

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS

EFFECTO DEL GLIFOSATO, FLUAZIFOP-BUTIL, AZUFRE  
Y SULFATO DE POTASIO EN LA CALIDAD Y RENDIMIENTO  
DE LA CAÑA DE AZUCAR (*Saccharum officinarum* L.)  
EN TIQUISATE, ESCUINTLA.

TESIS  
PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD  
DE AGRONOMIA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE  
GUATEMALA

POR  
NOE ARNOLDO GONZALEZ RUANO  
EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO  
INGENIERO AGRONOMO

EN

SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA  
EN EL GRADO ACADEMICO DE  
LICENCIADO

GUATEMALA, MAYO DE 1996



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

DR. JAFETH ERNESTO CABRERA FRANCO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO:	ING. AGR. JOSE ROLANDO LARA ALECIO
VOCAL PRIMERO :	ING. AGR. JUAN JOSE CASTILLO MONT
VOCAL SEGUNDO:	ING. AGR. WILLIAM ROBERTO ESCOBAR LOPEZ
VOCAL TERCERO:	ING. AGR. CARLOS ROBERTO MOTTA
VOCAL CUARTO:	P. AGR. HENRY ESTUARDO ESPAÑA
VOCAL QUINTO:	BR. MYNOR JOAQUIN BARRIOS OCHAETA
SECRETARIO:	ING. AGR. GUILLERMO MENDEZ



Guatemala, mayo de 1996

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

Honorables Miembros:

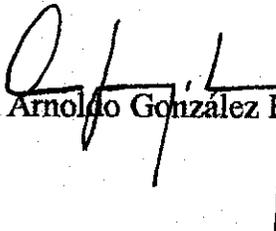
De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado:

**EFFECTO DE GLIFOSATO, FLUAZIFOP-BUTIL, AZUFRE Y SULFATO DE POTASIO EN LA CALIDAD Y RENDIMIENTO DE LA CAÑA DE AZUCAR (*Saccharum officinarum* L.) EN TIQUISATE, ESCUINTLA.**

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

Esperando que el presente trabajo de investigación llene los requisitos para su aprobación, me es grato manifestarles mi agradecimiento por la atención a la presente,

Atentamente:

  
Noé Arnoldo González Ruano.



TESIS QUE DEDICO

A:

MI PATRIA GUATEMALA

TRICENTENARIA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMIA

CAMPESINO GUATEMALTECO



## ACTO QUE DEDICO

A:

DIOS TODO PODEROSO

LA VIRGEN MARIA

MIS PADRES: Tte. Coronel de Inf. Carlos González Victoria  
Tomasa Ruano Vda. de González

MIS HERMANOS: Manuel, Bolivia, Rossibel y Carlos

MIS FAMILIARES Y AMIGOS



## AGRADECIMIENTOS

A:

INGENIO TIERRA BUENA

CENTRO GUATEMALTECO DE INVESTIGACION Y CAPACITACION DE  
LA CAÑA DE AZUCAR (CENGICAÑA)

MIS ASESORES: Ing. Agr. Manuel Martínez Ovalle,  
Ing. Agr. Juan José Castillo Montt  
Ing. Agr. Marco Tulio Aceituno

MIS AMIGOS: Ing. Agr. José Víctor Gómez Maldonado  
Ing. Agr. Alvaro René Leonardo Hernández

Mi eterna gratitud a todas las personas, empresas e instituciones que de una u otra forma contribuyeron a la culminación de mis estudios en la carrera de Agronomía, con especial cariño a la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala por haber alimentado mi espíritu con el pan del saber.

Toda palabra de aliento, todo apoyo recibido, es digno de mi más sincero reconocimiento e infinito agradecimiento, pues constituyeron el aliciente que hizo posible alcanzar la meta, triunfo que no es mío en particular, sino de todos. Mi admiración y respeto para Ustedes.



## INDICE

CONTENIDO	Pag
INDICE DE CONTENIDO.....	i
INDICE DE CUADROS.....	iv
INDICE DE FIGURAS.....	v
RESUMEN.....	vi
1. INTRODUCCION.....	1
2. DEFINICION Y JUSTIFICACION DEL PROBLEMA.....	3
3. MARCO TEORICO.....	4
3.1. Marco conceptual.....	4
3.1.1. Origen geográfico e historia de la caña de azúcar.....	4
3.1.2. Botánica y morfología de la caña de azúcar.....	4
3.1.3. Maduración de la caña de azúcar.....	6
3.1.3.1. Potencial de las variedades para acumular azúcar.....	6
3.1.3.2. Mecanismos de acumulación de sacarosa en la planta.....	6
3.1.3.3. Maduración en función de humedad, cantidad y accesibilidad de nitrógeno y potasio.....	6
3.1.3.4. Control de la maduración.....	6
3.1.4. La curva de madurez.....	7
3.1.5. Madurantes químicos para la caña de azúcar.....	7
3.1.5.1. Beneficios del madurante.....	9
3.1.5.2. Efectos visibles del madurante.....	9
3.1.5.3. Características de la sal isopropil amina de glifosato.....	10
3.1.5.4. Características del fluazifop-butil.....	11
3.1.5.5. Bases teóricas para la aplicación de sulfato de potasio.....	11
3.1.6. Control de la maduración y rendimiento.....	12
3.1.6.1. Sistemas para controlar la maduración de la caña de azúcar.....	13
3.2. Marco Referencial.....	14
3.2.1. Localización y descripción del área experimental.....	14
3.2.2. Manejo de la plantación.....	15
3.2.3. Rendimiento de lotes en zafra anterior.....	16
3.2.4. Antecedentes de investigaciones utilizando como madurante la sal isopropil amina de glifosato.....	16
3.2.4.1. Aplicaciones de sal isopropil amina de glifosato como madurante en Guatemala.....	17

	3.2.4.2. Efecto de la sal isopropil amina de glifosato aplicada a diferentes edades en las variedades PR-61632 y POJ-2878 de caña de azúcar.....	19
4.	HIPOTESIS.....	20
5.	OBJETIVOS.....	21
6.	MATERIALES Y METODOS.....	22
	6.1. Area experimental.....	22
	6.1.1. Características de la unidad experimental y área total ..	22
	6.1.1.1. Parcela bruta.....	22
	6.1.1.2. Parcela neta.....	22
	6.2. Material experimental.....	22
	6.2.1. Caña de azúcar, variedad SP-701284.....	22
	6.2.1.1. Características generales de la variedad SP-701284.....	22
	6.2.1.2. Tratamientos.....	23
	6.3. Metodología experimental.....	23
	6.3.1. Diseño experimental.....	23
	6.3.2. Variables respuesta.....	23
	6.3.2.1. Variables de rendimiento.....	24
	A) Kilogramos de azúcar por tonelada métrica de caña (KgAz/TMC) .....	24
	B) Toneladas métricas de caña por hectárea(TMC/ha).....	24
	C) Toneladas métricas de azúcar por hectárea (TMAz/ha).....	25
	6.3.2.2. Otras variables evaluadas .....	25
	A) Incremento en altura de tallo (cm).....	25
	B) Tamaño y peso del cogollo (cm, kg).....	26
	C) Calidad de quema.....	26
	D) Curva de madurez.....	26
	E) Porcentaje de corcho presente en tallos.....	27
	F) Número promedio de brotes laterales por tallo.....	27
	G) Porcentaje de floración.....	27
	H) Evaluación del rebrote.....	28
	6.3.3. Análisis de la información.....	28
	6.3.3.1. Análisis estadístico.....	28
	6.3.3.2. Modelo estadístico.....	28
	6.3.3.3. Prueba de medias (Duncan).....	28
	6.3.3.4. Análisis económico.....	29
	6.4. Manejo del experimento.....	30
	6.4.1. Aplicación de los tratamientos.....	30

6.4.2.	Toma de muestras.....	30
6.4.3.	Cosecha.....	30
7.	PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS.....	31
7.1.	Variables de rendimiento.....	32
7.1.1.	Variable rendimiento en KgAz/TMC.....	32
7.1.2.	Variable rendimiento en TMC/ha.....	33
7.1.3.	Variable rendimiento en TMAz/ha.....	34
7.2.	Variables secundarias.....	35
7.2.1.	Variable incremento en altura de tallo (cm).....	35
7.2.2.	Variable tamaño y peso del cogollo.....	38
7.2.2.1.	Tamaño del cogollo (cm).....	38
7.2.2.2.	Peso del cogollo (kg).....	39
7.2.3.	Variable calidad de quema.....	40
7.2.4.	Variable curva de madurez.....	41
7.2.5.	Variable porcentaje de corcho presente en tallos.....	42
7.2.6.	Variable número promedio de brotes laterales (lajas) por tallo.....	43
7.2.7.	Variable porcentaje de floración.....	45
7.2.8.	Variable evaluación del rebrote.....	45
7.3.	Análisis económico.....	45
8.	CONCLUSIONES.....	47
9.	RECOMENDACIONES.....	48
10.	BIBLIOGRAFIA.....	49
11.	APENDICE.....	52



## INDICE DE CUADROS

No.	Pag
1. Rendimiento en toneladas métricas de caña por hectárea (TMC/ha) en zafra 93-94.....	16
2. Aplicación de madurantes químicos en los ingenios azucareros en Guatemala.....	18
3. Descripción de los tratamientos evaluados.....	23
4. Incremento en el rendimiento en kilogramos de azúcar por tonelada métrica de caña (KgAz/TMC), a la 8a., 9a. y 10a. semanas después de la aplicación de los tratamientos.....	31
5. Resumen de los análisis de varianza realizados para la variable rendimiento en kilogramos de azúcar por tonelada métrica de caña a la 8a., 9a. y 10a. semanas después de la aplicación de los tratamientos.....	32
6. Rendimiento en toneladas métricas de caña por hectárea (TMC/ha) a la 10a. semana después de la aplicación de los tratamientos.....	33
7. Resumen del análisis de varianza para la variable rendimiento en toneladas métricas de caña por hectárea a la 10a. semana después de la aplicación de los tratamientos.....	34
8. Rendimiento en toneladas métricas de azúcar por hectárea (TMAz/ha) a la 10a. semana después de la aplicación de los tratamientos.....	34
9. Resumen del análisis de varianza realizado para la variable rendimiento en toneladas métricas de azúcar por hectárea (TMAz/ha) a la 10a. semana después de la aplicación de los tratamientos.....	34
10. Resumen de los análisis de varianza realizados semanalmente para la variable incremento en altura de tallos (cm.).....	35
11. Resumen de pruebas de medias por Duncan realizadas semanalmente para la variable incremento en altura de tallo (cm.).....	36
12. Relación entre el rendimiento en kilogramos de azúcar por tonelada métrica de caña (kgAz/TMC) y la altura de tallos (cm), a la 10a. semana después de la aplicación de los tratamientos.....	38
13. Resumen del análisis de varianza para la variable tamaño del cogollo a la 10a. semana después de la aplicación de los tratamientos.....	38
14. Prueba de medias por Duncan para la variable tamaño del cogollo.....	39
15. Resumen del análisis de varianza para la variable peso del cogollo a la 10a. semana después de la aplicación de los tratamientos.....	39
16. Prueba de medias por Duncan para la variable peso del cogollo.....	40
17. Calidad de quema del cañeveral.....	40
18. Resumen de los análisis de varianza para la variable porcentaje de corcho presente en tallos a la 10a. semana después de la aplicación de los tratamientos.....	42

19. Resumen de pruebas de medias por Duncan para la variable porcentaje de corcho presente en tallos, en los diferentes rangos, a la 10a. semana después de la aplicación de los tratamientos..... 42

20. Relación entre el rendimiento en kilogramos de azúcar por tonelada métrica de caña (kgAz/TMC) y el acorchamiento en tallos a la 10a. semana después de la aplicación de los tratamientos..... 43

21. Resumen de los análisis de varianza realizados para la variable Número Promedio de Brotes Laterales por tallo a la 8a, 9a. y 10a. semanas después de la aplicación de los tratamientos..... 43

22. Prueba de medias por Duncan para la variable Número Promedio de Brotes Laterales por tallo a 10a. semana después de la aplicación de los tratamientos..... 44

23. Relación entre el rendimiento en kilogramos de azúcar por tonelada métrica de caña (kgAz/TMC) y el número promedio de brotes laterales por tallo..... 44

24. Resumen de los análisis de varianza para la población de caña a los 30 y 60 días después de la cosecha..... 45

25. Análisis de dominancia para la 10a. semana después de la aplicación de los tratamientos..... 46

### INDICE DE FIGURAS

No.	Pag
1. Incremento en el rendimiento en kilogramos de azúcar por tonelada métrica de caña durante las 10 semanas de observación.....	33
2. Incremento acumulado en altura de tallo durante las 10 semanas después de la aplicación de los tratamientos.....	37
3. Concentración de sacarosa para cada tratamiento durante las 10 semanas después de la aplicación de los tratamientos.....	41

EFFECTO DEL GLIFOSATO, FLUAZIFOP-BUTIL, AZUFRE Y SULFATO DE POTASIO EN LA CALIDAD Y RENDIMIENTO DE LA CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum officinarum*L.) EN TIQUISATE, ESCUINTLA.

EFFECT OF GLYPHOSATE, FLUAZIFOP-BUTYL, SULFUR AND POTASIMUM SULPHATE ON THE YIELD AND QUALITY OF SUGAR CANE (*Saccharum officinarum*L.) IN TIQUISATE, ESCUINTLA.

RESUMEN

Con la finalidad de comparar el efecto causado en la calidad y rendimiento de la variedad SP-701284 de caña de azúcar, por dos dosis de sal isopropil amina de glifosato y fluazifop-butyl, así como también azufre y sulfato de potasio, éstos últimos en una sola dosis, se llevó a cabo el presente ensayo en la finca Maracaibo del Ingenio Tierra Buena, la cual se encuentra ubicada al sur del municipio de Tiquisate, Escuintla, a una altura de 18 msnm, en donde la temperatura promedio es de 30 grados centígrados, la precipitación es de 1000 mm al año distribuidos de mayo a octubre, la humedad relativa es del 73 al 77% y los suelos son de textura franca arenosa a franca arenosa fina.

Para la evaluación se utilizó un diseño en bloques al azar con siete tratamientos y tres repeticiones, en una plantación de caña soca de 10 meses de edad.

Los tratamientos se aplicaron el 10 de enero de 1995, entre las 6:30 a. m. y 6:50 a. m., utilizando para ello un helicóptero TG-SPY, con aguilón de 32 boquillas, D-10, cuyo ángulo de aplicación fué de 180 grados, a 28 lb/pulg<sup>2</sup> y descarga de 43.34 l/ha. Se realizaron muestreos semanales con la siguiente frecuencia: 0 (día antes de la aplicación), 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 y 10 semanas después de la aplicación.

Con los resultados del experimento se determinó que con el sulfato de potasio en dosis de 5.267 kg/ha se obtuvieron los mayores rendimientos en kilogramos de azúcar por tonelada métrica de caña, toneladas métricas de caña por hectárea y toneladas métricas de azúcar por hectárea, sin existir diferencias significativas con los otros productos evaluados; lográndose también con éste las mayores alturas de tallo, el menor porcentaje de acorchamiento y el menor número promedio de brotes laterales por tallo.

Con el glifosato en dosis de 1.002 y 1.288 l/ha se obtuvieron alturas de tallo menores que las del Testigo, pero los rendimientos en kilogramos de azúcar por tonelada métrica de caña fueron superiores al de éste, por lo que se deduce que el glifosato mejora la calidad de la caña.

No se encontraron daños en el rebrote debido a la aplicación de estos productos químicos en la caña de azúcar.

De acuerdo con el análisis económico efectuado, el sulfato de potasio presentó los mayores beneficios económicos con una tasa marginal de retorno igual a 5455.96%.



## 1. INTRODUCCION:

En Guatemala el cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*L.) es de gran importancia socio-económica, representando una buena fuente de trabajo (la zafra genera trabajo para más de 100,000 obreros agrícolas al año) y divisas (en 1,990 se obtuvo un ingreso de US\$146.7 millones); teniéndose en el país un total de 119,552 hectáreas sembradas en la costa sur, lo que coloca a Guatemala en el quinto país exportador de azúcar a nivel mundial (2).

Durante el proceso de producción, principalmente en la etapa inicial de la zafra se tiene el problema de que no se entrega caña al ingenio en un estado óptimo de madurez, es decir que los jugos contengan una buena concentración de sacarosa y que luego del proceso industrial se pueda obtener un alto rendimiento en libras de azúcar por tonelada de caña; este problema generalmente es ocasionado porque al inicio de la zafra no se tienen condiciones adecuadas para la maduración de la caña, como pueden ser: El fotoperíodo largo (bastante luz solar), temperaturas frescas y poca precipitación en un rango de 4 a 6 semanas antes de la cosecha, lo que ocasiona que en esta etapa se tengan bajos rendimientos en azúcar.

Para contrarrestar esto, en muchos países del mundo han aplicado al cultivo de la caña de azúcar productos químicos que regulan el crecimiento y aceleran la maduración, con el objeto de aumentar el contenido de sacarosa cuando las condiciones climáticas son adversas al proceso de almacenamiento de la misma.

En Guatemala no se tienen suficientes experiencias acerca de la aplicación de estos productos, por lo que es necesario establecer proyectos o ensayos por medio de los cuales se pueda obtener suficiente información técnico-científica acerca de los factores que intervienen en la mencionada aplicación, entre los cuales se pueden mencionar: Producto utilizado, dosis, variedades, edad de la caña, tiempo transcurrido entre la aplicación y la cosecha, etc., de manera que se pueda obtener caña en su estado óptimo de madurez y contenido de sacarosa, no solo al inicio sino durante todo el tiempo de la zafra.

Con tal propósito se llevó a cabo un ensayo para evaluar el efecto causado en la calidad y rendimiento de la variedad SP-701284 de caña de azúcar por 2 dosis de sal isopropil amina de glifosato y fluazifop-butil, así como también azufre y sulfato de potasio, éstos últimos en una sola dosis. Dicho ensayo se realizó en la finca Maracaibo del Ingenio Tierra Buena, Tiquisate, Escuintla, durante los meses de noviembre de 1,994 a marzo de 1,995, utilizando para ello un diseño en bloques al azar con 7 tratamientos y 3 repeticiones, en un área total de 52.50 hectáreas (75.13 manzanas). La principal variable respuesta evaluada fué el rendimiento en kilogramos de azúcar por tonelada métrica de caña (KgAz/TMC), toneladas métricas de caña por hectárea (TMC/ha) y toneladas métricas de azúcar por hectárea (TMAz/ha); además, también se evaluaron otras variables tales como: Incremento en altura de los tallos (cm), tamaño (cm) y peso (kg) del cogollo, curva de madurez, porcentaje de corcho presente en tallos, número promedio de brotes laterales (lals) por tallo, porcentaje de floración, calidad de quema y evaluación del rebrote; realizándose para cada una de estas variables un análisis de varianza

y una prueba de medias por Duncan para aquellas que presentaron diferencias significativas entre los tratamientos aplicados. También se efectuó un análisis económico para determinar la tasa de retorno marginal (TMR) para cada uno de los tratamientos objeto de estudio.

## 2. DEFINICION DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACION DEL TRABAJO:

Uno de los principales problemas que en la actualidad afrontan los productores de caña de azúcar en Guatemala, es de que no entregan al ingenio caña en estado óptimo de madurez a fin de extraer el grado máximo de sacarosa. Por otra parte, los ingenios no tienen la suficiente capacidad para procesar toda la caña cuando ésta alcanza su madurez natural y llega a su punto óptimo.

Para solucionar esta problemática se han hecho aplicaciones de glifosato, el cual actúa como madurador y, aunque los resultados han mejorado relativamente, es necesario encontrar opciones que permitan hacer más eficiente la práctica de la aplicación de maduradores químicos en caña de azúcar, presentándose la oportunidad de evaluar diferentes productos, tales como fluazifop-butil, azufre y sulfato de potasio como alternativas al uso del glifosato, y que en algunos otros países, aún en Guatemala, ya han sido probados pero sin encontrar resultados consistentes que permitan generalizar su uso.

Por otro lado, la industria cañera guatemalteca no debe depender de una sola opción debido a que si ésta faltase, se pondría en serias dificultades la producción azucarera del país, que ve en el uso de productos químicos que inducen la maduración, una de las técnicas ya normales en el desarrollo del cultivo mismo. Por lo tanto, fué necesario iniciar una serie de investigaciones que permitan establecer el efecto de diferentes dosis que aún no habían sido evaluadas, comparado con los resultados obtenidos con otros productos.

Razones plenamente justificables que motivaron la realización de este ensayo, el cual se llevó a cabo en la finca Maracaibo del Ingenio Tierra Buena, en el municipio de Tiquisate, Escuintla, en los meses comprendidos de noviembre de 1,994 a marzo de 1,995.

