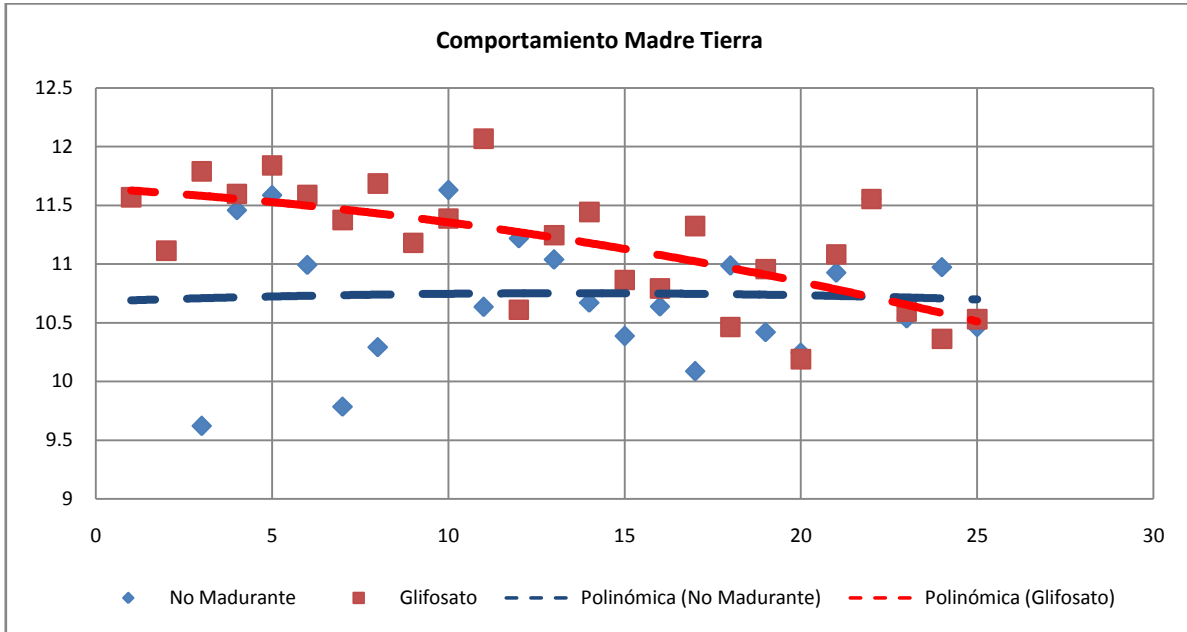


Figura 22 A. Registro de resultados obtenidos en ensayos del ingenio Madre Tierra.
Fuente: Base de datos de CENGICANA.

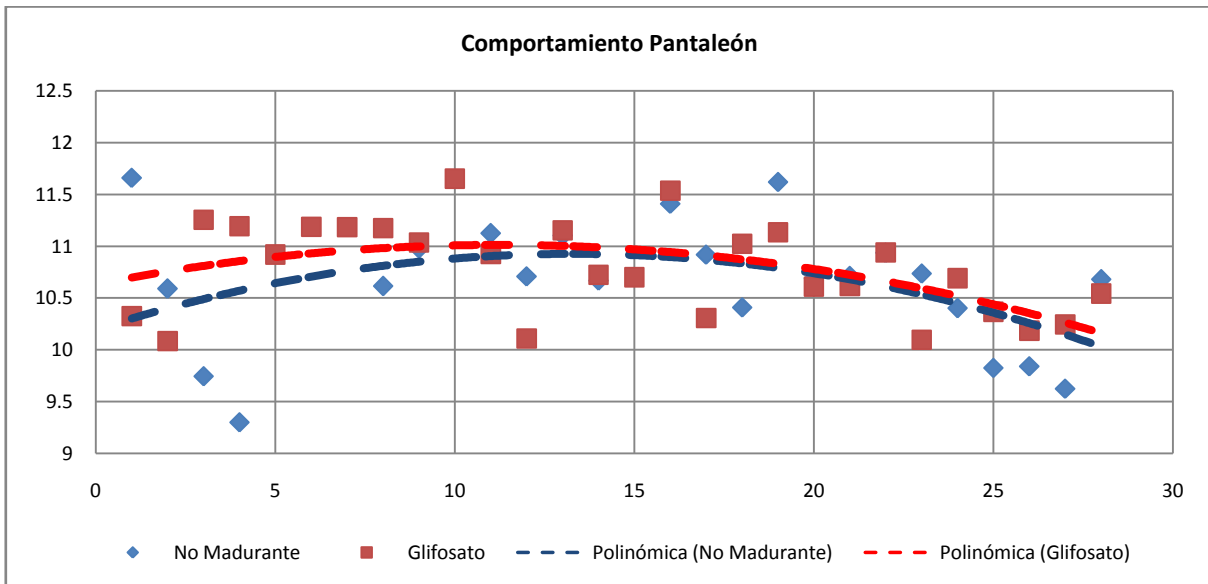


Figura 23 A. Registro de resultados obtenidos en ensayos del ingenio Pantaleón.
Fuente: Base de datos de CENGICANA.

