

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

EVALUACION DE CUATRO DOSIS DE GLIFOSATO APLICADO COMO
MADURANTE, EN CAÑA DE AZUCAR (*Saccharum officinarum* L.)
DE TRES EDADES.

TESIS

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

POR

PABLO SEBASTIAN CAMPOLLO FIGUEROA

En el acto de investidura como

INGENIERO AGRONOMO

EN

SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA

EN EL GRADO ACADEMICO DE

LICENCIADO

GUATEMALA, OCTUBRE DE 1,992.

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

DL

D1

T(1352)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR:

Dr. ALFONSO FUENTES SORIA

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO:	Ing. Agr. Efraín Medina Guerra
SECRETARIO:	Ing. Agr. Marco Romilio Estrada Muy
VOCAL 1o:	Ing. Agr. Maynor Estrada Rosales
VOCAL 2o:	Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes
VOCAL 3o:	Ing. Agr. Carlos R. Motta De Paz
VOCAL 4o:	Br. Elías Raymundo Raymundo
VOCAL 5o:	Br. Juan Gerardo de León Monterroso

Guatemala, octubre de 1,992.

HONORABLE JUNTA DIRECTIVA
HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

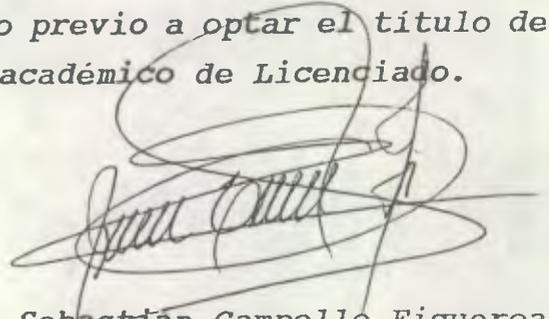
SEÑORES:

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

"EVALUACION DE CUATRO DOSIS DE GLIFOSATO APLICADO COMO MADURANTE, EN CAÑA DE AZUCAR (Saccharum officinarum L.) DE TRES EDADES."

Presentandolo como requisito previo a optar el titulo de Ingeniero Agrónomo, en el grado académico de Licenciado.

Respetuosamente,



Pablo Sebastián Campollo Figueroa

ACTO QUE DEDICO

A MIS PADRES

Gustavo Campollo Campollo y
Bilda Figueroa de Campollo.

A MIS HERMANOS

Virginia Elena, Luis Gustavo,
Pedro Antonio y Ana Valeria.

A MIS SOBRINOS

Ana Marcela Longo Campollo,
Gustavo Antonio Longo Campollo
y Juan José Maldonado Campollo.

A MIS TIOS Y PRIMOS

En especial a José Martínez,
Estuardo Rogríguez y Arturo
Camposeco.

A LAS FAMILIAS

Arzú Mollinedo, Campollo
Pagliara y Martínez Perez.

TESIS QUE DEDICO

A: GUATEMALA.

A: ESCUELA NACIONAL RURAL MIXTA PUENTE NAHUATAN.

A: ESCUELA NACIONAL CENTRAL DE AGRICULTURA.

A: FACULTAD DE AGRONOMIA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN
CARLOS DE GUATEMALA.

AGRADECIMIENTOS

- A: Ing. Agr. Marino Barrientos e Ing. Agr. Rogelio Gómez, por su asesoría en la elaboración del presente trabajo.
- A: Ing. Agr. Marco Antonio Najera por su apoyo en la realización de éste trabajo.
- A: Empresa Pantaleón S.A., por el apoyo y colaboración prestada en la ejecución de ésta evaluación.
- A: Al personal de Investigación Agrícola de la Empresa Pantaleón S.A., por su colaboración en los muestreos llevados a cabo en éste estudio.
- A: Estuardo Diéguez por su incondicional apoyo en la elaboración de los diferentes cuadros y gráficas que se presentan en éste trabajo de tesis.
- A: Bety Hernández por su colaboración en la impresión del presente trabajo.

CONTENIDO GENERAL

INDICE DE FIGURAS	i
INDICE DE CUADROS	v
RESUMEN	vii
1. INTRODUCCION.....	1
2. DEFINICION Y JUSTIFICACION DEL PROBLEMA.	3
3. MARCO TEORICO.	5
3.1 Marco Conceptual.	5
3.1.1 Descripción de la Caña de Azúcar.	5
3.1.2 Proceso de Maduración en la Caña de Azúcar.....	6
3.1.2.1 Consideraciones Generales.	6
3.1.2.2 Las invertasas de la Caña de Azúcar: un mecanismo de acumulación de sacarosa. ...	9
3.1.2.3 La Curva de Madurez.	9
3.1.2.4 Maduración química en la Caña de azúcar..	10
3.1.2.5 Sistemas para controlar la maduración de la caña de Azúcar.	11
3.1.3 La Floración.	12
3.2 Marco Referencial.	14
3.2.1 Localización y Descripción del Area Experimental.....	14
3.2.1.1 Condiciones Climáticas.	14
3.2.1.2 Condiciones de Suelo.	16
3.2.2 Descripción de Materiales.	17
3.2.2.1 Variedad CP-722086.	18
3.2.2.2 Sal Isopropil Amina de Glifosato.	19
3.2.3 Uso de la Sal Isopropil Amina de Glifosato como Madurante	20
3.2.4 Posibilidades de los Maduradores para hacer más Eficientes las Operaciones de Campo y Fábrica.	20

3.2.5	Antecedentes de Investigaciones Utilizadas como Madurante la Sal Isopropil Amina de Glifosato.	21
3.2.5.1	Aplicaciones de Sal Isopropil amina de Glifosato como Madurante en Guatemala. ..	22
3.2.5.2	Efecto de la Sal Isopropil amina de Glifosato aplicada a diferentes edades en las variedades PR-61632 y POJ-2878 de caña de azúcar.	24
4.	OBJETIVOS.....	26
5.	HIPOTESIS.....	27
6.	MATERIALES Y METODOS.	28
6.1	Diseño Experimental.	28
6.1.1	Descripción de los Tratamientos.	28
6.1.2	Tamaño de la Unidad Experimental.	29
6.2	Manejo del Experimento.	29
6.2.1	Manejo de la Plantación antes de la Aplicación de Madurante.	29
6.2.2	Manejo del Ensayo.	30
6.2.2.1	Aplicación del Madurante.	30
6.2.2.2	VARIABLES DE RESPUESTA.	30
6.2.2.3	Análisis de la Información.	36
7.	RESULTADOS Y DISCUSION.	38
7.1	Datos tomados al Quiebre de Cogollo.	38
7.1.1	Libras de Azúcar por Tonelada de Caña (LbAz/TC).....	38
7.1.2	Grados Brix.	43
7.2	Datos tomados al Corte Comercial.	45
7.2.1	Libras de Azúcar por Tonelada de Caña. ..	45
7.2.2	Grados Brix.	51
7.2.3	Toneladas de Caña por Hectárea (TC/Ha)...	53
7.2.4	Crecimiento.....	57
7.2.5	Toneladas de Azúcar por Hectárea (TAZ/Ha)	60
7.3	Datos tomados en los Cogollos.	64

7.3.1	Libras de Azúcar por Tonelada de Caña. ..	64
7.3.2	Grados Brix.	69
7.4	Indice de Maduración, Porcentaje de jugo y Pureza.	72
7.5	Número Promedio de Lalas por Tallo.	72
7.6	Corcho presente en los Tallos.	73
7.7	Efecto Fitotóxico.	73
7.8	Análisis Económico.	75
8.	CONCLUSIONES.....	77
9.	RECOMENDACIONES.....	79
10.	BIBLIOGRAFIA.	81
11.	APENDICE.	85

INDICE DE FIGURAS

FIG. 1: RENDIMIENTO EN LbAz/TC DURANTE 6 ZAFRAS EN PANTALEON S.A. 4

FIG. 2: RELACION SAC-NIT-HUM 7

FIG. 3: RELACION SAC-PP-TEM 8

FIG. 4: RELACION SAC-PP-TEM EN LA EMPRESA PANTALEON S.A. . 8

FIG. 5: CURVA DE MADURACION 10

FIG. 6: CURVA DE MADURACION ZAFRA 90-91; INGENIO PANTALEON S.A. 10

FIG. 7: Relación entre el Brix de campo en la sección media de la caña y el A.R.E %. 13

FIG. 8: MAPA DE LA EMPRESA PANTALEON S.A. 15

FIG. 9: LbAz/TC AL QUIEBRE DE COGOLLO CURVA DE RENDIMIENTO 272 DAA 40

FIG. 9A: LbAz/TC AL QUIEBRE DE COGOLLO REND. RESPECTO AL TESTIGO. 272 DAA 40

FIG. 10: LbAz/TC AL QUIEBRE DE COGOLLO CURVA DE RENDIMIENTO 288 DAA 40

FIG. 10A: LbAz/TC AL QUIEBRE DE COGOLLO REND. RESPECTO AL TESTIGO. 288 DAA 40

FIG. 11: LbAz/TC AL QUIEBRE DE COGOLLO CURVA DE RENDIMIENTO 319 DAA 41

FIG. 11A: LbAz/TC AL QUIEBRE DE COGOLLO REND. RESPECTO AL TESTIGO. 319 DAA 42

FIG. 12: GRADOS BRIX TERCIO SUPERIOR 272 DAA; AL QUIEBRE DE COGOLLO 43

FIG. 12A: BRIX SUP. AL QC. EDAD 272 DAA GRADOS BRIX RESPECTO AL TESTIGO 43

FIG. 13: GRADOS BRIX TERCIO SUPERIOR 288 DAA; AL QUIEBRE DE COGOLLO 44

FIG. 13A: BRIX SUP. AL QC. EDAD 288 DAA GRADOS BRIX RESPECTO AL TESTIGO 44

FIG. 14: GRADOS BRIX TERCIO SUPERIOR 319 DAA; AL QUIEBRE DE COGOLLO 44

FIG. 14A: BRIX SUP. AL QC. EDAD 319 DAA GRADOS BRIX RESPECTO AL TESTIGO 44

FIG. 15:	LbAz/TC AL CORTE COMERCIAL CURVA DE RENDIMIENTO 272 DAA	47
FIG. 15A:	LbAz/TC AL CORTE COMERCIAL REND. RESPECTO AL TESTIGO. 272 DAA	47
FIG. 16:	LbAz/TC AL CORTE COMERCIAL CURVA DE RENDIMIENTO. 288 DAA	48
FIG. 16A:	LbAz/TC AL CORTE COMERCIAL REND. RESPECTO AL TESTIGO. 288 DAA	48
FIG. 17:	LbAz/TC AL CORTE COMERCIAL CURVA DE RENDIMIENTO. 319 DAA	48
FIG. 17A:	LbAz/TC AL CORTE COMERCIAL REND. RESPECTO AL TESTIGO. 319 DAA	48
FIG. 18:	GRADOS BRIX TERCIO SUPERIOR 272 DAA; AL CORTE COMERCIAL	52
FIG. 18A:	BRIX SUP. AL CC. EDAD 272 DAA GRADOS BRIX RESPECTO AL TESTIGO	52
FIG. 19:	GRADOS BRIX TERCIO SUPERIOR 288 DAA; AL CORTE COMERCIAL	52
FIG. 19A:	BRIX SUP. AL CC. EDAD 288 DAA GRADOS BRIX RESPECTO AL TESTIGO	52
FIG. 20:	GRADOS BRIX TERCIO SUPERIOR 319 DAA; AL CORTE COMERCIAL	52
FIG. 20A:	BRIX SUP. AL CC. EDAD 319 DAA GRADOS BRIX RESPECTO AL TESTIGO	52
FIG. 21:	TC/Ha EN LA EDAD DE 272 DAA CURVA DE RENDIMIENTO.	55
FIG. 21A:	TC/Ha EN LA EDAD DE 272 DAA REND. RESPECTO AL TESTIGO	55
FIG. 22:	TC/Ha EN LA EDAD DE 288 DAA CURVA DE RENDIMIENTO.	56
FIG. 22A:	TC/Ha EN LA EDAD DE 288 DAA REND. RESPECTO AL TESTIGO	56
FIG. 23:	TC/Ha EN LA EDAD DE 319 DAA CURVA DE RENDIMIENTO.	56
FIG. 23A:	TC/Ha EN LA EDAD DE 319 DAA REND. RESPECTO AL TESTIGO	56
FIG. 24:	CRECIMIENTO TOTAL 272 DAA	58
FIG. 25:	CRECIMIENTO TOTAL 288 DAA	58
FIG. 26:	CRECIMIENTO TOTAL 319 DAA	58

FIG. 27: CREC. APROVECHABLE TOTAL 272 DAA	59
FIG. 27A: CRECIMIENTO APROVECHABLE CREC. RESPECTO AL TESTIGO. 272 DAA	59
FIG. 28: CREC. APROVECHABLE TOTAL 288 DAA	59
FIG. 28A: CRECIMIENTO APROVECHABLE CREC. RESPECTO AL TESTIGO. 288 DAA	59
FIG. 29: CREC. APROVECHABLE TOTAL 319 DAA	59
FIG. 29A: CRECIMIENTO APROVECHABLE CREC. RESPECTO AL TESTIGO. 319 DAA	59
FIG. 30: Taz/Ha EN LA EDAD DE 272 DAA CURVA DE RENDIMIENTO	63
FIG. 30A: Taz/Ha EN LA EDAD DE 272 DAA REND. RESPECTO AL TESTIGO.....	63
FIG. 31: Taz/Ha EN LA EDAD DE 288 DAA CURVA DE RENDIMIENTO	63
FIG. 31A: Taz/Ha EN LA EDAD DE 288 DAA REND. RESPECTO AL TESTIGO.....	63
FIG. 32: Taz/Ha EN LA EDAD DE 319 DAA CURVA DE RENDIMIENTO	64
FIG. 32A: Taz/Ha EN LA EDAD DE 319 DAA REND. RESPECTO AL TESTIGO.....	64
FIG. 33: LbAz/TC EN LOS COGOLLOS CURVA DE RENDIMIENTO. 272 DAA	67
FIG. 33A: LbAz/TC EN LOS COGOLLOS REND. RESPECTO AL TESTIGO. 272 DAA	67
FIG. 34: LbAz/TC EN LOS COGOLLOS CURVA DE RENDIMIENTO. 288 DAA	67
FIG. 34A: LbAz/TC EN LOS COGOLLOS REND. RESPECTO AL TESTIGO. 288 DAA	67
FIG. 35: LbAz/TC EN LOS COGOLLOS CURVA DE RENDIMIENTO. 319 DAA	68
FIG. 35A: LbAz/TC EN LOS COGOLLOS REND. RESPECTO AL TESTIGO. 319 DAA	68
FIG. 36: GRADOS BRIX EN EL COGOLLO 272 DAA	70
FIG. 36A: BRIX EN EL COGOLLO. 272 DAA GRADOS BRIX RESPECTO AL TESTIGO	70
FIG. 37: GRADOS BRIX EN EL COGOLLO 288 DAA	70
FIG. 37A: BRIX EN EL COGOLLO. 288 DAA GRADOS BRIX RESPECTO AL TESTIGO	70

FIG. 38: GRADOS BRUX EN EL COGOLLO 319 DAA	71
FIG. 38A: BRUX EN EL COGOLLO. 319 DAA GRADOS BRUX RESPECTO AL TESTIGO	71

INDICE DE CUADROS

CUADRO 1:	Aplicación de madurantes químicos en los Ingenios azucareros de Guatemala.	23
CUADRO 2:	Tratamientos evaluados en la aplicación de glifosato, a tres edades de caña de azúcar, en la Empresa Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla. 1,992.	28
CUADRO 3:	ANDEVA para el rend. en LbAz/TC. al Quiebre de Cogollo.	38
CUADRO 4:	Prueba de DUNCAN, en las 3 edades para el rend. en LbAz/TC al Quiebre de Cogollo...	39
CUADRO 5:	Prueba de DUNCAN, considerando independientemente el efecto de cada fuente de variación; sobre el rend. en LbAz/TC al Quiebre de Cogollo.	42
CUADRO 6:	ANDEVA para el rend. en LbAz/TC. al Corte Comercial.....	45
CUADRO 7:	Prueba de DUNCAN, en las 3 edades para el rend. en LbAz/TC al Corte Comercial.	46
CUADRO 8:	Rendimientos promedio en LbAz/TC, por edad y tratamiento, observados al momento de la aplicación de glifosato.	49
CUADRO 9:	Prueba de DUNCAN, considerando independientemente el efecto de cada fuente de variación; sobre el rend. en LbAz/TC al Corte Comercial.	49
CUADRO 10:	ANDEVA y prueba de Duncan en la interacción dosis x edad, para el rend. en LbAz/TC al corte comercial.	50
CUADRO 11:	ANDEVA y prueba de Duncan en la interacción dosis * edad, para los grados Brix al corte comercial.	53
CUADRO 12:	ANDEVA para el rend. en TC/Ha.	54
CUADRO 13:	Prueba de DUNCAN, en las 3 edades para el rend. en TC/Ha.	54
CUADRO 14:	Prueba de DUNCAN, considerando independientemente el efecto de cada fuente de variación; sobre el rend. en TC/Ha.	57

CUADRO 15:	ANDEVA y Prueba de Duncan en la interacción dosis x edad, para el rend. en TC/Ha.	57
CUADRO 16:	ANDEVA para el rend. en TAz/Ha.	61
CUADRO 17:	Prueba de DUNCAN, en las 3 edades para el rend. en TAz/Ha.	61
CUADRO 18:	Prueba de DUNCAN, considerando independientemente el efecto de cada fuente de variación; sobre el rend. en TAz/Ha.	62
CUADRO 19:	ANDEVA para el rend. en LbAz/TC, en los cogollos.	65
CUADRO 20:	Prueba de DUNCAN en las tres edades para el rend. en LbAz/TC en los cogollos.	65
CUADRO 21:	Prueba de DUNCAN, considerando independientemente el efecto de cada fuente de variación; sobre el rend. en LbAz/TC en los cogollos.	68
CUADRO 22:	ANDEVA y Prueba de Duncan en la interacción dosis * edad, para el rend. en LbAz/TC en los cogollos.	69
CUADRO 23:	Número promedio de lalas por tallo.	73
CUADRO 24:	Corcho promedio presente en los primeros 10 entrenudos.	73
CUADRO 25:	Altura promedio por tratamiento en la evaluación del efecto fitotóxico.	74
CUADRO 26:	Evaluación del efecto fitotóxico.	74
CUADRO 27:	Tasa Marginal de Retorno (TMR) por tratamiento en la primera semana que se presentó diferencia significativa.	75

EVALUACION DE CUATRO DOSIS DE GLIFOSATO APLICADO COMO
MADURANTE, EN CAÑA DE AZUCAR (Saccharum officinarum L.)
DE TRES EDADES.

EVALUATION OF FOUR GLYPHOSATE DOSES APPLIED AS
RIPENER ON SUGAR CANE (Saccharum officinarum L.)
AT THREE STAGES.

RESUMEN

En este estudio se evaluaron cuatro dosis de glifosato: un testigo absoluto, 360, 480 y 600 gramos de ingrediente activo (g.i.a) de glifosato por hectárea; aplicadas en tres edades de caña de azúcar de la variedad CP-722086, con el objetivo de determinar cual es el efecto del glifosato, al aplicarse como madurante y con que dosis y en que edad se obtienen los mejores resultados.

La evaluación se realizó en la Empresa Pantaleón S.A., ubicada en el Municipio de Siquinalá, Departamento de Escuintla, a una altitud de 272 msnm, a 14° 19' latitud norte y 90° 59' longitud oeste, la precipitación pluvial promedio anual es de 3,776 mm, la temperatura media es de 27° C, con una humedad relativa promedio de 70%.

Esta evaluación se compuso de una serie de tres experimentos, cada uno mediante un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones. Cada experimento se realizó sobre un lote de edad distinta: 272, 288 y 319 días al aplicar (DAA).