### 3. MARCO TEORICO:

#### 3.1 Marco Conceptual:

##### 3.1.1 Origen Geográfico e Historia de la Caña de Azúcar:

El origen de la caña de azúcar a provocado grandes discusiones, algunos han opinado que su origen lo tuvo en la India, en la desembocadura del Ganges, dando el nombre de Guara a la región y a la ciudad el nombre de Gur que quiere decir azúcar (2).

Otros opinan que el origen de la caña de azúcar fué en las Islas de la Polinesia, y no ha faltado quien afirme que en América ya se encontraba antes de la llegada de Colón, a quien se atribuye haberla traído a este continente.

Zúñiga citado por Avila (2), dice que existen pruebas evidentes de que en Guatemala existían cañas dulces o sea caña de azúcar, antes de la llegada de los conquistadores, siendo cultivada por los nativos que habitaron en las riberas de los ríos Ixcán y Lacantún (afuentes del Usumacinta), región localizada en Chiapas, sur-este del Petén y norte de Huehuetenango y el Quiché.

##### 3.1.2 Botánica y Morfología de la Caña de Azúcar:

La caña de azúcar es una gramínea gigante, planta perenne, perteneciente al género *Saccharum* y a la especie *Saccharum officinarum* L (1).

La caña de azúcar tiene dos tipos de raíces fibrosas que proceden de los nudos, las primarias se originan de los meristemas radicales, son delgadas y perduran hasta el amacollamiento mientras se produce el desarrollo y distribución de las raíces secundarias, o sea las raíces permanentes para el crecimiento y desarrollo de la planta que son emitidas por la macolla. Estas raíces son gruesas y menos fibrosas, de rápido desarrollo y con gran capacidad para penetrar en el suelo; además desarrollan una gran cantidad de pelos que permiten aumentar la capacidad de absorber agua y nutrientes.

La yema está constituida por el tejido meristemático y es el órgano de desarrollo vegetativo de la planta, está colocada en cada entrenudo en las axilas de las hojas; son escamosas y de forma cónica aplanada.

El limbo de las hojas suele alcanzar un metro de longitud, sus bordes son duros y aserrados con una nervadura principal y longitudinal convexa hacia arriba. Las hojas están cubiertas de pelos caducos que alcanzan hasta 5 mm de longitud principalmente en la línea media a los cuales se les llama ahuates. La planta llega a tener un máximo de 12 a 15 hojas de color verde por tallo.

El tallo se origina en la yema de los rizomas o tallos subterráneos. Son más o menos erectos y de sección cilíndrica, cuya longitud varía de acuerdo a la variedad, lo que hace también diferir el color de amarillo claro a amarillo intenso verdoso, verde claro u oscuro, rojizo, violeta o morado y en algunos casos rayado longitudinalmente; están formados por porciones sucesivas divididas por zonas más duras y prominentes denominadas nudos, los canutos (entrenudos) de mayor longitud se encuentran en la parte media del tallo. Los tallos maduros contienen de 70 a 76% de humedad, de 23 a 29% de materia orgánica compuesta de azúcares, fibras y otros, y de 0.65 a 1.20% de cenizas.

De la yema terminal se desprende el vástago con la panícula de la caña, cuyas flores están formadas por 4 glumas, 3 anteras, 2 juegos de estigmas y el ovario.

El proceso de floración de la caña de azúcar es extremadamente sensible al medio ambiente, los factores que controlan la misma son los siguientes: El fotoperíodo óptimo es de 12 horas, la temperatura puede variar de 18.3 a 23.8 °C. Cuando se inicia la floración se suspende la formación de canutos (entrenudos) y se estimula el brote de yemas laterales. La caña que ha florecido en un 35% puede perder de 15 a 20% de azúcar comparada con la caña sin florear.

Rodríguez (26), dice que la floración en caña de azúcar es un proceso deseable para el mejoramiento genético de variedades, pero indeseable para la producción industrial, debido a que la misma disminuye los rendimientos tanto en caña como en azúcar.

Martín Leake citado por Rodríguez (26), determinó que las cañas floreadas tienen un bajo porcentaje de azúcares reductores y un incremento temporal de la pureza en el jugo. La pol (porcentaje en peso de sacarosa en una muestra de solución normal de azúcar) es superior, y el brix (unidad de medida que expresa el porcentaje en peso de sólidos disueltos en una solución), no es superior en las cañas floreadas, sin embargo también señala que hay variedades que tienen riqueza de jugo superior cuando no florecen.

La panoja o inflorescencia demanda gran cantidad de agua la cual obtiene generalmente de los entrenudos superiores, esto hace que los jugos de la región alta del tallo sean de mayor riqueza en las floreadas que en las no floreadas; pero cuando el tallo floreado empieza a emitir brotes laterales (talas), la ganancia inicial se pierde debido a la formación de corcho en las paredes.

Rao citado por Rodríguez (26), logró inhibir la floración en caña de azúcar por medio del control del fotoperíodo y comparó las floreadas con las no floreadas, encontrando que la calidad de los jugos es similar y la diferencia está en que las cañas no floreadas tienen mayor crecimiento y por lo tanto, son más productoras de azúcar.

Buenaventura y Yang (8, 9, 10), determinaron que independientemente de la variedad y de la edad de la caña, la floración produce un incremento en la pol del jugo, ya que mientras que se mantenga la plantación con la humedad suficiente para su subsistencia, la caña floreada puede mantenerse más allá de los 3 meses sin detrimento de su producción de azúcar.

### 3.1.3 Maduración de la Caña de Azúcar:

Segun Font Quer (13), la maduración es la acción y efecto de madurar o madurarse; y madurar es transformarse el ovario a partir de la polinización, generalmente con aumento considerable de volumen y alteraciones en su constitución histológica y química, hasta convertirse en semillas el rudimento o los rudimentos seminales en él contenidos.

De acuerdo con Buenaventura (3), la maduración de la caña de azúcar es un proceso metabólico mediante el cual la planta deja de crecer y comienza a conservar energía en forma de sacarosa almacenada en el tallo. Las condiciones favorables para la maduración natural de la caña de azúcar son: Periodos de poca lluvia, temperaturas frescas y bastante luz solar en un periodo de 4 a 6 semanas antes de la cosecha.

Los factores más importantes en la maduración de la caña de azúcar se pueden dividir en 4 categorías: (11)

#### 3.1.3.1 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 las características requeridas en cada región; por ejemplo: Las variedades de Canal Point o Clewiston desarrolladas en Florida, EE. UU., con alta capacidad de acumulación de azúcar y de ciclo corto, en tanto que las variedades desarrolladas en Barbados y Puerto Rico tienen periodo de crecimiento mucho más largo.

#### 3.1.3.2 Mecanismos de acumulación de sacarosa en la planta:

La invertasa ácida que está localizada en las paredes celulares del tallo, es responsable de la hidrólisis de la sacarosa en hexosas (glucosa y fructosa), a medida que la planta va madurando la concentración de invertasa neutral comienza a aumentar.

#### 3.1.3.3 Maduración en función de humedad, cantidad y accesibilidad de Nitrógeno y Potasio:

La suficiente disponibilidad de humedad, nitrógeno y potasio es muy importante no solo para obtener un crecimiento máximo sino también para un almacenamiento óptimo de sacarosa en la planta.

#### 3.1.3.4 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 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 caña por hectárea. Para obtener resultados óptimos el nitrógeno debe aplicarse en los 3 primeros meses de crecimiento de la caña de un ciclo de 12 meses, desde la germinación hasta la cosecha.

#### 3.1.4 La curva de madurez:

Según Samuels(26), la maduración natural en las áreas cañeras del Caribe, tiene el siguiente comportamiento: Niveles bajos de sacarosa de noviembre a enero, debido principalmente a la alta humedad residual; un nivel máximo de sacarosa entre marzo y abril, cuando la humedad permite la maduración óptima de la caña; y por último se presenta un descenso rápido de mayo a junio, meses en que se reanudan las lluvias.

#### 3.1.5 Madurantes químicos para la caña de azúcar.

De acuerdo con Font Quer (13), el término correcto es madurador (que hace madurar); sin embargo, en la revisión de literatura aparece como madurante (participio activo de madurar, que madura).

La maduración de la caña de azúcar puede inducirse imponiendo condiciones de déficit o estrés en la planta, las principales condiciones de déficit en relación con la maduración son la de nutrientes (especialmente nitrógeno), humedad, temperatura y crecimiento artificial (madurantes químicos) (9).

Cuando las condiciones naturales no son favorables para la maduración de la caña de azúcar, es posible inducirla aplicando productos químicos conocidos como madurantes o maduradores. El madurante químico es un agente regulador del crecimiento que puede causar una disminución en el mismo sin alterar los eventos fisiológicos que operan en el proceso normal de recepción y almacenamiento de azúcar, pudiéndose acumular más azúcar en el tallo de la caña. Su efectividad depende de varios factores entre los cuales se puede citar: Producto utilizado, dosis del producto, época de aplicación, variedad y edad de la caña y el tiempo transcurrido entre la aplicación y la cosecha (18).

Los reguladores de crecimiento pueden afectar la maduración, ya sea induciendo directamente la inhibición del crecimiento sin afectar la fotosíntesis o actuando sobre las enzimas que catalizan la acumulación de la sacarosa. La maduración es un proceso cuyo resultado es el balance entre la fotosíntesis y la respiración.

El uso de madurantes químicos para inducir la maduración de la caña y al mismo tiempo mejorar la calidad de los jugos, ha sido estudiado intensamente en varias áreas del mundo.

Los primeros ensayos con madurantes fueron realizados en Hawai, Cuba, India y Australia, utilizando 2,4-D, ácido giberélico y TBA(2,3,6 triclorobenzóico), sin que se obtuvieran resultados positivos en el aumento de sacarosa.

A partir de 1970 aparecieron varios productos que reportaron buenos resultados entre los que destacan el ethephon, glifosina, sal sodica de glifosato y sal isopropil amina de glifosato (12).

El mayor efecto del madurante ocurre en el tercio superior del tallo donde se logra elevar la concentración de azúcar, a niveles que en condiciones naturales la planta difícilmente podía alcanzar (21).

Los glifosatos han sido usados a escala comercial. Un gran número de campos comerciales donde se aplicó glifosato mostraron un mejoramiento en la calidad de los jugos de la caña, especialmente al comienzo y etapa final de la zafra.

El Ethrel (ácido 2-cloroetil-fosfónico), es un regulador de crecimiento que tiene la propiedad de liberar etileno directamente dentro del tejido de la planta, como consecuencia puede ser utilizado para acelerar la maduración de la caña (10).

Los madurantes, especialmente glifosato, reprimen el crecimiento de la caña de azúcar. Este efecto es mayor al aumentar la dosis aplicada. Dependiendo de la dosis y la edad de la caña, la disminución en la elongación del tallo puede variar entre 8 y 10 cm., sin embargo, los tonelajes de caña no se ven afectados con la aplicación del madurante, ya que la producción de azúcar por hectárea está directamente relacionada con la producción, es decir, el tonelaje de caña obtenido por hectárea y el rendimiento, o sea el contenido de azúcar por tonelada de caña (21).

Los esfuerzos para el uso de madurantes químicos se han dirigido a tres áreas importantes:

- a. Maduración directa antes de la cosecha.
- b. Remoción de la basura de la caña que es llevada a la molienda.
- c. Retención del azúcar después de la cosecha, o sea reducir el deterioro o la inversión de la sacarosa en otros azúcares.

El madurante puede mejorar la eficiencia del transporte de sacarosa de la hoja a las células de almacenamiento. El madurante permite un mejor aprovechamiento de las células de almacenaje en el tercio superior del tallo de la planta. En la caña que no ha sido tratada con el regulador del crecimiento, ésta es el área del tallo que continúa creciendo y no almacena azúcar

### 3.1.5.1 Beneficios del madurante:

Mediante el uso de madurantes químicos el caficultor puede asegurar que su cosecha alcance una buena concentración de sacarosa a pesar de que existan condiciones naturales desfavorables.

El madurante puede inhibir la floración en ciertas variedades de caña; esta floración que de no inhibirse puede reducir los niveles de sacarosa causando resequedad de los entrenudos superiores produciéndose el acorchamiento y la pérdida del azúcar almacenada en esta área.

El madurante tiende a secar las hojas de la caña, este efecto produce a menudo mejor quema, reduciéndose notablemente la basura y costos adicionales de la misma (25).

El madurante reduce los costos de transporte, o sea, una reducción en la relación de toneladas de caña y toneladas de azúcar, ya que se transporta mayor cantidad de caña sin basura y con mayor contenido de sacarosa.

Debido al incremento en sacarosa y pureza de los jugos de la caña tratada con el madurante, se puede dar un aumento en la productividad del ingenio, ya que éste se beneficia moliendo 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 almacenada dentro de los tallos de la caña, para los ingenios que por razones imprevistas no puedan procesar la caña dentro de las 48 horas después del corte (18).

Ya que el madurante permite un mejor control de la maduración, es posible iniciar la zafra más temprano, esto permite que los ingenios se abran antes y ayuda a evitar los estancamientos que ocurren en el apogeo de la zafra.

### 3.1.5.2 Efectos visibles del madurante:

A veces pueden notarse efectos 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 quema de la punta de las hojas, dentro de los 10 primeros días que siguen a la aplicación. A veces, esto es seguido por amarillez o enrojecimiento de las hojas y del cogollo de la planta. En algunos casos aparecen brotes laterales (lajas). Como característica típica de la caña tratada con el madurante, éstos brotes laterales 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.

En los ensayos realizados hasta el momento no se han encontrado efectos adversos producidos por la aplicación de glifosato en la germinación, crecimiento y desarrollo de la soca siguiente, cuando se han aplicado dosis de hasta 2.5 litros por hectárea, sin embargo, en aplicaciones a nivel comercial se han observado algunos efectos fitotóxicos consistentes en hojas albinas con macollamiento excesivo y tallos muy delgados. Este daño es mayor en variedades susceptibles y se ha demostrado que aplicaciones de 50 kilogramos por hectárea de Urea, adicionales a la dosis normal de fertilizante permiten una rápida recuperación (8).

### 3.1.5.3 Características de la sal isopropil amina de glifosato:

#### a. Características:

Es un herbicida sistémico, no selectivo de utilización post-emergente, posee una alta capacidad para translocarse o transportarse a toda la planta incluyendo rizomas y raíces. Esta es una molécula muy hidrosoluble y poco liposoluble que reacciona con aguas duras,  $Fe^{++}$ ,  $Al^{++}$ , no se volatiliza y se absorbe poco en arcillas. Debido a su hidrosolubilidad se mezcla y lava fácilmente, consiguiéndose una solución homogénea y estable; por no ser liposoluble su penetración en el tejido vegetal es difícil y se hace necesaria la utilización de un surfactante, no se acumula en las grasas, no se bioacumula ni es absorbido por la piel y se disipa rápido en el agua; por ello, para obtener un buen resultado en su aplicación no debe haber presencia de lluvias antes de 4 horas después de su aplicación.

La sal isopropil amina de glifosato es una glicina sustituida, lo que le confiere características tales como: Baja toxicidad general, descomposición microbiológica rápida y completa, y desaparición rápida en el agua.

#### b. Modo de acción:

Es una molécula altamente sistémica que se mueve por el floema y se transloca poco por el xilema, la absorción radicular es ineficiente dado que es de fácil fijación en el suelo debido a la presencia de fosfato, por lo tanto, no controla semillas, no se acumula, no se lixivia y no contamina las aguas. La sal isopropil amina de glifosato actúa sobre la biosíntesis de aminoácidos aromáticos (fenilalanina, tirosina y triptófeno), reduciéndola y disminuyendo así la síntesis de proteína y consecuentemente causa reducción en el crecimiento y muerte de la planta.

El modo de acción de la sal isopropil amina de glifosato en la caña de azúcar como madurante, es el efecto neutralizante realizado sobre la invertasa ácida. La invertasa ácida es la enzima clave en la conversión de sacarosa en glucosa y fructosa, sustancias utilizadas en la respiración y crecimiento de la planta. Después de la aplicación de glifosato, los niveles de invertasa ácida disminuyen en la planta y con esto disminuye también los niveles de azúcares reductores. Al ocurrir éstas 2 condiciones se almacenan más azúcares fotosintetizados en el tallo. El efecto neto es un nivel más alto de sacarosa en la planta.

La función de la sal isopropil amina de glifosato es la de un regulador de crecimiento. Después de la aplicación las hojas de la planta de caña generalmente muestran clorosis, el crecimiento terminal disminuye, los entrenudos superiores se acortan y el contenido de materia seca aumenta, como si la planta estuviera sometida a falta de agua. El cogollo puede morir y comúnmente aparecen brotes laterales.

Hay varios estudios que indican la clase de cambios bioquímicos que ocurren en la planta después de la aplicación, sin embargo, ninguno de ellos explica completamente como aumenta la sacarosa en la caña (23).

En lo referente a toxicología, el compuesto químico del glifosato (N-N Fosfometil Glicina) está clasificado como ligeramente tóxico para la ingestión oral. Comparando los valores de la DL50 en ratas, éstos indican que el glifosato es menos tóxico que la sal común y es la mitad de lo tóxico que la aspirina (27).

Las recomendaciones para el uso son muy específicas y varían entre áreas cañeras y aún dentro de la misma área cañera. Las recomendaciones locales incluyen: La dosis adecuada, volumen, variedad de caña, tiempo de aplicación y condiciones de cosecha (8).

#### 3.1.5.4 Características del fluazifop-butil:

Es un herbicida sistémico que aplicado a bajas dosis, actúa como madurador en la caña de azúcar, incrementando el contenido de azúcar y muy particularmente en la parte superior del tallo.

El fluazifop-butil actúa sobre las células meristemáticas en las hojas jóvenes y el punto de crecimiento en el tallo, haciendo posible que haya más energía disponible para el almacenamiento de sacarosa, ya que se desarrollan más hojas nuevas, las viejas mueren y en general el follaje de la caña disminuye. La elongación del tallo es impedida, hijos aéreos pueden aparecer, pero este síntoma toma tiempo en manifestarse (24).

#### 3.1.5.5 Bases teóricas para la aplicación de sulfato de potasio:

- a. 51 de 432 experimentos para ensayar las dosis de potasio en Hawai durante el período de 1,940 a 1,954, inclusive, mostraron una mejora significativa en la calidad del jugo con la fertilización potásica.
- b. Los campos con menor toneladas de azúcar por área tuvieron alto nivel de nitrógeno en la sección 8-10 y niveles críticos de potasio que causan alta humedad, altos azúcares reductores, baja sacarosa y baja pureza.
- c. Campos que rindieron más azúcar por área tuvieron bajo nitrógeno y alto potasio, y dieron aún mejor calidad de los jugos.

- d. Varios estudios indican que bajo ciertas condiciones las aplicaciones tardías de potasio mejoran la calidad de la caña en la cosecha.
- e. El potasio es particularmente importante en las últimas fases del desarrollo para asegurar la utilización del nitrógeno remanente.
- f. La deficiencia de azufre se cree que afecta el metabolismo de los carbohidratos en la caña.
- g. Plantas cultivadas en soluciones nutritivas con y sin azufre, en la sección 8-10 del tallo, los niveles de N y K fueron más altos, en las plantas sin azufre que en aquellas que recibieron azufre. Los niveles de potasio siguieron el mismo patrón pero con diferencias menos pronunciadas.

### 3.1.6 Control de la Maduración y Rendimientos:

El control de la maduración en la caña de azúcar, consiste en el análisis practicado a muestras representativas de la plantación comercial, tomadas periódicamente con el fin de conocer la concentración de sacarosa de sus jugos y determinar consecuentemente su grado de maduración para, al final, poder establecer una fecha de corte valedera (28).

La programación por brix es el método más simple. Mediante el refractómetro de mano se obtiene la lectura de brix del jugo de los tercios superior, medio e inferior, el jugo se extrae picando con un punzón de tallos. El punto de madurez (índice de maduración), se determina cuando las tres lecturas tienen valores semejantes, es decir, el resultado de la división entre ellos se aproxima a la unidad; el grado de aproximación indica el nivel de maduración.

La relación fructosa-glucosa (azúcares reductores) representa un criterio de madurez importante, ya que al madurar la caña, los azúcares reductores se transforman a sacarosa por deshidratación. La relación se mantiene baja cuando la caña está en crecimiento pero debe aumentarse conforme se acerca a la madurez fisiológica, un valor de 8 ó mayor se considera bastante bueno para lograr altos rendimientos.

La fórmula de Winter y Carp, que se basa en la experiencia obtenida en Java, se usa mucho en todo el mundo azucarero (22). Son muchas las modificaciones que se han sugerido, pero la fórmula original, que sigue estando en uso general, es:

$$X = S (1.4 - 40/P) \times \text{Factor}$$

Donde:

X = Sacarosa (pol) disponible en cien partes de caña.