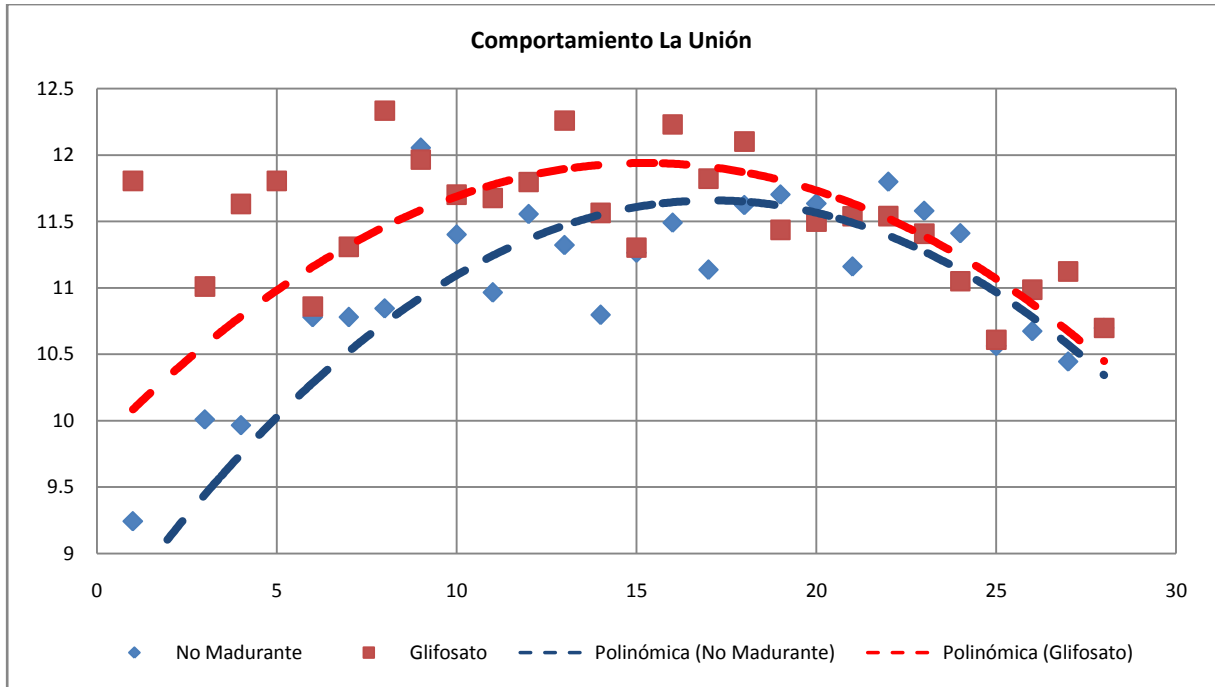


Figura 24 A. Registro de resultados obtenidos en ensayos del ingenio La Unión.
Fuente: Base de datos de CENGICAÑA.

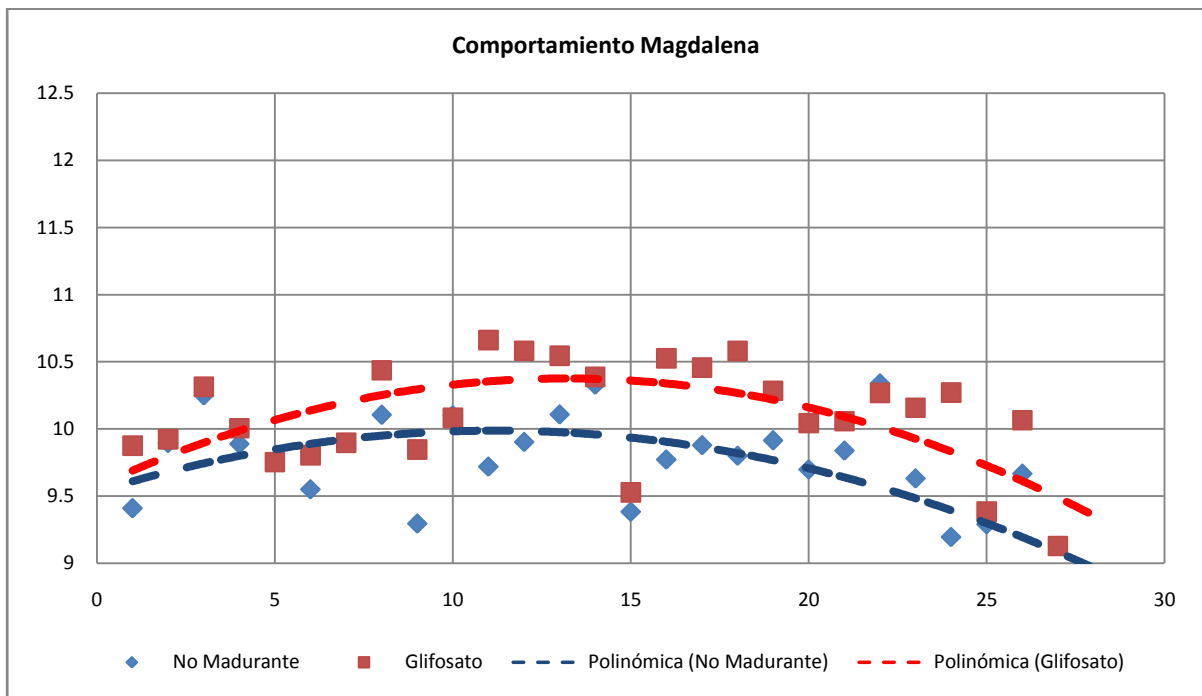


Figura 25 A. Registro de resultados obtenidos en ensayos del ingenio Magdalena.
Fuente: Base de datos de CENGICAÑA.