Las principales variables de respuesta evaluadas fueron: el rendimiento en libras de azúcar por tonelada de caña molida (LbAz/TC), mismo que fué evaluado en cañas cortadas a la altura del corte comercial, al quiebre de cogollo y en el cogollo propiamente dicho; el rendimiento en toneladas de caña por hectárea (TC/Ha) y el rendimiento en toneladas de azúcar por hectárea (TAz/Ha), estos dos

últimos rendimientos fueron evaluados únicamente al corte comercial. Con los datos del rendimiento en TAz/Ha, se llevó a cabo un análisis económico parcial, en el que se determinó la Tasa Marginal de Retorno (TMR).

Se logró determinar que el glifosato, principalmente a una dosis de 360 y 480 g.i.a por hectárea, adelanta la maduración de la caña de azúcar en las edades de 272 y 288 DAA; pero no incrementa el rendimiento en LbAz/TC, debiendo cosecharse los cañales aplicados entre la cuarta y sexta semana después de la aplicación (SDA), para obtener los máximos beneficios del producto, con una TMR de 17.7 a 4506.02. En cuanto a las TC/Ha en las edades de 272 y 288 DAA, no se presentó diferencia significativa entre tratamientos.

Además de las variables ya expuestas, se evaluaron algunos efectos secundarios de la aplicación de glifosato, tales como: grados Brix al corte comercial, al quiebre de cogollo y en el cogollo, índice de maduración, porcentaje de jugo y pureza, crecimiento total, crecimiento aprovechable, formación de corcho, floración, formación de lalas (brotes laterales) y efecto fitotóxico; de los cuales solo en los grados brix, floración y formación de lalas se obtuvieron diferencias considerables entre tratamientos. En los grados Brix los mejores resultados los presentaron los tratamientos con glifosato, los cuales detienen la floración desde un 95 % a un 100 %, pero incrementan hasta 5 veces el número promedio de lalas por tallo con respecto al testigo, lo cual unido a la maduración natural de este último, puede contribuir a que después de la sexta SDA, el testigo supere a los demás tratamientos en su rendimiento en LbAz/TC.

1. INTRODUCCION.

En el contexto nacional, el cultivo de la caña de azúcar (Saccharum officinarum L.), es de gran valor económico, ya que representa una buena fuente de trabajo (la actividad cañera en 1,990 generó ocupación para 102 mil campesinos guatemaltecos) y divisas (en 1,990 se tuvo un ingreso de US\$ 146.7 millones) (5).

Al igual que todos los cultivos, la caña presenta algunos problemas en su proceso de producción, uno de los principales es la baja calidad de caña (bajo rendimiento en libras de azúcar por tonelada de caña) que se obtiene principalmente a inicios de zafra (mes de noviembre), debido a que en esa época, las condiciones climáticas son adversas al proceso de almacenamiento de sacarosa. Para contrarrestar este problema, se han hecho aplicaciones de glifosato, pero sin llevar a cabo ningún tipo de ensayo que por medio de un análisis estadístico permita evaluar concientemente el efecto de dicho producto.

Con este objetivo, se llevo a cabo durante los meses de octubre de 1,991 a febrero de 1,992, la evaluación de cuatro dosis de glifosato aplicado como madurante en caña de azúcar de tres edades, en la Empresa Pantaleón S.A.; la cual forma parte de una serie de investigaciones, que al respecto se han planteado por el Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar (CENGICA).

Para el efecto se realizó una serie de tres experimentos, cada uno mediante un diseño completamente al azar, con cuatro tratamientos y cuatro réplicas. Cada experimento fué realizado sobre un lote de edad distinta (272, 288 y 319 días al momento de aplicar): las principales variables de respuesta medidas fueron: libras de azúcar por tonelada de caña (LbAz/TC), producción (TC/Ha) y calidad de la caña (toneladas de azúcar por hectárea), para las cuales se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) y pruebas de Duncan en cada una de las once semanas de muestreo y en la cosecha; así como un análisis económico parcial, en el que se determinó la tasa marginal de retorno (TMR).

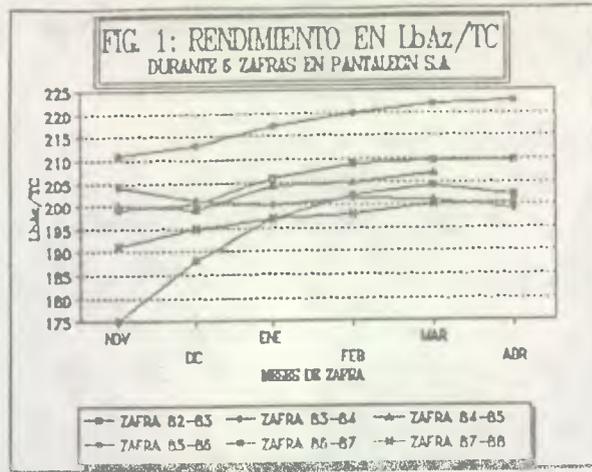
Los resultados obtenidos son satisfactorios si se pretende con las aplicaciones de glifosato adelantar la maduración de la caña, para obtener a inicios de la zafra los mismos rendimientos en LbAz/TC que se obtienen cuando se presentan las condiciones óptimas de maduración, ya que existe la tendencia a que los tratamientos que contienen glifosato como parte de los mismos, superen al testigo en dicho rendimiento, desde la cuarta a la octava SDA. Con respecto a las TC/Ha y TAz/Ha, la mayor diferencia se presentó cuando la caña tiene una edad de 319 días, misma que se dió en el tratamiento testigo, en la mayoría de los casos.

2. DEFINICION Y JUSTIFICACION DEL PROBLEMA.

El cultivo de la caña de azúcar en Guatemala ocupa actualmente un área de 119,552 hectáreas; de la cual un 24.48 % es cultivado con la variedad CP-722086, constituye la materia prima para la elaboración de azúcar, producto que es consumido en su mayoría por el mercado exterior, después de satisfacer las necesidades de consumo del país (9). En los últimos 15 años se ha marcado grandemente el desarrollo en la producción tanto de la caña de azúcar como del azúcar misma, situando a nuestro país en el quinto lugar entre los países exportadores de azúcar, actividad que representa una buena fuente de divisas (US\$146.7 millones) (5).

A la vez que se ha dado el desarrollo del cultivo de la caña de azúcar, se han ido conociendo de mejor manera los factores que limitan su producción, calidad y rentabilidad. Dentro de éstos factores, encontramos como uno de los principales que la caña entregada a los ingenios, principalmente a inicios de zafra (mes de noviembre), presenta una baja calidad de jugo, expresada por un bajo rendimiento en libras de azúcar por tonelada de caña molida. Esto se debe principalmente a que en Guatemala en la época mencionada, se presentan condiciones climáticas adversas para el almacenamiento de sacarosa, tales como: alta humedad y una baja oscilación térmica; de los cuales la alta humedad se constituye en el factor más limitante de la maduración (ver figura 1). Estos elementos en condiciones favorables, actúan sobre la invertasa ácida, disminuyendo su concentración y favoreciendo así a la invertasa neutra, la cual está directamente relacionada con el proceso de almacenamiento de sacarosa; este mismo efecto se persigue obtener con la aplicación de glifosato, en condiciones adversas.

En Guatemala, desde el año 1,983, se han venido haciendo aplicaciones de glifosato, utilizado como madurante a nivel semicomercial y comercial, tomando como base investigaciones realizadas en Colombia, pero no se había llevado a cabo ningún tipo de investigación minuciosa que revelara los resultados verdaderos de la aplicación de dicho producto; lo cual es necesario desde el



momento en que las condiciones climáticas, edáficas y de manejo del área cañera de nuestro país, son diferentes a las del área cañera de Colombia. Por lo tanto, era necesario iniciar una serie de investigaciones que permitan establecer el efecto de este producto en Guatemala; comenzando por evaluar el efecto de las dosis del mismo que han dado buenos resultados en investigaciones anteriores realizadas en otros países, sobre las principales variedades comerciales de caña de azúcar cultivadas en el nuestro y que presentan un ciclo de maduración temprana (por ser las que se cosechan al inicio de la zafra).

Tomando en cuenta lo anterior se llevó a cabo la evaluación de 4 dosis de glifosato aplicado como madurante en caña de azúcar de tres edades, con el fin de generar una alternativa tecnológica para la cañicultura nacional.

El hecho de evaluar diferentes edades de la caña de azúcar al momento de la aplicación, respondió a la necesidad de determinar la edad a la cual el producto ejerce ya un efecto favorable, principalmente desde el punto de vista de calidad del jugo de la caña de azúcar (rendimiento en libras de azúcar por tonelada de caña molida); analizando también la rentabilidad que el uso del mismo proporciona al adelantar el corte de determinadas áreas problema o próximas a renovación y poner en ciclo de cosecha las variedades de maduración temprana, que se siembran fuera de tiempo.

3. MARCO TEORICO.

3.1 Marco Conceptual.

3.1.1 Descripción de la Caña de Azúcar.

Es una gramínea gigante, perenne, con la característica de ser una de las mejores captadoras de energía y transformadoras de carbohidratos en azúcares; se ubica dentro del género Saccharum y está asignada a la especie Saccharum officinarum L. (1).

- a) **Las Raíces:** cumplen la doble función de anclaje y absorción de agua y nutrientes; hay dos tipos de raíces: raíces primordiales, se originan en el anillo de crecimiento del trozo que se siembra, duran hasta que aparecen raíces en los nuevos macollos (3); raíces permanentes, son emitidas por la macolla (1); la cantidad, longitud y edad de las raíces depende de la variedad, tipo de suelo y humedad (3).
- b) **El Tallo:** constituye la parte de valor económico en la caña de azúcar, debido a que en él se almacenan los azúcares; son cilíndricos, más o menos erectos, de longitud y color variable, está formado por secciones sucesivas denominadas entrenudos, divididos por zonas más duras y prominentes llamadas nudos (1). La caña forma cepas constituidas por: tallos primarios, si se originan de una yema de la semilla vegetativa original; secundarios, si se originan de una yema del tallo primario, terciarios si se originan de una yema del tallo secundario; etc (26).
- c) **La Yema:** es el órgano vegetativo de la planta, se encuentra ubicada en la depresión del tallo en cada nudo, son escamosas y cónicas antes del desarrollo, tomando una forma arredondada y aplastada después del mismo (1).

- d) **Las Hojas:** poseen bordes duros y aserrados, se originan en forma alterna en cada entrenudo; están formadas por lámina foliar y vaina o yagua (26), a la unión entre ambas se le llama ligula. La encargada de realizar la fotosíntesis es la lámina foliar (3).
- e) **La Flor:** La inflorescencia es una panicula sedosa denominada espiga, posee flores hermafroditas (3). El proceso de floración es altamente sensible al ambiente (1).

3.1.2 *Proceso de Maduración en la Caña de azúcar.*

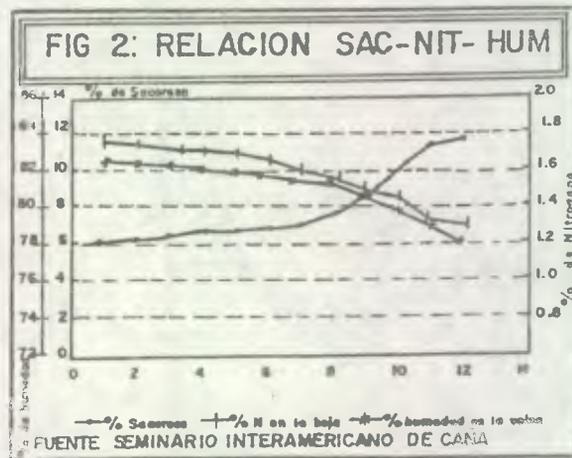
3.1.2.1 *Consideraciones Generales.*

El ciclo vegetativo de la caña de azúcar comprende 3 etapas: la primera corresponde al desarrollo de las cepas; va desde la brotación hasta que el campo cierra (5 a 6 meses de edad), esta etapa es la de mayor requerimiento de agua, la humedad en la planta debe de estar por encima del 85 %; la segunda etapa se refiere a la formación de sacarosa y va desde el final de la primera hasta el inicio de la maduración, la humedad aquí debe estar entre 78 y 80 %; la tercera etapa es la maduración propia, la que se inicia más o menos a los 9 meses de edad, para que se obtenga una buena maduración la humedad debe bajar a un 73 o 75 % en la planta (2).

Según Chaves Solera (13), la maduración es un proceso metabólico mediante el cual la planta cesa su crecimiento y empieza a acumular energía en forma de sacarosa en los tejidos parenquimales del tallo. Este proceso puede ser afectado por elementos determinantes tales como:

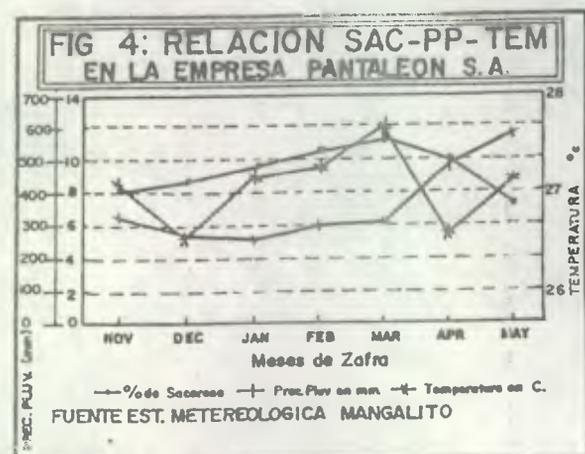
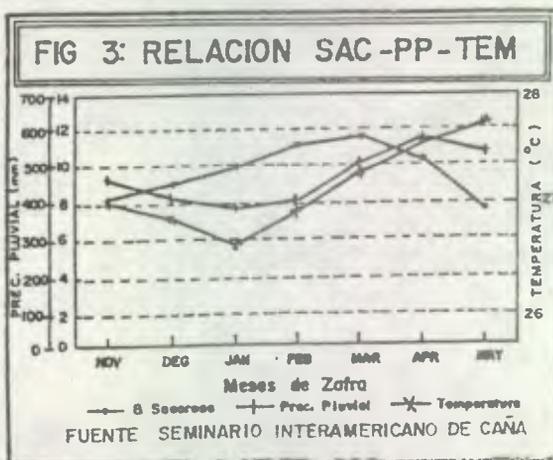
- a) **Manejo del cultivo antes de la cosecha:** aquí los factores más relevantes los constituyen: la variedad cultivada, la fertilización (principalmente nitrogenada) y el riego. Samuels (32), indica que para obtener la mayor eficiencia en la acumulación de sacarosa, cada variedad debe haberse sembrado en un período adecuado de tiempo para poder ser

cosechada en el momento que de acuerdo a su patrón de maduración (las hay de maduración temprana, media y tardía) se encuentre en su estado óptimo. En cuanto a la fertilización nitrogenada, Gómez (20), recomienda la aplicación de este elemento dentro de los 4 primeros meses para no afectar la concentración de sacarosa en los jugos; según Buenaventura (7), las aplicaciones tardías de nitrógeno permiten que la planta continúe con su desarrollo y no acumule sacarosa en forma óptima (ver figura 2). La humedad es un factor muy importante para obtener un almacenamiento óptimo de sacarosa en la planta, Samuels (32), al referirse a los factores que limitan la acumulación de sacarosa en la caña de azúcar, considera que ésta debe ser reducida si se desea una buena conversión de azúcares reductores a sacarosa, por lo tanto, los períodos de irrigación deben ser controlados antes de la cosecha. Según Alcalá (2), la edad no es sinónimo de madurez; ya que cuando el agua y el nitrógeno se mantienen a niveles elevados la caña no madura, independientemente de su edad.



- b) **Condiciones climáticas:** entre los principales factores del clima que limitan la maduración de la caña de azúcar se encuentran: la precipitación pluvial, temperatura y luminosidad. Buenaventura (7), indica que la

disponibilidad de agua para la caña de azúcar debe ser adecuada en la etapa de desarrollo, para que permita la absorción, transporte y asimilación de nutrientes, pero durante la maduración dicha disponibilidad debe ser ampliamente reducida; así también, indica que probablemente el factor climático de mayor importancia en la maduración de la caña de azúcar sea la temperatura; a pesar de que ninguno de los factores que inciden en ella actúan independientemente (ver figuras 3 y 4); Samuels (32), comparte esta opinión con respecto a la temperatura al decir que las temperaturas frías en un período prolongado de tiempo aún con un suministro abundante de nitrógeno y humedad, puede retardar el crecimiento y aumentar el contenido de sacarosa en los tallos. De acuerdo con Buenaventura (7), esto se debe al efecto directamente proporcional que las temperaturas ejercen sobre la absorción de agua y nutrientes por la planta. El mayor efecto de la temperatura se da en los meses con períodos secos y una oscilación térmica entre 11 y 12 grados centígrados, lo cual favorece la acumulación de sacarosa en el tallo, incrementando el rendimiento (7). La luz como principal fuente de energía de la caña, juega un papel muy importante en el almacenamiento de sacarosa; a menor luminosidad menor almacenamiento de azúcares y mayor acumulación de almidón.



- c) Manejo del cultivo durante la cosecha: se refiere básicamente al corte en estado óptimo de maduración de la caña.

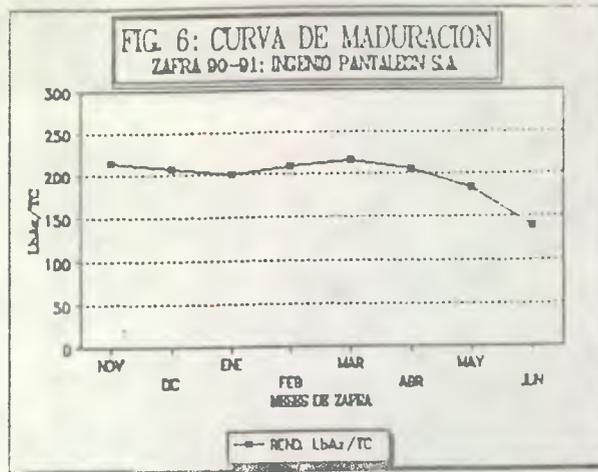
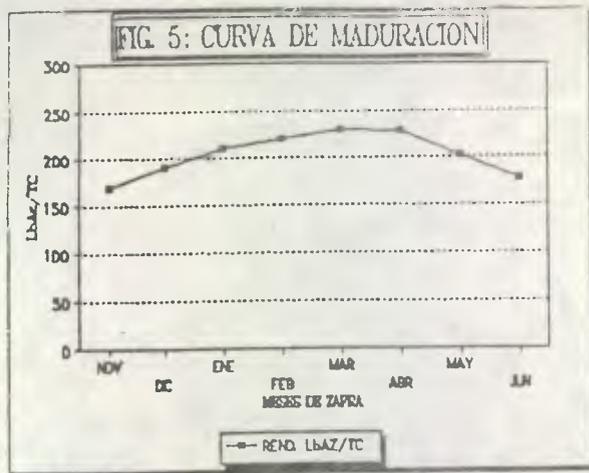
3.1.2.2 *Las invertasas de la Caña de Azúcar: un mecanismo de acumulación de sacarosa.*

Según Martín Oria *et al.* (26), las invertasas son las enzimas que dirigen la utilización de los azúcares hacia el crecimiento o su almacenamiento. De acuerdo al pH en que estas enzimas tienen su mayor actividad, se les ha denominado invertasa ácida (su mayor actividad es a pH 5 a 5.5) e invertasa neutra (presenta su mayor actividad a pH 7).

Gayler y Glasziou, citados por Martín Oria *et al.* (26), plantean que durante la etapa juvenil, la invertasa ácida se presenta en grandes cantidades y se ve afectada por una reducción en la precipitación, disminución de la temperatura y concentración de nitrógeno; factores con los que también disminuye el crecimiento, de ahí que se haya determinado la relación directa que se da entre la concentración de invertasa ácida y el crecimiento. Por el contrario, los factores que limitan la concentración de invertasa ácida favorecen a la invertasa neutra y por consiguiente a la acumulación de sacarosa, actividad con la que tiene relación directa ésta última.