S = Porcentaje de sacarosa (pol) en el guarapo en términos del peso de la caña.

P = Pureza del guarapo.

Factor de Corrección = Comparación del resultado obtenido por medio de la fórmula y el resultado real obtenido en la fábrica.

La fórmula está basada en las observaciones de Winter, efectuadas hace más de 60 años, de los resultados verdaderos obtenidos en Java, que demostraron que una parte de no-sacarosa (no-pol) retenía 0.4 partes de sacarosa (pol) en la melaza final.

Considerando esta relación entre sacarosa (pol) en la melaza y los no-azúcares, la fórmula se basa en una pureza de melaza equivalente a 28.57, es decir:  $(0.4/1.4) \times 100 = 28.57$

Para el rendimiento, según Valladares y Zamorano (31), hay que hacer por cada 100 hectáreas un muestreo de 30 metros lineales dividido en 3 submuestras de 10 metros lineales para poder estimar las toneladas por hectárea que pueda rendir el cañal. En cada una de esas submuestras se debe contar el número de tallos molederos que existen y al final de una de éstas se cortan los últimos 5 tallos los cuales se deben pesar de inmediato.

Con estas variables se puede estimar el tonelaje de caña por hectárea; se deben seguir los pasos siguientes:

Número de tallos/m lineal = # tallos muestra/30 m

Peso por tallo = Peso 5 tallos/5 tallos

Número de tallos/ha = # tallos/m lineal x m lineales de una hectárea

(los metros lineales de una hectárea dependen del distanciamiento entre surcos).

Tonelaje por hectárea = Peso/tallo x # tallos/ha

### 3.1.6.1 Sistemas para controlar la maduración de la caña de azúcar.

Para cosechar cañas con óptimo estado de maduración, es adecuado dar un seguimiento a las manifestaciones de la planta durante su sazónamiento; las cuales pueden ser externas o internas (11).

Dentro de las manifestaciones externas importantes, se tienen: El acortamiento de entrenudos en el cogollo; disminución en el número de hojas de la copa a 6 ó 10; cesa el crecimiento; las hojas se tornan amarillentas, delgadas y quebradizas; los tallos desprenden cerosina y cambian de color; brotación de yemas y formación de médula corchosa en la parte superior del tallo.

Las manifestaciones internas de la maduración de la planta se refieren al contenido de humedad de algunos de los tejidos, el brix del tallo y el contenido de sacarosa del mismo; se han desarrollado varios métodos de control de maduración, dentro de los que se pueden mencionar. El de Clements, que consiste en muestrear las partes bajas, adyacentes al tallo (yaguas) de las hojas 3 - 6 del cogollo; el de Humbert, el cual se basa en el contenido de humedad de los entrenudos 8 - 10; Sigh, basa sus trabajos en la determinación de la humedad en la hoja más joven de la planta, denominada "Spindle", que es aquella que aún no se ha desarrollado.

En todos los métodos mencionados, se ha encontrado una buena correlación entre el descenso de la humedad medida en cada método y el aumento en la recuperación de azúcar por tonelada de caña molida.

Otro método de mucha importancia es el que se basa en el Brix obtenido con el refractómetro de mano, ya que se ha determinado que la concentración de sólidos solubles totales (Brix) en el tallo, va variando de acuerdo con el período de crecimiento de la caña, la concentración de los azúcares es mayor en los tejidos viejos y muy baja en los tejidos jóvenes; a medida que la caña va madurando, los azúcares se van concentrando.

En Cenicaña se llevó a cabo un ensayo para establecer cual de los métodos mencionados era el más efectivo para controlar la maduración de la caña. Se tuvieron en cuenta los siguientes métodos:

- Humedad de las yaguas de las hojas 3 a 6.
- Humedad de los entrenudos 8 a 10.
- Humedad del "Spindle".
- Brix en los tercios inferior, medio y superior.

El brix determinado con el refractómetro de mano mostró ser el método más confiable para calcular la maduración de la caña de azúcar. Tiene las ventajas siguientes: Fácil aplicación para los agricultores; un costo relativamente bajo para los ingenios azucareros; aunque este sistema es también aplicable, es más recomendable el análisis completo de la caña, el cual suministra un dato más preciso de la concentración de los azúcares en el tallo, como una guía de madurez del cultivo (11).

## 3.2 Marco Referencial:

### 3.2.1 Localización y Descripción del Area Experimental:

La investigación se llevó a cabo en la finca Meracaibo, la cual se encuentra ubicada geográficamente al sur del municipio de Tiquisate, departamento de Escuintla, a una distancia de 179 kilómetros de la

ciudad capital hasta la entrada que conduce a la finca. El acceso al casco de la finca es a través de una carretera de terracería de 6 kilómetros desde la entrada hasta el casco. Se encuentra a una altura de 18 msnm.

La finca Maracaibo limita al norte con la finca Laurel, al sur con la finca Caoba, al este con la finca Barberena y al oeste con las fincas Limón, Palo Blanco y Primavera. El experimento se realizó en los lotes 4-07, 4-12 y 4-13 (ver Anexo 1).

La zona de vida según el mapa de regiones fisiográficas (15), es bosque muy húmedo subtropical cálido: BMH-S(C). El clima de la región presenta las siguientes características: Cálido sin estación fría bien definida, húmedo y con invierno seco.

Según datos obtenidos en el INSIVUMEH (14), las temperaturas promedio son de 30 grados centígrados; la precipitación es de 1000 mm al año distribuidos de mayo a octubre y la humedad relativa es del 73 al 77%.

Los suelos de la región según Simmons (29), pertenecen a los de la serie Tiquisate Francos. El material madre está compuesto de ceniza de aluvión volcánico de color oscuro, relieve casi plano, drenaje interno moderado. El suelo superficial es de color gris muy oscuro, franco arenoso fino a franco suelto, espesor de 40 a 50 cms. El subsuelo es color café-claro, consistencia friable a suelta, textura franca arenosa a franca arenosa fina.

Por su capacidad de uso según Tobías (30), están clasificados en suelos de Clase I, II y III.

Como recurso hídrico cuenta con el Zanjón La Noria, que se encuentra al este de la finca y de donde se deriva el agua para riego del cultivo.

### 3.2.2 Manejo de la Plantación:

La plantación es de primera soca. La plantía se cosechó el 14 de marzo de 1994, luego de lo cual se le dió el siguiente manejo:

La requema se realizó a los 3 días después de la cosecha, y consistió en quemar los residuos o puntas de caña que quedan tiradas en el campo para tener una mejor limpieza, luego se realizó el desbasurado que consistió en limpiar los surcos, de tal manera que quedaran 4 limpios y 1 con toda la basura, haciéndose ésto 5 días después de la cosecha.

El primer riego se realizó por aspersión a los 15 días después de la cosecha, ya que en los meses de marzo a abril la época seca es muy marcada y la caña necesita de mucha humedad para su desarrollo;

por lo cual se efectuó un segundo riego a los 10 días después de realizado el primero, cambiando de posición los aspersores a intervalos de 3 horas.

El escarificado-abono se realizó el 12 y 13 de mayo a razón de 3 quintales de Urea por manzana.

El 22 de julio de 1,994 se aplicó una mezcla de Gesapax (1.43 l/ha), Velpar (0.33 kg/ha), Alky (8.59 gr/ha) y adherente (0.72 l/ha), con bomba de mochila 500 FW.

Del 17 al 20 de julio se llevó a cabo una limpia manual, que consistió en deshierbar o eliminar malezas de la mesa con machete.

### 3.2.3 Rendimiento de lotes en zafra anterior:

El rendimiento de los cañales en la zafra anterior (1,993-1,994), fué el siguiente:

CUADRO 1: Rendimiento en toneladas metricas de caña por hectàrea (TMC/ha) en zafra 93-94:

No. Lote	Varietad	Rendimiento (TMC/ha)
4-07	SP-701284	97.01
4-12	SP-701284	92.79
4-13	SP-701284	92.03

Fuente: Archivo de Producción, Finca Maracaibo.

### 3.2.4 Antecedentes de investigaciones utilizando como madurante la sal isopropil amina de glifosato:

Buenaventura (9), indica que en Colombia se han llevado a cabo investigaciones a nivel experimental, semicomercial y comercial sobre el efecto de la aplicación de la sal isopropil amina de glifosato; al principio estas investigaciones estuvieron enfocadas a mejorar el rendimiento de variedades caracterizadas por su baja producción de azúcar y hacia las zonas que por su alta precipitación y nivel freático alto no permitan una adecuada maduración, lográndose en todos los casos notables incrementos en el rendimiento de azúcar por tonelada de caña (hasta un 32.97%).

Los resultados obtenidos siempre fueron satisfactorios con respecto al aumento del rendimiento en libras de azúcar por tonelada de caña (5), y aunque el crecimiento se vió reprimido por la aplicación de glifosato, se pudo observar que esta disminución en el crecimiento era compensada por la rentabilidad de llevar a cabo un corte más alto de la caña cosechada. En cuanto al efecto fitotóxico, Buenaventura (8), indica que no se han encontrado efectos adversos producidos por el glifosato en la germinación, crecimiento y desarrollo de la soca siguiente, aún cuando se aplican dosis de 760 g.i.a. por hectàrea. Las variedades susceptibles a herbicidas, presentaron algunos signos de clorosis, retardo en el crecimiento y un macollamiento excesivo con tallos delgados y alargados; estas deficiencias fueron

suprimidas con la aplicación de 50 kg de Urea extra por hectárea (8). Según Legendre (20), el glifosato es un madurador químico efectivo y eficiente para aumentar el rendimiento de azúcar, su acción rápida y su amplio espectro proporciona una mayor flexibilidad al escoger las variedades y la fecha de aplicación del producto antes del corte programado. Su eficiencia es afectada por la variedad, edad y vigor de la caña, las condiciones climáticas al momento de la aplicación y después de la misma, y el estado de la caña en la cosecha (21).

De acuerdo con las investigaciones realizadas por Orsenigo (25), el uso del madurante tiene un efecto que varía con la variedad y edad de la caña aplicada; además, los resultados revelan un alargamiento de los tallos menor después de la aplicación del madurante.

Legendre (20), concluye que con la aplicación de madurante es posible anticipar un aumento del 5 al 10% en las libras de azúcar obtenidas por tonelada de caña molida, siempre y cuando las cañas tratadas se comparen con cañas en similares circunstancias que no han sido tratadas.

#### 3.2.4.1 Aplicaciones de sal isopropil amina de glifosato como madurante en Guatemala:

En Guatemala la zafra se inicia a finales de noviembre cuando está finalizando el invierno y se prolonga durante el verano que dura hasta principios de mayo. El rendimiento en libras de azúcar por tonelada se incrementa conforme avanza la zafra, para alcanzar su máximo valor en los meses de febrero a marzo, y luego decrece nuevamente en los últimos meses de zafra.

Para mejorar esta condición se ha implementado a la tecnología azucarera la aplicación de madurantes químicos especialmente sal isopropil amina de glifosato, para lo cual se ha adoptado la información generada principalmente en Colombia. (6)

En el cuadro 2 se presenta la relación del área aplicada en cada ingenio en las zafras 89-90 y 90-91, así como las dosis utilizadas.

Según el estudio realizado por Buenaventura (6), la mayor cantidad de área aplicada corresponde a aquella sembrada con variedades tempranas (las cosechadas entre noviembre y enero).

Las aplicaciones se hacen en un 90% de los casos con avioneta y en un 10% con helicóptero; entre las 6:30 y 8:30 a.m., ya que después de esta hora los vientos toman velocidades superiores a los 10 kph y la humedad relativa es inferior al 70%, imposibilitando las aplicaciones.

El efecto de estas aplicaciones de madurantes no ha sido evaluado por medio de un diseño experimental. Dentro de los resultados reportados por la Empresa Pantaleón S.A., se tiene que la aplicación debe llevarse a cabo de preferencia a los 10 meses de edad de la plantación, obteniéndose un control de la floración de hasta 100%, aún cuando se aplica con presencia de primordios florales; el efecto sobre rendimiento en toneladas de caña por hectárea, no es significativo.

CUADRO 2: Aplicación de madurantes químicos en los ingenios azucareros en Guatemala.

INGENIO	AREA APLICADA (ha)		PRODUCTO	DOSIS g.i.a./ha
	ZAFRA 89 - 90	ZAFRA 90 - 91		
Guadalupe				
Tululá				
El Pilar	1048	2116	glifosato	480-672
Tierra Buena		1872	"	672
Santa Ana	40	1820	"	360
San Diego				
La Unión				
Los Tarras	816	2795	"	672
Madre Tierra		400	"	672
Santa Teresa				
Pantaleón	500	700	"	480-576
Concepción	500	1000	"	576
Magdalena		908	"	672
Palo Gordo				
El Baul				
La Sonrisa				
Mirandilla		210	"	672
Trinidad				
Total	2904	11231		

FUENTE: BUENAVENTURA (6), Diagnóstico tecnológico del cultivo de la caña de azúcar en Guatemala., Guatemala, CENGICA.

### 3.2.4.2 Efecto de la sal isopropil amina de glifosato aplicada a diferentes edades en las variedades PR-61632 y POJ-2878 de caña de azúcar.

Para este experimento se utilizaron 2 dosis de sal isopropil amina de glifosato (720 g.i.a. y 1,200 g.i.a.) en las edades 9, 10 y 11 meses de ambas variedades; el mayor rendimiento de azúcar recuperable estimada (ARE) se obtuvo cuando el tratamiento se realizó a los 10 meses de edad y se cosechó a las 12 semanas después de la aplicación; sin embargo, todos los tratamientos presentaron un incremento en esta variable con respecto al testigo (9).

Al analizar estadísticamente los resultados obtenidos a través de 13 semanas evaluadas, se encontraron diferencias significativas en el ARE entre las dosis de sal isopropil amina de glifosato y el testigo, a partir de la cuarta semana en la variedad POJ-2878 y a partir de la segunda semana en la variedad PR-61632. Buenaventura (9), concluye en este experimento que:

- No existen diferencias significativas entre las dosis de sal isopropil amina de glifosato en ninguna de las variedades y edades evaluadas.
- A mayor edad se obtienen más altos porcentajes de ARE en ambas variedades.
- A partir de las doce semanas no se lograron aumentos en la concentración de sacarosa; por lo tanto, no se justifica dejar la caña en el campo por más tiempo.
- La aplicación del madurante a los nueve meses de edad afecta el crecimiento, peso de la caña y producción de azúcar; este efecto disminuye al aumentar la edad.

#### 4. HIPOTESIS:

- 4.1 Por lo menos uno de los tratamientos aplicados en la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L), variedad SP-701284, utilizando glifosato, fluazifop-butil, azufre y sulfato de potasio, será diferente a los demás en cuanto al rendimiento en kilogramos de azúcar por tonelada métrica de caña y en toneladas métricas de caña por hectàrea.
  
- 4.2 Por lo menos uno de los tratamientos aplicados en el cultivo de la caña de azúcar (*S. officinarum* L), variedad SP-701284, utilizando glifosato, fluazifop-butil, azufre y sulfato de potasio, presentará diferente efecto econòmico.

## 5. OBJETIVOS:

- 5.1 Evaluar el efecto causado por la aplicación de sulfato de potasio, azufre, glifosato y fluzifop-butil sobre la calidad y rendimiento de la variedad SP-701284 de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*L.).
- 5.2 Evaluar el efecto económico de los distintos productos químicos aplicados en caña de azúcar (*S. officinarum*L.), variedad SP-701284.

## 6. MATERIALES Y METODOS:

### 6.1 Area Experimental:

#### 6.1.1 Características de la Unidad Experimental y Area Total:

##### 6.1.1.1 Parcela Bruta:

Cada parcela experimental tiene una área de 25,002 metros cuadrados (2.5002 ha), la cual comprende 36 surcos distanciados 1.5 metros entre sí (ancho que cubre el aguilón con 3 pasadas del helicóptero), con una longitud de 463 metros cada uno.

##### 6.1.1.2 Parcela Neta:

La parcela neta estuvo constituida por los 10 surcos centrales (2 chorras) con una longitud de 150 metros cada uno, lo que hace un área de 2,250 metros cuadrados (0.225 ha). (ver Anexo 2).

Cada bloque comprende 175,014 metros cuadrados (17.5014 ha) para hacer un total de 525,042 metros cuadrados; o sea, 52.50 hectáreas de área total.

### 6.2 Material Experimental:

#### 6.2.1 Cafia de azúcar, variedad SP-701284

##### 6.2.1.1 Características generales de la variedad SP-701284:

- Originaria de Sao Paulo, Brasil, lo cual está indicado por las letras SP. El número 70 indica el año en que se descubrió esta variedad.
- La yema es redonda con alas laterales y sobrepasa el anillo de crecimiento.
- El canal de la yema es visible y bastante ceroso.
- El tallo es de color violáceo-cenizo, con crecimiento erecto.
- La maduración es tardía.

### 6.2.1.2 Tratamientos:

En el cuadro 3 se describen los tratamientos evaluados en este experimento.  
**CUADRO 3:** Descripción de los tratamientos evaluados:

TRATAMIENTO	DOSIS
1. azufre	1.317 kg/ha
2. sulfato de potasio	5.267 kg/ha
3. fluazifop-butil	0.358 l/ha
4. fluazifop-butil	0.501 l/ha
5. glifosato	1.002 l/ha
6. glifosato	1.288 l/ha
7. Testigo	sin aplicación

La razón por la cual se eligieron los productos y dosis indicadas en el cuadro 3, es porque no existen ensayos ni resultados evaluados a través de un diseño experimental para la variedad SP-701284 de caña de azúcar bajo las condiciones de la región en que se encuentra ubicada la finca Moracoibo, Tiquisate, Escuintla, utilizando estos materiales, por lo que con esta investigación se pretende dar un aporte técnico a la industria azucarera guatemalteca.

### 6.3 Metodología Experimental:

#### 6.3.1 Diseño Experimental:

Se utilizó un diseño en bloques al azar con 7 tratamientos y 3 repeticiones, lo cual produce un total de 21 unidades experimentales.

#### 6.3.2 Variables respuesta:

El efecto causado en la caña de azúcar por los distintos productos químicos aplicados se evaluó principalmente sobre el rendimiento en toneladas métricas de azúcar por hectárea, toneladas métricas de caña por hectárea y kilogramos de azúcar por tonelada métrica de caña; siendo la metodología para cada variable, la siguiente:

### 6.3.2.1 Variables de Rendimiento:

#### A. Kilogramos de azúcar por tonelada métrica de caña (kgAz/TMC):

Se realizaron muestreos semanales de 10 tallos por parcela neta de cada unidad experimental, los que se tomaron al azar y se identificaron en el campo para luego enviarlos al laboratorio y proceder a su análisis. Por medio de éstas muestras se obtuvo el pol corregido de la caña (PCC) por el método de la prensa hidráulica.

Para determinar el rendimiento en kilogramos de azúcar por tonelada métrica de caña, se utilizó la fórmula siguiente:

$$\text{kgAz/TMC} = (\text{PCC} \times 20) - 40$$

Donde:

kgAz/TMC = Kilogramos de azúcar por Tonelada métrica de caña.

PCC = Pol corregido de la caña.

#### B. Toneladas métricas de caña por hectárea (TMC/ha):

La metodología utilizada para evaluar esta variable fué la recomendada por Valladares y Zamorano (31), citada anteriormente pero modificada, ya que se hicieron 2 submuestras de 10 metros lineales cada una por unidad experimental para tener una mejor exactitud en los resultados obtenidos.

En cada submuestra de 10 metros se contó el número de tallos existentes (100%), así como también se contó el número de cañas maduras, intermedias y mamones presentes para transformar estos datos a porcentajes; posteriormente se convirtieron en valores absolutos nuevamente tomando como base 20 = 100%, para establecer cuantas cañas maduras, intermedias y mamones se cortarían en los 10 metros lineales para totalizar una muestra de 20 tallos (100%) por unidad experimental, la que se pesó e identificó inmediatamente y de la cual se obtuvo datos como peso de tallo, tamaño y peso del cogollo, porcentaje de acorchamiento en tallos, porcentaje de floración y número promedio de lalas por tallo.

El rendimiento se determinó mediante las siguientes relaciones:

$$\# \text{ tallos/m lineal} = \# \text{ tallos submuestra} / 20 \text{ m}$$

$$\text{Peso por tallo} = \text{Peso total muestra} / 20 \text{ tallos}$$

$$\# \text{ tallos/ha} = (\text{m por ha}) \times (\# \text{ tallos/m lineal})$$

Los metros lineales por hectárea (m por ha) se estiman dividiendo los metros cuadrados que posee una hectárea (10,000), entre el distanciamiento de surcos (1.5 metros para este caso).

La fórmula para establecer el rendimiento en toneladas métricas de caña por hectárea, es la siguiente:

$$\text{TMC/ha} = \# \text{ tallos/ha} \times \text{Peso por tallo.}$$

Donde: TMC/ha = Toneladas métricas de caña por hectárea.