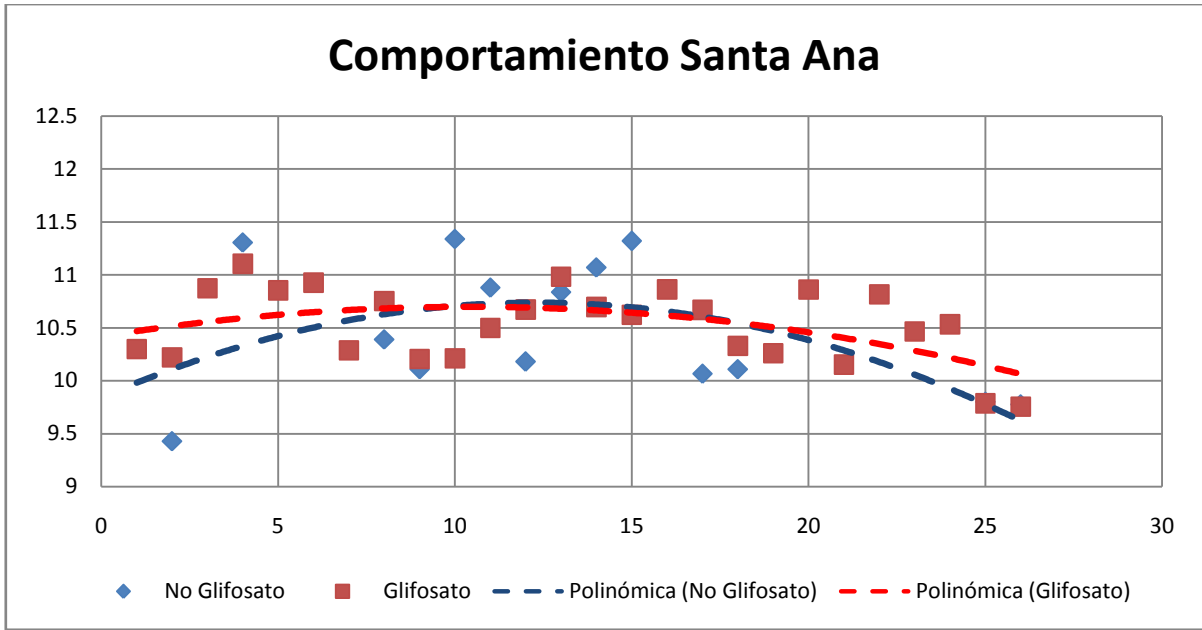


Figura 26 A. Registro de resultados obtenidos en ensayos del ingenio Santa Ana.
 Fuente: Base de datos de CENGICAÑA.

3.3.2 Zonas agroecológicas, suelos de la costa sur de Guatemala.

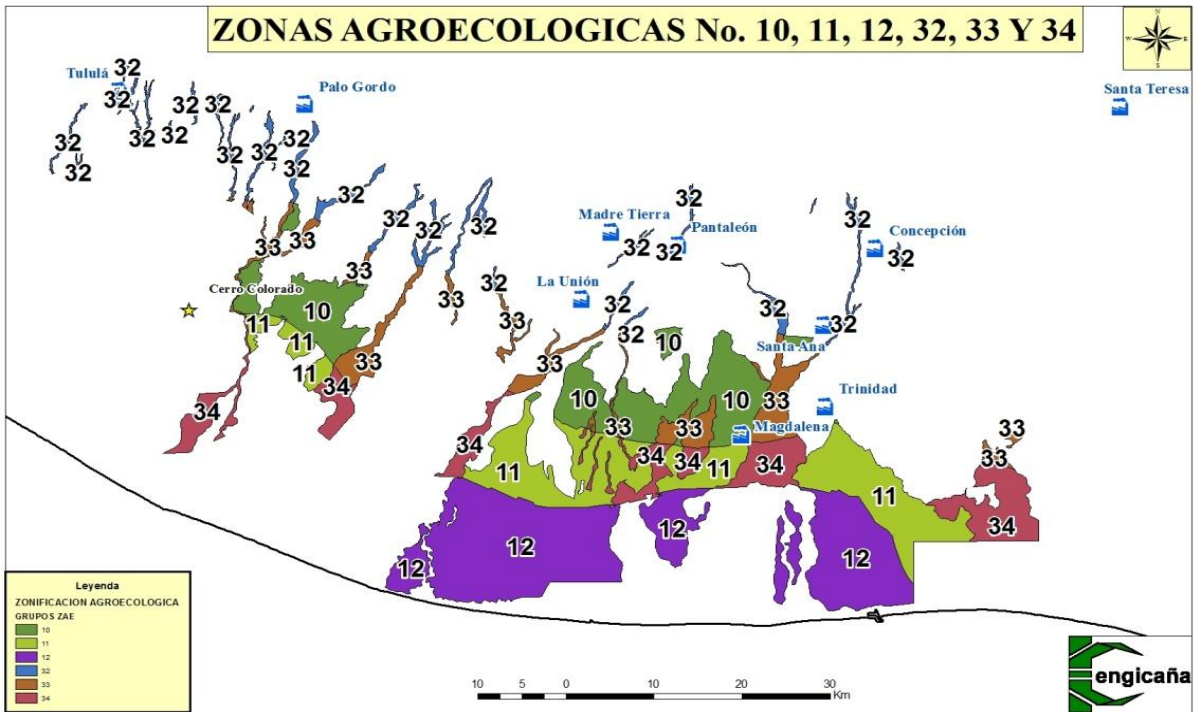


Figura 27 A. Mapa de zonas agroecológicas de la costa sur de Guatemala.
 Fuente: Base de datos de CENGICAÑA.

CAPÍTULO III

**SERVICIOS REALIZADOS EN EL DEPARTAMENTO AGRÍCOLA,
DEL INGENIO SANTA ANA, S.A., DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA,
GUATEMALA, C.A.**

3.1. PRESENTACIÓN

En el grupo corporativo Santa Ana S.A, con el fin de facilitar el manejo del departamento agrícola y servicios con el que cuenta, se planificó los siguientes servicios. Dichas actividades, serán de mucho apoyo y utilidad, por las necesidades confrontadas día con día.

El servicio uno, consistió en determinar el estado en el que se encuentra la maquinaria agrícola, realizando un inventario. Con el material generado, el ingenio Santa Ana, S.A., aumenta la posibilidad futura de certificar el área de campo, pues dentro de las normativas y exigencias para demostrar que las labores serán efectivas, requiere un inventario actualizado de la maquinaria y/o equipo.

Como servicio número dos, se realizó la capacitación del personal con el curso de caporal I. Todos los colaboradores que conforman cada región del Ingenio Santa Ana, S.A. fueron involucrados, cumpliendo con las necesidades del personal en cuanto a capacitación y preparación. Con ello, cada operario mejora la eficiencia y el aprovechamiento puntual de los recursos.

El Curso de Caporal I, se desarrolló siguiendo un cronograma del 8 al 11 de mayo del año 2013, con un horario de beneficio para los participantes, se contó con un total de 22 participantes de las 7 regiones con las que cuenta el ingenio.

Dentro de la capacitación realizada se contempló abarcar temas básicos como:

- a) Relaciones interpersonales.
- b) Matemática básica.
- c) Fisiología de la caña de azúcar.
- d) Practica de campo corte y siembra de semilla.

Ambos servicios se realizaron a tiempo y cumplieron con lo propuesto en el diagnóstico de este documento.

3.2. EJECUCIÓN DE SERVICIOS

3.3. SERVICIO UNO: DIAGNÓSTICO DE LA MAQUINARIA AGRÍCOLA Y CREAR UN INVENTARIO.

3.3.1 Objetivos

General

- a) Elaborar un inventario descriptivo del estado actual de la maquinaria y/o equipo, en el departamento agrícola y servicios del ingenio Santa Ana, S.A. dentro del Ejercicio Profesional Supervisado de Agronomía EPSA.