3.1.2.3 *La Curva de Madurez.*

Según Samuels (32), la maduración natural en las áreas cañeras del Caribe, sigue la curva siguiente: "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" (ver figuras 5 y 6).



3.1.2.4 Maduración química en la Caña de azúcar.

La producción de azúcar por hectárea está directamente relacionada con el tonelaje de caña por hectárea y el rendimiento o contenido de azúcar por tonelada de caña molida.

Debido a lo difícil de controlar la humedad y el nitrógeno y lo imposible de manejar la temperatura, se justifica la necesidad de utilizar productos químicos para inducir la maduración y a su vez, para sincronizar la maduración de la caña de acuerdo con el itinerario de la zafra.

Según Arcila Arias (4), la aplicación de madurante debe estar dirigida a 3 áreas importantes:

- Maduración directa antes de la cosecha (elevar el rendimiento en libras de azúcar por tonelada de caña molida).
- Remoción de la basura de caña llevada a la molienda.
- Retención de azúcar después de la cosecha, o sea reducción de la inversión de sacarosa a azúcares reductores.

Un método efectivo de la regulación del crecimiento tendría un valor máximo al principio y al final de la zafra, cuando los niveles de sacarosa no son óptimos.

3.1.2.5 *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 (7).

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 medula 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 yaguas de las hojas 3 - 6; 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

la correlación que se ha encontrado entre el brix promedio del tallo y la concentración de sacarosa, es alta.

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

- Humedad de las yaguas de las hoja 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 por 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.

La figura 7 ilustra claramente la relación entre el brix del tercio medio y el ARE%.

3.1.3 La Floración.

De acuerdo con Chaves Solera (13), la floración es un proceso en el que se induce la yema terminal para convertirse en botón floral. En este proceso influyen principalmente el fotoperíodo, la temperatura, la humedad, el nivel de nutrientes del suelo y el estado de crecimiento (3).

Rodríguez et al. (31), en una investigación realizada bajo las condiciones del campo experimental de CENIAP, Maracay,

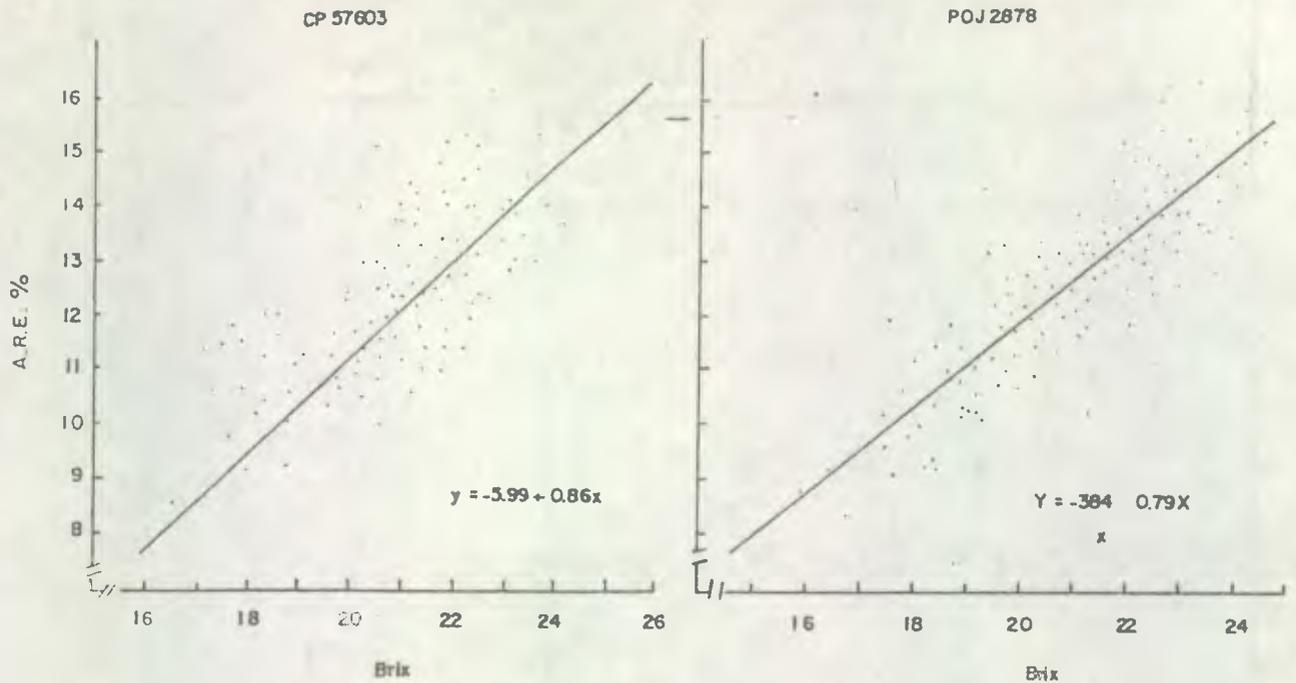


FIG.7. Relación entre el Brix de campo en la sección media de la caña y el A.R.E. %.

Venezuela; concluye que la floración induce un incremento significativo en la calidad del jugo de la caña (concentración de sacarosa) en un bajo porcentaje de variedades. Según Flogiata y Morin, citados por Rodríguez *et al.* (31), la calidad del jugo solamente es superior en las cañas florecidas durante los primeros 5 meses, luego decrece hasta ser superada por las no florecidas.

Chaves Solera (13), enumera los siguientes efectos provocados por la floración:

- Reducción evidente de la absorción radical.
- Reducción en el abastecimiento de carbohidratos.
- Excreción de N y K por la raíz.
- Reducción en la velocidad de la actividad fotosintética.
- Muerte de las hojas inferiores.

- Distribución retardada de nutrientes.
- El desarrollo se detiene.
- Enriquecimiento en azúcares en la parte superior del tallo.
- Emisión de brotes laterales (lajas).
- Formación descendente de médula en el tallo.
- Deshidratación de los tejidos.
- Baja recuperación de azúcar en el ingenio.

3.2 *Marco Referencial.*

3.2.1 *Localización y Descripción del Area Experimental.*

La investigación se llevó a cabo en la Empresa Pantaleón S.A. (ver figura 8) ubicada a $14^{\circ} 19'$ latitud norte y $90^{\circ} 59'$ longitud oeste, a una altitud de 272 msnm, en la división fisiográfica del declive del Pacífico en el municipio de Siquinalá, departamento de Escuintla, Guatemala (19). Según Holdridge (27), pertenece a la zona ecológica de vida: tropical húmeda.

3.2.1.1 *Condiciones Climáticas.*

Con base al registro de los últimos 8 años de la estación meteorológica tipo "B" (Mangalito), ubicada en la Empresa Pantaleón, las condiciones climáticas promedio son las siguientes:

- Humedad relativa promedio anual: 70 %.
- Precipitación pluvial media anual: 3,776 mm.
- Días de lluvia promedio anual: 210.

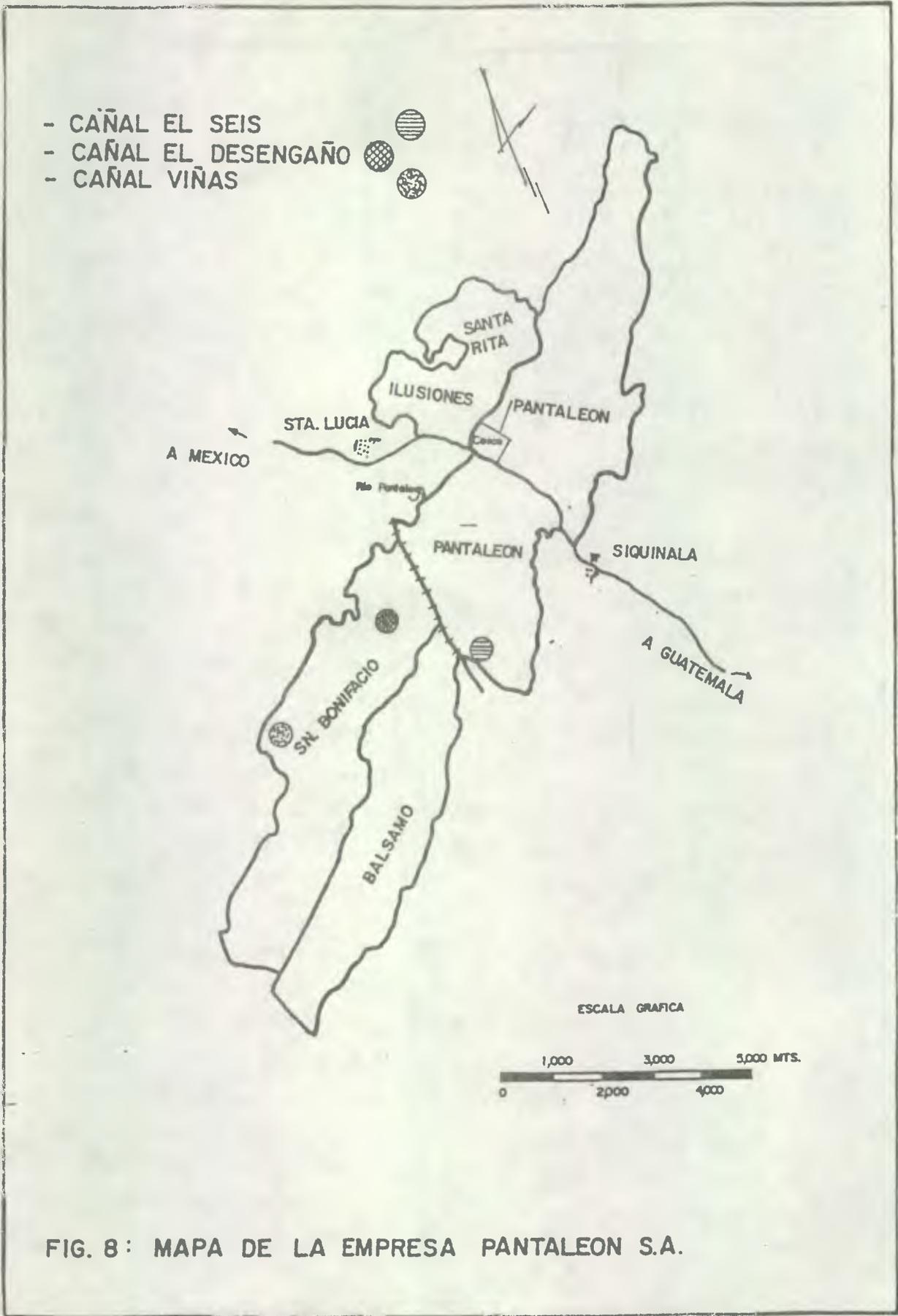


FIG. 8: MAPA DE LA EMPRESA PANTALEON S.A.

- Temperatura mínima promedio anual: 21.16° C.
- Temperatura máxima promedio anual: 32.25° C.
- Temperatura promedio anual: 27° C.
- Oscilación térmica promedio anual: 11.09° C.
- Horas sol promedio anual: 2,471.
- Evaporación promedio anual a la intemperie: 1,545 mm.

3.2.1.2 Condiciones de Suelo.

Según Barahona et al. (6), los suelos en los cuales se llevó a cabo la investigación (lotes: El Seis (3803), Fca Pantaleón; Desengaño (0401) y Viñas (1601), anexo Fca San Bonifacio), pertenecen a la clase de suelos Santa Sofía, los cuales ocupan el 34 % del área total de la Empresa, constituyéndose en el tipo de suelos de mayor importancia para Pantaleón S.A. Estos suelos son de tipo aluvial, medianamente profundos y con un desarrollo morfogénico mediano, presentan solamente dos horizontes formados a partir del material original. Los horizontes superficiales son de color claro obscuro a pardo claro y el horizonte C presenta una coloración pardo grisáceo a grisáceo.

Este tipo de suelos permiten un aprovechamiento intensivo por su profundidad y reserva de nutrientes. Poseen un elevado contenido de materia orgánica (mayor de 5 %).

Los suelos Santa Sofía, presentan buenas características morfogénicas, sin presencia de capas que limiten el desarrollo de las raíces; las que se encuentran principalmente en los primeros 50 cms de suelo correspondientes al horizonte "A".

Los horizontes superficiales tienen una **textura franco arenosa** y el sustrato presenta una **textura arenosa gruesa**. La

estructura es granular en los horizontes superficiales, mientras que los demás no poseen estructura. La densidad aparente es de 0.95 g/cc, con una capacidad elevada de infiltración.

En los dos primeros horizontes, se presenta una regular capacidad de retención de humedad y en los restantes, la retención es practicamente nula. El pH de los suelos Santa Sofía en el área en que se llevó a cabo el experimento, oscila entre 5.5 y 6.5; considerado como favorable para el desarrollo de la caña de azúcar.

La capacidad de intercambio catiónico (CIC), oscila entre 25 y 30 meq/100g de suelo, con un porcentaje de saturación de bases de 50.

En cuanto a la fertilidad del área experimental, Barahona et al. (6), la clasifica como: C.e.1 para el lote Viñas y D.e.1 para los lotes El Seis y Desengaño, en donde:

- C = regular contenido de Nitrógeno (NO_2 de 10-20 ppm), con un 50 % de fertilidad.
- D = bajo contenido de Nitrógeno (NO_2 de 0 - 10 ppm), con un 25 % de fertilidad.
- e = muy bajo contenido de fósforo (P_2O_5 menor o igual a 3 ppm), con un 20 % de fertilidad.
- 1 = alto contenido de Potasio (K^+ mayor que 0.19 meq/100g de suelo), con un porcentaje de fertilidad de 100.

3.2.2 Descripción de Materiales.

Los materiales experimentales utilizados fueron: sal isopropil amina de glifosato y la variedad CP-722086 de caña de azúcar.

3.2.2.1 Variedad CP-722086.

- a) **Características agronómicas:** Tiene un color amarillo verdoso (los hijuelos poseen un color rosado en la yagua), buen vigor y cierre de calles. Su crecimiento es erecto y no posee afate; es una variedad muy florecedora (hasta 99 %) (17), de fácil corte y desbajero regular. Tiene muy buen retoño y se adapta a todo tipo de suelo, aunque su rendimiento merma en forma mínima en suelos poco profundos y arenosos (16).
- b) **Patología:** Es una variedad resistente al carbón y altamente resistente a la roya; es susceptible al mosaico, con un porcentaje de incidencia de éste que oscila entre 10 y 50; sin embargo, dicha enfermedad no afecta su desarrollo y rendimiento (18).
- c) **Madurez:** La variedad CP-722086 es de maduración temprana, por lo cual se recomienda su siembra y cosecha para los meses de noviembre a febrero ya que en caso de atrasarse estas actividades, debido a su alto porcentaje de floración, se forma tejido corchoso, empezando por el tercio superior hacia abajo, lo que implica un despunte más bajo en la cosecha y, por consiguiente, una reducción en la producción (rendimiento en toneladas de caña por Ha) (16).
- d) **Rendimiento:** Esta variedad brinda un buen tonelaje de caña por Ha y un alto rendimiento en libras de azúcar por tonelada tanto a nivel experimental (a este nivel los resultados son mayores) como a nivel comercial. A nivel comercial se han obtenido resultados promedio de 116.39 toneladas de caña por Ha y 207.55 lbs de azúcar por tonelada; mientras que a nivel experimental se tiene un promedio de 238 libras de azúcar por tonelada de caña y 130 toneladas de caña por Ha. (16).
- e) **Fibra:** En estudios a nivel experimental se ha obtenido de un 12.7 a un 14 % de fibra en plantilla de 12 meses de

edad, lo que se considera como adecuado (15). Su resistencia a la sequía es intermedia y es resistente a aplicaciones de herbicida (14).

3.2.2.2 *Sal Isopropil Amina de Glifosato.*

- a) **Características:** Es un herbicida sistémico, no selectivo de utilización post-emergente, posee una alta capacidad para traslocarse o transportarse a toda la planta incluyendo rizomas y raíces (28). 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 (29).
- b) **Modo de acción:** Es una molécula altamente sistémica que se mueve por el floema y se trasloca poco por el xilema, la absorción radicular es ineficiente dado que es de fácil fijación en el suelo debido a la presencia de fosfanato, por lo tanto, no controla semillas, no se acumula, no se lixivia y no contamina las aguas (29). La sal isopropil amina de glifosato actúa sobre la biosíntesis de aminoácidos aromáticos (fenilalanina, tirosina y triptófano) reduciéndola y disminuyendo así la síntesis de proteína y consecuentemente causa reducción en el crecimiento y muerte de la planta (29).

3.2.3 *Uso de la Sal Isopropil Amina de Glifosato como Madurante.*

En un principio se evaluaron productos como: ethephon, N-N-fosfometil glicina, sal sódica de glifosato y sal isopropil amina de glifosato.

Los mejores resultados según Buenaventura (12), se obtuvieron con las sales de glifosato, debido a lo que, en los próximos ensayos fueron estos los madurantes utilizados para evaluar otras variables como el efecto sobre el crecimiento de los tallos de la caña, la respuesta a la aplicación de glifosato a diferentes edades de la caña, el efecto fitotóxico sobre la soca siguiente, etc.

Lodoño (24), evaluando 6 maduradores a nivel experimental observó que existía diferencia significativa en el brix, la lectura del pol, la sacarosa, la pureza, las libras de azúcar por tonelada de caña y las libras de caña por parcela; resultando como los maduradores más efectivos la glifosina y un compuesto análogo del glifosato.

La sal isopropil amina de glifosato es un producto que ha sido utilizado principalmente como herbicida en Guatemala y en todo el mundo. Sin embargo, por ser un ingrediente activo similar a la sal sódica de glifosato, madurante utilizado en muchas de las áreas cañeras del mundo, se comenzó a evaluar su efecto como madurante; en Colombia se han llevado a cabo varias investigaciones al respecto, obteniéndose muy buenos resultados (33).

3.2.4 *Posibilidades de los Maduradores para hacer más Eficientes las Operaciones de Campo y Fábrica.*

Herrington et al. (21), enumera algunos de los efectos que puede dar el madurante sobre las labores de campo y fábrica, dentro de ellos están:

- Mejor quema de los cañales.

- Disminución de fibra en la fábrica.
- Aumento en la pureza de jugo.
- Aumento en la concentración de sacarosa en el jugo.

3.2.5 *Antecedentes de Investigaciones Utilizando como Madurante la Sal Isopropil Amina de Glifosato.*

Buenaventura (11), 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 permitían 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 (8), y aunque el crecimiento se vió reprimido por la aplicación del 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 (10), 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 Ha. 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 Ha (10). Según Legendre (23), 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 (25).

De acuerdo con las investigaciones realizadas por Orsenigo (30), 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 (23), 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.

3.2.5.1 *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 y 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 (9).

En el cuadro 1 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 (9), la mayor cantidad de área aplicada corresponde a aquella sembrada con variedades tempranas (las cosechadas entre noviembre y enero).

CUADRO 1: Aplicación de madurantes químicos en los Ingenios azucareros de Guatemala.

INGENIO	AREA APLICADA (Has)		PRODUCTO	DOSIS
	ZAFRA 89-90	ZAFRA 90-91		
Guadalupe				
Tulula				
El Pilar	1048	2116	Glifosato	480-672
Tierra Buena		1282	"	672
Santa Ana	40	1820	"	360
San Diego				
La Unión				
Los Tarros	816	2795	"	672
Madre Tierra		400	"	672
Santa Teresa				
Pantaleón	500	700	"	480-576
Concepción	500	1000	"	576
Magdalena		908	"	672
Palo Gordo				
El Baúl				
La Sonrisa				
Mirandilla		210	"	672
Trinidad				
TOTAL	2904	11281		

FUENTE: BUENAVENTURA (9) Diagnóstico tecnológico del cultivo de caña de azúcar en Guatemala. Guatemala, CENGICA.