C. Toneladas métricas de azúcar por hectárea (TMAz/ha):

Esta variable se determinó por medio de relacionar los rendimientos en kilogramos de azúcar por tonelada métrica de caña con toneladas métricas de caña por hectárea, a través de la siguiente fórmula:

$$\text{TMAz/ha} = \text{kgAz/TMC} \times \text{TMC/ha}$$

Donde:

TMAz/ha = Toneladas métricas de azúcar por hectárea.

kgAz/TMC = kilogramos de azúcar por tonelada métrica de caña.

TMC/ha = Toneladas métricas de caña por hectárea.

#### 6.3.2.2 Otras variables evaluadas:

Con el objeto de establecer mejor los efectos causados por los productos químicos aplicados a la caña de azúcar, también se evaluaron las siguientes variables:

A. Incremento en altura de tallos (cm):

Para evaluar esta variable se tomó al azar una muestra de 10 cañas de cada parcela neta, a las que se identificó debidamente con tiras de nylon amarillo y se procedió a medir la altura de sus tallos desde el nivel del suelo hasta la última liguila visible (liguila de la 5a. hoja de arriba para abajo), procedimiento que se repitió semanalmente en las mismas cañas desde un día antes de la aplicación de los tratamientos hasta el momento de la cosecha (10 semanas después de la aplicación), utilizando para ello la siguiente relación:

$$\text{Tamaño de tallo} = \Sigma \text{ altura de tallos}/10.$$

Al final se compararon los diferentes datos obtenidos en cada muestreo para determinar el incremento en altura de tallos por tratamiento.

#### B. Tamaño y Peso del cogollo (cm, kg):

Esta variable se evaluó un día antes de la cosecha utilizando los cogollos de las 20 cañas muestreadas indicadas en el inciso 6.3.2.1, B., con las que se obtuvo el tamaño y peso del cogollo por medio de las siguientes relaciones:

Tamaño del cogollo =  $\Sigma$  tamaño de cogollos/20.

Peso del cogollo =  $\Sigma$  peso de cogollos/20.

#### C. Calidad de Quema:

Se midió un metro de longitud en la chorra central de cada parcela neta y se contó el número total de tallos existentes (100%) en este espacio, observándose en ellos si había presencia de hojas sin quemarse, para lo cual se estableció el siguiente rango:

Porcentaje de cañas bien quemadas	Calidad de quema
86% a 100%	B(Buena)
71% a 85%	R(Regular)
0% a 70%	M(Mala)

B = Cañas hasta con 2 hojas sin quemarse

R = Cañas con 3 ó 4 hojas sin quemarse

M = Cañas con 5 ó más hojas sin quemarse

#### D. Curva de Madurez:

Con el dato de PCC (pol corregido de la caña) obtenido en los análisis de laboratorio de los tallos indicados en el inciso 6.3.2.1, A., se procedió a evaluar el índice de maduración o curva de madurez de la caña, lo cual se hizo semanalmente desde un día antes de la aplicación de los tratamientos hasta el momento de la cosecha, utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{kgAz/TMC} = (\text{PCC} \times 20) - 40$$

Donde:

kgAz/TMC = Kilogramos de azúcar por tonelada métrica de caña.

PCC = Pol corregido de la caña.

Con cuyos resultados se trazó la curva de madurez y determinó con ella el momento adecuado para efectuar la cosecha, de acuerdo al incremento en la concentración de sacarosa en los tallos.

#### E. Porcentaje de corcho presente en los tallos:

Esta variable se evaluó un día antes de la cosecha utilizando para ello los tallos indicados en el inciso 6.3.2.1, B., los que se partieron transversalmente a la mitad de cada entrenudo para observar el acorchamiento que estos presentaban, dándoles valor en porcentaje de acuerdo a la cantidad de corcho existente en los tallos, para lo cual se utilizaron los rangos siguientes:

0 - 25%

25 - 50%

50 - 75%

75 - 100%

(ver Anexo 3).

#### F. Número promedio de brotes laterales (talas) por tallo:

Para la evaluación de esta variable se utilizaron las cañas indicadas en el inciso 6.3.2.2, A., en las cuales se hicieron conteos semanales del número de brotes laterales (talas) presentes en los tallos, desde un día antes de la aplicación de los tratamientos hasta el momento de la cosecha. El número promedio de brotes laterales por tallo se determinó de la siguiente manera:

$$\text{No. brotes laterales/caña} = \Sigma \text{ brotes laterales} / 10.$$

Con este dato se obtuvo información acerca del incremento de brotes laterales por tallo en cada tratamiento.

#### G. Porcentaje de floración:

La evaluación de esta variable se llevó a cabo utilizando las cañas indicadas en el inciso 6.3.2.1, B., para lo cual se observó en cada una de las 20 cañas muestreadas por parcela neta si había presencia de flor. Para determinar el porcentaje de floración en cada repetición, se utilizó la fórmula siguiente:

$$\% \text{ floración} = \frac{\text{No. cañas floreadas}}{20 \text{ cañas muestreadas}} \times 100$$

Mientras que para determinar el porcentaje de floración por tratamiento, se utilizó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ floración} = \frac{\text{No. cañas floreadas}}{60 \text{ cañas muestreadas}} \times 100$$

#### H. Evaluación del rebrote:

El procedimiento para evaluar esta variable consistió en la ejecución de 2 muestreos a intervalos de 30 días cada uno (22 de abril y 22 de mayo), a partir de la cosecha. En ambos se procedió a medir aleatoriamente 2 submuestras de 5 metros lineales cada una en los surcos centrales de la parcela neta, en cuya longitud se contó el número de cañas brotadas (100%), el número de cañas albinas y se observó si había presencia de otros daños en la plantación, tales como grosor de los tallos y excesivo amacollamiento.

El número total de plantas dañadas presentes en la submuestra, se expresó en porcentaje respecto al número total de plantas existentes en la misma.

### 6.3.3 Análisis de la información:

#### 6.3.3.1 Análisis estadístico:

Con los datos obtenidos en los muestreos semanales y al momento de la cosecha, se realizaron análisis de varianza para evaluar el efecto de los tratamientos aplicados en la variedad SP-701284 de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.)

#### 6.3.3.2 Modelo estadístico:

Para la ejecución del ensayo se utilizó un diseño en bloques al azar, cuyo modelo estadístico es el siguiente:

$$Y_{ij} = M + T_i + B_j + E_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = Variable respuesta del rendimiento en kilogramos de azúcar por tonelada métrica de caña.

$Y_{ij}$  = Variable respuesta del rendimiento en toneladas métricas de caña por hectárea.

$Y_{ij}$  = Variable respuesta del rendimiento en toneladas métricas de azúcar por hectárea.

$M$  = Efecto de la media general del rendimiento.

$T_i$  = Efecto del  $i$ -ésimo tratamiento.

$B_j$  = Efecto del  $j$ -ésimo bloque.

$E_{ij}$  = Efecto del error experimental asociado a la  $ij$ -ésima unidad experimental.

### 6.3.3.3 Prueba de Medias (Duncan):

A las variables que presentaron diferencias significativas en el análisis de varianza, se les realizó una prueba de medias por Duncan (ver presentación y discusión de resultados).

### 6.3.3.4 Análisis económico:

En el análisis económico se determinó la tasa de retomo marginal (TMR) de los diferentes tratamientos aplicados en el ensayo, debido a que ésta nos proporciona un análisis más completo y mayor información, para lo cual se utilizó la siguiente fórmula:

$$TMR = DIN / DCVT$$

Donde:

TMR = Tasa de Retorno Marginal

DIN = Incremento en el Ingreso Neto

DCVT = Incremento en el Costo Variable Total

Ingreso Neto = IN, queda definido como:

$$IN = CP - CVT$$

Donde:

CP = Costo de la Producción

CVT = Costo Variable Total

## 6.4 Manejo del experimento:

### 6.4.1 Aplicación de los tratamientos:

La aplicación de los tratamientos se realizó el día 10 de enero de 1995, entre las 6:10 a.m. y 7:10 a.m., para lo cual se utilizó un helicóptero TG - SPY, con aguilón de 32 boquillas, D-10, cuyo ángulo de aplicación fué de 180°, a 28 lb/plg<sup>2</sup>, descarga de 43.34 l/ha. Las condiciones al momento de la aplicación fueron las siguientes:

- Inicio de la aplicación:	6:10 a.m.
- Fin de la aplicación:	7:10 a.m.
- Humedad relativa al inicio:	100%
- Humedad relativa al final:	89%
- Velocidad del viento al inicio:	2 kph
- Velocidad del viento al final:	2 kph

### 6.4.2 Toma de muestras:

Para la variable respuesta del rendimiento en kilogramos de azúcar por tonelada métrica de caña, se hicieron muestreos semanales durante las 10 semanas posteriores a la aplicación, con la siguiente frecuencia: 0 (día antes de la aplicación), 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 y 10 semana después de la aplicación; así mismo, con los datos proporcionados por el laboratorio sobre el pol corregido de la caña (PCC) obtenido de estas muestras, se estableció la curva de madurez. En estos mismos intervalos de tiempo se realizaron muestreos para determinar el incremento en altura de tallos y número promedio de tallos por tallo.

Para las variables tamaño y peso del cogollo, porcentaje de corcho presente en los tallos, porcentaje de floración, rendimiento en toneladas métricas de caña por hectárea y toneladas métricas de azúcar por hectárea, se hizo un solo muestreo un día antes de la cosecha.

Al siguiente día después de la quema, la cual se llevó a cabo el 22 de marzo de 1995, se procedió a hacer un muestreo para establecer la calidad de la misma.

Para la evaluación del rebrote se realizaron 2 muestreos a intervalos de 30 días entre sí (22 de abril y 22 de mayo), a partir de la cosecha.

### 6.4.3 Cosecha:

La cosecha se llevó a cabo el día 23 de marzo de 1995 (72 días después de la aplicación de los tratamientos).

## 7. PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS:

El cuadro 4 presenta los incrementos en kilogramos de azúcar por tonelada de caña (KgAz/TMC) a la 8a, 9a. y 10a. sdat a partir del momento de la aplicación de los tratamientos, en donde se observa que a la 8a. y 9a. semanas los mayores incrementos se alcanzaron con el glifosato en dosis de 1.002 l/ha, mientras que con el Testigo se obtuvieron los menores incrementos en el rendimiento, siendo éste decreciente a la 8a. semana. Al momento de la cosecha (10a. sdat), el mayor incremento en el rendimiento se obtuvo con el sulfato de potasio y, con el fluzifop-butil en dosis de 0.358 l/ha se lograron los menores incrementos.

CUADRO 4: Incremento en el rendimiento en kilogramos de azúcar por tonelada métrica de caña (KgAz/TMC), a la 8a., 9a. y 10a semana después de la aplicación de los tratamientos:

Tratamiento	Dosis/ha	amat <sup>1</sup>	8a. sdat <sup>2</sup>	9a. sdat <sup>2</sup>	10a. sdat <sup>2</sup>
1) azufre	1.317 kg	85.97	14.99	22.890	28.65
2) sulf. potasio	5.267 kg	68.51	24.38	36.892	42.33
3) fluzifop-butil	0.358 l	94.04	18.94	30.466	20.91
4) fluzifop-butil	0.501 l	92.06	21.91	32.446	21.91
5) glifosato	1.002 l	80.04	33.60	41.501	32.28
6) glifosato	1.288 l	84.49	24.70	31.287	37.71
7) Testigo	sin aplicación	94.37	-11.37	13.996	24.21

<sup>1</sup>amat = al momento de la aplicación de los tratamientos.

<sup>2</sup>sdat = semana después de la aplicación de los tratamientos.

## 7.1. Variables de Rendimiento

### 7.1.1 Variable Rendimiento en Kilogramos de Azúcar por Tonelada Métrica de Caña (kgAz/TMC) a la 10a. semana después de la aplicación de los tratamientos:

En el cuadro 5 se presenta un resumen de los análisis de varianza realizados a la 8a., 9a. y 10a. sdat para la variable rendimiento en kilogramos de azúcar por tonelada métrica de caña, el cual indica que no existen diferencias significativas entre los tratamientos evaluados.

CUADRO 5: Resumen de los análisis de varianza realizados para la variable rendimiento en kilogramos de azúcar por tonelada métrica de caña a la 8a., 9a. y 10a. semana después de la aplicación de los tratamientos:

F.V.	F.C.			Ft(5%)	Ft(1%)
	8a. sdat <sup>1</sup>	9a. sdat <sup>1</sup>	10a. sdat <sup>1</sup>		
Bloque	0.84 NS <sup>2</sup>	0.10 NS <sup>2</sup>	2.50 NS <sup>2</sup>	3.89	6.93
Trat.	1.48 NS <sup>2</sup>	1.78 NS <sup>2</sup>	0.15 NS <sup>2</sup>	3.00	4.82
Coefficiente de Variación	3.38	1.09	4.18		

<sup>1</sup>sdat = semana después de la aplicación de los tratamientos.

<sup>2</sup>NS = no significancia.

En la figura 1 se muestran los cambios en el rendimiento en kilogramos de azúcar por tonelada métrica de caña durante las 10 semanas después de la aplicación de los tratamientos, en la que se puede observar que a la 9a. semana el glifosato en dosis de 1.002 l/ha presenta los mejores resultados y con el Testigo se obtienen los rendimientos más bajos. Mientras que en la 10a. semana es con el sulfato de potasio que se obtiene el mejor resultado y con el fluazifop-butil el menor rendimiento.

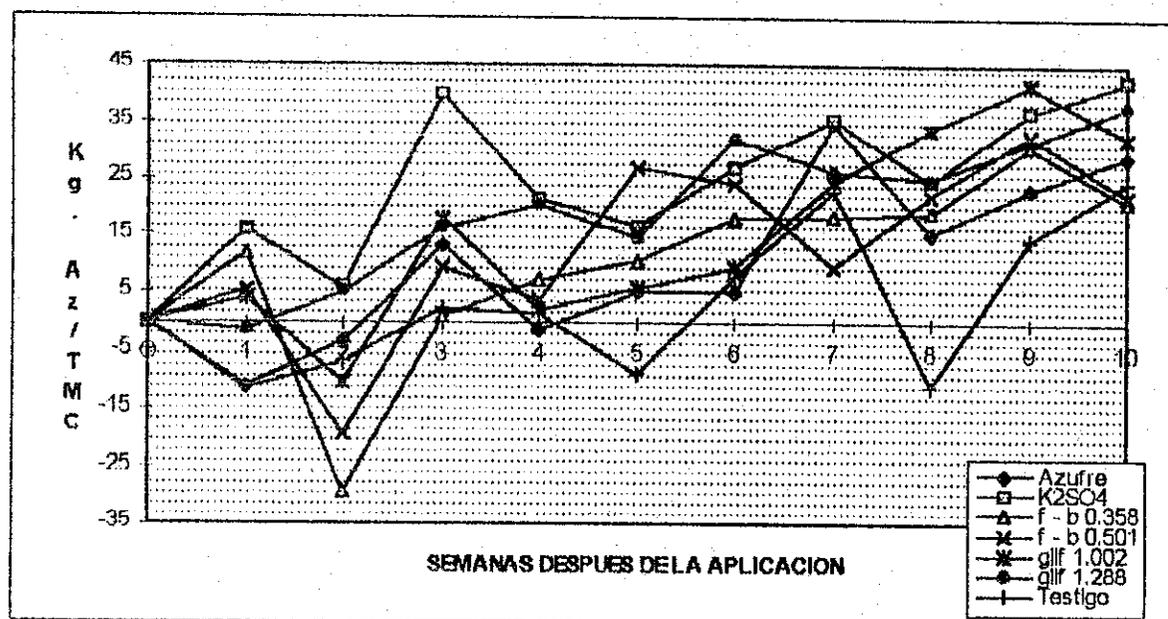


FIGURA 1: Incremento en el rendimiento en kilogramos de azúcar por tonelada métrica de caña durante las 10 semanas de observación.

La figura 1 nos indica que tanto el azufre como el sulfato de potasio y el glifosato presentaron mayores rendimientos en comparación con el testigo, por lo que con la aplicación de estos productos se mejora la calidad de la caña.

7.1.2 Variable Rendimiento en Toneladas Métricas de Caña por Hectárea (TMC/ha) a la 10a. semana después de la aplicación de los tratamientos:

El cuadro 6 presenta el rendimiento en toneladas métricas de caña por hectárea obtenido a la 10a. sdat para cada uno de los tratamientos evaluados, en donde se observa que con el sulfato de potasio se obtuvo el mayor rendimiento y con el fluazifop-butil en dosis de 0.358 l/ha el menor resultado para esta variable.

CUADRO 6: Rendimiento en Toneladas Métricas de Caña por Hectárea (TMC/ha) a la 10a. semana después de la aplicación de los tratamientos:

Tratamiento	Dosis/ha	TMC/ha
1) azufre	1.317 kg	179.72
2) sulfato de potasio	5.267 kg	200.95
3) fluazifop-butil	0.358 l	164.52
4) fluazifop-butil	0.501 l	166.71
5) glifosato	1.002 l	166.69
6) glifosato	1.288 l	167.13
7) Testigo	sin aplicación	169.10

El cuadro 7 contiene un resumen del análisis de varianza realizado para la variable rendimiento en toneladas métricas de caña por hectárea a la 10a. semana después de la aplicación, en el cual se observa que no existen diferencias significativas entre los tratamientos evaluados.

CUADRO 7: Resumen del análisis de varianza para la variable Rendimiento en Toneladas Métricas de Caña por Hectárea (TMC/ha) a la 10a. semana después de la aplicación de los tratamientos:

F.V.	F.C.	F(5%)	F(1%)
Bloque	1.57 NS <sup>1</sup>	3.89	6.93
Tret.	2.89 NS <sup>1</sup>	3.00	4.82
Coefficiente de Variación.	7.68		

<sup>1</sup>NS = no significancia.

7.1.3 Variable Rendimiento en Toneladas Métricas de Azúcar por Hectárea (TMAz/ha) a la 10a. semana después de la aplicación de los tratamientos:

El cuadro 8 presenta el rendimiento en toneladas métricas de azúcar por hectárea de los diferentes tratamientos evaluados obtenido a la 10a. semana después de la aplicación de los mismos, en donde se observa que con el sulfato de potasio se logró el mayor rendimiento y con el glifosato en dosis de 1.002 l/ha el menor resultado para esta variable.

CUADRO 8: Rendimiento en Toneladas Métricas de Azúcar por Hectárea (TMAz/ha) a la 10a. semana después de la aplicación de los tratamientos:

Tratamiento	Dosis/ha	TMAz/ha
1) azufre	1.367 kg	20.85
2) sulfato de potasio	5.267 kg	22.32
3) fluazifop-butil	0.358 l	19.13
4) fluazifop-butil	0.501 l	19.20
5) glifosato	1.002 l	18.94
6) glifosato	1.288 l	20.72
7) Testigo	sin aplicación	20.29

El cuadro 9 contiene un resumen del análisis de varianza realizado para la variable rendimiento en toneladas métricas de azúcar por hectárea (TMAz/ha) a la 10a. semana después de la aplicación de los tratamientos, en el cual se observa que no existen diferencias significativas entre los tratamientos evaluados.

CUADRO 9: Resumen del análisis de varianza realizado para la variable rendimiento en toneladas métricas de azúcar por hectárea (TMAz/ha) a la 10a. semana después de la aplicación de los tratamientos:

FV.	F.C.	Ft(5%)	Ft(1%)
Bloque	0.86 NS <sup>1</sup>	3.89	6.93
Treat	0.40 NS <sup>1</sup>	3.00	4.82
Coefficiente de Variación	16.45		

<sup>1</sup>NS = no significancia

En el análisis de varianza realizado para la variable rendimiento, tanto en kilogramos de azúcar por tonelada métrica de caña como en tonelada métrica de caña por hectárea y tonelada métrica de azúcar por hectárea, no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos evaluados; sin embargo, en los cuadros 4, 5 y 6 se observa que los mayores rendimientos se obtuvieron con el sulfato de potasio, siendo por ésta razón el producto con el cual se obtuvo la caña de mejor calidad.

## 7.2 Variables Secundarias:

Las variables secundarias se agruparon y analizaron de la forma que a continuación se describe:

### 7.2.1 Variable Incremento en Altura de Tallo (cm):

El cuadro 10 presenta un resumen de los análisis de varianza realizados semanalmente para la variable Incremento en Altura de Tallos, el cual nos indica que existieron diferencias altamente significativas entre los tratamientos evaluados.