Específicos

- b) Identificar y cuantificar la maquinaria agrícola existente.
- c) Categorizar el equipo de acuerdo al estado en que se encuentre.
- d) Realizar un inventario de la maquinaria, para determinar un tiempo estimado de vida y poder realizar un requerimiento anticipado.

3.3.2 METODOLOGÍA

El servicio se desarrolló por la necesidad de un inventario y un conocimiento de la situación actual con la que cuenta el departamento agrícola del ingenio Santa Ana S.A. También es importante mencionar que dentro de la planificación futura del ingenio, existe la posibilidad de certificar el área de campo y dentro de las exigencias o normativas requeridas está un inventario, con el fin de demostrar que las labores serán efectivas y bien realizadas.

Dentro de las actividades realizadas para la elaboración de este servicio se encuentran:

A. Fase de Gabinete I

Como primer punto se realizó una boleta de campo con la ayuda del encargado o supervisor de maquinaria agrícola del ingenio Santa Ana S.A. Con esta boleta de

encuestó a cada mayordomo o encargado de la maquinaria agrícola por región, con el objetivo de tener los aspectos a evaluar en la maquinaria y poder tener una situación real de la misma. Posteriormente se solicitó al departamento agrícola, un listado de la forma en que están conformados los tractores de usos varios, también la ubicación de la maquinaria para conocer las zonas, según región, donde están localizados.

B. Fase de campo

Consistió en visitas a todos los cascos centrales de las 7 regiones con las que cuenta el Ingenio Santa Ana, S.A., con el objetivo de ver detalladamente el funcionamiento de cada máquina y poder hacer la evaluación respectiva del estado, además, se utilizaron algunos parámetros para calificar los tractores e implementos. Se procedió a ver en movimiento algunos tractores conjuntamente con implementos para tomar la decisión de su estado, tomando en consideración que algunos tenían reparación y otros ya estaban fuera de uso por su condición.

Para obtener información se utilizó el método de entrevista directa encuestando a mayordomos quienes respondieron a las preguntas realizadas según la maquinaria evaluada. También se contó con la ayuda del supervisor de maquinaria del ingenio. La situación de la maquinaria se evidenció con la toma de imágenes con cámara digital, mismas que se documentaron.

C. Fase de Gabinete II

La información recopilada se ingresó en una boleta, incluyendo las preguntas que se realizaron a cada uno. Estos datos se procesaron con el programa Microsoft Excel, se creó de acuerdo al estado en que se encontró cada maquinaria evaluada, siendo estas: excelente, buena, regular, mala.

D. Análisis de la información recolectada

Dentro del análisis de la información se realizó graficas de barras y cuadros acorde a los resultados obtenidos del estado actual de la maquinaria y equipo. Mismas que puede observarse en la sección de resultados.

3.3.3 Resultados

El ingenio Santa Ana S.A, cuenta con 7 regiones. Se procedió a visitar cada región y recabar toda la información necesaria, visitando cada casco donde se encuentra toda la maquinaria, como también todos los implementos.

A continuación se presenta en cuadro número 13, los parámetros que sirvieron como guía para evaluar el estado actual de la maquinaria y los implementos.

Cuadro 12. Guía para la calificación de la maquinaria evaluada.

Parámetros utilizados para calificar tractores e implementos	
Excelente	Maquina o implemento con todas sus partes en perfecto estado físico y de funcionamiento.
Bueno	Funciona bien, pero en su estructura tienen partes dañadas físicamente o que funcionan mal, como fugas en cualquier parte, soldaduras o daños menores que no entorpecen su funcionamiento.
Regular	En las maquinas el motor funciona bien pero tiene problemas físicos en su estructura o mal funcionamiento de algunas partes de un sistema o de varios sistemas. Maquinas con más de 10 años de uso. En los implementos tienen muchas partes soldadas y hechizas a veces mal estructuradas. El implemento trabaja pero cuesta calibrarlo.
Mal estado	En las maquinas el motor trabaja pero no tiene la potencia requerida, la carrocería y el chasis flojos y despintados, fugas en uno o varios sistemas; Embrague y palanca de cambio malos, sistema hidráulico malo, levante, caja de acople rápido y toma fuerza no funcionan, sistema direccional malo. Implementos: Chasis torre de acople en mal estado, partes soldadas y mal ajustadas, partes principales torcidas, tornillería en mal estado, implementos o equipos en abandono.

Fuente: El autor.



Figura 28. M) Encuesta a mayordomos y operarios de máquinas, N) Calibración previa de un aguilón, para verificar funcionamiento.

Fuente: El autor.



Figura 29. Ñ) Válvulas de flujo de tractor marca CASE, en buen estado. O) Problema de descarga no uniforme, causa, problema con el helicoidal del gusano y suciedad antes de iniciar el trabajo.

Fuente: El autor.



Figura 30. P) Descarga no uniforme, oscilación del eje del gusano en mal estado. Q) Calibración de una cultivadora, para verificar seccionamiento de discos traseros y evaluar funcionamiento.

Fuente: El autor



Figura 31. R) Chapeadora en mal estado y abandonada. S) Tractores de la región II en buen estado. T) Tractor de la región VII, en reparación por problema de calentamiento de motor.
 Fuente: El autor.