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 madurante 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, se obtiene un control de la floración de hasta el 100 %, aún cuando se aplica con presencia de primordios

florales, el efecto sobre rendimiento en toneladas de caña por Ha, no es significativo.

Para el caso específico de la variedad CP-722086, se han encontrado bajos porcentajes de fitotoxicidad, los cuales se dan principalmente en plantaciones localizadas en vetas arenosas.

3.2.5.2 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 éste experimento se utilizaron dos 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 (11).

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 (11), 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. OBJETIVOS.

- 1.- Evaluar el efecto como madurante del glifosato, aplicado en 4 dosis, a 3 edades de la variedad CP-722086 de caña de azúcar, sobre el rendimiento en toneladas de caña/Ha, libras de azúcar por tonelada de caña y toneladas de azúcar por Ha; durante 12 semanas.
- 2.- Evaluar los efectos secundarios de la aplicación de glifosato en 4 dosis, a 3 edades de la variedad CP-722086 de caña de azúcar.
- 3.- Evaluar el efecto económico de la aplicación de glifosato en 4 dosis, a 3 edades de la variedad CP-722086 de caña de azúcar.

5. HIPOTESIS.

No existe diferencia significativa entre el efecto de la aplicación de glifosato en 4 dosis, a 3 edades de la variedad CP-722086 de caña de azúcar, sobre el rendimiento en toneladas de azúcar por Ha y la producción (toneladas de caña/Ha), durante 12 semanas.

6. MATERIALES Y METODOS.

6.1 *Diseño Experimental.*

Esta investigación se compuso de una serie de 3 experimentos, cada uno mediante un diseño completamente al azar con 4 tratamientos y 4 repeticiones. Cada experimento se realizó sobre un lote de edad distinta (272, 288 y 319 días al aplicar).

6.1.1 *Descripción de los Tratamientos.*

Los tratamientos estaban formados por dos factores: edad de la caña y dosis de glifosato a aplicar; los cuales a su vez, constan de 3 y 4 niveles respectivamente, los que se describen a continuación:

Cuadro 2: Tratamientos evaluados en la aplicación de glifosato, a tres edades de caña de azúcar, en la Empresa Pantaleón S.A., Siquinalá, Escuintla. 1,992.

TRATAMIENTO No.	DESCRIPCION		
	EDAD DE LA PLANTA	DOSIS DE GLIFOSATO	
Exp. 1	1	272 días	000.00g.i.a/Ha
	2	"	360.00g.i.a/Ha
	3	"	480.00g.i.a/Ha
	4	"	600.00g.i.a/Ha
Exp. 2	1	288 días	000.00g.i.a/Ha
	2	"	360.00g.i.a/Ha
	3	"	480.00g.i.a/Ha
	4	"	600.00g.i.a/Ha
Exp. 3	1	319 días	000.00g.i.a/Ha
	2	"	360.00g.i.a/Ha
	3	"	480.00g.i.a/Ha
	4	"	600.00g.i.a/Ha

NOTA: A todos los tratamientos se les agregó un adherente surfactante (Inex) a una dosis de 55 cc/Ha.

6.1.2 *Tamaño de la Unidad Experimental.*

La unidad experimental la constituyó un área de 0.225 Ha; compuesta por 15 surcos distanciados 1.5 m entre sí por 100 m de largo; la calle entre uno y otro tratamiento tuvo un área de 0.240 Ha (16 surcos de 100 m de largo y 1.5 m entre sí), la parcela útil tomó en cuenta los cinco surcos centrales de la unidad experimental; comprendiendo un área de 0.075 Ha.

6.2 *Manejo del Experimento.*

6.2.1 *Manejo de la Plantación antes de la Aplicación de Madurante.*

El experimento se llevó a cabo en una plantación de tercera soca; el manejo que se le dió después de la última cosecha es el siguiente:

- a) **Desbasurado Manual:** Consistió en juntar la basura restante de cada 5 surcos, en la calle de uno de ellos, durante la primera semana después de la cosecha.
- b) **Primero y Segundo Riego por Gravedad:** El primer riego se llevó a cabo a los 2 meses después de la cosecha; y el segundo a los 3 meses, aplicando en cada uno una lámina de agua de 50 mm.
- c) **Control Químico de Malezas:** Los lotes en que se llevó a cabo el experimento fueron tratados con la mezcla siguiente: 2.0 lts de Prowl y 3 lbs de Gesaprim. La aplicación fué llevada a cabo el día siguiente al primer riego por gravedad.
- d) **Primera Limpia Manual:** Consiste en el arranque de malezas en el área del cañal, cuando el control químico no ha sido eficiente o las malezas se encuentran muy grandes para ser controladas por medio de herbicidas.
- e) **Fertilización:** Esta labor consistió en la aplicación de

4 quintales en total de Sulfato de amonio a los 2 y 3 meses de la cosecha.

6.2.2 Manejo del Ensayo.

6.2.2.1 Aplicación del Madurante.

La aplicación del madurante se realizó el día 16 de octubre de 1991, entre las 6:00 a.m. y las 8:00 a.m. Para lo cual, se utilizó una avioneta tipo Cesna con boquilla, D-5. Se aplicaron 1.716 galones de mezcla en cada unidad experimental.

6.2.2.2 Variables de Respuesta.

Las variables de respuesta quedaron distribuidas de la siguiente manera:

1.- Variables de Rendimiento:

- a) Libras de Azúcar por tonelada de caña (LbAz/TC).
- b) Toneladas de Caña por Hectárea (TC/Ha).
- c) Toneladas de Azúcar por Hectárea (TAZ/Ha).

2.- Variables Secundarias:

- a) Grados Brix.
- b) Porcentaje de Floración.
- c) Altura.
- d) Índice de Maduración.
- e) Porcentaje de Jugo.
- f) Porcentaje de Pureza.

- g) Número promedio de lalas por tallo.
- h) Corcho presente en los tallos.

3.- Variables de Fitotoxicidad:

- a) Población.
- b) Porcentaje de Albinismo.
- c) Porcentaje de Cogollos retorcidos.
- d) Crecimiento en Altura.
- e) Epinastia.

La principal variable de respuesta a evaluar la constituyó la calidad de la caña, medida por medio del rendimiento en toneladas de azúcar por hectarea, pero además, se tomaron en cuenta otras variables que contribuyeron a dar una mejor explicación al efecto de la aplicación del madurante en sus diferentes dosis, a tres edades de caña de azúcar.

La metodología para la medición de cada variable se describe a continuación:

- a) **Grados Brix y Rendimiento en Libras de Azúcar por Tonelada de Caña Molida:** Para evaluar el efecto del Glifosato sobre ésta variable de respuesta, se llevaron a cabo muestreos sistemáticos en las semanas 0, 2, 4, 5, 6,....12, después de la aplicación, los cuales consistieron en la selección de 10 tallos/unidad experimental. 5 de los tallos se cortaron al quiebre de cogollo (parte del tallo en la que se encuentra el meristemo apical) y los otros 5 se dividieron en dos, la primera parte estuvo formada por el tallo cortado a la altura comercial y la otra por la parte restante entre éste corte y el quiebre de cogollo. Posteriormente, a los tallos cortados al quiebre de cogollo y a altura

comercial, se les determinó los grados brix en el campo por medio de un refractómetro de mano, en los tercios superior, medio e inferior; con éstos datos se determinó el índice de maduración mediante la relación: Grados Brix en tercio superior / Grados Brix en tercio inferior. El índice de maduración, es una expresión de la uniformidad del proceso de maduración dentro del tallo. En la parte restante de los tallos que se cortaron a altura comercial, se hizo una única estimación de grados brix en el campo al centro de la misma y Seguidamente, cada submuestra se introdujo en el molino experimental de la fábrica, en donde se determinó grados Brix por medio de areómetros; Pol o Sacarosa, se determinó por medio del polarímetro, la lectura dada por dicho aparato se denomina Pol observado lectura con la que se determina el % de sacarosa con el auxilio de la tabla de Schmits (ver anexo 1), (22).

La pureza del jugo se determinó mediante la relación: Porcentaje de Sacarosa / Lectura corregida de Brix.

Para determinar el rendimiento en Libras de Azúcar por tonelada de caña molida se utilizó a la fórmula siguiente: $\text{Rend. LbAz/Ton} = \{ [40/\text{pureza}] - 1.4 \} * \% \text{ Sacarosa} * \text{Factor}$. El factor con que se trabajó es 14.25, el cual se determinó en base a las últimas 5 zafras (22).

- b) Porcentaje de Jugo: Para determinar estas variables se llevó a cabo el siguiente procedimiento para cada unidad experimental en las semanas 6, 7, ...12 después de la aplicación: Se pesan 500g de caña, tomados de una muestra al azar, luego se someten a una presión de 2,000 lb, después de lo cual se determina el peso del bagazo y por diferencia de pesos, se estima el porcentaje de jugo en la caña.
- c) Rendimiento en Toneladas de Caña por Hectárea: Para estimar el tonelaje de caña por hectárea que se tuvo en las semanas 0, 2, 4, 5, 6,12 después de la aplicación, se utilizó el método de Valladares y Zamorano

(34) modificado (ver anexo 2). Para el efecto se tomó una muestra de 30 metros lineales de surco/unidad experimental, compuesta por 3 submuestras de 10 mts lineales distribuidas al azar, en las que se contaron los tallos molederos existentes, en cada submuestra se cortaron los últimos 5 tallos molederos que se encontraron en uno de los extremos de la medida, se ataron y etiquetaron con su respectiva identificación; éstos tallos fueron pesados de inmediato.

En la fase de gabinete con los datos tomados en el campo se estimó la producción de caña/Ha en cada unidad experimental, por medio de los pasos siguientes:

1.- Estimado del No. de tallos por metro lineal

= No. de tallos por muestra / 30 m de la muestra

2.- Peso de un tallo

= Peso total de la muestra / No. tallos de la muestra.

3.- No. de tallos por hectárea

= m por hectárea / No. de tallos por m.

Los metros lineales por hectárea se estiman dividiendo los metros cuadrados que posee una hectárea dentro del espaciamiento entre surcos (para el presente caso 1.5 m).

4.- Toneladas de caña por hectárea

= No. de tallos por hectárea * Peso por tallo (Lbs) / 2000.

d) **Calidad de la Caña (toneladas de azúcar/Ha):** Habiendo estimado ya el rendimiento en libras de azúcar por tonelada de caña y el tonelaje por hectárea, las toneladas de azúcar por hectárea se determinaron por la fórmula siguiente: $T_{Az}/Ha = Lb_{Az}/TC * TC/Ha * 0.0005$.

- e) **Altura:** Para medir el efecto del glifosato sobre ésta variable, se llevaron a cabo 2 mediciones, denominadas crecimiento total y crecimiento aprovechable; esto se realizó partiendo del hecho de que la variedad en que se llevó a cabo la evaluación es floreadora y el crecimiento en altura por efecto de la emisión de la inflorescencia no es importante para complementar los resultados obtenidos en la estimación de la producción (TC/Ha), ya que la inflorescencia al momento de la cosecha se queda en el campo como parte de la basura. Por lo tanto, fué necesario estimar por aparte, el crecimiento en altura de la porción de tallo que al momento de la cosecha si se transporta al Ingenio para su molienda y que como ya se dijo fué denominado crecimiento aprovechable.

La medición del crecimiento total se llevó a cabo de la siguiente manera: en la semana previa a la aplicación, se tomaron 10 cañas al azar dentro de la parcela útil, se marcaron en 1 metro de su longitud, partiendo de la última ligula visible hacia abajo; los muestreos se efectuaron en las semanas 2, 4, 5, 6, ...12 después de la aplicación.

Para estimar el crecimiento aprovechable, se determinó previamente que la parte de los tallos que sería llevada al ingenio al momento del corte se encontraba a partir de la séptima ligula visible hacia abajo, en dicho lugar, en la semana previa a la aplicación, se hizo también una marca en los mismos 10 tallos en que se llevó a cabo la lectura del crecimiento total, anotándose para cada tallo la distancia que había entre la marca hecha en la séptima ligula y la que se había hecho al metro para estimar en base a los muestreos que fueron llevados a cabo en las semanas 2, 4, 5, 6, ...12 después de la aplicación; cual fué el crecimiento registrado en esta región.

- f) **Porcentaje de Floración :** Esta variable fué medida en los mismos puntos de muestreo que se utilizaron para estimar el tonelaje por hectárea de cada unidad experimental; se hicieron conteos del número de flores por submuestra para

determinar el porcentaje de floración promedio por tratamiento.

- g) **Número de Lalas por tallo:** Para estimar esta variable, se contó la cantidad total de lalas presentes en los tallos cortados para la medición de grados brix y LBAZ/TC y después se sacó un promedio por tallo; las lecturas se hicieron a partir de la cuarta SDA.
- h) **Cosecha:** La cosecha se llevó a cabo a las 12 semanas después de la aplicación; se cortaron y alzaron los cinco surcos que constituyeron la parcela útil, en base a los surcos cortados y alzados, se determinaron los datos reales de rendimiento en LbAz/TC, producción/Ha, calidad de la caña (TAZ/Ha) y grados brix, para cada unidad experimental; mediante los datos que registró la fábrica.
- i) **Corcho presente en los tallos:** Para la medición de esta variable, se evaluaron 10 tallos al azar por cada parcela de muestreo, las lecturas se hicieron en los primeros 10 entrenudos de cada tallo, dando valores de 1 a 5 de acuerdo a la cantidad de corcho presente en cada entrenudo, y luego se estimó un promedio por tratamiento.
- j) **Efecto Fitotóxico:** El muestreo para evaluar el efecto fitotóxico del glifosato se realizó a los 30 días después de la cosecha, cada muestra comprendió 30 m distribuidos en 3 submuestras de 10 m en las que se tomaron como indicadores del efecto fitotóxico los siguientes parámetros:

Población

% de albinismo

% de cogollos retorcidos

Epinastia

Crecimiento en altura.

6.2.2.3 Análisis de la Información.

- a) **Análisis Estadístico:** Se realizó un análisis de varianza para las variables de rendimiento:

LbAz/TC

TC/Ha

Ton Az/Ha

Para lo cual se utilizaron los modelos:

$Y_{ij} = M + T_i + E_{ij}$: para el análisis individual del efecto de las dosis sobre cada una de las edades.

$Y_{ijk} = M + A_j + E(a)_{ij} + B_k + (AB)_{jk} + E(b)_{ijk}$: para el análisis combinado de los tres experimentos (edades de la caña).

En Donde:

$Y_{ij} =$ Variable de Respuesta (Rend.Ton.az/Ha, Ton.c/Ha y Lb.az/Ha).

$T_i =$ Efecto de la i.....ésima dosis.

$E_{ij} =$ Error experimental asociado a la dosis.

$Y_{ijk} =$ Variable de Respuesta (Rend.Ton.az/Ha, Ton.C/Ha y Lb.az/Ha).

$M =$ Media general.

$A_j =$ Efecto de la j....ésima edad.

$E(a)_{ij} =$ Error experimental asociado a la edad.

$B_k =$ Efecto de la k....ésima dosis.

(AB)jk = Efecto de la interacción entre la edad y la dosis.

E(b)ijk = Error experimental asociado a la dosis.

Para la variable LbAz/TC en los cogollos, fué necesario llevar a cabo un análisis de covarianza. Sin embargo los datos que se presentan en los resultados son los que se obtuvieron en el ANDEVA.

- b) **Prueba de Duncan:** Esta prueba fué llevada a cabo para las mismas variables en que se realizó el ANDEVA, durante las doce semanas de muestreo, exceptuando únicamente las interacciones dosis * edad de cada variable, en las cuales solamente se realizó cuando se presentó diferencia significativa en el ANDEVA.
- c) **Evaluación Económica:** Esta evaluación se llevó a cabo únicamente para la primera semana después de la aplicación en que se presentó diferencia significativa, en las TAZ/Ha preferentemente o en las LbAz/TC al corte comercial y consistió en la determinación de la Tasa Marginal de Retorno (TMR), obtenida de la siguiente manera:

Ingreso Neto: (IN)

se define como $IN = VP - CVT$

en donde:

VP = Valor de la Producción

CVT = Costo Variable Total

Tasa Marginal de Retorno: (TMR)

Se define como $TMR = \frac{DIN}{DCVT}$

en donde:

DIN = Incremento en el Ingreso Neto

DCVT = Incremento en el Costo Variable Total

7. RESULTADOS Y DISCUSION.

7.1 Datos tomados al Quiebre de Cogollo.

7.1.1 Libras de Azúcar por Tonelada de Caña (LbAz/TC).

Como puede verse en el cuadro 3, esta variable presenta diferencia significativa únicamente en la edad de 288 DAA, en la doceava SDA.

CUADRO 3: ANDEVA para el rend. en LbAz/TC. al Quiebre de Cogollo.

SEMANAS DESPUES APLICAR	EDAD					
	272 DAA		288 DAA		319 DAA	
	VALOR	P > F	VALOR	P > F	VALOR	P > F
0	1.67	0.22	0.48	0.7	1.28	0.32
2	0.18	0.9	0.76	0.53	2.33	0.12
4	3.04	0.07	0.94	0.45	0.26	0.84
5	0.06	0.97	1.64	0.23	0.4	0.75
6	0.72	0.56	0.83	0.5	0.63	0.6
7	0.18	0.9	0.65	0.59	2.78	0.08
8	0.14	0.93	2.18	0.14	0.28	0.83
9	0.9	0.46	0.48	0.7	1.11	0.38
10	1.51	0.26	0.27	0.84	0.07	0.97
11	0.27	0.84	0.71	0.56	0.86	0.48
12	0.08	0.97	3.82*	0.03	0.64	0.6

Sin embargo, la prueba de Duncan presenta diferencia significativa en la cuarta, octava y séptima SDA, para las edades de 272; 288 y 319 DAA, respectivamente; además de presentar en la doceava SDA en la edad de 288 DAA (ver cuadro 4), los resultados son mayores para los tratamientos de 360; 480 y 600 g.i.a. de glifosato/Ha en la cuarta y octava SDA y menores en la séptima y doceava SDA en que se da la diferencia significativa.

CUADRO 4: Prueba de DUNCAN, en las 3 edades para el rend. en LbAz/TC al Quiebre de cogollo.