CUADRO 10: Resumen de los análisis de varianza realizados semanalmente para la variable Incremento en Altura de Tallos (cm):

sdat <sup>1</sup>	Fc	Ft(5%)	Ft(1%)	Coefficiente de variación
2a.	178.56 <sup>**</sup>	3.00	4.82	4.305
3a.	020.82 <sup>**</sup>	3.00	4.82	12.962
4a.	221.45 <sup>**</sup>	3.00	4.82	4.912
5a.	229.80 <sup>**</sup>	3.00	4.82	4.682
6a.	366.01 <sup>**</sup>	3.00	4.82	4.568
7a.	370.07 <sup>**</sup>	3.00	4.82	4.706
8a.	380.89 <sup>**</sup>	3.00	4.82	4.660
9a.	380.89 <sup>**</sup>	3.00	4.82	4.660

<sup>1</sup>sdat = semana después de la aplicación.

\*\* = significancia al 1%

Dada la diferencia altamente significativa entre los tratamientos evaluados determinada en los análisis de varianza, se procedió a realizar las correspondientes pruebas de medias por Duncan, cuyos resultados aparecen en el cuadro 11.

CUADRO 11: Resumen de Pruebas de Medias por Duncan realizadas semanalmente para la variable Incremento en Altura de Tallo (cm):

Trats.	Media - Grupo							
	Semana después de la aplicación de los tratamientos							
	2a.	3a.	4a.	5a.	6a.	7a.	8a.	9a.
sulf. potas.	60.6 a	79.3 a	93.2 a	105.4 a	114.9 a	119.5 a	120.1 a	120.1 a
azufre	41.2 b	53.0 b	61.2 b	067.3 b	071.2 b	073.1 b	073.3 b	073.3 b
Testigo	40.4 c	51.7 b	56.5 c	062.4 c	065.0 c	065.6 c	065.6 c	065.6 c
gli. 1.002 l/ha	39.8 cb	49.8 b	52.9 c	054.3 d	054.8 d	054.8 d	054.8 d	054.8 d
gli. 1.288 l/ha	38.0 c	46.6 b	47.7 d	048.5 e	048.8 e	048.8 e	048.8 e	048.8 e
fb 0.358 l/ha	30.8 d	34.0 b	35.6 e	036.0 f				
fb 1.288 l/ha	18.1 e	21.8 c	22.2 f	022.2 g				

Tratamientos con la misma letra son iguales entre sí estadísticamente al 1% de significancia.

En el cuadro 11 se observa que a partir de la 2a. semana después de la aplicación, con el sulfato de potasio (Trat. 2) seguido por el azufre (Trat. 1) se obtuvieron los mayores incrementos en altura de tallo, con una diferencia sobre el Testigo (Trat. 7) de 54.5 y 7.7 cm respectivamente; mientras que con el glifosato (Trats. 5 y 6) y el fluazifop-butil (Trats. 3 y 4), los incrementos en altura de tallo fueron menores respecto al Testigo.

El sulfato de potasio (Trat. 2) y el azufre (Trat. 1) detuvieron el crecimiento de tallos a la 8a. semana después de la aplicación de los mismos; en tanto que el Testigo (Trat. 7) lo detuvo a la 7a. semana y con el fluazifop-butil en dosis de 0.501 l/ha (Trat. 4), los tallos dejaron de crecer a la 4a. semana después de su aplicación, obteniéndose una diferencia de altura de tallos entre éste y el sulfato de potasio de 97.9 cm.

La figura 2 indica la altura de la caña de azúcar, en la cual se puede observar que existió variación en el crecimiento de acuerdo al tratamiento aplicado.

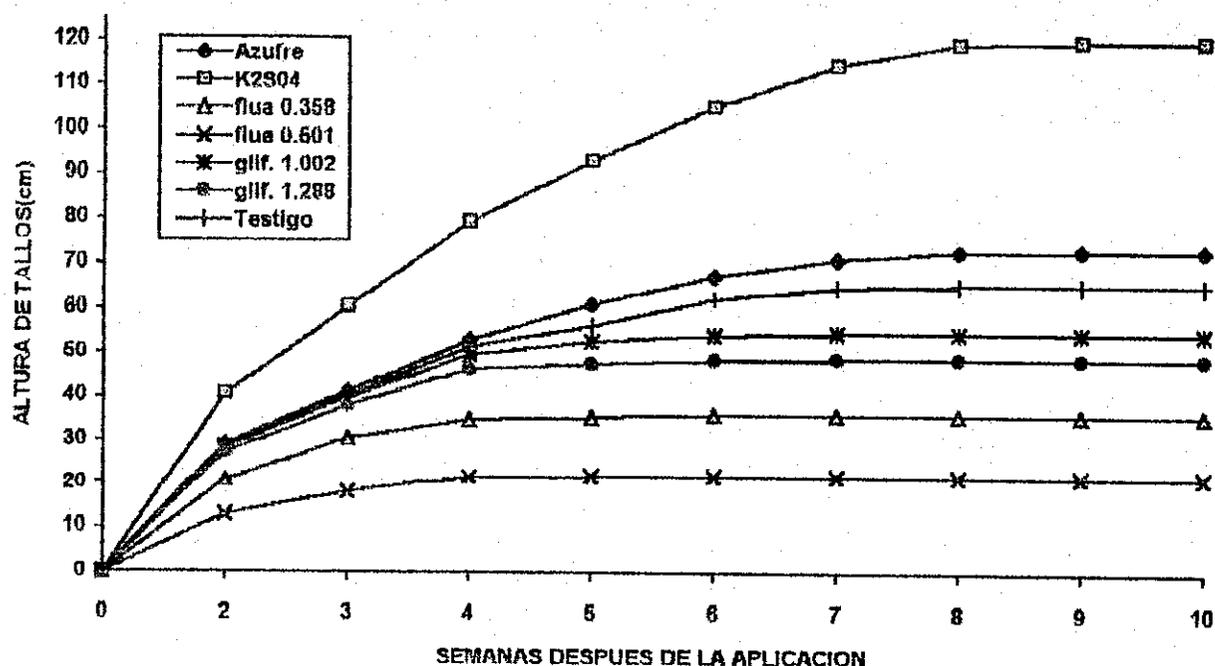


FIGURA 2: Incremento acumulado en altura de tallo (cm) durante las 10 semanas después de la aplicación de los tratamientos.

La figura 2 nos indica los cambios que existieron en el crecimiento de la plantación por tratamiento, en donde se observa que el mayor incremento en altura de tallos se logró con el sulfato de potasio, seguido por el azufre, mientras que con el fluazifop-butil (0.501 l/ha.) se obtuvieron los menores tamaños de tallo.

Al relacionar la altura de tallo con el rendimiento en kilogramos de azúcar por tonelada métrica de caña (cuadro 12), encontramos que con el sulfato de potasio (Trat. 2) se obtuvo mayor altura de tallo y mayor rendimiento respecto al Testigo (Trat. 7), no sucediendo lo mismo con el glifosato (Trats. 5 y 6), en donde el rendimiento en kilogramos de azúcar por tonelada métrica de caña fué mayor que el obtenido con el Testigo, aunque el incremento en altura de tallos fué menor.

CUADRO 12: Relación entre el rendimiento en kilogramos de azúcar por tonelada métrica de caña (kgAz/TMC) y la altura media de tallos (cm), a la 10a. semana después de la aplicación de los tratamientos:

Tratamiento	Dosis/ha	kgAz/TMC	Altura media de tallo (cm)
1) azufre	1.317 kg	28.65	73.3
2) sulfato de potasio	5.267 kg	42.33	120.1
3) fluazifop-butil	0.358 l	20.91	36.0
4) fluazifop-butil	0.501 l	21.91	22.2
5) glifosato	1.002 l	32.28	54.8
6) glifosato	1.288 l	37.71	48.8
7) Testigo	sin aplicación	24.21	65.6

Con base a la información del cuadro 12, se deduce que el glifosato (trats. 5 y 6) es el producto más indicado para mejorar la calidad de la caña de azúcar, pues aunque la altura de tallos es menor que la obtenida con el testigo (trat. 7), el rendimiento en kilogramos de azúcar por tonelada métrica de caña es superior al de éste.

## 7.2.2 Variable Tamaño y Peso del cogollo:

### 7.2.2.1 Tamaño del cogollo (cm):

El cuadro 13 presenta un resumen del análisis de varianza realizado para la variable Tamaño del cogollo, el cual nos indica que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos aplicados.

CUADRO 13: Resumen del análisis de varianza para la variable Tamaño del cogollo a la 10a. semana después de la aplicación de los tratamientos:

F.V.	F.C.	F(5%)	F(1%)
Bloque	3.10 NS <sup>1</sup>	3.89	6.93
Trat	57.89**	3.00	4.82
Coefficiente de Variación	6.756		

<sup>1</sup>NS = no significancia

\*\* = significancia al 1%

Dada la diferencia altamente significativa determinada en el análisis de varianza, se procedió a realizar una prueba de medias por Duncan, cuyos resultados se describen a continuación:

CUADRO 14: Prueba de medias por Duncan para la variable Tamaño del cogollo:

Grupo	Tamaño medio(cm)	N	Tratamientos	Dosis/ha
a	32.700	3	sulfato de potasio	5.267 kg
a	32.500	3	azufre	1.317 kg
a	32.267	3	Testigo	sin aplicación
b	31.167	3	glifosato	1.288 l
bc	30.800	3	fluzifop-butil	0.501 l
cd	30.467	3	glifosato	1.002 l
d	30.133	3	fluzifop-butil	0.358 l

Tratamientos con la misma letra son iguales entre sí estadísticamente al 1% de significancia.

De acuerdo a los datos contenidos en el cuadro 14, el tratamiento que presentó los mejores resultados en cuanto a disminuir el crecimiento del cogollo fue el fluzifop-butil en dosis de 0.358 l/ha., (Trat.3) mientras que el tratamiento en el cual se presentaron los mayores tamaños fue el sulfato de potasio (Trat. 2), con una diferencia de tamaño promedio entre ambos de 2.567 cm.

#### 7.2.2.2 Peso del cogollo (kg):

En el cuadro 15 presenta un resumen de los resultados del análisis de varianza realizado para la variable Peso del cogollo, el cual nos indica que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos evaluados.

CUADRO 15: Resumen del análisis de varianza para la variable Peso del cogollo a la 10a. semana después de la aplicación de los tratamientos:

F.V.	F.C.	F(5%)	F(1%)
Bloque	3.86 NS <sup>1</sup>	3.89	6.93
Trat	46.84 <sup>**</sup>	3.00	4.82
Coeficiente de Variación	5.752		

<sup>1</sup>NS = no significancia

<sup>\*\*</sup> = significancia al 1%

Dada la diferencia altamente significativa determinada en el análisis de varianza, se procedió a realizar una prueba de medias por Duncan, cuyos resultados se describen en el cuadro 16.

CUADRO 16: Prueba de medias por Duncan para la variable Peso del cogollo (kg):

Grupo	Peso Medio (kg)	N	Tratamiento	Dosis/ha
a	0.1041	3	sulf. pot.	5.267 kg
a	0.0984	3	azufre	1.317 kg
b	0.0899	3	Testigo	sin aplicación
c	0.0738	3	glifosato	1.288 l
cd	0.0710	3	flueazifop-butil	0.501 l
d	0.0644	3	glifosato	1.002 l
e	0.0558	3	flueazifop-butil	0.358 l

Tratamientos con la misma letra son iguales entre sí estadísticamente al 1% de significancia.

Al observar el cuadro 16 se encuentra que los mejores resultados en cuanto a reducir el peso del cogollo los presenta el flueazifop-butil en dosis de 0.358 l/ha, (Trat. 3) mientras que el tratamiento en el cual se presentó el mayor peso fue el sulfato de potasio, (Trat.2) dándose una diferencia promedio entre ambos de 0.04823 kg.

### 7.2.3 Variable Calidad de quema del cañaveral:

El cuadro 17 presenta los resultados obtenidos al evaluar la calidad de quema del cañaveral, de acuerdo a los rangos establecidos para tal fin.

CUADRO 17: Calidad de quema del cañaveral:

Trat	Cafias/m Chorra	Rango (hojas sin quemar)			% quemado	Bien	Calidad quema
		0-2	3-4	5 ó mas			
azufre	194	0	0	0	100	B	
sulf. pot.	193	0	0	0	100	B	
fb 0.358 l/ha	198	0	0	0	100	B	
fb 0.501 l/ha	194	0	0	0	100	B	
gli 1.002 l/ha	195	0	0	0	100	B	
gli 1.288 l/ha	189	0	0	0	100	B	
Testigo	192	0	0	0	100	B	

Se observa que en todos los tratamientos evaluados se dió una buena quema (B), lo cual se debió probablemente a las condiciones edáficas de la finca en la que se llevó a cabo el experimento, la que posee suelos de textura franca arenosa a franca arenosa fina (29), favoreciendo con ello el secamiento de la caña.

### 7.2.4 Variable Curva de Madurez:

La madurez de la caña de azúcar tiene una relación directa con la cantidad de sacarosa almacenada en sus tallos, no aplicándose para éste caso el concepto botánico (13), por lo que con los datos obtenidos en el laboratorio de los análisis semanales sobre el PCC (pol corregido de la caña), se trazó la curva de madurez y la cual se presenta en la siguiente figura.

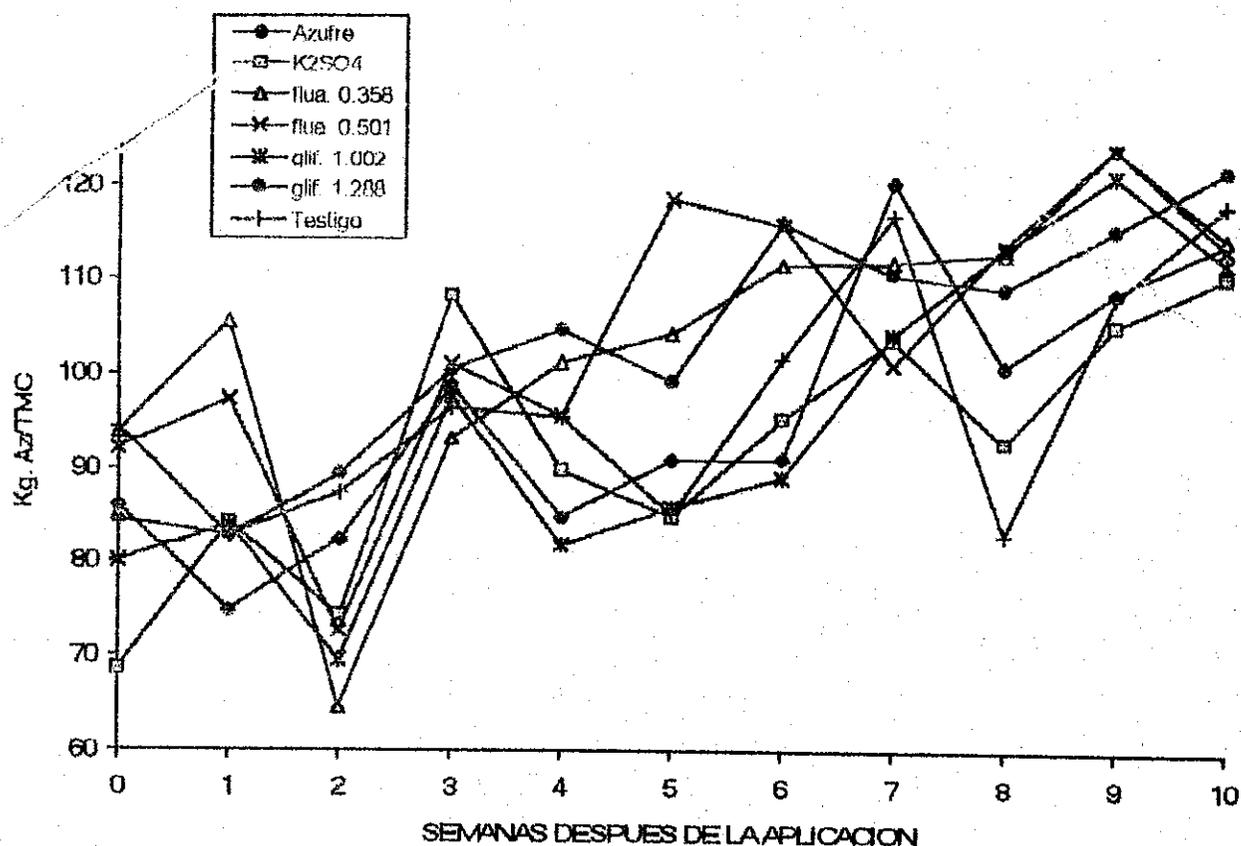


FIGURA 3. Concentración de sacarosa para cada tratamiento durante las 10 semanas después de la aplicación de los tratamientos.

En la figura 3 se observan los cambios en la madurez de la plantación de acuerdo al tratamiento a partir de la aplicación de los mismos, en la cual se puede notar que fué el sulfato de potasio el que aceleró más la maduración, ya que fué este tratamiento con el cual se logró una mayor concentración de sacarosa en los tallos al momento de la cosecha.

### 7.2.5 Variable Porcentaje de Corcho presente en los tallos:

El cuadro 18 contiene un resumen de los análisis de varianza realizados para la variable porcentaje de corcho presente en tallos para los diferentes rangos en que fué evaluada.

CUADRO 18: Resumen de los análisis de varianza para la variable Porcentaje de Corcho presente en tallos a la 10a. semana después de la aplicación de los tratamientos:

F.V.	F.				Ft(5%)	Ft(1%)
	0-25%	25-50%	50-75%	75-100%		
Bloque	2.85 NS <sup>1</sup>	6.04*	1.01 NS <sup>1</sup>	1.60 NS <sup>1</sup>	3.89	6.93
Trat.	60.42**	149.45**	14.78**	66.70**	3.00	4.82
Coefficiente de Variación	6.15	7.06	26.65	11.87		

<sup>1</sup>NS = no significancia

\*\* = significancia al 1%

Dada la diferencia altamente significativa entre los tratamientos evaluados determinada en los análisis de varianza, se procedió a realizar una prueba de medias por Duncan, cuyos resultados aparecen en el cuadro 19.

CUADRO 19: Resumen de pruebas de medias por Duncan para la variable porcentaje de corcho presente en tallos, en los diferentes rangos en que fué evaluada, a la 10a. semana después de la aplicación de los tratamientos:

Medias <sup>1</sup> - Grupo - Tratamiento <sup>2</sup>			
0-25 %	25-50%	50-75 %	75-100 %
99.29 - a-2	35.30 - a-7	16.57 - a-7	1.95 - a-5
71.60 - b-1	32.15 - b-6	16.50 - a-6	1.92 - a-3
70.49 - b-4	28.25 - c-5	15.76 - a-5	1.88 - a-4
65.23 - b-3	21.67 - d-3	11.18 - ab-3	1.84 - a-7
54.05 - c-5	21.11 - d-4	07.59 - b-1	1.37 - b-6
49.96 - dc-6	20.17 - d-1	06.52 - b-4	0.63 - c-1
46.29 - d-7	00.71 - e-2	00.00 - c-2	0.00 - d-2

<sup>1</sup>Medias = % medio de corcho presente en tallo

<sup>2</sup> Tratamiento: 1 = azufre

2 = sulfato de potasio

3 = fluazifop-butil, 0.358 l/ha

4 = fluazifop-butil, 0.501 l/ha

5 = glifosato, 1.002 l/ha

6 = glifosato, 1.288 l/ha

7 = Testigo

Tratamientos con la misma letra son iguales entre sí estadísticamente al 1% de significancia.

De acuerdo con el resumen de pruebas de medias por Duncan contenido en el cuadro 19, el sulfato de potasio (Trat. 2) fué con el que se obtuvo mayor acorchamiento en tallos en el rango de 0 - 25%, mientras que en el rango de 25 - 50%, se logra la menor cantidad, no encontrándose valores superiores al 50% para esta variable con la aplicación de este producto.

Al relacionar el rendimiento en kilogramos de azúcar por tonelada métrica de caña (kgAz/TMC) con el porcentaje de corcho presente en tallos (cuadro 20) encontramos que el menor acorchamiento en tallos lo provocó el sulfato de potasio, producto con el cual se obtuvo el mayor rendimiento en kilogramos de azúcar por tonelada métrica de caña; sin embargo, esta relación no se mantuvo para el resto de tratamientos por lo que se deduce que el rendimiento es afectado por el acorchamiento.

CUADRO 20: Relación entre el rendimiento en kilogramos de azúcar por tonelada métrica de caña (kgAz/TMC) y el acorchamiento en tallos a la 10a. semana después de la aplicación de los tratamientos:

Tratamiento	Dosis/ha	KgAz/TMC	75-100% de corcho presente en tallos
1) azufre	1.317 kg	28.65	0.633
2) sulfato de potasio	5.267 kg	42.33	0.000
3) fluzifop-butil	0.358 l	20.91	1.923
4) fluzifop-butil	0.501 l	21.91	1.883
5) glifosato	1.002 l	32.28	1.953
6) glifosato	1.288 l	37.71	1.386
7) Testigo	sin aplicación	24.21	1.840

#### 7.2.6 Variable Número Promedio de Brotes Laterales (lajas) por Tallo:

En el cuadro 21 se presenta un resumen de los análisis de varianza realizados para la variable número promedio de brotes laterales (lajas) por tallo, a la 8a, 9a y 10a. semana después de la aplicación de los tratamientos.