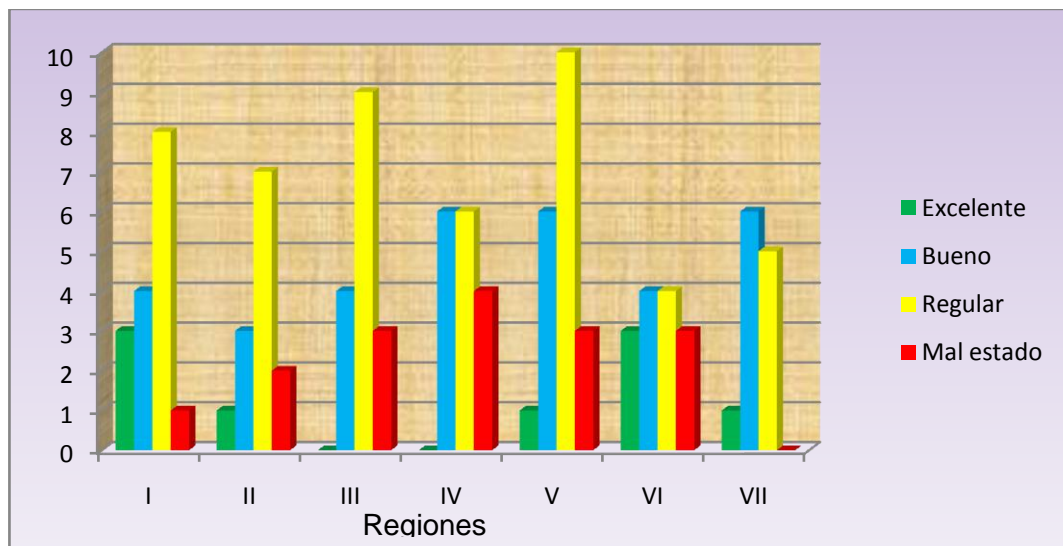


Figura 32. Clasificación de tractores en las siete regiones, según el estado funcional.
 Fuente: El autor.

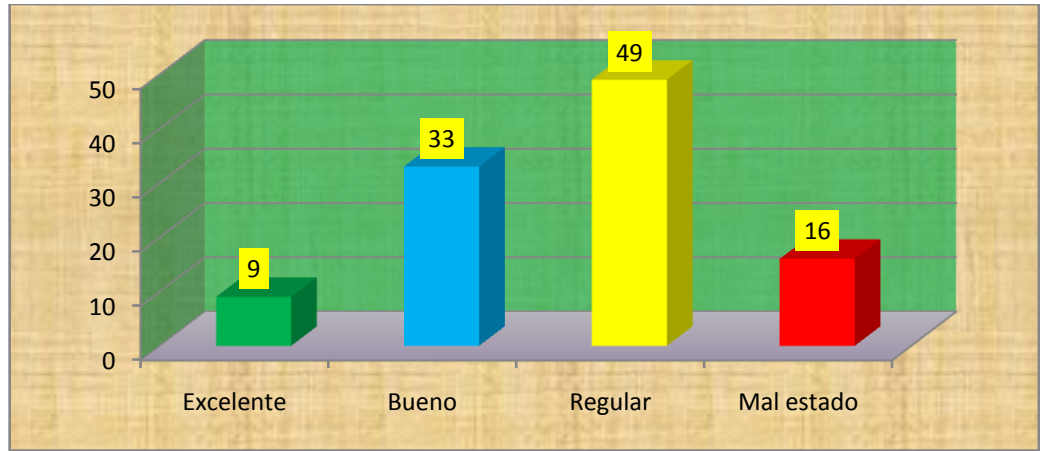


Figura 33. Sumatoria del estado de los tractores de acuerdo a la evaluación realizada en las siete regiones del ingenio Santa Ana, S.A.
Fuente: El autor.

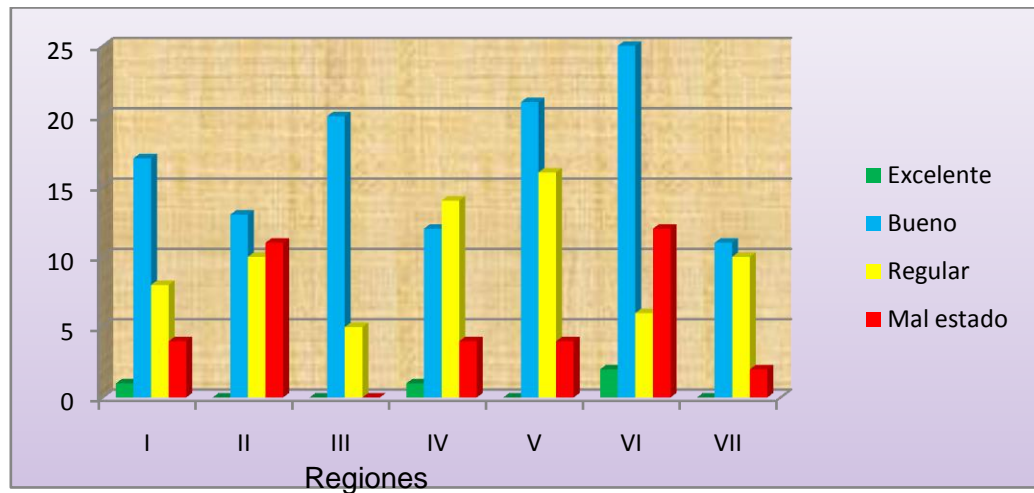


Figura 34. Estado físico de cada uno de los implementos agrícolas, según región evaluada.
Fuente: El autor.

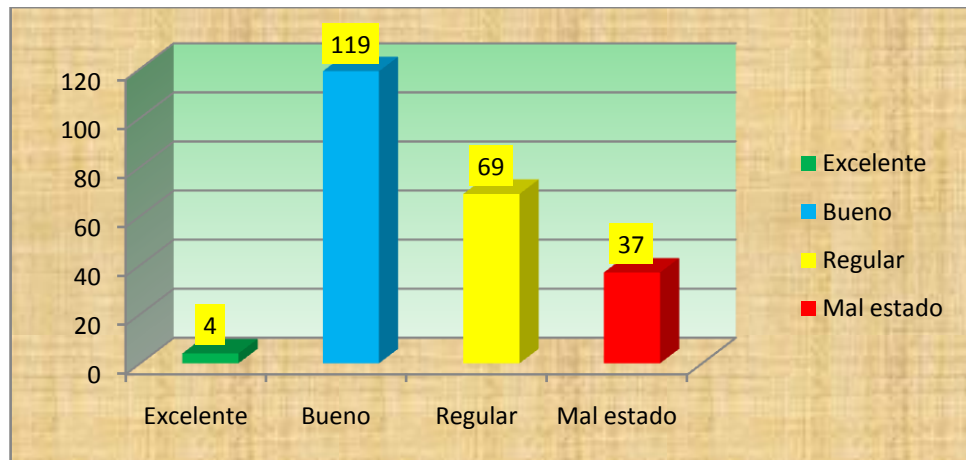


Figura 35. Sumatoria y estado físico de equipos e implementos en las siete regiones según evaluación realizada.
Fuente: El autor.