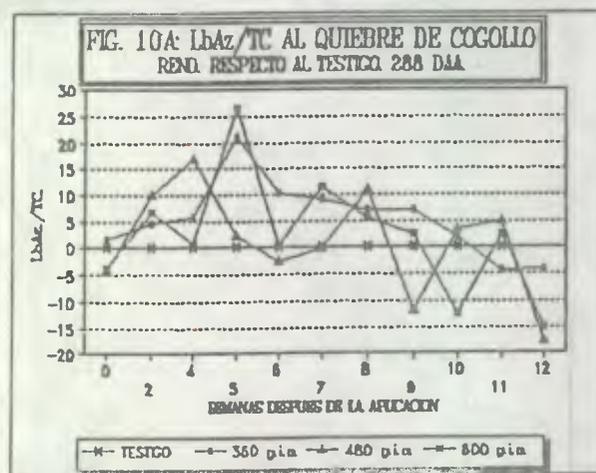
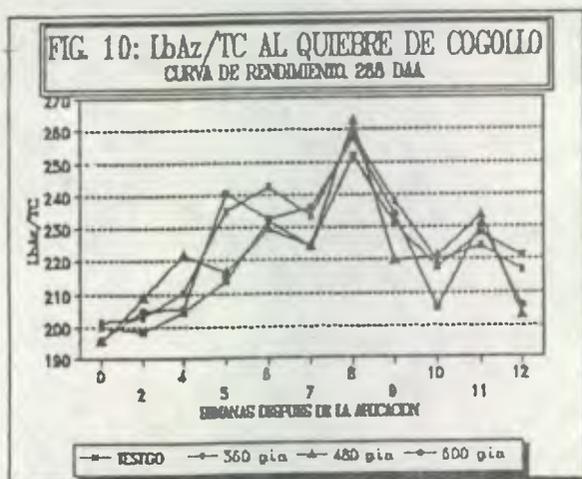
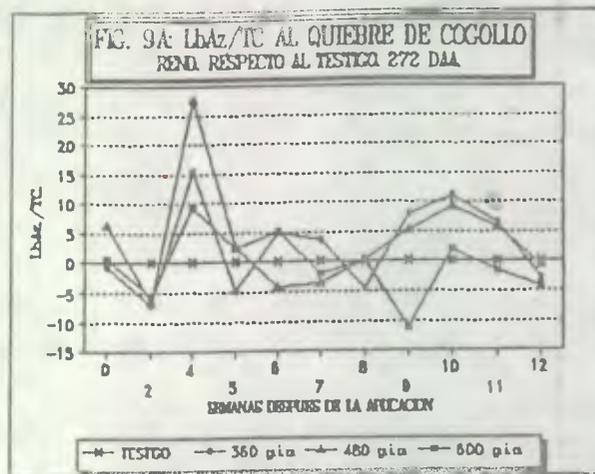
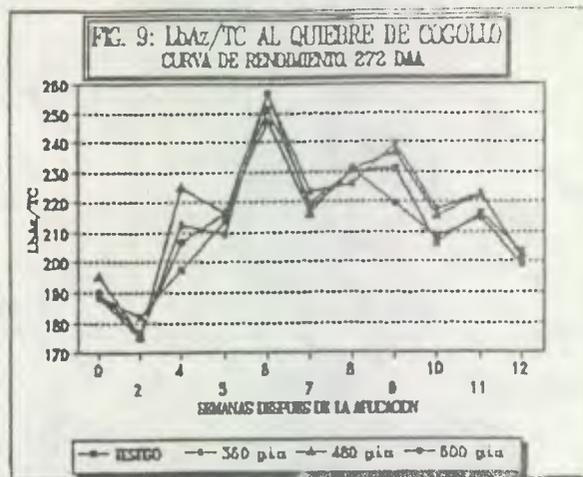
SEMANAS DESPUES APLICAR	272 DAA DOSIS/HA				288 DAA DOSIS/HA				319 DAA DOSIS/HA			
	0.0 g.i.a.	360 g.i.a.	480 g.i.a.	600 g.i.a.	0.0 g.i.a.	360 g.i.a.	480 g.i.a.	600 g.i.a.	0.0 g.i.a.	360 g.i.a.	480 g.i.a.	600 g.i.a.
	medias	medias	medias	medias	medias	medias	medias	medias	medias	medias	medias	medias
0	189.11	188.39	195.45	189.97	198.66	201.38	195.34	195.91	212.23	215.31	225.66	218.72
2	182.06	174.96	175.55	176.46	198.51	203.1	208.6	205.11	181.81	210.74	211.76	210.6
4	197.58 b	212.98 ab	225.17 a	206.93 ab	204.56	210.43	221.54	205.73	193.51	196.9	174.94	200.66
5	214.07	209.47	216.51	216.38	213.84	235.03	238.04	240.3	222.06	227.94	227.07	224.73
6	251.68	256.69	247.46	256.82	232.17	242.46	229.73	232.58	242.03	246.76	251.21	234.14
7	219.66	223.37	216.15	217.71	224.17	233.42	223.47	235.78	232.8 a	217.96 b	230.85 ab	220.89 ab
8	230.51	226.02	230.9	230.99	251.53 b	258.55 ab	262.33 a	257.11 ab	232.43	225.76	231.13	233.86
9	230.9	239	236.25	219.86	231.31	238.28	219.46	233.75	214.75	217.53	228.74	246.31
10	206.22	217.57	215.47	208.32	217.61	219.6	221.08	205.21	230	235.21	234.12	238.51
11	216.29	222.88	222.21	214.66	228.32	224.01	233.32	230.72	213.67	227.41	209.45	208.47
12	203.44	200.67	202.69	199.32	221 a	216.85 ab	203.13 b	205.69 b	221.18	213.56	197.15	209.99

De acuerdo con las figuras 9 y 9A, puede decirse que en la edad de 272 DAA la primera respuesta por parte de la planta a la aplicación del glisofato, es un descenso en el rendimiento (LbAz/TC al quiebre de cogollo) ya que, en la segunda SDA todos los tratamientos disminuyeron, se ve claramente que los tratamientos de 360; 480 y 600 g.i.a. de glisofato/Ha tuvieron un descenso más pronunciado, pero luego en la cuarta semana después de la aplicación los tres tratamientos mencionados superan al testigo, situación que para la dosis de 600 g.i.a. se mantuvo hasta la sexta SDA y para la dosis de 480 g.i.a. hasta la quinta SDA. Los tratamientos de 360 y 480 g.i.a., vuelven a mostrarse superiores al testigo, desde la novena hasta la onceava SDA.

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

En las figuras 10 y 10A, se presenta el rendimiento (LbAz/TC al quiebre de cogollo) en la edad de 288 DAA.

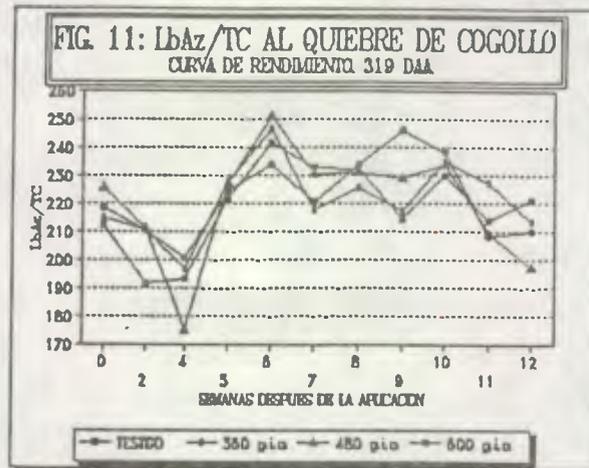
Como puede verse, los tres tratamientos que incluyen glifosato como parte de los mismos, se mantienen por encima del testigo desde la segunda hasta la octava SDA; a excepción del



tratamiento de 480 g.i.a. de glifosato/Ha, el cual en la sexta SDA, presenta un rendimiento menor que el testigo. A partir de la novena SDA el comportamiento respecto al testigo de los tratamientos de 480 y 600 g.i.a. es inestable, mientras que el de 360 g.i.a., es superior al testigo hasta la décima SDA.

Al aplicar el glifosato en esta edad, el comportamiento es más estable que en la anterior debido a que la planta está ya, más preparada para el almacenamiento de sacarosa y el glifosato solo adelantó el proceso de maduración.

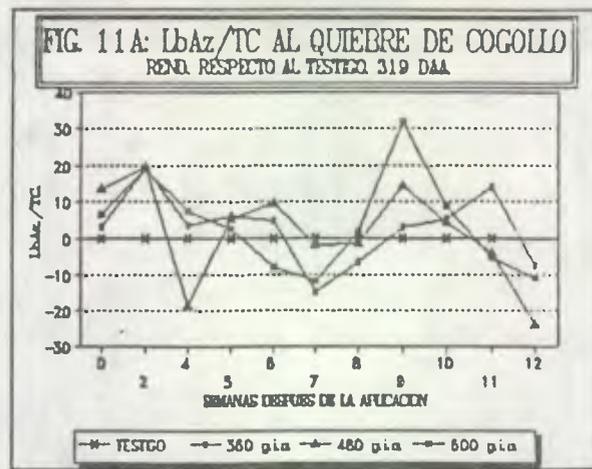
En la edad de 319 DAA, se presentan los rendimientos más irregulares, se observa en la figura 11, un descenso en el rendimiento de los cuatro tratamientos entre el muestreo previo y la cuarta SDA (el cual es muy marcado en el tratamiento de 480 g.i.a.); para volver a incrementarse en la quinta semana, a partir de la cual, a pesar de que se registran altibajos durante el resto de las semanas de muestreo, los descensos o ascensos en el rendimiento no son muy severos.



En esta edad el tratamiento de 360 g.i.a. de glifosato/Ha, supera al testigo desde la segunda SDA hasta la sexta, mientras que el de 600 g.i.a. solo presenta este comportamiento desde la segunda hasta la quinta SDA, rangos después de los cuales, el comportamiento de estos tratamientos respecto al testigo se torna inestable (ver figura 11A).

Es importante considerar que los datos más elevados de esta variable, se registran en las tres edades, entre la sexta y octava SDA; dato que debe ser tomado en cuenta al momento de la cosecha.

Al considerar independientemente el efecto de cada fuente de variación sobre esta variable se tiene lo siguiente. Con respecto a la edad, la que mejores resultados presentó es la de 288 DAA seguida por la de 319 DAA; edades entre las que la



diferencia no llegó a ser significativa. En cuanto a la dosis, no existe diferencia significativa entre los tratamientos pero debe considerarse el hecho de que en las dos edades que brindaron los mejores rendimientos, la dosis de 360 g.i.a. de glifosato/Ha se mantuvo por encima del testigo, durante las semanas más productivas, que de acuerdo con el cuadro 5, fueron la sexta y octava SDA.

CUADRO 5: Prueba de DUNCAN, considerando independientemente el efecto de cada fuente de variación; sobre el rend. en LbAz/TC al Quiebre de Cogollo

FUENTE DE VARIACION	RESULTADOS											
EDAD RENDIMIENTO	272 DAA.				288 DAA.				319 DAA.			
	214.42B				222.45A				220.68A			
DOSIS RENDIMIENTO	0.0 g.i.a./ha			360 g.i.a./ha.			480 g.i.a./ha.			600 g.i.a./ha.		
	217.3			220.9			219.4			219.1		
SEMANA RENDIMIENTO	0	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
	202.26DE	195.73E	204.2D	221.94C	243.64A	224.73BC	239.26A	229.67B	220.74C	220.95C	207.89D	

Tomando como criterio de decisión esta variable, puede decirse en base a los datos obtenidos que la aplicación de glifosato en caña de azúcar, adelanta el proceso de

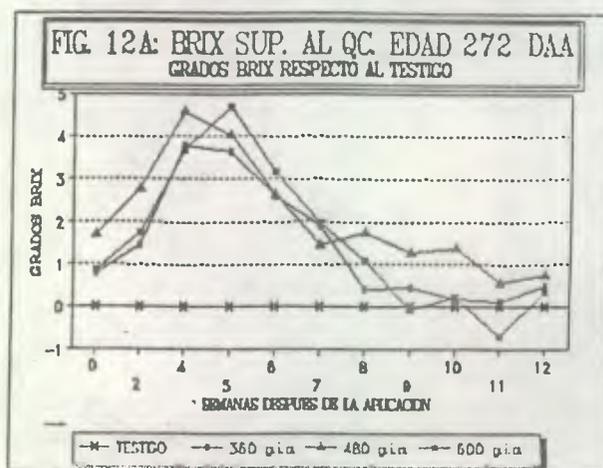
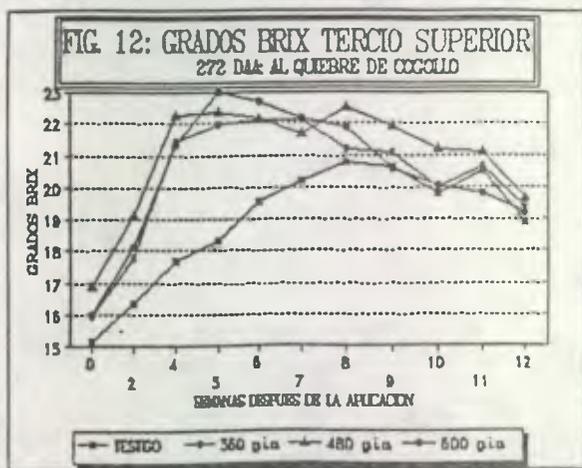
almacenamiento de sacarosa, principalmente cuando se aplica en una dosis de 360 g.i.a. de glifosato /Ha, a una plantación de 288 días; obteniéndose el máximo rendimiento del producto, entre la sexta y octava SDA.

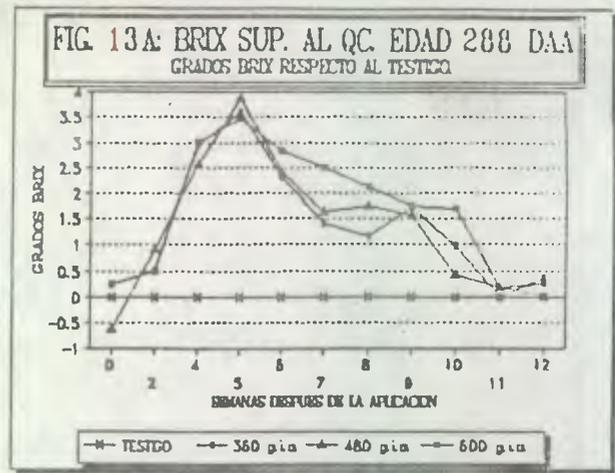
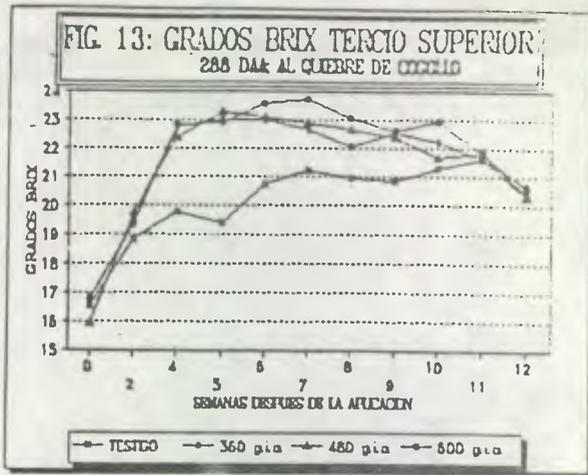
Se prefiere la edad de 288 DAA y no la de 319 DAA, ya que con la primera obtenemos el mismo rendimiento con 31 días menos de edad, lo cual puede permitir adelantar la zafra y enciclar variedades al llevar a cabo renovaciones, etc.

Un dato de importancia lo constituye el hecho de que en las últimas semanas de muestreo, los mejores rendimientos se registran por el testigo, circunstancia que se debe al hecho de que la maduración de este tratamiento, sea más prolongada (maduración natural) y por lo tanto su rendimiento es más estable.

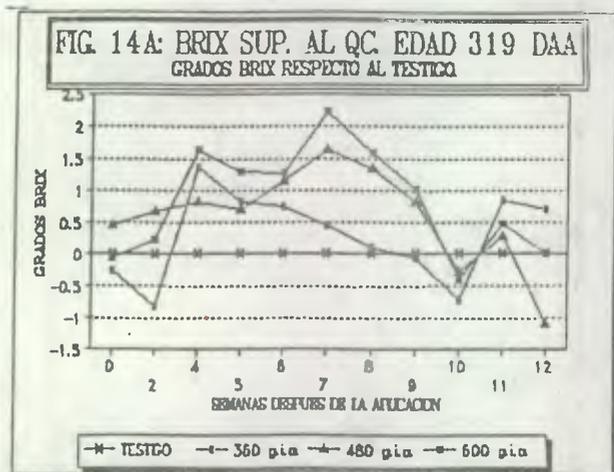
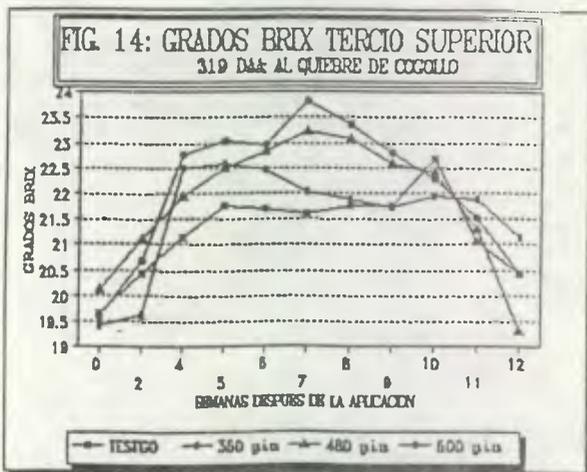
7.1.2 Grados Brix.

En esta variable, el efecto del glifosato es más fácil de observar que en las LbAz/TC al quiebre de cogollo; en las figuras 12, 12A, 13 y 13A se muestra para las edades de 272 y 288 DAA, el comportamiento de esta variable durante las doce semanas de muestreo y la diferencia que existió entre el testigo y cada uno de los demás tratamientos.





Se puede ver claramente que las curvas de las dos edades son similares, con la diferencia que en la 288 DAA los demás tratamientos superan al testigo desde la segunda SDA hasta la doceava SDA, mientras que a los 272 DAA estos tratamientos, superan al testigo solo hasta la novena SDA. En la edad 319 DAA, los tratamientos de 360; 480 y 600 g.i.a. de glifosato/Ha superan al testigo desde la cuarta hasta la octava SDA y la diferencia no es tan marcada como en las edades anteriores, ya que en esta edad (figuras 14 y 14A); dicha variable alcanzó valores mínimos de 18.5 grados en el muestreo previo a la aplicación; mientras que las otras dos no lograron superar los 17 grados Brix en esa semana.



En todas las edades, en las últimas semanas de muestreo, el testigo alcanza aproximadamente los mismos grados Brix que los otros tratamientos, debido a que en esa época ya se presentaba en su plenitud, la maduración natural de la plantación. Así también, en todos los casos los mejores tratamientos fueron los de 480 y 600 g.i.a. de glifosato/Ha.

7.2 Datos tomados al Corte Comercial.

7.2.1 Libras de Azúcar por Tonelada de Caña.

El ANDEVA (ver cuadro 6) para esta variable, indica que existe diferencia significativa en la quinta SDA, para la edad de 272 DAA; y en la décima SDA y en la cosecha para la edad de 288 DAA.

CUADRO 6: ANDEVA para el rend. en
LbAz/TC. al Corte Comercial

SEMANAS DESPUES APLICAR	EDAD					
	272 DAA		288 DAA		319 DAA	
	VALOR	P > F	VALOR	P > F	VALOR	P > F
0	0.23	0.87	1.87	0.18	1.5	0.26
2	1.55	0.25	0.48	0.7	0.83	0.5
4	2.44	0.11	1.56	0.25	0.34	0.79
5	6.14**	0.009	3.24	0.06	1.75	0.21
6	0.99	0.43	1.68	0.22	1.22	0.34
7	1.27	0.32	1.29	0.32	0.4	0.75
8	0.96	0.44	1.99	0.16	3.25	0.06
9	2.36	0.12	0.46	0.71	2.19	0.14
10	0.47	0.7	6.79**	0.006	0.85	0.49
11	0.2	0.89	0.68	0.58	0.86	0.48
12	1.12	0.37	1.03	0.41	0.13	0.94
En la Cosecha	2.99	0.07	5.38	0.01*	0.97	0.44

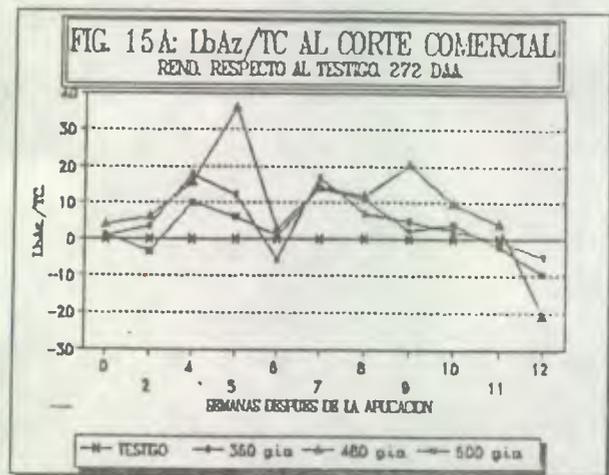
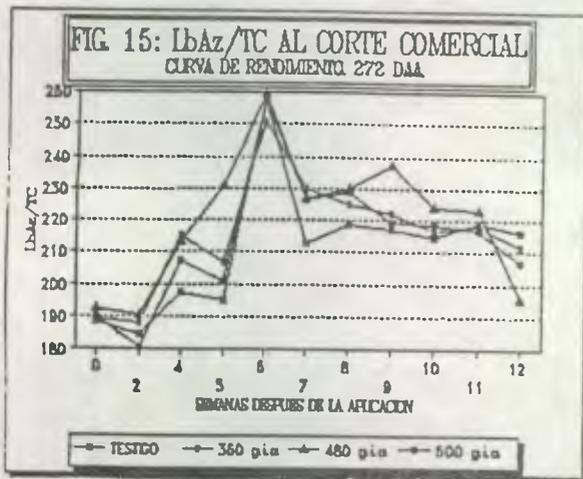
Por otro lado, la prueba de Duncan indica que existe diferencia significativa en varias semanas de cada edad y en la cosecha de las edades de 272 y 288 DAA (ver cuadro 7).