CUADRO 21: Resumen de los análisis de varianza realizados para la variable Número Promedio de Brotes Laterales por tallo a la 8a, 9a y 10a. semana después de la aplicación de los tratamientos:

F.V.	F. C.			Ft(5%)	Ft(1%)
	8a. sdat	9a. sdat	10a. sdat		
Bloque	0.33 NS <sup>1</sup>	1.97 NS <sup>1</sup>	0.24 NS <sup>1</sup>	3.89	6.93
Trat	1.62 NS <sup>1</sup>	2.14 NS <sup>1</sup>	5.62 **	3.00	4.82
Coefficiente de Variación	21.03	17.81	16.76		

<sup>1</sup>NS = no significancia

\*\* = significancia al 1%

El cuadro 21 indica que a la 10a. semana después de la aplicación de los tratamientos se encontraron diferencias altamente significativas entre los tratamientos para la variable número promedio de brotes laterales por tallo, por lo que se procedió a efectuar una prueba de medias por Duncan, cuyos resultados aparecen en el cuadro 22.

CUADRO 22: Prueba de medias por Duncan para la variable Número Promedio de Brotes Laterales por Tallo a la 10a semana después de la aplicación de los tratamientos:

Grupo	Media de brotes laterales por tallo	N	Tratamiento	Dosis/ha
a	0.6333	3	glifosato	1.002 l
ba	0.5333	3	fluazifop-butil	0.358 l
cba	0.5000	3	fluazifop-butil	0.501 l
dcb	0.4333	3	Testigo	sin aplicación
dcb	0.4000	3	glifosato	1.288 l
dc	0.3667	3	azufre	1.317 kg
d	0.3333	3	sulfato de potasio	5.267 kg

Tratamientos con la misma letra son iguales entre sí estadísticamente al 1% de significancia.

De acuerdo con los datos del cuadro 22, el tratamiento que presentó el mayor número promedio de lalas por tallo fué el glifosato en dosis de 1.002 l/ha (Trat. 5); mientras que el tratamiento con el cual se obtuvo la menor cantidad fué el sulfato de potasio (Trat 2).

CUADRO 23: Relación entre el rendimiento en kilogramos de azúcar por tonelada métrica de caña (kgAz/TMC) y el número promedio de brotes laterales por tallos:

Tratamiento	Dosis/ha	KgAz/TMC	No. Prom. Brotes Laterales
1) azufre	1.317 kg	28.65	0.3667
2) sulfato de potasio	5.267 kg	42.33	0.3333
3) fluazifop-butil	0.358 l	20.91	0.5333
4) fluazifop-butil	0.501 l	21.91	0.5000
5) glifosato	1.002 l	32.28	0.6333
6) glifosato	1.288 l	37.71	0.4000
7) Testigo	sin aplicación	24.21	0.4333

Al relacionar el rendimiento en kilogramos de azúcar por tonelada métrica de caña (kgAz/TMC) con el número promedio de brotes laterales (lalas) por tallo (cuadro 23), encontramos que con el sulfato de potasio se obtuvo el menor número promedio de brotes laterales por tallo y el mayor rendimiento en kilogramos de azúcar por tonelada métrica de caña, relación que no se mantiene para el resto de tratamientos, por lo que se deduce que el rendimiento probablemente esté afectado por la aparición de brotes laterales en tallos.

### 7.2.7 Variable Porcentaje de Floración:

El proceso de floración no se presentó en el cultivo debido a que la variedad SP-701284 de caña de azúcar es de maduración tardía y la cosecha se efectuó a los 12 meses después de la soca anterior, tiempo durante el cual no se manifestó la floración.

### 7.2.8 Variable Evaluación del Rebrote:

En el cuadro 24 se presenta un resumen de los resultados del análisis de varianza realizado para la variable Evaluación del Rebrote a los 30 y 60 días después de la cosecha, en donde se observa que no existen diferencias significativas entre los tratamientos evaluados.

CUADRO 24: Resumen de los análisis de varianza para la población de caña a los 30 y 60 días después de la cosecha:

F.V.	F.C.	F.C.	Ft(5%)	Ft(1%)
Bloque	0.08 NS <sup>1</sup>	0.11 NS <sup>1</sup>	3.89	6.93
Trat	1.07 NS <sup>1</sup>	1.00 NS <sup>1</sup>	3.00	4.82
Coefficiente de Variación	11.35	10.83		

<sup>1</sup>NS = no significancia

Al observar el cuadro 24 encontramos que no existen diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, lo cual indica que el rebrote de la caña no es afectado por la aplicación de estos productos.

### 7.3 Análisis Económico:

En base al análisis de dominancia realizado con los totales de costos que varían y los beneficios netos obtenidos al momento de la cosecha (10a. semana después de la aplicación de los tratamientos), indicados en el cuadro 25, en donde se observa que el único tratamiento no dominado es el sulfato de potasio, se calculó la tasa de retorno marginal.

CUADRO 25: Análisis de dominancia para la 10a. semana después de la aplicación de los tratamientos:

TRATAMIENTO	DOSIS	COSTOS QUE VARIAN	BENEFICIO BRUTO	BENEFICIO NETO
7) Testigo	0.000	Q.000.00	Q.10666.28	Q.10666.28
2) sulfato de potasio	5.267 Kg/Ha	Q.206.91	Q.22162.09	Q.21955.18
1) azufre	1.317 Kg/Ha	Q.221.52	Q.13415.15	Q.13193.63 D
3) fluazifop-butil	0.358 L/Ha	Q.249.50	Q.08962.87	Q.08713.37 D
4) fluazifop-butil	0.501 L/Ha	Q.268.57	Q.09516.52	Q.09247.95 D
5) glifosato	1.002 L/Ha	Q.286.93	Q.14018.17	Q.13731.24 D
6) glifosato	1.288 L/Ha	Q.311.24	Q.16420.46	Q.16109.22 D

$$\text{TMR} = \frac{21955.18 - 10666.28}{206.91 - 00.00} \times 100 = 5455.95\%$$

La Tasa de Retorno Marginal (TMR) para el sulfato de potasio es de 5455.95%, lo cual indica que por cada Q.1.00 invertido en la aplicación de este producto, se recuperará esa inversión y se obtendrán Q.54.56 adicionales.

## 8. CONCLUSIONES:

- 8.1 Con el sulfato de potasio se lograron los mayores rendimientos en kilogramos de azúcar por tonelada métrica de caña, tonelada métrica de caña por hectárea y tonelada métrica de azúcar por hectárea, sin llegar a existir diferencias significativas con los otros tratamientos evaluados, obteniéndose también con este producto la mayor altura de tallos, variable para la cual si existieron diferencias altamente significativas, lográndose con el glifosato (en ambas dosis) alturas de tallo menores que la mitad de las alcanzadas con el sulfato de potasio y menores que las obtenidas con el Testigo, pero con un rendimiento en kilogramos de azúcar por tonelada métrica de caña superior al de éste, por lo que puede decirse que el glifosato mejora la calidad de caña al proporcionar tallos cortos con alta concentración de sacarosa.
- 8.2 Respecto al porcentaje de acorchamiento y número promedio de brotes laterales por tallo, con el sulfato de potasio se obtuvieron los menores valores para estas variables, seguido por el azufre, productos con los cuales se obtuvo mayores rendimientos en kilogramos de azúcar por tonelada métrica de caña que los obtenidos con el Testigo, de donde se deduce que mejoran la calidad de la caña.
- 8.3 El fluazifop-butil incrementó el número promedio de brotes laterales y el porcentaje de acorchamiento en tallos con relación al Testigo, presentando rendimientos en kilogramos de azúcar por tonelada métrica de caña aún menores que los obtenidos con éste último, por lo que se concluye que para las condiciones en que fue desarrollado el experimento no es recomendable realizar aplicaciones de fluazifop-butil.
- 8.4 En cuanto a la evaluación del rebrote, no se encontraron efectos fitotóxicos tales como albinismo y nastia en el rebrote a la 4a. y 8a. semana después de la cosecha, como resultado de la aplicación de los productos químicos.
- 8.5 En el análisis económico el único tratamiento no dominado fue el sulfato de potasio presentando una tasa de retorno marginal de 5,455.95%, por lo que se concluye que para las condiciones del área en que fueron evaluados, el mejor efecto económico se obtiene con el sulfato de potasio.

## 9. RECOMENDACIONES:

- 9.1 Para mejorar la calidad e incrementar el rendimiento en kilogramos de azúcar por tonelada métrica de caña en la variedad SP-701284, las aplicaciones de sulfato de potasio deben efectuarse en dosis de 5.267 kg/ha o bien, utilizar como alternativa glifosato en dosis de 1.288 l/ha, a los 10 meses de edad de la plantación y cosecharse a la 10a. semana después de la aplicación.
- 9.2 Realizar otras investigaciones que permitan evaluar otras dosis de sulfato de potasio y su efecto en otras variedades, en distintas épocas de aplicación y en otras condiciones edáficas.
- 9.3 Comparar el efecto de otros productos que ya han sido utilizados como maduradores con el sulfato de potasio.
- 9.4 Dado a que los ingenios no se dan abasto para procesar toda la caña cuando ésta alcanza su madurez natural y evitar sus consecuentes pérdidas, es recomendable la aplicación de maduradores químicos a los cañales para realizar programas de cosecha durante la zafra.

## 10. BIBLIOGRAFIA

1. AMAYA ESTEVEZ, A. 1986. Morfología de la caña de azúcar. In El cultivo de la caña de azúcar (1986, Cali, Colombia). Memorias. Ed. por Carlos Buenaventura. Cali, Colombia, Centro de Investigación de la Caña de Azúcar. p. 13-26.
2. AVILA, V.H. 1991. Evaluación de la actividad cañera en Guatemala. Guatemala, Empresa Pantaleón. 36 p.
3. BUENAVENTURA OSORIO, C.E. 1984. Efecto de los madurantes sobre la caña de azúcar. Colombia, Centro de Investigación de la Caña de Azúcar. 12 p.
4. ——. 1986. El cultivo de la caña de azúcar. Colombia, Centro de Investigación de la Caña de Azúcar. p. 300-301.
5. ——. 1986. Evaluación de la aplicación de madurantes químicos en caña de azúcar en Colombia. In El Cultivo de la Caña de Azúcar (1986, Cali, Colombia). Memorias. Ed. por Carlos Buenaventura. Cali, Colombia, Centro de Investigación de la Caña de Azúcar. p. 309-322.
6. ——. 1991. Diagnóstico tecnológico del cultivo de la caña de azúcar en Guatemala. Guatemala, Centro de Investigación de la Caña de Azúcar. 39 p.
7. ——; TORRES, J.; YANG, S.J. 1985. Evaluación de la aplicación de glifosato como madurante de la caña de azúcar en el valle del Cauca, Colombia. Colombia, Centro de Investigación de la Caña de Azúcar. 34 p.
8. ——; YANG, S.J. 1984. Efecto de la aplicación del Roundup sobre el desarrollo de la soca siguiente. Colombia, Centro de Investigación de la Caña de Azúcar. 8 p.
9. ——. 1985. Efecto del Roundup sobre la calidad y producción de caña de azúcar de las variedades PR-61632 y POJ-2878 a diferentes edades. In Congreso de la Sociedad Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar (2., 1987, Cali, Colombia). Memorias. Ed. por Carlos Buenaventura. Cali, Colombia, Centro de Investigación de la Caña de Azúcar. v.2, p. 527-539.
10. ——. 1985. Evaluación de tres madurantes químicos en la variedad CP-57603 en el valle del Cauca, Colombia. Colombia, Centro de Investigación de la Caña de Azúcar. 27 p.
11. CHAVEZ SOLERA, M.A. 1981. La maduración, su control y la cosecha de la caña de azúcar. Colombia, Centro de Investigación de la Caña de Azúcar. 40 p.
12. DESTEFANO, R.P.; ANDREIS, H.J. 1982. El madurador, una ayuda al agricultor de la caña de azúcar. Sugar Journal (EE.UU.) 45(1):18-27.

13. FONT QUER, P. 1985. Diccionario de botánica. Barcelona, España. Labor. 1244 p.
14. GUATEMALA. INSTITUTO DE SISMOLOGIA, VULCANOLOGIA, METEOROLOGIA E HIDROLOGIA. Cartas de precipitación, humedad relativa y temperatura, del departamento de Escuintla, municipio de Tiquisate.
- Sin publicar.
15. ——. INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR. 1981. Mapa topográfico de la República de Guatemala; hoja Cartográfica Pueblo Nuevo Tiquisate, no. 1958-IV. Guatemala. Esc. 1:50,000. Color.
16. ——. INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL. s.f. Formas de la tierra y regiones fisiográficas. Guatemala. Esc. 1:1,000,000. Color
17. ——. 1983. Diccionario geográfico de Guatemala. Guatemala. Tipografía Nacional. tomo 3, p. 89-91.
18. HERRINGTON, C.R. *et al.* 1977. Estudio integral del efecto de un madurador químico en la caña de azúcar sobre las labores de campo y de fábrica. In Congreso de Técnicos Azucareros Centroamericanos (3. 1977, San Salvador). Memorias. El Salvador, s.e. p. 13-14.
19. HUMBERT, R.P. 1974. El cultivo de la caña de azúcar. México, CECOSA. p. 514-519.
20. LEGENDRE, B.L. 1984. Madurantes químicos para aumentar la producción de azúcar en Louisiana. In Seminario Interamericano de la Caña de Azúcar; Control de malezas y maduradores (1984, Miami, Florida). Miami, Florida, s.e. p. 516-519.
21. LONDOÑO MAYA, A.E.; BUENAVENTURA OSORIO, C.E.; VILLEGAS RIVERA, E. 1987. Evaluación del efecto del madurante glifosato sobre la producción de caña de azúcar en el Ingenio Central Castilla. In Congreso de la Sociedad Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar (2. 1987, Cali, Colombia). Memorias. Ed. por Carlos Buenaventura. Cali, Colombia, Centro de Investigación de la Caña de Azúcar. v. 2, p. 541-550.
22. MEADE, G.P. 1967. Manual de caña de azúcar. España, Montaner y Simón. p. 737-739.
23. MONSANTO. DEPARTAMENTO DE DESARROLLO (Gua). s.f. Características y propiedades del Roundup. Guatemala. 18 p.
24. ——. s.f. Características y propiedades del Fusilade II. Guatemala. 15 p.

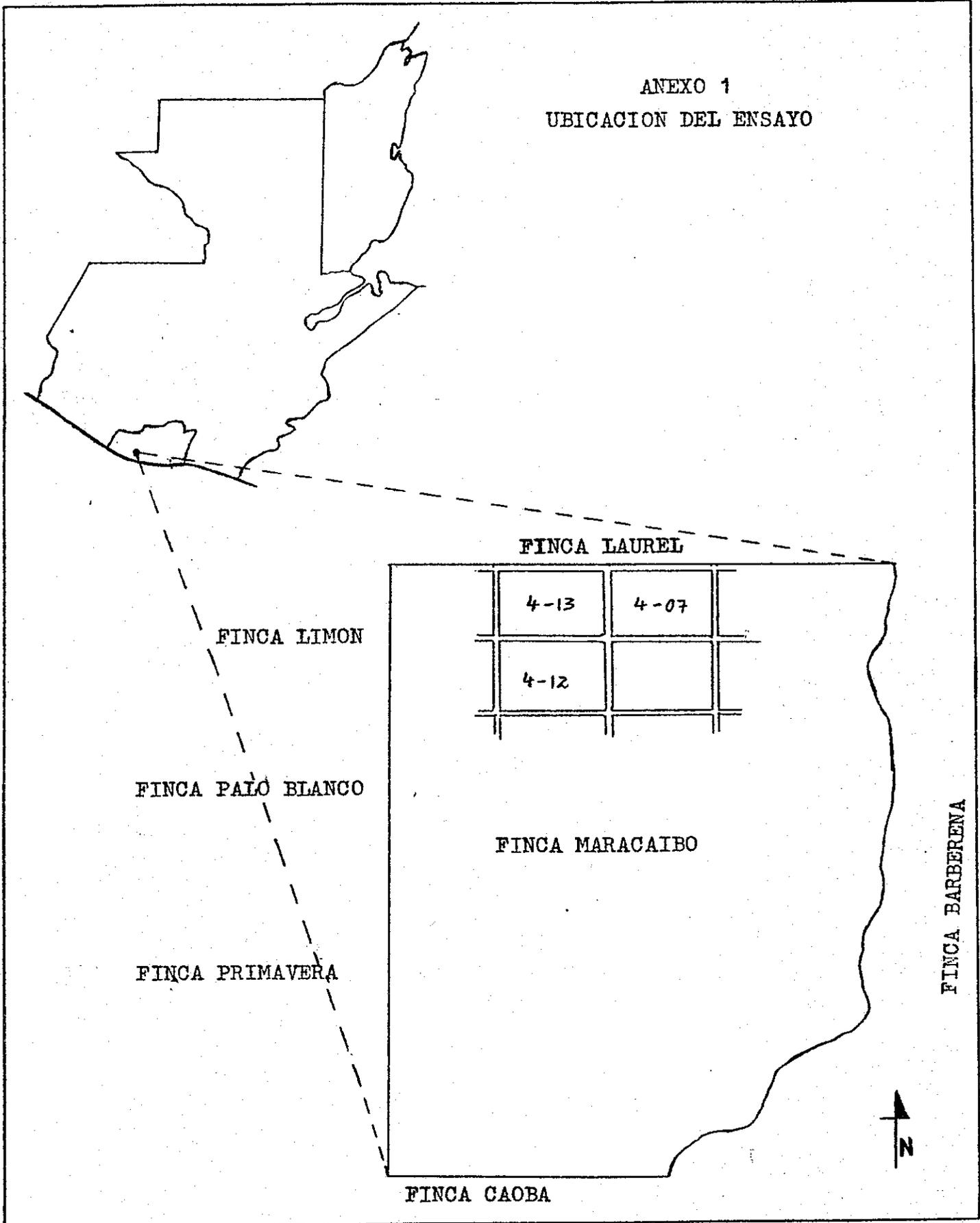
25. ORSENIGO, J.R. 1984. Evaluación y comportamiento de los maduradores usados en caña de azúcar en los everglades de Florida. In Seminario Interamericano de la Caña de Azúcar (1984, Miami, Florida). Miami, Florida. s.e. p. 468.
26. RODRIGUEZ, C.A.; RINCONES, C.; HURTADO, S. 1982. Efecto de la floración sobre la calidad del jugo en 34 variedades de caña de azúcar. Venezuela, s.e. p. 45-53.
27. SACHER, R.M.; BROWN, D.A. 1980. Roundup: revisión toxicológica y comportamiento ambiental. Guatemala, Monsanto. Boletín no. 1. 15 p.
28. SAMUELS, G. 1984. La madurez de la caña de azúcar: teoría y práctica. In Seminario Interamericano de la Caña de Azúcar: Control de malezas y maduradores (1984, Miami, Florida). Miami, Florida, s.e. p.479-485.
29. SIMMONS, C.H.S.; TARANO, J.M.; PINTO, J.H. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, Ed. José De Pineda Ibarra. 1000 p.
30. TOBIAS, H. 1986. Clasificación de capacidad de uso de la tierra. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 20 p.
31. VALLADARES REBOLLEDO, A.; ZAMORANO CRUZ, E. 1976. Método para el estimado de caña producida en campo, previo a la iniciación de la zafra. Ed. por José A. Turiza Zapata. México, Instituto para el Mejoramiento de la Producción de Azúcar. Serie Divulgación Técnica IIMPA, Folleto no. 9. 24 p.