Clase y cantidad de implementos por región																												
Implemento	Región																											
	I				II				III				IV				V				VI				VII			
	Exc.	B	R	M	Exc.	B	R	M	Exc.	B	R	M	Exc.	B	R	M	Exc.	B	R	M	Exc.	B	R	M	Exc.	B	R	M
Arado de discos						1		1			1							4			1					1		
Arado de vertederas											1							1										
Chapeadora			1	1		1		2			1				1	3			1	2	1	1			6		2	1
Compostera																						1						
Cuchilla niveladora			1				1															1		1				
Cultivadora de gallinita								2			1				1								1					
Cultivadora de ganchos							1																					
Equipo de aspersión		3	1	2		1	2	3			2			1	3	3			2	3	1	1	3	2		2	1	
Escarificador		3				1	1				4				2	1			2			2	2			2		
Ferticultivadora	1	2	1			3					2	2			3		1		3		1	4	2				1	
Fertilizadora																											1	
Rastra cultivadora		2				1					2				1	2	1		1	1			5	1		1		
Rastra pesada		4	1			3					5				1	1			4	2		2	1			2	1	
Rastra romp. Pulidora						1	2						1			1			4	1		3						
Subsolador		1					1	1							1				1			1				1		
Surqueador		3	2	2		1	1	1			2	1			1	1	2		4	2	1	3	1			5		

Figura 36. Clase y cantidad de implementos evaluados por región.

Fuente: El autor.

Resumen del estado de los implementos evaluados					
	Exc.	B	R	M	Total de las siete regiones
Arado de discos	0	4	4	1	9
Arado de vertederas	0	1	1	0	2
Chapeadora	0	4	8	11	23
Compostera	0	1	0	0	1
Cuchilla niveladora	0	0	3	1	4
Cultivadora de gallinita	0	0	3	2	5
Cultivadora de ganchos	0	0	1	0	1
Equipo de aspersión	0	16	10	8	34
Escarificador	0	16	4	0	20
Ferticultivadora	1	17	4	4	26
Fertilizadora	0	1	0	0	1
Rastra cultivadora	0	13	4	1	18
Rastra pesada	0	21	5	1	27
Rastra romp. Pulidora	0	8	4	1	13
Subsolador	0	5	1	1	7
Surqueador	0	14	13	6	33

Figura 37. Resumen del estado de los implementos evaluados, dentro de las siete regiones del departamento agrícola de ingenio Santa Ana, S. A.

Fuente: El autor.

3.3.4 CONCLUSIONES

- a) Se contabilizaron 107 tractores en diferentes estados de mantenimiento, ubicados en las siete regiones que comprende el Ingenio Santa Ana S.A.
- b) Según el estado físico de los tractores, se determinó que existen 9 tractores en excelente estado lo que representa el 8.41%, 49 tractores en estado regular representando un 45.79% y tractores en mal estado la cantidad de 16 siendo el 14.95%. Datos obtenidos en las siete regiones con las que cuenta el ingenio Santa Ana, S.A.
- c) Existen 33 tractores en buen estado equivalente al 30.84%.
- d) Hay mayor porcentaje de tractores en regular estado, siendo estos 49 tractores igual a 45.79%.
- e) Un pequeño porcentaje representado en 14.95 % de 16 tractores evaluados en mal estado y que a la vez ya no son de utilidad para ninguna región.
- f) Existen 229 implementos para diferentes usos agrícolas dentro del ingenio Santa Ana, S.A, estos ubicados en las 7 regiones.
- g) El ingenio, cuenta con un 51.96% de implementos en buen estado contra un 16.15% de implementos en mal estado o fuera de utilidad en las 7 regiones.

3.3.5 ANEXOS

3.3.5A Boletas de campo, para encuestas sobre cantidad, situación actual de tractores e implementos.

DIAGNÓSTICO DE MAQUINARIA Y EQUIPO AGRÍCOLA EN FINCAS DEL INGENIO SANTA ANA, S.A.		
Boleta No. 1. Tractores.		
FINCA:	_____	Región: _____
Máquina:	_____	Marca _____
Serie:	_____	Modelo: _____ Código: _____
1. Chasis y carrocería:		
Buen estado: _____		
Problemas: _____		
2. Sistema de embrague:		
Buen estado: _____		
Problemas: _____		
3. Motor:		
Buen estado: _____		
Problemas: _____		
4. Sistema eléctrico:		
Buen estado: _____		
Problemas: _____		
5. Sistema de abastecimiento:		
Buen estado: _____		
Problemas: _____		
6. Sistema de lubricación:		
Buen estado: _____		
Problemas: _____		
7. Sistema hidráulico:		
Buen estado: _____		
Problemas: _____		
8. Sistema de enfriamiento:		
Buen estado: _____		
Problemas: _____		
9. Sistema direccional y frenos:		
Buen estado: _____		
Problemas: _____		

Figura 38. Boleta No1. De campo para encuesta del estado actual de los tractores.

Fuente: El autor.

DIAGNÓSTICO DE MAQUINARIA Y EQUIPO AGRÍCOLA EN FINCAS DEL INGENIO SANTA ANA, S.A.			
Boleta No. 2. Rastras.			
FINCA:	Región:		Fecha:
Equipo:	Marca	No. Código:	
Serie:	Tipo:	No. Cuerpos	
Chasis:	B <input type="checkbox"/> R <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/>	Obs. _____	
Acople:	B <input type="checkbox"/> R <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/>	Obs. _____	
Barra porta cuerpos (No. _____)	B <input type="checkbox"/> R <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/>	Obs. _____	
Timones:	B <input type="checkbox"/> R <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/>	Obs. _____	
Barra portadiscos	B <input type="checkbox"/> R <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/>	Obs. _____	
Chumaceras o Cojinetes	B <input type="checkbox"/> R <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/>	Obs. _____	
Discos dentados (No. ___ Pulg. ___)	B <input type="checkbox"/> R <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/>	Obs. _____	
Discos lisos (No. ___ Pulg. ___)	B <input type="checkbox"/> R <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/>	Obs. _____	
Tornillería	B <input type="checkbox"/> R <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/>	Obs. _____	
Mangueras			
Hidráulicas	B <input type="checkbox"/> R <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/>	Obs. _____	
Cilindros	B <input type="checkbox"/> R <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/>	Obs. _____	
Llantas de levante	B <input type="checkbox"/> R <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/>	Obs. _____	
Mecanismo de calibración	B <input type="checkbox"/> R <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/>	Obs. _____	

Figura 39. Boleta de diagnóstico para rastras del ingenio Santa Ana, S.A.