CUADRO 7: Prueba de DUNCAN, en las 3 edades para el rend. en LbAz/TC al Corte Comercial

SEMANAS DESPUES APLICAR	272 DAA DOSIS/HA.				288 DAA DOSIS/HA.				319 DAA DOSIS/HA.			
	0.0 g/a. medios	360 g/a. medios	480 g/a. medios	600 g/a. medios	0.0 g/a. medios	360 g/a. medios	480 g/a. medios	600 g/a. medios	0.0 g/a. medios	360 g/a. medios	480 g/a. medios	600 g/a. medios
0	188.62	189.41	192.58	189.88	198.78	202.96	196.19	192.66	223.65	218.17	230.37	217.09
2	184.34	187.76	190.37	180.73	198.66	206.39	211.35	201.77	201.4	213.64	211.72	214.4
4	197.32 b	215.2 a	213.21 ab	207.24 ab	201.24	219.35	211.57	207.87	205.58	203.31	179.55	200.14
5	194.67 b	206.76 b	230.93 a	200.63 b	211.12 b	233.74 a	228.54 ab	238.35 a	217.24	229.16	217.93	205.17
6	256.86	250.85	259.47	257.53	223.87	236.33	232.99	232.18	226.94	241.42	227.85	218.79
7	212.88	229.66	226.97	226.47	235.37	225.57	233.8	239.07	213.64	212.69	208.5	220.53
8	218.43	225.09	229.96	229.17	251.64	236.42	243.31	229.91	22.98 b	235.16 a	237.93 a	237.19 a
9	217.11 b	221.93 ab	237.26 a	218.19	214.57	218.17	226.88	212.56	223.76	234.37	227.3	239.86
10	214.65	216.79	224.1	218.49	192.77 b	228.11 a	224.08 a	230.88 a	217.75	216.44	221.21	221.85
11	219.16	218.39	222.94	216.73	237.07	238.88	234.18	235.37	226.21	201.47	219.51	205.84
12	216.18	211.45	195.27	208.44	222.12	215.81	219.81	223.93	202.57	197.67	204.81	297.26
En la Cosecha	235.12A	213.25AB	209.56B	207.99	218.42B	215.22B	231.98A	215.54B	229.09	233.27	221.29	246.7

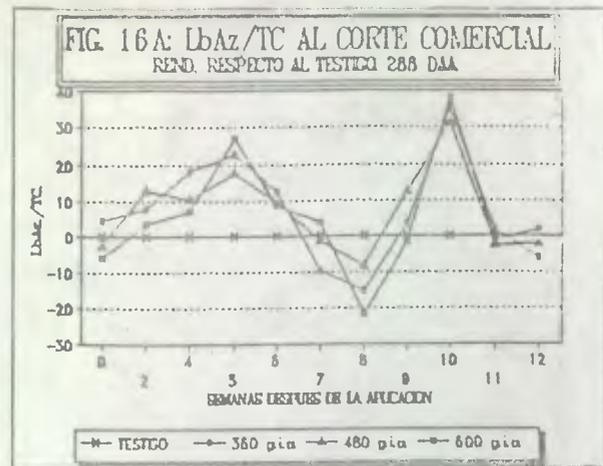
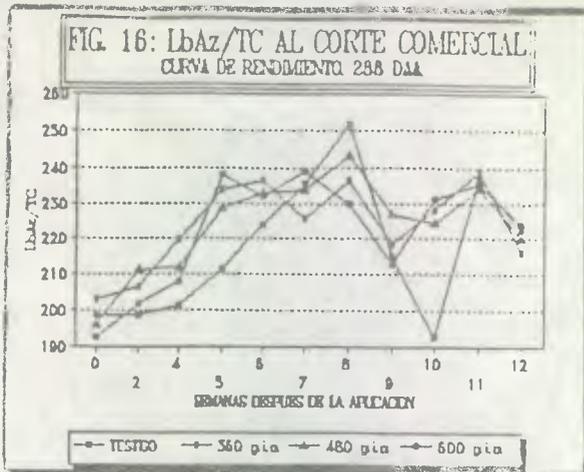
A excepción de la quinta y novena SDA, de acuerdo a la prueba de Duncan el testigo muestra los menores rendimientos en los casos en que hay diferencia significativa. En dichas semanas, solo el tratamiento de 480 g.i.a. de glifosato/Ha presenta diferencia significativa respecto al testigo. Mientras que en la cosecha de la edad de 272 DAA es el testigo el de los mejores resultados, datos que coinciden con la última semana de muestreo y que se atribuyen al hecho de que el testigo haya concluido su proceso de maduración natural. Los datos de cosecha en la edad de 288 DAA no coinciden con los de la última semana de muestreo, más sin embargo, el testigo solo es superado en la cosecha por el tratamiento de 480 g.i.a. de glifosato/Ha y en las últimas 2 semanas de muestreo, también se mantuvo en el segundo lugar de rendimiento y el primer lugar fue ocupado por diferentes tratamientos, lo que da un indicio de mayor estabilidad en el testigo, debido también a la forma en que se llevó a cabo su maduración (es decir, sin ningún agente artificial que interfiera con la misma).

De acuerdo con la figura 15, el comportamiento en general de esta variable, es similar al de la variable rendimiento en LbAz/TC al quiebre de cogollo: un descenso en el rendimiento en la segunda semana y luego un incremento en el mismo que alcanza su máximo en la sexta semana después de la aplicación y por último el rango de oscilación entre los descensos e incrementos es menor. El rendimiento en los tratamientos con 360; 480 y 600 g.i.a., se mantiene por encima del testigo, desde la segunda hasta la décima SDA, exceptuando el tratamiento de 600 g.i.a. en la segunda SDA y el de 360 g.i.a. en la sexta SDA (ver figura 15A).

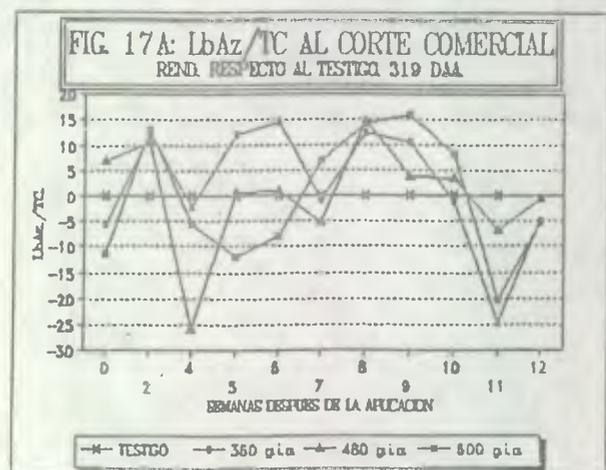
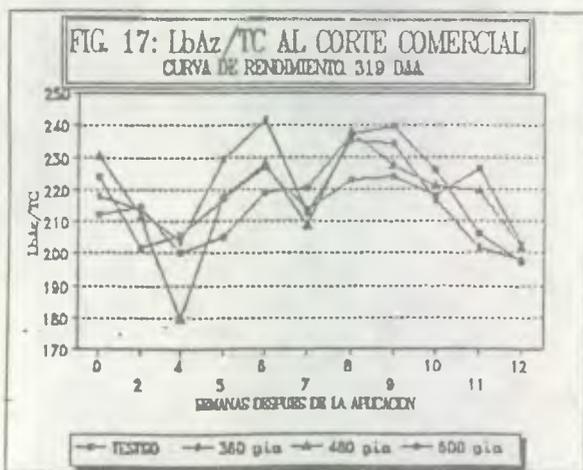


En cuanto a la edad de 288 DAA se puede decir que el comportamiento de esta variable es aún más parecido con el de la variable LbAz/TC al quiebre de cogollo que en la edad anterior. Es decir, hay una tendencia al incremento desde la segunda SDA hasta la octava SDA y luego se presenta un descenso pronunciado, principalmente en el tratamiento de 600 g.i.a. de glifosato/Ha (ver figura 16).

Sin embargo al observar la figura 16A, se nota claramente que aunque la diferencia entre los tratamientos de 360; 480 y 600 g.i.a. de glifosato/Ha y el testigo es mayor y más uniforme que en el quiebre de cogollo, el periodo en el cual los demás tratamientos superan al testigo, se restringe de la segunda a la sexta SDA.



En las figuras 17 y 17A se presenta el comportamiento de la variable LbAz/TC al corte comercial en la edad de 319 DAA, la diferencia de rendimiento de los tratamientos con 360; 480 y 600 g.i.a. de glifosato/Ha, respecto al testigo; durante las doce semanas de muestreo, respectivamente; en la edad de 319 DAA.



Como puede verse, el comportamiento de las LbAz/TC es más inestable en esta edad que en las otras dos estudiadas y el único tratamiento que presenta una tendencia a ser mayor en el rendimiento que el testigo durante una etapa definida, es el de 360 g.i.a., lo cual es debido a que los rendimientos que

presentaba esta edad al momento de la aplicación, ya eran bastante altos (ver cuadro 8), por lo tanto, las dosis mayores provocaron una sobremaduración de la caña.

CUADRO 8: Rendimientos promedio en LbAz/TC. por edad y tratamiento, observados al momento de la aplicación de glifosato.

TRATAMIENTO	EDAD		
	272 DAA.	288 DAA.	319 DAA.
0.0 g.i.a./ha.	188.62	198.78	223.65
360 g.i.a./ha	189.41	202.96	218.17
480 g.i.a./ha.	192.58	196.19	230.32
600 g.i.a./ha.	189.88	192.66	212.09

En el cuadro 9 se presentan los resultados de las pruebas de Duncan, de acuerdo con el cual los mejores rendimientos se obtienen en la edad de 288 DAA, con una dosis de 360 ó 480 g.i.a. de glifosato/Ha y al cosechar en la sexta y octava SDA, lo cual junto a los datos de la prueba de Duncan, durante las doce semanas de muestreo, indica que sí existe un adelanto en el proceso de maduración al utilizar el glifosato, siempre que se consideren las circunstancias mencionadas con anterioridad.

CUADRO 9: Prueba de DUNCAN, considerando independientemente el efecto de cada fuente de variación; sobre el rend. en LbAz/TC al Corte Comercial

FUENTE DE VARIACION	RESULTADOS											
	272 DAA.				288 DAA.				319 DAA.			
EDAD RENDIMIENTO	215.21B				221.72A				216.96B			
DOSIS RENDIMIENTO	0.0 g.i.a./ha			360 g.i.a./ha.			480 g.i.a./ha.			600 g.i.a./ha.		
	214.82B			219.35A			220.28A			217.39AB		
SEMANA RENDIMIENTO	0	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
	202.94E	200.21L	205.16DE	217.84C	238.75A	223.75BC	233.1A	224.41B	219.26BC	222.98BC	209.19D	

El ANDEVA para la interacción dosis * edad de esta variable durante las doce semanas de muestreo, indica que existe diferencia significativa en la quinta, octava y décima SDA y en la cosecha. La quinta SDA es la que presenta mayor interés para el presente estudio ya que con la aplicación de glifosato se pretende adelantar la maduración; en dicha semana los mejores tratamientos fueron los siguientes: en la edad de 288 DAA los tratamientos de 360 y 600 g.i.a. de glifosato/Ha y para la edad de 272 DAA el tratamiento de 480 g.i.a. (ver cuadro 10).

CUADRO 10: ANDEVA y prueba de Duncan en la interacción dosis x edad, para el rend. en LbAz/TC al corte comercial.

SEMANAS DESPUES APLICAR	ANDEVA		272 DAA. DOSIS/HA				288 DAA. DOSIS/ H				319 DAA. DOSIS/HA			
	VALOR F	P>F	0.0 g/a.	360 g/a.	480 g/a.	600 g/a.	0.0 g/a.	360 g/a.	480 g/a.	600 g/a.	0.0 g/a.	360 g/a.	480 g/a.	600 g/a.
			medias	medias	medias	medias	medias	medias	medias	medias	medias	medias	medias	medias
5	3.03	0.02*	194.87	206.76	230.93	200.83	211.12	233.74	228.54	238.25	217.23	229.16	217.92	205.12
			F	CDEF	A	EF	CDE	A	AB	A	BCD	AB	BC	DEF
8	2.73	0.03*	218.43	225.09	229.96	229.12	251.84	236.42	243.31	229.91	222.9	235.16	237.93	237.19
			E	DE	CD	CD	A	BC	AB	CD	DE	BC	BC	BC
10	3.31	0.01**	214.65	216.79	224.1	218.49	192.77	228.11	224.08	230.88	217.75	216.44	221.21	225.85
			D	CD	ABCD	BCD	E	AB	ABCD	A	CD	CD	ABCD	ABC
EN LA COSECHA	2.5	0.04*	235.12	213.25	209.56	207.89	218.42	215.22	231.97	215.64	229.09	233.27	221.29	248.7
			B	E	E	E	CDE	DE	BC	DE	BCD	BC	BCDE	A

Puede verse claramente que al igual que en el análisis independiente de las dosis y la edad, la caña de 319 DAA es la que presenta los menores resultados, debido al grado de madurez en que se encontraba al momento de aplicar el producto.

Se ve en forma clara que aunque el comportamiento del rendimiento en LbAz/TC es parecido al tomarse al quiebre de cogollo y al corte comercial la respuesta del glifosato es mayor al corte comercial principalmente, en las edades de 272 y 288 DAA, ésto es debido al efecto de maduración natural que provoca la floración (en el testigo fue en promedio de 97 % y en los demás tratamientos no superó el 5%), el cual se presenta básicamente en los cogollos y ayuda a que el rendimiento en toda la caña sea un poco más uniforme. La diferencia entre el testigo y los demás tratamientos es mayor al corte comercial

que al quiebre de cogollo, pues en la primera, el efecto de la floración no es significativo, y el del glifosato sí, pues este se presenta en todo el tallo. Con esto no se quiere decir que el efecto del glifosato es mayor en la parte inferior del tallo, sino únicamente que es más generalizado que el efecto de la floración.

Para las condiciones actuales de corte de caña son más confiables los datos reportados al corte comercial, ya que los cogollos se dejan en el campo; pero si en determinado momento se pretende elevar la altura de corte, será necesario considerar abiertamente los resultados reportados al quiebre de cogollo.

De acuerdo con los cuadros 4 y 7, se puede decir que la aplicación del producto (glifosato) en nuestras condiciones, no incrementa el rendimiento de la caña, sino únicamente adelanta el proceso de maduración (almacenamiento de sacarosa), ya que el testigo alcanza siempre los mismos niveles de rendimiento que los otros tratamientos, pero de 2 a 4 semanas más tarde; por lo tanto este puede ser un buen método para adelantar el inicio de la zafra a nivel nacional, obteniendo los mismos rendimientos en LbAz/TC, que cuando se presentan las condiciones óptimas de maduración.

7.2.2 Grados Brix.

El comportamiento de los grados Brix tomados al corte comercial, es prácticamente el mismo que cuando se tomaron al quiebre de cogollo, con la única diferencia que al tomarse al corte comercial los tratamientos con 360; 480 y 600 g.i.a. superan al testigo desde la segunda hasta la décima SDA, a excepción de la edad de 319 DAA, en la cual este comportamiento se da únicamente hasta la novena SDA; ya que en la décima SDA se presenta un descenso bien marcado de la diferencia con respecto al testigo (ver figuras 18, 18A, 19, 19A, 20 y 20A).

El análisis de varianza para la interacción dosis * edad de los grados Brix, presentó diferencia significativa

FIG. 18: GRADOS BRUX TERCIO SUPERIOR
272 DAA AL CORTE COMERCIAL

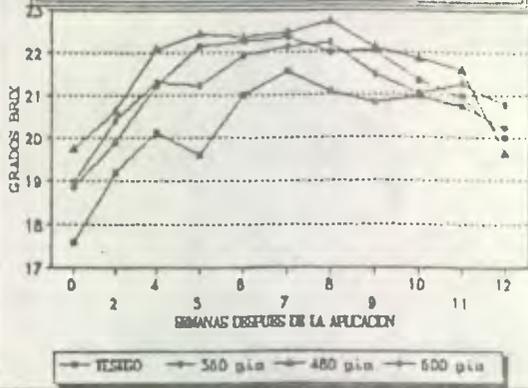


FIG. 18A: BRUX SUP. AL CC. EDAD 272 DAA
GRADOS BRUX RESPECTO AL TESTIGO

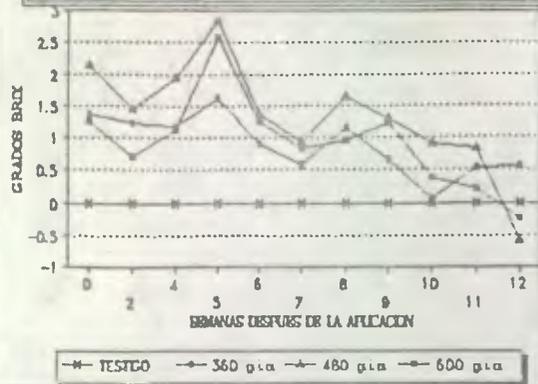


FIG. 19: GRADOS BRUX TERCIO SUPERIOR
288 DAA AL CORTE COMERCIAL

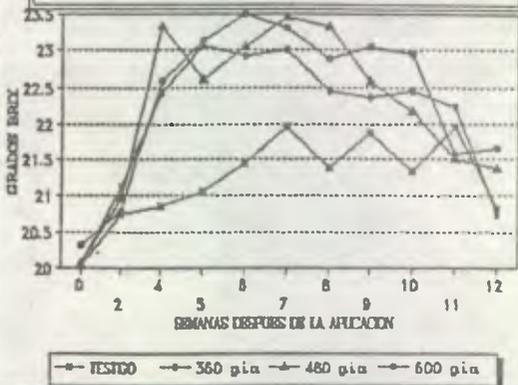


FIG. 19A: BRUX SUP. AL CC. EDAD 288 DAA
GRADOS BRUX RESPECTO AL TESTIGO

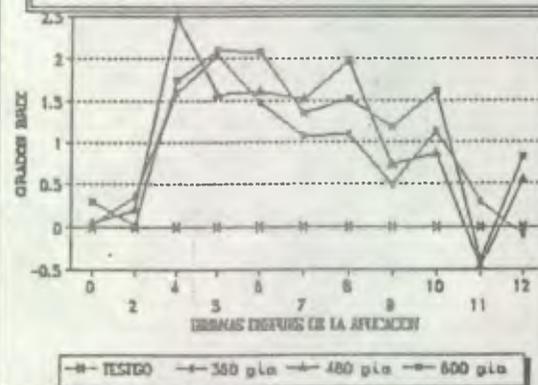


FIG. 20: GRADOS BRUX TERCIO SUPERIOR
319 DAA AL CORTE COMERCIAL

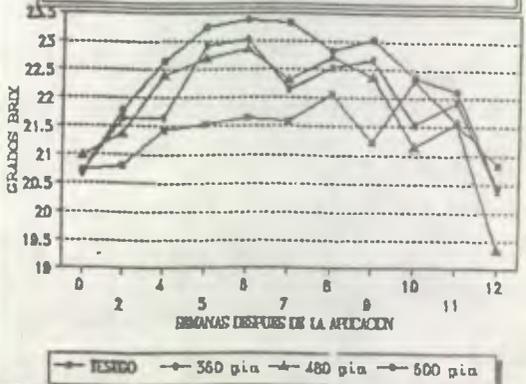
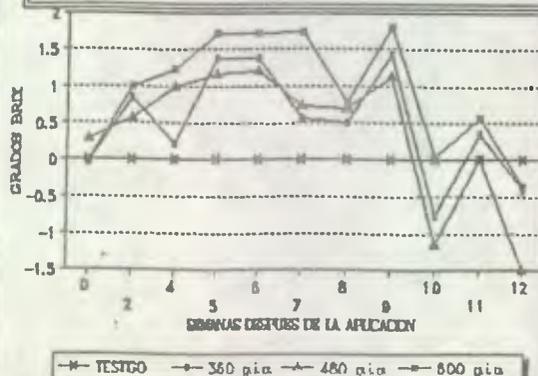


FIG. 20A: BRUX SUP. AL CC. EDAD 319 DAA
GRADOS BRUX RESPECTO AL TESTIGO



únicamente en la cosecha; y en la prueba de Duncan esta diferencia es mayor en la caña de 272 DAA en el tratamiento testigo, en la de 288 DAA el tratamiento de 480 g.i.a. y en la edad de 319 DAA el tratamiento de 600 g.i.a. El hecho de que en la primera edad sea el tratamiento testigo el de los mejores resultados responde a que en la cosecha se presentaban ya las condiciones óptimas para la maduración natural del testigo (ver cuadro 11). Sin embargo hay que tomar en cuenta que se llegó hasta la doceava SDA solo con fines de estudio ya que la función del glifosato es la de adelantar el proceso de maduración en la caña de azúcar y por consiguiente la cosecha de la misma.