*Vo. Co.*  
*Patualla*



## 11. APENDICE

ANEXO 1  
UBICACION DEL ENSAYO



FINCA LIMON

FINCA PALO BLANCO

FINCA PRIMAVERA

FINCA CAOBA

FINCA LAUREL

4-13

4-07

4-12

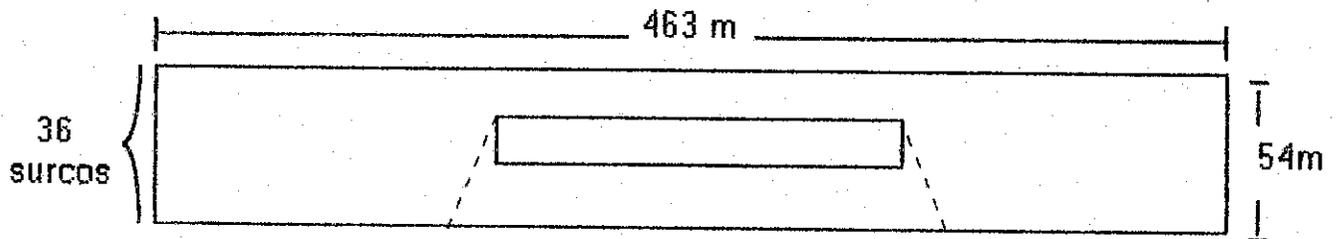
FINCA MARACAIBO

FINCA BARBERENA

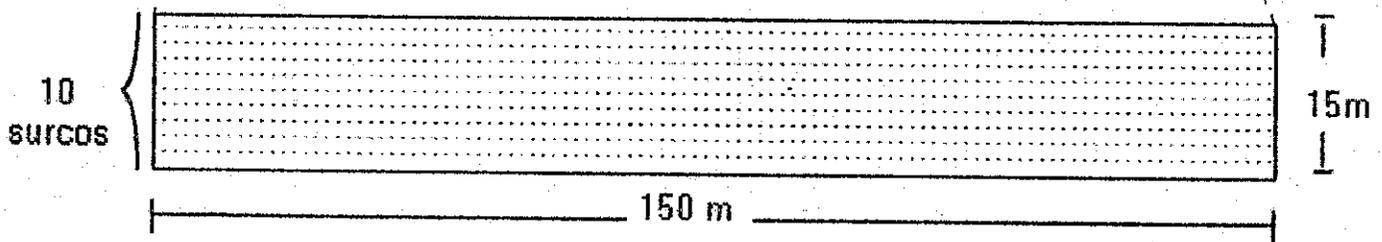


ANEXO 2

PARCELA BRUTA

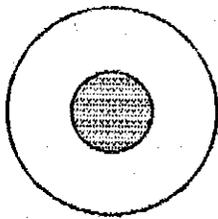


PARCELA NETA

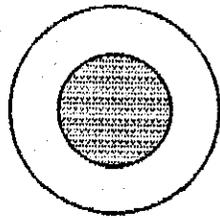


ANEXO 3

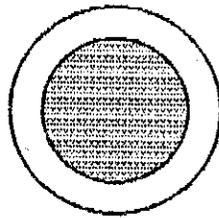
ESCALA DE PORCENTAJE DE ACORCHAMIENTO EN TALLOS



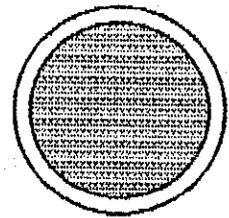
HASTA 25%



25 - 50%



50 - 75%



75 - 100%

## ANEXO 4

### VARIABLES DE RENDIMIENTO

CUADRO 1A: Análisis de varianza para el rendimiento en kilogramos de azúcar por tonelada métrica de caña a la 8a. semana después de la aplicación de los tratamientos:

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Pr>F	F(5%)	F(1%)
Bloque	2	1.351	0.675	0.84 NS <sup>1</sup>	0.4573	3.89	6.93
Trat	6	7.189	1.198	1.48 NS <sup>1</sup>	0.2641	3.00	4.82
Error	12	9.699	0.808				
Total	20	18.239					
Coeficiente de Variación = 3.376							

<sup>1</sup>NS = no significancia

CUADRO 2A: Análisis de varianza para el rendimiento en kilogramos de azúcar por tonelada métrica de caña a la 9a. semana después de la aplicación de los tratamientos:

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Pr>F	F(5%)	F(1%)
Bloque	2	0.053	0.026	0.10 NS <sup>1</sup>	0.9018	3.89	6.93
Trat	6	2.694	0.449	1.78 NS <sup>1</sup>	0.1871	3.00	4.82
Error	12	3.034	0.253				
Total	20	5.781					
Coeficiente de Variación = 1.087							

<sup>1</sup>NS = no significancia

CUADRO 3A: Análisis de varianza para el rendimiento en kilogramos de azúcar por tonelada métrica de caña a la 10a. semana después de la aplicación de los tratamientos:

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Pr>F	F(5%)	F(1%)
Bloque	2	3.220	1.610	2.50 NS <sup>1</sup>	0.1240	3.89	6.93
Trat	6	0.590	0.098	0.15 NS <sup>1</sup>	0.9848	3.00	4.82
Error	12	7.738	0.645				
Total	20	11.547					
Coeficiente de Variación = 4.176							

<sup>1</sup>NS = no significancia

CUADRO 4A: Análisis de varianza para el rendimiento en toneladas métricas de caña por hectárea a la 10a. semana después de la aplicación de los tratamientos:

F.V.	GL.	S.C.	C.M.	F.C.	Pr>F	F(5%)	F(1%)
Bloque	2	558.41	279.206	1.57 NS <sup>1</sup>	0.2476	3.89	6.93
Treat	6	3075.97	512.662	2.89 NS <sup>1</sup>	0.0558	3.00	4.82
Error	12	2131.73	177.644				
Total	20	5766.11					
Coeficiente de Variación = 7.680							

<sup>1</sup>NS = no significancia

CUADRO 5A: Análisis de varianza para el rendimiento en toneladas métricas de azúcar por hectárea a la 10a. semana después de la aplicación de los tratamientos:

F.V.	GL.	S.C.	C.M.	F.C.	Pr>F	F(5%)	F(1%)
Bloque	2	18.919	9.459	0.86 NS <sup>1</sup>	0.4492	3.89	6.93
Treat	6	26.813	4.469	0.40 NS <sup>1</sup>		3.00	4.82
Error	12	132.604	11.050				
Total	20	178.336					
Coeficiente de Variación = 16.452							

<sup>1</sup>NS = no significancia

## ANEXO 5

### INCREMENTO EN ALTURA DE TALLO

CUADRO 1A: Altura media de tallo al momento de la aplicación de los tratamientos

Tratamiento	Dosis/ha	Altura media de tallo (cm)
1) azufre	1.317 kg	22.5.0
2) sulfato de potasio	5.267 kg	186.9
3) fluazifop-butil	0.358 l	177.3
4) fluazifop-butil	0.501 l	238.9
5) glifosato	1.002 l	192.7
6) glifosato	1.288 l	230.0
7) Testigo	sin aplicación	222.5

CUADRO 2A: Análisis de varianza para la variable incremento en altura de tallo a la 2da. semana después de la aplicación de los tratamientos:

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Pr>F	Ft(5%)	Ft(1%)
Bloque	2	60.64	30.321	11.09 <sup>***</sup>	0.0019	3.89	6.93
Trat	6	2929.95	488.324	178.56 <sup>***</sup>	0.0001	3.00	4.82
Error	12	32.82	2.735				
Total	20	3023.41					

Coefficiente de Variación = 4.305

<sup>\*\*\*</sup> = significancia al 1%

CUADRO 3A: Prueba de medias por Duncan para la variable incremento en altura de tallo a la semana después de la aplicación de los tratamientos:

2a.

Grupo	Altura media de tallo (cm)	N	Tratamiento	Dosis
a	60.600	3	sulf. pot.	5.267 kg/ha
b	41.200	3	azufre	1.317 kg/ha
cb	40.400	3	Testigo	sin aplicación
cb	39.800	3	glifosato	1.002 l/ha
c	38.000	3	glifosato	1.288 l/ha
d	30.800	3	fluzifop-butil	0.358 l/ha
e	18.100	3	fluzifop-butil	0.501 l/ha

Tratamientos con la misma letra son iguales entre sí estadísticamente al 1% de significancia.

CUADRO 4A: Análisis de varianza para la variable incremento en altura de tallo a la 3a. semana después de la aplicación de los tratamientos:

F.V	GL	S.C	C.M.	F.C.	Pr>F	Ft(5%)	Ft(1%)
Bloque	2	355.72	177.858	4.33*	0.0384	3.89	6.93
Tret.	6	5133.47	855.578	20.82**	0.0001	3.00	4.82
Error	12	493.16	41.097				
Total	20	5982.35					

Coefficiente de Variación = 12.362

\* = significancia al 5 %

\*\* = significancia al 1%

CUADRO 5A: Prueba de medias por Duncan para la variable incremento en altura de tallo a la semana después de la aplicación de los tratamientos:

3a

Grupo	Altura media de tallo (cm)	N	Tratamiento	Dosis/ha
a	79.300	3	sulf. pot.	5.267 kg
b	53.000	3	azufre	1.317 kg
b	51.700	3	Testigo	sin aplicación
b	49.800	3	glifosato	1.002 l
b	46.600	3	glifosato	1.288 l
b	34.000	3	fluzifop-butil	0.358 l
c	21.800	3	fluzifop-butil	0.501 l

Tratamientos con la misma letra son iguales entre sí estadísticamente al 1% de significancia.

CUADRO 6A: Análisis de varianza para la variable incremento en altura de tallo a la 4a. semana después de la aplicación de los tratamientos:

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Pr>F	Ft(5%)	Ft(1%)
Bloque	2	119.91	59.95	8.93 <sup>**</sup>	0.0042	3.89	6.93
Trat.	6	8923.85	1487.31	221.45 <sup>**</sup>	0.0001	3.00	4.82
Error	12	80.59	6.16				
Total	20	9124.35					

Coefficiente de Variación = 4.912

\*\* = significancia al 1%

CUADRO 7A: Prueba de medias por Duncan para la variable incremento en altura de tallo a la 4a. semana después de la aplicación de los tratamientos:

Grupo	Altura media de tallo (cm)	N	Tratamiento	dosis/ha
a	93.200	3	sulf. pot.	5.267 kg
b	61.200	3	azufre	1.317 kg
c	56.500	3	Testigo	sin aplicación
c	52.900	3	glifosato	1.002 l
d	47.700	3	glifosato	1.288 l
e	35.600	3	fluzifop-butil	0.358 l
f	22.200	3	fluzifop-butil	0.501 l

Tratamientos con la misma letra son iguales entre sí estadísticamente al 1% de significancia.

CUADRO 8A: Análisis de varianza para la variable incremento en altura de tallo a la 5a. semana después de la aplicación de los tratamientos:

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Pr>F	Ft(5%)	Ft(1%)
Bloque	2	121.7	60.84	8.67 <sup>**</sup>	0.0047	3.89	6.93
Trat.	6	12624.5	2104.10	299.80 <sup>**</sup>	0.0001	3.00	4.82
Error	12	84.2	7.02				
Total	20	12830.4					

Coefficiente de Variación = 4.682

\*\* = significancia al 1%

CUADRO 9A: Prueba de medias por Duncan para la variable incremento en altura de tallo a la 5a. semana después de la aplicación de los tratamientos:

Grupo	Altura media de tallo (cm)	N	Tratamiento	dosis/ha
a	105.400	3	sulf. pot	5.267 kg
b	67.300	3	azufre	1.317 kg
c	62.400	3	Testigo	sin aplicación
d	54.300	3	glifosato	1.002 l
e	48.500	3	glifosato	1.288 l
f	36.000	3	fluazifop-butil	0.358 l
g	22.200	3	fluazifop-butil	0.501 l

Tratamientos con la misma letra son iguales entre sí estadísticamente al 1% de significancia.

CUADRO 10A: Análisis de varianza para la variable incremento en altura de tallo a la 6a. semana después de la aplicación de los tratamientos:

F.V.	GL	S.C.	C.M.	F.C.	Pr>F	Ft(5%)	Ft(1%)
Bloque	2	118.4	59.20	8.15 <sup>**</sup>	0.0058	3.89	6.93
Tret	6	15943.7	2657.28	366.01 <sup>**</sup>	0.0001	3.00	4.82
Error	12	87.1	7.26				
Total	20	16149.2					
Coeficiente de Variación = 4.568							

\*\* = significancia al 1%

CUADRO 11A: Prueba de medias por Duncan para la variable incremento en altura de tallo a la 6a. semana después de la aplicación de los tratamientos:

Grupo	Altura media de tallo (cm)	N	Tratamiento	dosis/ha
a	114.900	3	sulf. pot	5.267 kg
b	71.200	3	azufre	1.317 kg
c	65.000	3	Testigo	sin aplicación
d	54.800	3	glifosato	1.002 l
e	48.800	3	glifosato	1.288 l
f	36.000	3	fluazifop-butil	0.358 l
g	22.200	3	fluazifop-butil	0.501 l

Tratamientos con la misma letra son iguales entre sí estadísticamente al 1% de significancia.

CUADRO 12A: Análisis de varianza para la variable incremento en altura de tallo a la 7a. semana después de la aplicación de los tratamientos:

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Pr>F	F(5%)	F(1%)
Bloque	2	121.25	60.60	7.60**	0.0074	3.89	6.93
Treat	6	17701.60	2950.27	370.07**	0.0001	3.00	4.82
Error	12	95.66	7.97				
Total	20	17918.50					

Coefficiente de Variación = 4.705

\*\* = significancia al 1%

CUADRO 13A: Prueba de medias por Duncan para la variable incremento en altura de tallo a la 7a. semana después de la aplicación de los tratamientos:

Grupo	Altura media de tallo (cm)	N	Tratamiento	dosis/ha
a	119.500	3	sulf. pot	5.267 kg
b	73.100	3	azufre	1.317 kg
c	65.600	3	Testigo	sin aplicación
d	54.800	3	glifosato	1.002 l
e	48.800	3	glifosato	1.288 l
f	36.000	3	fluazifop-butil	0.358 l
g	22.200	3	fluazifop-butil	0.501 l

Tratamientos con la misma letra son iguales entre sí estadísticamente al 1% de significancia

CUADRO 14A: Análisis de varianza para la variable incremento en altura de tallo a la 8a. semana después de la aplicación de los tratamientos:

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Pr>F	F(5%)	F(1%)
Bloque	2	120.6	60.31	7.69**	0.0071	3.89	6.93
Treat	6	17932.5	2988.74	380.89**	0.0001	3.00	4.82
Error	12	94.2	7.84				
Total	20	18147.2					

Coefficiente de Variación = 4.66

\*\* = significancia al 1%

CUADRO 15A: Prueba de medias por Duncan para la variable incremento en la altura de tallo a la 8a. semana después de la aplicación de los tratamientos:

Grupo	Altura media de tallo (cm)	N	Tratamiento	dosis/ha
a	120.100	3	sulf. pot.	5.267 kg
b	73.300	3	azufre	1.317 kg
c	65.600	3	Testigo	sin aplicación
d	54.600	3	glifosato	1.002 l
e	48.800	3	glifosato	1.288 l
f	36.000	3	fluazifop-butil	0.358 l
g	22.200	3	fluazifop-butil	0.501 l

Tratamientos con la misma letra son iguales entre sí estadísticamente al 1% de significancia

CUADRO 16A: Análisis de varianza para la variable incremento en altura de tallo a la 9a. semana después de la aplicación de los tratamientos:

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	P>F	Ft(5%)	Ft(1%)
Bloque	2	120.6	60.31	7.69**	0.0071	3.89	6.93
Trat	6	17932.4	2988.70	380.89**	0.0001	3.00	4.82
Error	12	94.2	7.85				
Total	20	18147.2					

Coefficiente de Variación = 4.66

\*\* = significancia al 1%

CUADRO 17A: Prueba de medias por Duncan para la variable incremento en altura de tallo a la 9a. semana después de la aplicación de los tratamientos:

Grupo	Altura media de tallo (cm)	N	Tratamiento	dosis/ha
a	120.100	3	sulf. pot.	5.267 kg
b	73.300	3	azufre	1.317 kg
c	65.600	3	Testigo	sin aplicación
d	54.600	3	glifosato	1.002 l
e	48.800	3	glifosato	1.288 l
f	36.000	3	fluazifop-butil	0.358 l
g	22.200	3	fluazifop-butil	0.501 l

Tratamientos con la misma letra son iguales entre sí estadísticamente al 1% de significancia

ANEXO 6

TAMAÑO Y PESO DEL COGOLLO

CUADRO 1A: Análisis de varianza para la variable tamaño del cogollo a la 10a. semana después de la aplicación de los tratamientos:

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Pr>F	Ft(5%)	Ft(1%)
Bloque	2	0.349	0.175	3.10 NS <sup>1</sup>	0.0823	3.89	6.93
Treat	6	19.600	3.267	57.89**	0.0001	3.00	4.82
Error	12	0.677	0.056				
Total	20	20.627					

Coefficiente de Variación = 6.756

<sup>1</sup>NS = no significancia

\*\* = significancia al 1%

CUADRO 2A: Prueba de medias por Duncan para la variable tamaño del cogollo a la 10a. semana después de la aplicación de los tratamientos:

Grupo	Tamaño medio del cogollo (cm)	N	Tratamiento	Dosis/ha
a	32.700	3	sulf. pot.	5.267 kg
a	32.500	3	azufre	1.317 kg
a	32.267	3	Testigo	sin aplicación
b	31.167	3	glifosato	1.288 l
cb	30.800	3	fluazifop-butil	0.501 l
cd	30.467	3	glifosato	1.002 l
d	30.133	3	fluazifop-butil	0.358 l

Tratamientos con la misma letra son iguales entre sí estadísticamente al 1% de significancia

CUADRO 3A: Análisis de varianza para la variable peso del cogollo a la 10a. semana después de la aplicación de los tratamientos:

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Pr>F	Ft(5%)	Ft(1%)
Bloque	2	0.00016	0.00008	3.86 NS <sup>1</sup>	0.0510	3.89	6.93
Treat	6	0.00590	0.00098	46.84**	0.0001	3.00	4.82
Error	12	0.00025	0.00002				
Total	20	0.00630					

Coefficiente de Variación = 5.752

<sup>1</sup>NS = no significancia

\*\* = significancia al 1%

CUADRO 4A: Prueba de medias por Duncan para la variable peso del cogollo a la 10a. semana después de la aplicación de los tratamientos:

Grupo	Peso medio del N cogollo (kg)	N	Tratamiento	Dosis/ha
a	0.1041	3	sulf. pot	5.267 kg
a	0.0984	3	azufre	1.317 kg
b	0.0899	3	Testigo	sin aplicación
c	0.0738	3	glifosato	1.288 l
cd	0.0710	3	fluazifop-butil	0.501 l
d	0.0644	3	glifosato	1.002 l
e	0.0558	3	fluazifop-butil	0.358 l

Tratamientos con la misma letra son iguales entre sí estadísticamente al 1% de significancia.

ANEXO 7

PORCENTAJE DE CORCHO PRESENTE EN TALLOS

CUADRO 1A: Análisis de varianza para la variable porcentaje de corcho presente en tallos, rango 0-25%:

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Pr>F	Ft(5%)	Ft(1%)
Bloque	2	91.66	45.831	2.85 NS <sup>1</sup>	0.0970	3.89	6.93
Tret.	6	5835.56	972.593	60.42**	0.0001	3.00	4.82
Error	12	193.18	16.098				
Total	20	6120.40					

Coefficiente de Variación = 6.147

<sup>1</sup>NS = no significancia  
 \*\* = significancia al 1%

CUADRO 2A: Prueba de medias por Duncan para la variable porcentaje de corcho presente en tallos, rango de 0-25%:

Grupo	Porcentaje de corcho presente en tallo	medio	N	Tratamiento	Dosis/ha
a	99.287		3	sulf. pot.	5.267 kg
b	71.603		3	azufre	1.317 kg
b	70.487		3	flueazifop-butil	0.501 l
b	65.230		3	flueazifop-butil	0.358 l
c	54.047		3	glifosato	1.002 l
dc	49.960		3	glifosato	1.288 l
d	46.287		3	Testigo	sin aplicación

Tratamientos con la misma letra son iguales entre sí estadísticamente al 1% de significancia.

CUADRO 3A: Análisis de varianza para la variable porcentaje de corcho presente en tallos, rango 25-50%:

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Pr>F	Ft(5%)	Ft(1%)
Bloque	2	31.21	15.606	6.04*	0.0153	3.89	6.93
Tret.	6	2316.76	386.126	149.45**	0.0001	3.00	4.82
Error	12	31.00	2.583				
Total	20	2378.97					

Coefficiente de Variación = 7.059

\* = significancia al 5%  
 \*\* = significancia al 1%

CUADRO 4A: Prueba de medias por Duncan para la variable porcentaje de corcho presente en tallos, rango de 25-50%:

Grupo	Porcentaje de corcho presente en tallo	medio	N	Tratamiento	Dosis/ha
a	35.300		3	Testigo	sin aplicación
b	32.150		3	glifosato	1.288 l
c	28.253		3	glifosato	1.002 l
d	21.667		3	fluazifop-butil	0.358 l
d	21.113		3	fluazifop-butil	0.501 l
d	20.173		3	azufre	1.357 kg
e	0.713		3	sulf. pot	5.267 kg

Tratamientos con la misma letra son iguales entre sí estadísticamente al 1% de significancia.