Fuente: El autor.

DIAGNÓSTICO DE MAQUINARIA Y EQUIPO AGRÍCOLA EN FINCAS DEL INGENIO SANTA ANA, S.A.			
Boleta No. 3. Surqueador.			
FINCA:	Región:		Fecha:
Equipo:	Marca	No. Código:	
Serie:	Tipo:	No. Cuerpos	
Chasis:	B <input type="checkbox"/> R <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/>	Obs. _____	
Torre de acople:	B <input type="checkbox"/> R <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/>	Obs. _____	
Barra porta cuerpos:	B <input type="checkbox"/> R <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/>	Obs. _____	
Timones:	B <input type="checkbox"/> R <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/>	Obs. _____	
Aletones	B <input type="checkbox"/> R <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/>	Obs. _____	
Punta de reja	B <input type="checkbox"/> R <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/>	Obs. _____	
Marcadores	B <input type="checkbox"/> R <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/>	Obs. _____	
Mecanismo de levante	B <input type="checkbox"/> R <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/>	Obs. _____	
Tornillera	B <input type="checkbox"/> R <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/>	Obs. _____	

Figura 40. Boleta de diagnóstico para surqueador del ingenio Santa Ana, S.A.

Fuente: El autor.

DIAGNÓSTICO DE MAQUINARIA Y EQUIPO AGRÍCOLA EN FINCAS DEL INGENIO SANTA ANA, S.A.			
Boleta No. 4. Abonadora.			
FINCA:	_____		Región: _____ Fecha: _____
Equipo:	_____	Marca _____	No. Código: _____
Serie:	_____	Tipo: _____	No. Cuerpos _____
Chasis	B _____ R _____ M _____		Obs. _____
Barra porta cuerpos	B _____ R _____ M _____		Obs. _____
Tolvas	B _____ R _____ M _____		Obs. _____
Mecanismo impulsor (M _____ H _____)	B _____ R _____ M _____		Obs. _____
Mecanismo de descarga (M _____ H _____)	B _____ R _____ M _____		Obs. _____
Mangueras hidráulicas	B _____ R _____ M _____		Obs. _____
Mangueras de descarga	B _____ R _____ M _____		Obs. _____

Figura 41. Boleta de diagnóstico para abonadora del ingenio Santa Ana, S.A.

Fuente: El autor.

3.4. SERVICIO DOS: CAPACITACIÓN A OPERARIOS POR REGIONES, CURSO CAPORAL I.

3.4.1 Objetivos

General

- Capacitar a operarios de las siete regiones con las que cuenta el ingenio Santa Ana, S.A. impartiendo el curso de caporal I, como un servicio dentro del Ejercicio Profesional Supervisado de Agronomía EPSA.

Específicos

- Enseñar al personal relaciones interpersonales.
- Capacitar operarios en generalidades de matemática básica.
- Impartir generalidades y características de la caña de azúcar, por medio del curso de fisiología, con el que conocerán los mecanismos de desarrollo de la misma.
- Demostrar en el campo el proceso de selección de semilla, luego la siembra respectiva.

3.4.2 METODOLOGÍA

La realización de este servicio, tuvo como fin poder capacitar con el Curso de Caporal I a todos los colaboradores que conforman cada región del Ingenio Santa Ana, S.A. para poder cumplir con las necesidades del personal en cuanto a capacitación y preparación se refiere, además de poder desempeñar y fomentar mediante una preparación la eficiencia, tener un buen aprovechamiento de los recursos de la empresa y proporcionar los conocimientos básicos para ejecutar las labores agrícolas.

A. Para la ejecución de este servicio se realizaron las siguientes actividades:

- a) Se realizó una convocatoria al personal de fincas que opera en cada región al finalizar la zafra periodo 2012-2013 (principios del mes de mayo de 2013), con el fin de no perjudicar las labores dentro de la zafra recién concluida. El curso fue enfocado en el manejo del cultivo de caña en campo.
- b) Después de haber seleccionado el personal participante, se escogió un lugar donde poder facilitarles un área para recibir el curso. Mediante un cronograma, que fue entregado a cada uno de ellos, se menciona el lugar la hora y contenido del curso. Tal información se encuentra en el siguiente cronograma: Ver cuadro 14.

Cuadro 13. Cronograma del Curso de Caporal I, 2013.