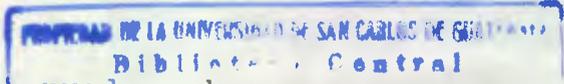
CUADRO 11: ANDEVA y prueba de Duncan en la interacción dosis x edad, para los grados Brix al corte comercial.

SEMANAS DESPUES APLICAR	ANDEVA		272 DAA. DOSIS/HA				288 DAA. DOSIS/HA				319 DAA. DOSIS/HA			
	VALOR F	P ₀₅	0.0 g/a.	360 g/a.	480 g/a.	600 g/a.	0.0 g/a.	360 g/a.	480 g/a.	600 g/a.	0.0 g/a.	360 g/a.	480 g/a.	600 g/a.
			medias	medias	medias	medias	medias	medias	medias	medias	medias	medias	medias	medias
EN LA COSECHA	3.62	0.006**	19.15	18.05	17.75	18.4	17.77	17.9	19.05	17.3	17.3	18.5	17.62	19.02
			A	BCD	BCD	ABC	BCD	BCD	A	D	D	AB	CD	A

7.2.3 Toneladas de Caña por Hectárea (TC/Ha).

Se presentó diferencia significativa en la caña con 319 DAA en la quinta, séptima, octava, novena, décima y doceava SDA, así como en la décima SDA en la edad de 272 DAA (ver cuadro 12 y 13). Los rendimientos presentados, son en todos los casos mayores en el testigo y preferentemente menores en el tratamiento de 600 g.i.a. de glifosato/Ha.

Al momento de la cosecha, no hubo diferencia significativa entre los tratamientos. De acuerdo con BUENAVENTURA (11), debió haberse presentado una diferencia inversamente proporcional a la edad (a menor edad, mayor diferencia entre el testigo y los demás tratamientos) y directamente proporcional a la dosis de glifosato a aplicar.

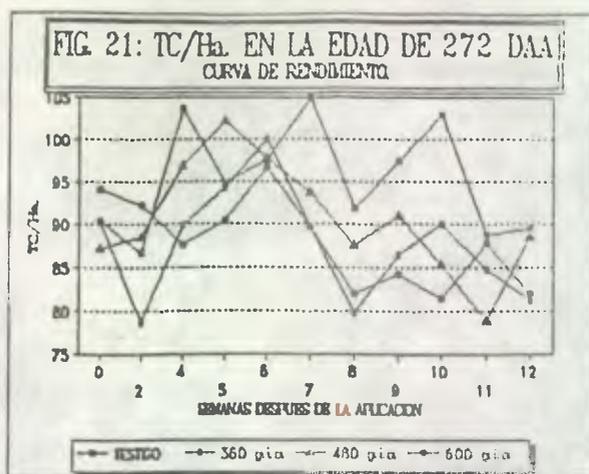
En la figura 21,  puede observarse una marcada irregularidad en los datos de tonelaje de la edad de 272 DAA. En esta edad se presenta una diferencia bien definida entre el

CUADRO 12: ANDEVA para el rend. en TC/HA

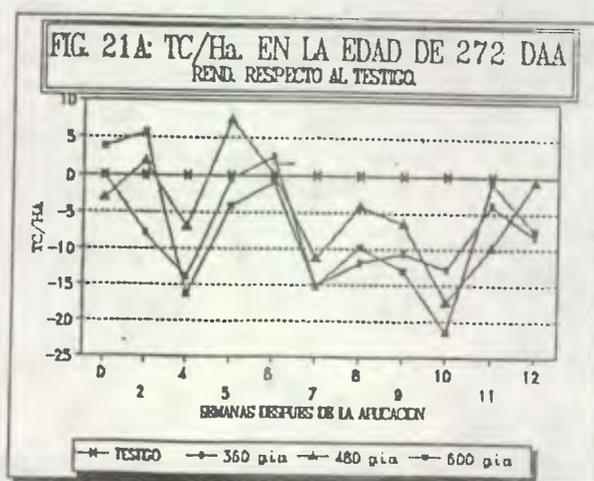
SEMANAS DESPUES APLICAR	EDAD					
	272 DAA		288 DAA		319 DAA	
	VALOR	P > F	VALOR	P > F	VALOR	P > F
0	0.11	0.95	0.07	0.97	0.22	0.88
2	0.5	0.68	0.26	0.85	1.26	0.33
4	0.7	56	0.16	0.92	1.91	0.18
5	0.39	0.76	1.89	0.18	3.37*	0.05
6	0.04	0.98	0.17	0.91	1.2	0.35
7	0.83	0.5	0.29	0.82	5.07**	0.01
8	0.44	0.72	1.06	0.4	2.04	0.16
9	1.34	0.3	0.05	0.98	5.66**	0.01
10	3.12	0.06	0.29	0.83	3.42**	0.05
11	0.37	0.77	0.41	0.74	0.5	0.68
12	0.18	0.9	0.07	0.97	4.93**	0.01
En la Cosecha	0.08	0.97	0.04	0.98	0.14	0.93

CUADRO 13: Prueba de DUNCAN, en las 3 edades para el rend. en TC/HA

SEMANAS DESPUES APLICAR	272 DAA. DOSIS/HA.				288 DAA. DOSIS/HA.				319 DAA. DOSIS/HA.			
	0.0 g/a.	360 g/a.	480 g/a.	600 g/a.	0.0 g/a.	360 g/a.	480 g/a.	600 g/a.	0.0 g/a.	360 g/a.	480 g/a.	600 g/a.
	medios	medios	medios	medios	medios	medios	medios	medios	medios	medios	medios	medios
0	90.4	90.25	87.28	94.16	97.24	96.32	100.6	101.67	122.92	116.2	126.97	123.84
2	86.63	78.68	88.53	92.31	101.88	97.33	94.23	101.13	119.13	111.73	118.03	99.03
4	103.79	89.83	96.84	87.56	107.59	109.42	116.37	109.92	130.65	128.84	124.79	109.74
5	94.74	94.25	102.21	90.45	119.86	99.46	114.31	112.25	133.93 a	127.82 ob	140.77 a	112.57 b
6	97.66	100.01	97.82	96.69	109.5	102.51	108.36	108.79	102.99	112.2	111.95	104.16
7	104.97	89.63	93.67	89.73	113.04	117.24	116.15	123.99	129.43 a	125.96 a	135.85 a	97.70 b
8	91.98	79.89	87.69	82.08	83.27	77.66	95.1	93.76	117.83 a	107.17 ob	100.52 ob	87.21 b
9	97.42	86.57	90.89	84.35	81.78	88.52	88.79	90.4	128.07 a	118.13 a	133.36 a	92.19 b
10	102.92 a	90.09 ob	85.44 b	81.54 b	104.46	95.28	99.76	98.58	112.20 a	110.91 a	116.18 a	96.01 b
11	88.77	84.84	78.95	87.85	103.04	89.6	90.98	104.29	113.11	103.27	103.61	98.18
12	89.45	81.25	83.65	82.09	104.96	103.04	99.84	103.28	128.76 a	117.36 a	120.24 a	100.64 b
En la Cosecha	115.38	118.05	117.07	116.57	99.87	96.91	98.32	100.38	132.94	125.88	129.44	123.12

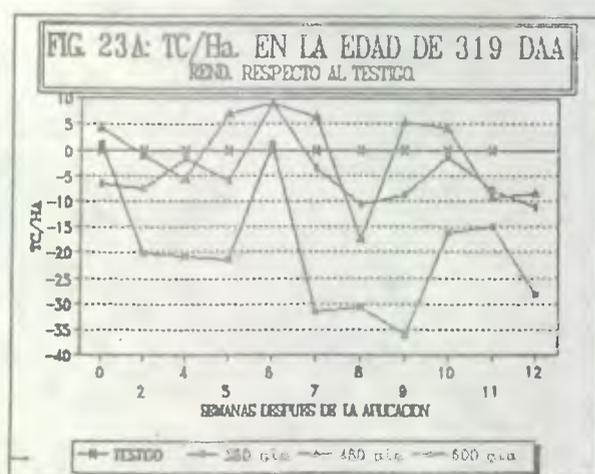
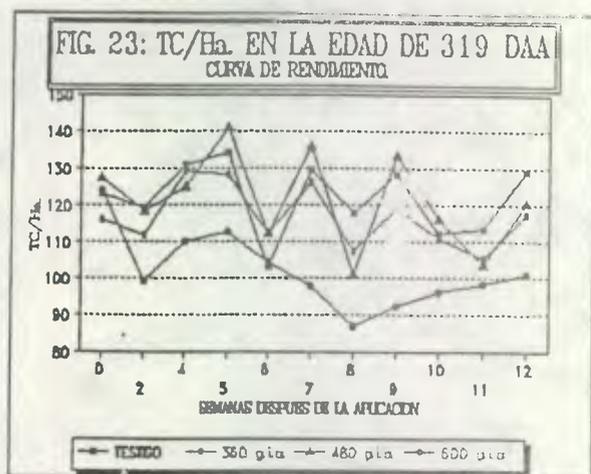
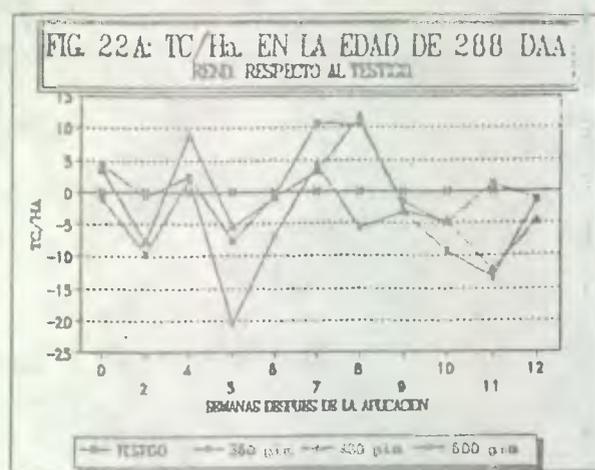
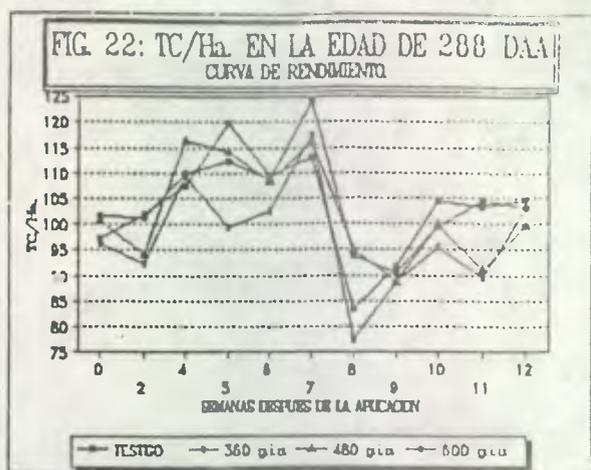


testigo y los demás tratamientos a partir de la séptima SDA, la cual va disminuyendo en las últimas semanas de muestreo (ver figura 21A).



La edad de 288 DAA presenta un comportamiento más estable en la producción que la edad anterior, y no se presenta ninguna tendencia por parte de alguno de los tratamientos, a ser el de mayor tonelaje/Ha (ver figuras 22 y 22A).

De acuerdo con las figuras 23 y 23A, los tratamientos testigo, 360 y 480 g.i.a. de glifosato/Ha, presentan un comportamiento semejante y no está definido dentro de los mismos, cual es el de mayor de producción, por otro lado puede



verse que el tratamiento de 600 g.i.a., presenta a partir de la segunda SDA rendimientos menores que los demás tratamientos.

En el cuadro 14, se puede ver que la edad que ofrece los mejores tonelajes (con diferencia significativa), es la 319 DAA, seguida por la de 288 DAA, en cuanto a la dosis se puede observar que es únicamente la de 600 g.i.a., la que contrarresta significativamente el tonelaje de la plantación y la mayor producción se presenta en la cuarta y séptima SDA.

El ANDEVA para esta variable en la interacción dosis * edad presenta diferencia significativa en la séptima y novena

CUADRO 14: Prueba de DUNCAN, considerando independientemente el efecto de cada fuente de variación; sobre el rend. en TC/HA.

FUENTE DE VARIACION	RESULTADOS										
EDAD	272 DAA.				288 DAA.				319 DAA.		
RENDIMIENTO	90.47C				101.84B				115.34A		
DOSIS	0.0 g.i.o./ha			360 g.i.o./ha.			480 g.i.o./ha.		600 g.i.o./ha.		
RENDIMIENTO	106.79A			100.58B			104.69A		98.15B		
SEMANA	0	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12
RENDIMIENTO	103.98CB	98.63CDE	109.61AB	111.88A	104.39BC	111.44A	92.01E	99.29CD	99.53CD	97.5ED	101.59CD

SDA; al llevar a cabo la prueba de Duncan, en ambas semanas el mejor tratamiento resultó ser el de 480 g.i.a. en la edad de 319 DAA (ver cuadro 15). Este resultado con respecto a la edad era el esperado, pero debió haberse presentado en el tratamiento testigo.

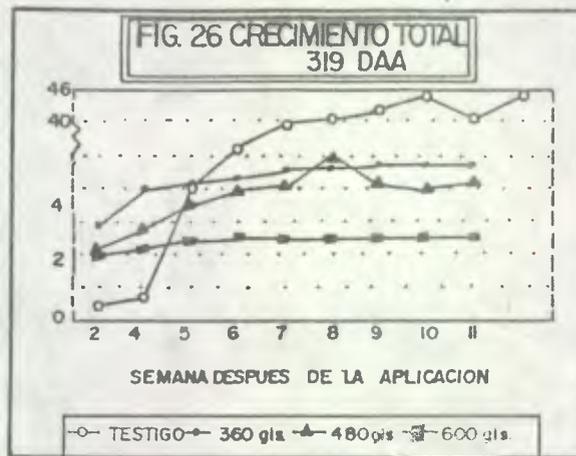
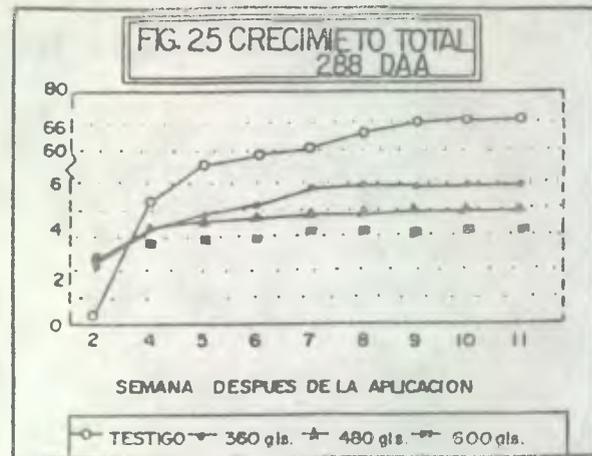
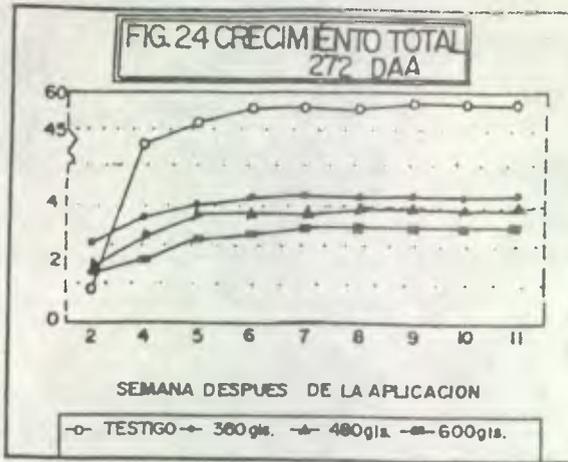
CUADRO 15: ANDEVA y Prueba de Duncan en la interacción dosis x edad, para el rend. en TC/HA.