CUADRO 5A: Análisis de varianza para la variable porcentaje de corcho presente en tallos, rango 50-75%:

F.V.	GL	S.C.	C.M	F.C	Pr>F	Ft(5%)	Ft(1%)
Bloque	2	16.073	8.036	1.01 NS <sup>1</sup>	0.3936	3.89	6.93
Tret.	6	706.651	117.775	14.78**	0.0001	3.00	4.82
Error	12	95.601	7.967				
Total	20	818.325					

Coefficiente de Variación = 26.656

<sup>1</sup>NS = no significancia

\*\* = significancia 1%

CUADRO 6A: Prueba de medias por Duncan para la variable porcentaje de corcho presente en tallos, rango de 50-75%:

Grupo	Porcentaje medio	N	Tratamiento	Dosis/ha
a	16.573	3	Testigo	sin aplicación
a	16.503	3	glifosato	1.288 l
a	15.757	3	glifosato	1.002 l
ab	11.180	3	fluzifop-butil	0.358 l
b	07.590	3	azufre	1.317 kg
b	06.517	3	fluzifop-butil	0.501 l
c	00.000	3	sulf. pot.	5.267 kg

Tratamientos con la misma letra son iguales entre sí estadísticamente al 1% de significancia.

CUADRO 7A: Análisis de varianza para la variable porcentaje de corcho presente en tallos, rango 75-100%:

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	P>F	Ft(5%)	Ft(1%)
Bloque	2	0.085	0.042	1.60 NS <sup>1</sup>	0.2430	3.89	6.93
Tret.	6	10.652	1.775	66.7**	0.0001	3.00	4.82
Error	12	0.319	0.026				
Total	20	11.056					

Coeficiente de Variación = 11.871

<sup>1</sup>NS = no significancia

\*\* = significancia al 1%

CUADRO 8A: Prueba de medias por Duncan para la variable porcentaje de corcho presente en tallos, rango de 75-100%:

Grupo	Porcentaje medio	N	Tratamiento	Dosis/ha
a	1.953	3	glifosato	1.002 l
a	1.923	3	fluzifop-butil	0.358 l
a	1.883	3	fluzifop-butil	0.501 l
a	1.840	3	Testigo	sin aplicación
b	1.386	3	glifosato	1.288 l
c	0.633	3	azufre	1.317 kg
d	0.000	3	sulf. pot.	5.267 kg

Tratamientos con la misma letra son iguales entre sí estadísticamente al 1% de significancia.

## ANEXO 8

## NUMERO PROMEDIO DE BROTES LATERALES POR TALLO

CUADRO 1A: Análisis de varianza para la variable número promedio de brotes laterales por tallo a la 8a. semana después de la aplicación de los tratamientos:

F.V.	GL	S.C.	C.M.	F.C.	Pr>F	Ft(5%)	Ft(1%)
Bloque	2	0.004	0.002	0.33 NS <sup>1</sup>	0.7261	3.89	6.93
Trat.	6	0.056	0.009	1.62 NS <sup>1</sup>	0.2254	3.00	4.82
Error	12	0.069	0.002				
Total	20	0.129					

Coefficiente de Variación = 21.032

<sup>1</sup>NS = no significancia

CUADRO 2A: Análisis de varianza para la variable número promedio de brotes laterales por tallo a la 9a. semana después de la aplicación de los tratamientos:

F.V.	GL	S.C.	C.M.	F.C.	Pr>F	Ft(5%)	Ft(1%)
Bloque	2	0.018	0.009	1.97 NS <sup>1</sup>	0.1827	3.89	6.93
Trat.	6	0.059	0.010	2.14 NS <sup>1</sup>	0.1237	3.00	4.82
Error	12	0.055	0.004				
Total	20	0.132					

Coefficiente de Variación = 17.81

<sup>1</sup>NS = no significancia

CUADRO 3A: Análisis de varianza para la variable número promedio de brotes laterales por tallo a la 10a. semana después de la aplicación de los tratamientos:

F.V.	GL	S.C.	C.M.	F.C.	Pr>F	Ft(5%)	Ft(1%)
Bloque	2	0.003	0.001	0.24 NS <sup>1</sup>	0.7879	3.89	6.93
Trat.	6	0.198	0.033	5.62**	0.0055	3.00	4.82
Error	12	0.070	0.006				
Total	20	0.271					

Coefficiente de Variación = 16.764

<sup>1</sup>NS = no significancia

\*\* = significancia al 1%

CUADRO 4A: Prueba de medias por Duncan para la variable número promedio de brotes laterales por tallo a la 10a semana después de la aplicación de los tratamientos:

Grupo	Media de brotes laterales por tallo	N	Tratamiento	Dosis/ha
a	0.6330	3	glifosato	1.002 l
ba	0.5333	3	fluazifop-butil	0.358 l
cba	0.5000	3	fluazifop-butil	0.501 l
dcb	0.4333	3	Testigo	sin aplicación
dcb	0.4000	3	glifosato	1.288 l
dc	0.3667	3	azufre	1.317 kg
d	0.3333	3	sulf. pot	5.267 kg

Tratamientos con la misma letra son iguales entre sí estadísticamente al 1% de significancia.

## ANEXO 9

## EVALUACION DEL REBROTE

CUADRO 1A: Análisis de varianza para la población de caña a los 30 días después de la cosecha:

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Pr>F	F(5%)	F(1%)
Bloque	2	1.03	0.515	0.08 NS <sup>1</sup>	0.9192	3.89	6.93
Tret.	6	39.082	6.513	1.07 NS <sup>1</sup>	0.4299	3.00	4.82
Error	12	72.858	6.071				
Total	20	112.970					
Coeficiente de Variación = 11.349							

<sup>1</sup>NS = no significancia

CUADRO 2A: Análisis de varianza para la población de caña a los 60 días después de la cosecha:

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Pr>F	F(5%)	F(1%)
Bloque	2	1.236	0.618	0.11 NS <sup>1</sup>	0.8979	3.89	6.93
Tret.	6	34.066	5.678	1.00 NS <sup>1</sup>	0.4693	3.00	4.82
Error	12	68.266	5.689				
Total	20	103.569					
Coeficiente de Variación = 10.831							

<sup>1</sup>NS = no significancia

## ANEXO 10

### DATOS DE CAMPO

CUADRO 1A: Rendimiento en libras de azúcar por tonelada de caña durante el período de estudio.

Repetición	Tratamiento	Semanas después de la aplicación de tratamientos							
		0	4	5	6	7	8	9	10
1	azufre	216	146	204	226	203	183	222	250
1	sulfato de potasio	157	212	195	171	180	168	216	241
1	fluazifop-butil 0.36 l/ha	199	241	240	237	184	219	261	220
1	fluazifop-butil 0.50 l/ha	135	202	243	234	242	305	265	257
1	glifosato 1.002 l/ha	184	184	187	176	254	216	252	215
1	glifosato 1.288 l/ha	181	228	226	240	207	201	210	271
1	Testigo	202	268	187	220	255	161	235	241
2	azufre	144	161	190	153	255	215	224	206
2	sulfato de potasio	132	175	142	172	265	160	202	176
2	fluazifop-butil 0.36 l/ha	165	167	175	202	241	224	252	201
2	fluazifop-butil 0.50 l/ha	233	217	237	235	200	161	250	188
2	glifosato 1.002 l/ha	149	145	172	156	196	246	269	190
2	glifosato 1.288 l/ha	144	186	185	241	245	237	247	242
2	Testigo	202	182	28	230	226	159	184	245
3	azufre	162	208	158	174	274	215	215	240
3	sulfato de potasio	127	158	178	236	185	236	222	256
3	fluazifop-butil 0.36 l/ha	207	207	218	239	255	243	243	277
3	fluazifop-butil 0.50 l/ha	191	162	241	235	172	226	241	247
3	glifosato 1.002 l/ha	153	168	162	209	183	228	217	277
3	glifosato 1.288 l/ha	188	222	192	225	220	225	246	199
3	Testigo	169	130	122	168	230	184	239	234

CUADRO 2A: Rendimiento en toneladas de caña por hectárea a la 10a. semana después de la aplicación de tratamientos.

Repetición	Tratamiento	ton. caña/ha.
1	azufre	207.77
1	sulfato de potasio	242.25
1	fluazifop-butil 0.36 l/ha	168.75
1	fluazifop-butil 0.50 l/ha	179.36
1	glifosato 1.002 l/ha	170.25
1	glifosato 1.288 l/ha	173.23
1	Testigo	180.91
2	azufre	197.8
2	sulfato de potasio	231.84
2	fluazifop-butil 0.36 l/ha	187.24
2	fluazifop-butil 0.50 l/ha	184.09
2	glifosato 1.002 l/ha	189.61
2	glifosato 1.288 l/ha	194.34
2	Testigo	182.52
3	azufre	180.48
3	sulfato de potasio	181.18
3	fluazifop-butil 0.36 l/ha	180.48
3	fluazifop-butil 0.50 l/ha	180.17
3	glifosato 1.002 l/ha	183.68
3	glifosato 1.288 l/ha	177.41
3	Testigo	188

CUADRO 3A: Rendimiento en toneladas de azúcar por hectárea a la 10a. semana después de la aplicación de los tratamientos.

Repetición	Tratamiento	ton. azúcar/ha.
1	azufre	25.97
1	sulfato de potasio	29.19
1	fluazifop-butil 0.36 l/ha	18.56
1	fluazifop-butil 0.50 l/ha	23.05
1	glifosato 1.002 l/ha	18.3
1	glifosato 1.288 l/ha	23.47
1	Testigo	21.8
2	azufre	20.37
2	sulfato de potasio	20.4
2	fluazifop-butil 0.36 l/ha	18.82
2	fluazifop-butil 0.50 l/ha	17.3
2	glifosato 1.002 l/ha	18.01
2	glifosato 1.288 l/ha	26.43
2	Testigo	22.36
3	azufre	21.66
3	sulfato de potasio	23.19
3	fluazifop-butil 0.36 l/ha	25
3	fluazifop-butil 0.50 l/ha	22.25
3	glifosato 1.002 l/ha	25.44
3	glifosato 1.288 l/ha	17.65
3	Testigo	22

CUADRO 4A: Altura promedio de planta en centímetros durante el período de estudio.

Rep	Tratamiento	Semana después de la aplicación									
		0	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	azufre	227.0	254.8	267.3	279.4	289.6	295.6	299.6	301.5	301.6	301.6
1	sulfato de potasio	188.6	227.4	245.0	261.8	174.2	286.1	295.5	299.9	300.5	300.5
1	fluazifop-butill 0.36 l/ha	179.1	198.3	207.9	211.8	212.2	212.4	212.4	212.4	212.4	212.4
1	fluazifop-butill 0.50 l/ha	237.7	252.1	256.4	258.5	258.8	258.8	258.8	258.8	258.8	258.8
1	glifosato 1.002 l/ha	195.2	222.2	233.5	243.7	247.0	248.2	248.5	248.5	248.5	248.5
1	glifosato 1.288 l/ha	235.2	260.6	270.1	278.8	280.1	281.0	281.2	281.2	281.2	281.2
1	Testigo	226.1	253.0	265.1	277.0	281.6	287.3	290.1	290.8	290.8	290.8
2	azufre	225.0	256.1	266.4	276.6	283.7	290.1	294.2	296.4	296.7	296.7
2	sulfato de potasio	188.0	228.3	248.5	267.8	281.5	293.8	303.6	307.7	308.4	308.4
2	fluazifop-butill 0.36 l/ha	176.9	197.7	206.3	210.4	211.0	211.5	211.5	211.5	211.5	211.5
2	fluazifop-butill 0.50 l/ha	240.3	252.3	257.8	262.2	262.6	262.6	262.6	262.6	262.6	262.6
2	glifosato 1.002 l/ha	189.9	220.1	229.9	238.6	240.7	242.1	242.6	242.6	242.6	242.6
2	glifosato 1.288 l/ha	229.9	258.0	267.4	275.5	276.7	277.5	277.8	277.8	277.8	277.8
2	Testigo	222.3	251.6	261.4	271.0	276.7	283.0	285.6	286.2	286.2	286.2
3	azufre	223.0	251.4	264.9	278.0	285.3	291.2	294.8	296.4	296.6	296.6
3	sulfato de potasio	184.1	226.8	249.0	269.0	284.6	297.0	306.3	311.6	312.1	312.1
3	fluazifop-butill 0.36 l/ha	175.9	198.9	210.1	214.7	215.5	216.0	216.0	216.0	216.0	216.0
3	fluazifop-butill 0.50 l/ha	238.7	251.9	256.8	261.4	261.9	261.9	261.9	261.9	261.9	261.9
3	glifosato 1.002 l/ha	193.0	221.6	234.1	245.2	249.1	250.7	251.4	251.4	251.4	251.4
3	glifosato 1.288 l/ha	224.9	253.9	266.5	275.5	276.3	277.0	277.4	277.4	277.4	277.4
3	Testigo	219.1	249.6	262.2	274.6	278.7	284.4	286.8	287.3	287.3	287.3

CUADRO 5A: Tamaño (cm) y peso (onzas) promedio del cogollo al momento de la cosecha.

Repetición	Tratamiento	Tamaño(cm)	Peso (onzas)
1	azufre	32.1	3.3
1	sulfato de potasio	32.2	3.5
1	fluazifop-butil 0.36 l/ha	30.0	1.9
1	fluazifop-butil 0.50 l/ha	30.9	2.6
1	glifosato 1.002 l/ha	30.6	2.1
1	glifosato 1.288 l/ha	31.2	2.7
1	Testigo	32.0	3.0
2	azufre	32.5	3.5
2	sulfato de potasio	32.8	3.7
2	fluazifop-butil 0.36 l/ha	30.3	2.0
2	fluazifop-butil 0.50 l/ha	30.7	2.4
2	glifosato 1.002 l/ha	30.3	2.0
2	glifosato 1.288 l/ha	31.0	2.4
2	Testigo	32.3	3.2
3	azufre	32.9	3.6
3	sulfato de potasio	33.1	3.8
3	fluazifop-butil 0.36 l/ha	30.1	2.0
3	fluazifop-butil 0.50 l/ha	30.8	2.5
3	glifosato 1.002 l/ha	30.5	2.1
3	glifosato 1.288 l/ha	31.3	2.7
3	Testigo	32.5	3.3

CUADRO 6 A: Porcentaje de corcho presente en 20 tallos observados.

Repetición Tratamiento	Entrenudos observados	Rangos de porcentaje de corcho			
		0-25	25-50	50-75	75-100
1 azufre	525	74.47	18.48	6.67	0.38
1 sulfato de potasio	556	99.46	0.54	0	0
1 fluazifop-butil 0.36 l/ha	503	69.98	20.08	8.15	1.79
1 fluazifop-butil 0.50 l/ha	498	70.08	20.68	7.23	2.01
1 glifosato 1.002 l/ha	512	54.1	26.56	17.58	1.76
1 glifosato 1.288 l/ha	509	53.83	29.47	15.13	1.57
1 Testigo	516	54.65	31.59	11.82	1.94
2 azufre	520	70	20.77	8.27	0.96
2 sulfato de potasio	591	99.15	0.85	0	0
2 fluazifop-butil 0.36 l/ha	498	66.26	21.69	10.04	2.01
2 fluazifop-butil 0.50 l/ha	490	69.18	22.86	6.12	1.84
2 glifosato 1.002 l/ha	511	54.21	28.57	15.07	2.15
2 glifosato 1.288 l/ha	504	41.67	35.71	21.23	1.39
2 Testigo	585	41.03	36.24	20.85	1.88
3 azufre	536	70.34	21.27	7.83	0.56
3 sulfato de potasio	533	99.25	0.75	0	0
3 fluazifop-butil 0.36 l/ha	508	59.45	23.23	15.35	1.97
3 fluazifop-butil 0.50 l/ha	500	72.2	19.8	6.2	1.8
3 glifosato 1.002 l/ha	513	53.8	29.63	14.62	1.95
3 glifosato 1.288 l/ha	502	54.38	31.27	13.15	1.2
3 Testigo	528	43.18	38.07	17.05	1.7

CUADRO 7A: Número promedio de brotes laterales por tallo a partir de la 4a. semana después de la aplicación de los tratamientos hasta el momento de la cosecha.

Repetición	Tratamiento	Semanas después de la aplicación de los tratamientos							
		4	5	6	7	8	9	10	
1	azufre	0.2	0.2	0.2	0.3	0.4	0.4	0.4	
1	sulfato de potasio	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	
1	fluazifop-butil 0.36 l/ha	0	0.1	0.2	0.4	0.4	0.4	0.6	
1	fluazifop-butil 0.50 l/ha	0.1	0.1	0.3	0.3	0.3	0.4	0.5	
1	glifosato 1.002 l/ha	0.2	0.2	0.4	0.4	0.5	0.5	0.7	
1	glifosato 1.288 l/ha	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.3	0.3	
1	Testigo	0	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	
2	azufre	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	
2	sulfato de potasio	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	
2	fluazifop-butil 0.36 l/ha	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3	0.3	0.6	
2	fluazifop-butil 0.50 l/ha	0	0	0.1	0.3	0.4	0.4	0.5	
2	glifosato 1.002 l/ha	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.6	
2	glifosato 1.288 l/ha	0.2	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	
2	Testigo	0.1	0.1	0.1	0.2	0.4	0.4	0.4	
3	azufre	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	
3	sulfato de potasio	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	
3	fluazifop-butil 0.36 l/ha	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3	0.4	0.4	
3	fluazifop-butil 0.50 l/ha	0.2	0.2	0.3	0.5	0.5	0.5	0.5	
3	glifosato 1.002 l/ha	0.2	0.3	0.3	0.5	0.5	0.6	0.6	
3	glifosato 1.288 l/ha	0	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.5	
3	Testigo	0.2	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	

CUADRO 8A: Evaluación del rebrote a la 4a y 8a. semana después de la cosecha.

Repetición	Tratamiento	Población de caña	
		4a. semana	8a. semana
1	azufre	925	936
1	sulfato de potasio	770	794
1	fluazifop-butil 0.36 l/ha	861	875
1	fluazifop-butil 0.50 l/ha	1049	1058
1	glifosato 1.002 l/ha	827	840
1	glifosato 1.288 l/ha	860	873
1	Testigo	873	885
2	azufre	897	905
2	sulfato de potasio	895	901
2	fluazifop-butil 0.36 l/ha	1107	1113
2	fluazifop-butil 0.50 l/ha	821	837
2	glifosato 1.002 l/ha	775	800
2	glifosato 1.288 l/ha	796	804
2	Testigo	730	746
3	azufre	1010	1012
3	sulfato de potasio	921	933
3	fluazifop-butil 0.36 l/ha	834	841
3	fluazifop-butil 0.50 l/ha	824	832
3	glifosato 1.002 l/ha	765	793
3	glifosato 1.288 l/ha	816	828
3	Testigo	881	892

MEMORANDUM FOR THE RECORD

On 10/10/50, the following information was received from the Bureau of the Census, Washington, D.C.:

1. The Bureau of the Census has advised that the following information is available for the year 1949:

2. The Bureau of the Census has advised that the following information is available for the year 1950:

3. The Bureau of the Census has advised that the following information is available for the year 1951:

4. The Bureau of the Census has advised that the following information is available for the year 1952:

5. The Bureau of the Census has advised that the following information is available for the year 1953:

6. The Bureau of the Census has advised that the following information is available for the year 1954:

7. The Bureau of the Census has advised that the following information is available for the year 1955:

8. The Bureau of the Census has advised that the following information is available for the year 1956:

9. The Bureau of the Census has advised that the following information is available for the year 1957:

10. The Bureau of the Census has advised that the following information is available for the year 1958:

11. The Bureau of the Census has advised that the following information is available for the year 1959:

12. The Bureau of the Census has advised that the following information is available for the year 1960:



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE AGRONOMIA  
 INSTITUTO DE INVESTIGACIONES  
 AGRONOMICAS

Ref. Sem.026-96

LA TESIS TITULADA: "EFECTO DEL GLIFOSATO, FLUAZIFOP-BUTIL AZUFRE Y SULFATO DE POTASIO EN LA CALIDAD Y RENDIMIENTO DE LA CAÑA DE AZUCAR (Saccharum officinarum L.) EN TIQUISATE, ESCUINTLA".

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: NOE ARNOLDO GONZALEZ RUANO

CARNET No: 7801818

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Francisco Vásquez  
 Ing. Agr. Eduardo Pretzanzin

Los Asesores y las Autoridades de la Facultad de Agronomía, hacen constar que ha cumplido con las normas universitarias y reglamentos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Ing. M.Sc. Manuel Martínez  
 ASESOR

Ing. Agr. Juan José Castillo Mont  
 ASESOR

Ing. Agr. Marco Tulio Aceituno  
 ASESOR

Ing. Agr. Fernando Rodríguez B.  
 DIRECTOR DEL IIA.



I M P R I M A S E

Ing. Agr. Rolando Lara Alecio  
 DECANO



Control Académico  
 Archivo

APARTADO POSTAL 1545 • 01091 GUATEMALA, C. A.

FR/prr.

TELEFONO: 769794 • FAX: (5022) 769770