Lugar: Finca La Negra de la región I, ubicada en la aldea las Violetas, municipio de Taxisco, del departamento de Santa Rosa.				
Fecha	Región	Hora	Tema	Contenido
08/mayo/13	I, II, III, IV, V, VI, VII.	De 13:00 a 17:00	Relaciones interpersonales	<ol style="list-style-type: none"> 1. El efecto de nuestra autoestima. 2. Autoestima versus ego. 3. La importancia de la buena comunicación en las relaciones humanas. 4. Conociendo y respetando los valores personales. 5. Actitudes claves para una buena relación. 6. Características de las personas que tienen buenas relaciones personales. 7. Cómo tratar a personas difíciles. 8. Técnicas prácticas de resolución de conflictos. 9. Ejercicios prácticos.
09/mayo/13	I, II, III, IV, V, VI, VII.	De 13:00 a 17:00	Matemática básica	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sistema internacional de unidades de medida (SI). 2. Medidas de longitud. 3. Medidas de superficie y agrarias. 4. Medidas de volumen y capacidad. 5. Medidas de peso. 6. Ejercicios de utilización de tablas de conversión.
10/mayo/13	I, II, III, IV, V, VI, VII.	De 13:00 a 17:00	Fisiología de la caña de azúcar. Examen final teoría.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Morfología de la caña de azúcar. 2. Estructura externa de la planta. <ul style="list-style-type: none"> ✓ El sistema radical. ✓ Raíces primordiales. ✓ Raíces permanentes. ✓ El tallo. ✓ Nudo. ✓ Entrenudo. ✓ La hoja. ✓ Lamina foliar ✓ Yagua o vaina. ✓ La flor. 3. Estructura interna de las partes de la planta. <ul style="list-style-type: none"> ✓ La raíz. ✓ El tallo. ✓ La hoja. 4. Aspectos fisiológicos importantes de la planta. <ul style="list-style-type: none"> ✓ Fotosíntesis. ✓ Tasa de crecimiento. ✓ Índice de área foliar. ✓ Acumulación de sacarosa. ✓ Condiciones ambientales y crecimiento de la planta. 5. Componentes de producción de la caña de azúcar. <ul style="list-style-type: none"> ✓ Definición de semilla. ✓ Importancia de establecer semilleros. ✓ Asegurar la pureza y sanidad de la variedad a reproducir. ✓ La calidad de semilla como base en expresión del potencial genético varietal. ✓ La necesidad de semilla. ✓ Sistemas de siembra.
11/mayo/13	I, II, III, IV, V, VI, VII.	De 07:00 a 12:00	Práctica de campo.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Siembras del ingenio Santa Ana, S.A. <ul style="list-style-type: none"> ✓ Siembra cadena doble al fondo de surco.

Fuente: El autor.

3.4.3 Resultados

Se empezó a trabajar según el contenido del curso. Día uno, el módulo de relaciones interpersonales; el segundo día matemática básica; tercer día, fisiología de la caña de azúcar; ultimo día, practica de campo, corte de semilla y siembra (en esta labor se les enseñó a conocer la forma correcta del corte de semilla y siembra. Esto se efectuó en la finca La Negra de la región I, ubicada en la aldea las Violetas, municipio de Taxisco, del departamento de Santa Rosa.

El curso de caporallse realizó en las fechas del 8 al 11 de mayo del 2013. Se efectuó según un cronograma que se apegó a un horario que beneficiará a los participantes. Se contó con un total de 22 participantes de las 7 regiones con las que cuenta el ingenio. Ver figura 42.



Figura 42. J) Día uno: Modulo de relaciones interpersonales. K) Día dos: Matemática básica.
Fuente: El autor.



Figura 43. L) Día tres: Fisiología de la caña de azúcar. M) Día cuatro: Examen final de la teoría previo a la práctica de campo.
Fuente: El autor.



Figura 44. Día cuatro: Y) Corte y paqueteado de esquejes para semilla. Z) Distribución de semilla para el transporte al área de siembra.

Fuente: El autor.



Figura 45. Día cuatro: a) Práctica de siembra. b) Distribución de semilla en surcos. c) Cadena doble de esquejes para la siembra.

Fuente: El autor.

3.4.4 Cuadro de notas de los participantes en el curso Caporal I.

Con base a la capacitación realizada, la teoría se evaluó sobre un 50% y la práctica 50% para un total de 100% la aprobación requirió de 60 puntos como mínimo. Los resultados de la evaluación tanto escrita como práctica se muestran a continuación en el cuadro número 15.

Cuadro 14. Resultados de evaluación realizada a 22 operarios al Curso de Caporal I, realizada como parte de la capacitación programada en el ingenio Santa Ana, S.A. 2013.

CÓDIGO		NOMBRE	PRÁCTICA 50%	TEORIA 50%	TOTAL
1	14157	Neftalí Morales Peralta	38	53	91
2	23634	Noé Arnoldo Aifan Pocon	5	35	40
3	27593	Edwin Daniel Ordoñez Álvarez	23	40	63
4	27596	Edwin Saúl Ordoñez Álvarez	25	40	65
5	42794	German Esteban Santos Samayoa	8	25	33
6	43182	Víctor Hugo López Gómez	18	45	63
7	43239	Jorge Antonio Sales Estrada	49	32	81
8	43322	Luis Humberto López	40	40	80
9	46886	Juan Genaro Ordoñez Álvarez	36	60	96
10	47447	Jairon Guillermo López Y López	34	0	34
11	47829	Evin Estuardo Pérez Castro	49	40	89
12	50064	Mynor Adolfo Ordoñez Álvarez	23	60	83
13	50486	Mario Alexis Verancourth Carbajal	39	45	84
14	51324	Luis Alfonso Quevedo Gallardo	5	40	45
15	55441	Elfego Antonio González Morales	49	40	89
16	55478	Juan Antonio Santos Gómez	25	35	60
17	55506	Henner Orlando Vasquez Díaz	11	0	11
18	55594	José Eduardo Villatoro Ramírez	35	40	75
19	57594	Concepción Estuardo Reyes Melgar	26	35	61
20	58429	Allan Keny Mejía Rodas	40	41	81
21	58536	Edras Elí Santos Gómez	11	33	44
22	58970	Mario Francisco De Paz Girón	8	53	61

Fuente: El autor.

3.4.5 CONCLUSIONES:

- a) Se capacitaron a 22 personas en el curso para caporal I, de los cuales 16 operarios, (72.72%) aprobó la capacitación.
- b) El cronograma de actividades de capacitación se cumplió de acuerdo con el tiempo establecido y la asistencia fue del 100%.
- c) Los encargados de labores agrícolas de campo, ahora cuentan con conocimientos técnicos y básicos, para realizar sus labores de una manera más eficiente.

3.5. BIBLIOGRAFÍA

1. CENGICAÑA (Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar, GT). 1994. Impacto social de la agroindustria azucarera en Guatemala. Guatemala. 242 p.
2. Cruz S, JR De la. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
3. Ingenio Santa Ana, División Agrícola y Servicios, GT. 1999a. Documento corporativo Santa Ana, S.A. Escuintla, Guatemala. 65 p.
4. _____. 1999b. Informe de estructura interna del ingenio Santa Ana, S.A. Escuintla, Guatemala. 25 p.
5. Melgar, M; Meneses, A; Orozco H; Pérez, O; Espinoza, R. 2012. El cultivo de la caña de azúcar en Guatemala. Guatemala, Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar (CENGICAÑA). 512 p.