SEMANAS DESPUES APLICAR	ANDEVA		272 DAA. DOSIS/HA				288 DAA. DOSIS/HA				319 DAA. DOSIS/HA			
	VALOR F	P>F	0.0 g.i.o.	360 g.i.o.	480 g.i.o.	600 g.i.o.	0.0 g.i.o.	360 g.i.o.	480 g.i.o.	600 g.i.o.	0.0 g.i.o.	360 g.i.o.	480 g.i.o.	600 g.i.o.
			medios	medios	medios	medios	medios	medios	medios	medios	medios	medios	medios	medios
7	2.65	0.03*	104.97	89.63	97.67	89.73	113.04	117.24	116.14	123.99	129.43	125.96	135.85	97.7
			DE	F	EF	F	CD	BCD	CD	ABC	AB	ABC	A	EF
9	3.17	0.01**	97.42	86.37	90.89	84.35	91.78	88.58	88.79	90.4	128.06	119.13	133.36	92.19
			C	D	CD	D	CD	CD	CD	CD	AB	B	A	CD

7.2.4 Crecimiento.

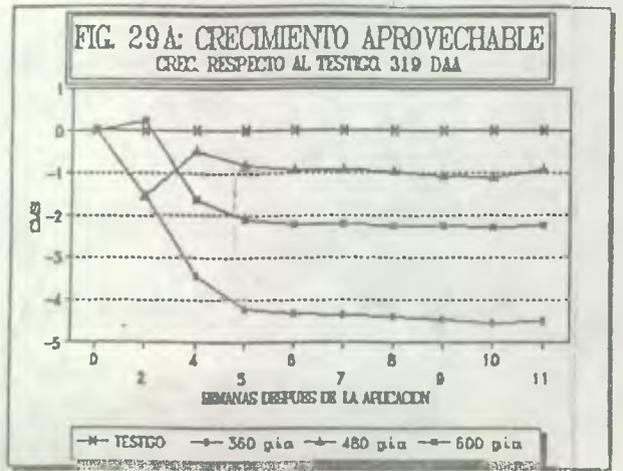
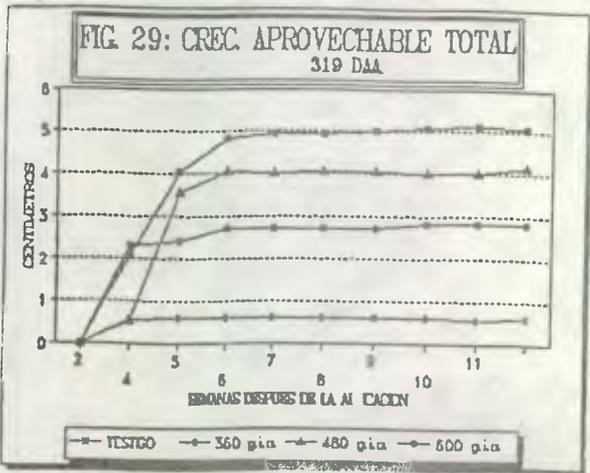
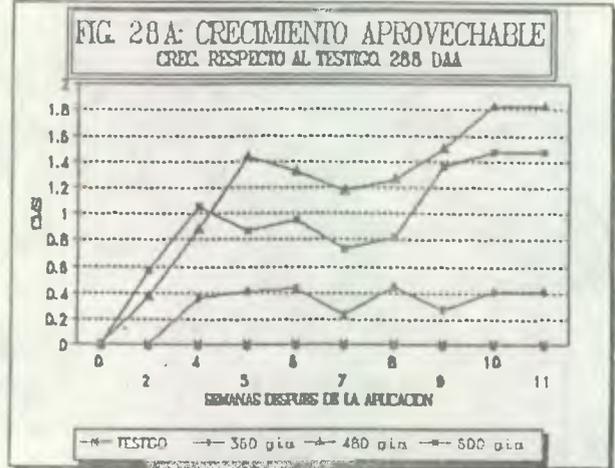
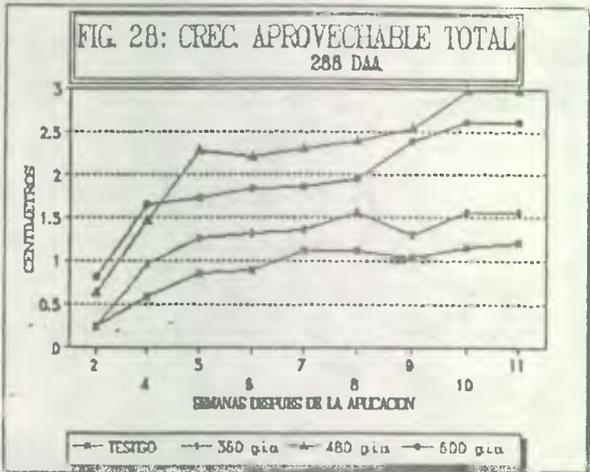
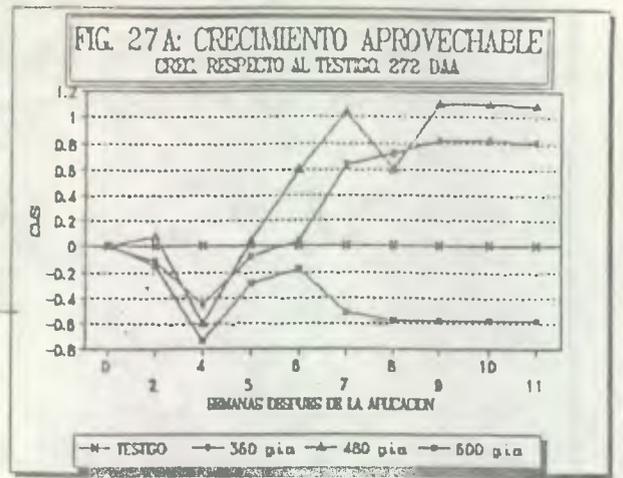
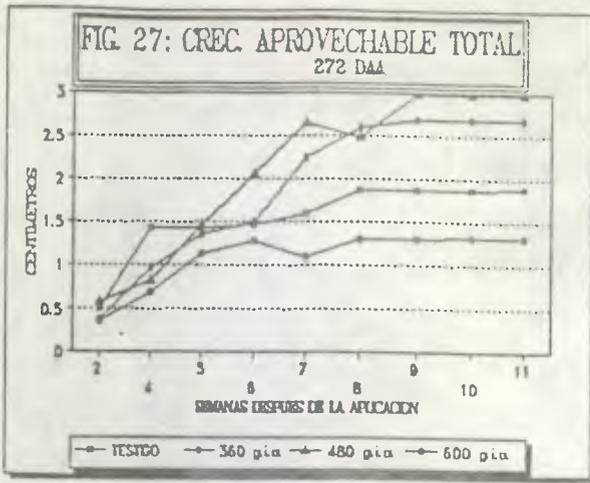
Esta variable es de gran ayuda para dar más apoyo a los resultados obtenidos en la estimación de tonelajes/HA; ya que da una pauta para aclarar el hecho de que no exista diferencia significativa entre los tonelajes obtenidos en todos los tratamientos.

En las figuras 24 a la 26, se pueden ver los resultados del crecimiento total obtenido en cada una de las edades;



claramente se observa el excesivo crecimiento total que tuvo el testigo respecto a los demás tratamientos, pero hay que considerar que este crecimiento consistió únicamente en la formación de la flor, dicho crecimiento no es de utilidad al considerar el tonelaje que puede rendir un cañal, ya que la flor al momento de la cosecha se queda en el campo y la energía que pierden los tallos en desarrollarla es desperdiciada.

La otra medida de crecimiento evaluada y que se denominó crecimiento aprovechable total, es en realidad el crecimiento que en determinado momento interesa, pues constituye el crecimiento registrado en la parte de la caña que si es llevada al Ingenio para su molienda, y como puede verse en las figuras 27 y 27A a la 29 y 29A, nunca se obtuvo una diferencia mayor de



2 cms. entre el tratamiento que más creció y el que menos creció; y solamente en la edad de 319 DAA es el testigo el que supera en este crecimiento a los otros tratamientos, dato que tiene relación con los resultados de tonelaje obtenidos en la cosecha. A pesar de la inestabilidad que se observa en los datos de tonelaje (la cual puede deberse a efectos de muestreo), se ve claramente a excepción del tratamiento de 600 g.i.a. de glifosato/Ha en la edad de 319 DAA, que la reducción en el mismo por parte del glifosato, no es en ningún momento significativa, pero esto se debió principalmente al estado fisiológico de la plantación al momento en que se llevó a cabo la aplicación, ya que las tres edades estaban prestas a florecer, por lo tanto su crecimiento estaba en ese momento reducido al mínimo y la única elongación de importancia registrada en los tallos se dió por efectos de floración, específicamente en el tratamiento testigo; es muy importante considerar esta situación al llevar a cabo aplicaciones comerciales de glifosato en esta variedad y en otras variedades florecedoras (de maduración temprana), para que no existan reducciones en el tonelaje provocadas por la aplicación del producto, mientras que en las variedades tardías si podría presentarse una diferencia más marcada en el tonelaje al aplicar el glifosato, pues en éstas no se presenta ningún proceso fisiológico que contribuya a la maduración y a la vez disminuya el crecimiento de la plantación en un período dado; en este tipo de variedades la maduración y reducción del crecimiento se dan únicamente como respuesta a factores climáticos adversos (principalmente baja precipitación pluvial y alta oscilación térmica).

7.2.5 *Toneladas de Azúcar por Hectárea (TAZ/Ha).*

Para la edad de 319 DAA se puede apreciar que existe diferencia significativa en la quinta, séptima, novena, décima y doceava SDA, en las cuales los rendimientos son mayores en todos los casos para el testigo y para la dosis de 480 g.i.a.; dato coincidente con el de toneladas/Ha que lógicamente tiene una influencia directa junto al rendimiento en LbAz/TC, sobre esta variable (ver cuadro 16 y 17).

CUADRO 16: ANDEVA para el rend. en Taz/HA

SEMANAS DESPUES APLICAR	EDAD					
	272 DAA		288 DAA		319 DAA	
	VALOR	P > F	VALOR	P > F	VALOR	P > F
0	0.08	0.97	0	0.999	0.45	0.71
2	0.42	0.74	0.07	0.97	0.56	0.65
4	0.39	0.76	0.32	0.81	0.48	0.7
5	1.85	0.19	0.99	0.43	4.62 ^a	0.02
6	0.02	0.99	0.1	0.95	1.57	0.24
7	0.26	0.85	0.55	0.65	2.8	0.08
8	0.31	0.81	1.06	0.4	1.47	0.27
9	1.21	0.34	0.12	0.94	3.2	0.06
10	1.68	0.22	0.51	0.68	2.65	0.09
11	0.19	0.89	0.4	0.75	1.42	0.28
12	0.2	0.89	0.15	0.92	2.62	0.09
En la Cosecha	0.72	0.55	0.18	0.91	0.56	0.65

CUADRO 17: Prueba de DUNCAN, en las 3 edades para el rend. en Taz/HA.

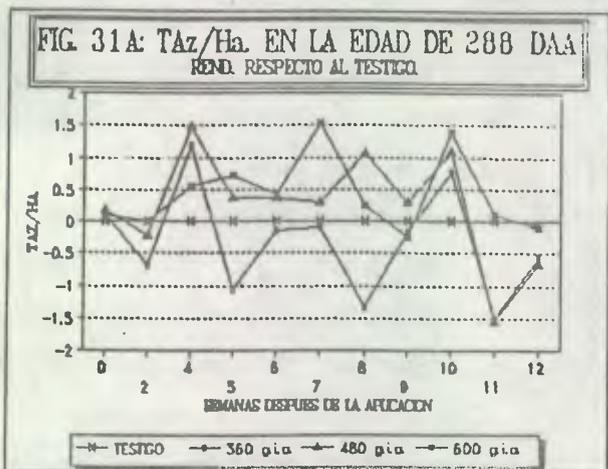
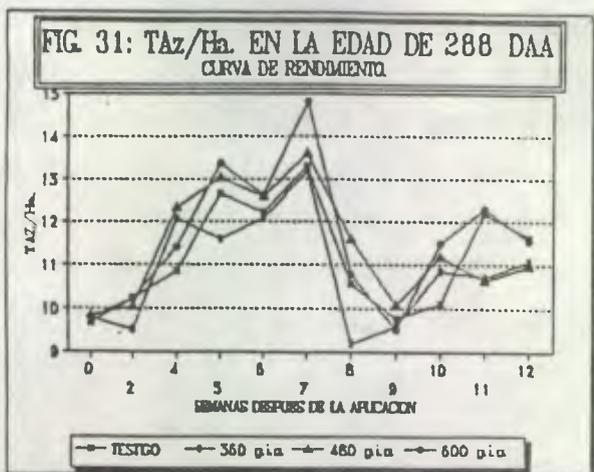
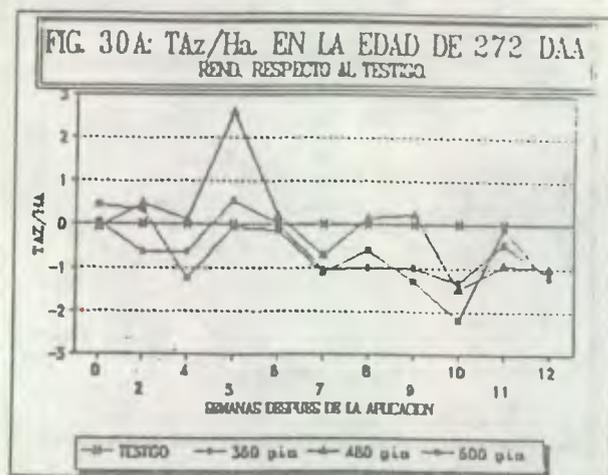
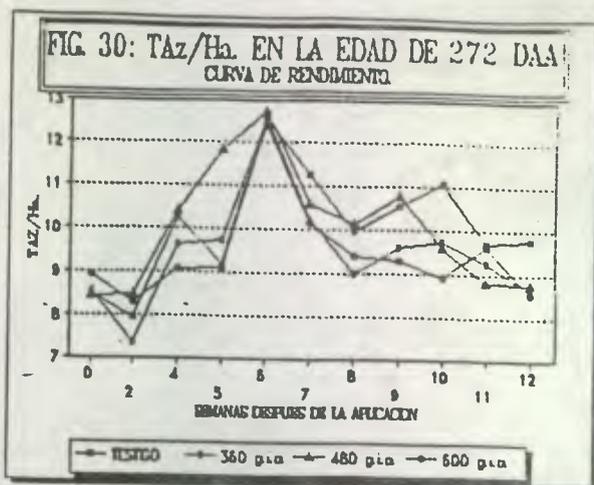
SEMANAS DESPUES APLICAR	272 DAA DOSIS/HA.				288 DAA DOSIS/HA.				319 DAA DOSIS/HA.			
	0.0 g/a.	360 g/a.	480 g/a.	600 g/a.	0.0 g/a.	360 g/a.	480 g/a.	600 g/a.	0.0 g/a.	360 g/a.	480 g/a.	600 g/a.
	medias	medias	medias	medias	medias	medias	medias	medias	medias	medias	medias	medias
0	8.5	8.54	8.44	8.95	9.88	9.78	9.85	9.79	13.72	12.86	14.64	13.23
2	7.98	7.36	8.47	8.31	10.23	9.54	10.01	10.24	12.02	11.95	12.53	10.87
4	10.27	9.63	10.4	9.06	10.87	12.07	12.34	11.41	13.4	13.08	11.53	11.1
5	9.19	9.74	11.8	9.11	12.66	11.59	13.04	13.38	14.45 a	14.65 a	15.35 a	11.56 b
6	12.54	12.54	12.73	12.4	12.23	12.08	12.56	12.64	11.68	13.54	12.84	11.4
7	11.28	10.24	10.58	10.17	13.3	13.18	13.4	14.82	13.82 A	13.47 AB	14.12 A	10.78 B
8	8.97	8.98	10.13	9.4	10.53	9.2	11.6	10.77	13.05	12.98	11.94	10.38
9	10.57	9.59	10.79	9.28	9.78	9.61	10.07	9.53	14.31 A	14.02 AB	15.17 A	11.05 B
10	11.08	9.76	9.59	8.91	10.09	10.86	11.17	11.46	12.17 AB	11.98 AB	12.84 A	10.86 B
11	9.72	9.26	8.81	8.67	12.2	10.7	10.64	12.29	12.8	10.6	11.35	10.07
12	9.78	8.61	8.76	8.55	11.64	11.07	10.97	11.55	13.06 A	11.60 AB	12.16 AB	9.93 B
En la Cosecha	13.54	12.61	12.32	12.15	10.38	10.47	11.4	10.84	11.19	14.72	14.41	13.27

En el cuadro 18 se puede apreciar que, la mejor edad para esta variable es la de 319 DAA, seguida por la de 288 DAA; la mejor dosis es la de 480 g.i.a. y las semanas de mejores resultados son de la quinta a la séptima. En cuanto a la mejor edad, hay que tomar en cuenta que la de 319 DAA por ser la mayor, brindó los mejores tonelajes/Ha, que redundan en un alza en el tonelaje de azúcar/Ha; y lo contrario pasó con la edad de 272 DAA. Pero si analizamos la variable por mes, se tiene que la producción es muy idéntica entre la edad de 288 DAA (1.19 TAz/Ha) y la de 319 DAA (1.19 TAz/Ha), lo que indica que en determinado momento podría usarse el producto (sin reducir el rendimiento por unidad de tiempo), con el fin de adelantar la zafra, obteniendo: buenos resultados en producción, enciclar variedades tempranas al poder cortar los cañales con anticipación, etc.

CUADRO 18: Prueba de DUNCAN, considerando independientemente el efecto de cada fuente de variación; sobre el rend. en TAz/HA.

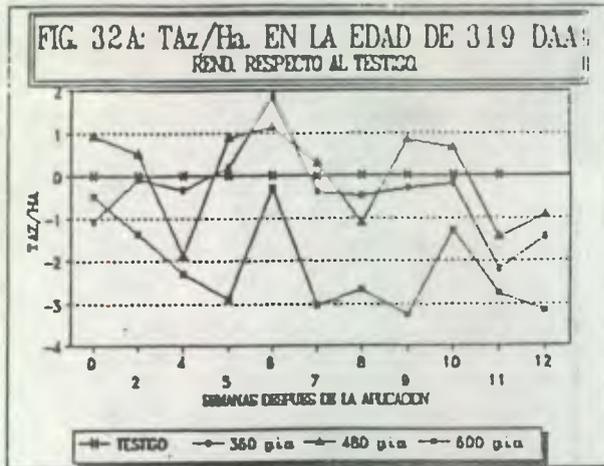
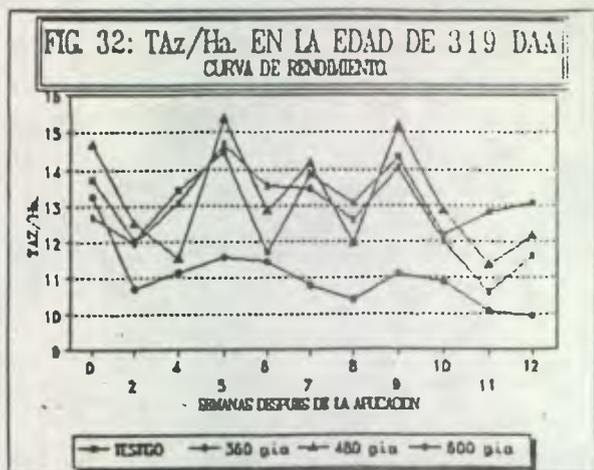
FUENTE DE VARIACION	RESULTADOS										
EDAD	272 DAA.			288 DAA.				319 DAA.			
RENDIMIENTO	976C			11.29B				12.5A			
DOSIS	0.0 g.i.a./ha			360 g.i.a./ha.			480 g.i.a./ha.		600 g.i.a./ha.		
RENDIMIENTO	11.47AB			11.03BC			11.54A		10.69C		
SEMANA	0	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12
RENDIMIENTO	10.65BC	9.94C	11.26B	12.21A	12.43A	12.45A	10.71BC	11.15B	10.90B	10.67BC	10.64BC

Como puede verse en las figuras 30 y 30A el comportamiento de esta variable a través de las doce semanas de muestreo, no es muy estable y el único tratamiento que supera al testigo por más de dos semanas es el de 480 g.i.a. de glifosato/Ha (de la cuarta a la sexta SDA). La edad de 288 DAA presenta resultados más considerables (ver figura 31 y 31A), como puede verse, los tratamientos de 480 y 600 g.i.a. presentan rendimientos en TAz/Ha superiores al testigo, a partir de la cuarta SDA y se mantienen así hasta la octava SDA.



En las figuras 32 y 32A que hacen referencia a las TAz/Ha en la edad de 319 DAA se puede ver, que es únicamente el tratamiento de 600 g.i.a. el que presenta rendimientos inferiores a los demás tratamientos durante todo el periodo de muestreo, mientras que en los tres tratamientos restantes no está bien definido cual de ellos es mejor, solo se observa una tendencia a que el tratamiento de 480 g.i.a. supere al testigo desde la quinta hasta la séptima SDA.

Como ya se dijo, en base al análisis independiente de cada fuente de variación, la edad que mayor tonelaje presenta es la



de 319 DAA pero ésta, además de presentar el mismo rendimiento en TAz/Ha/mes que la de 288 DAA, la respuesta a la aplicación de glifosato parece ser menos beneficiosa que en la edad de 288 DAA. Por lo tanto, puede decirse que las aplicaciones de glifosato en la variedad CP-722086 de caña de azúcar, deben hacerse de preferencia en plantaciones de aproximadamente 288 DAA (a una dosis de 480 ó 600 g.i.a. de glifosato/Ha), que se quieran meter al programa de cosecha con anticipación con fines tales como: enciclar variedades a introducir, adelantar la zafra obteniendo rendimientos similares a cuando se presenta la maduración natural de la caña, etc.

7.3 Datos tomados en los Cogollos.

7.3.1 Libras de Azúcar por Tonelada de Caña.

En las edades de 272 y 319 DAA se presenta diferencia significativa en la sexta SDA, en la edad de 288 DAA en la novena SDA y en la edad de 272 DAA en la décima SDA (ver cuadro 19).

Por otro lado, la prueba de Duncan (ver cuadro 20), a los 272 DAA presenta diferencia significativa en la segunda, quinta, sexta y décima SDA, en las cuales los mayores rendimientos se obtienen en los tratamientos de 360; 480 y 600 g.i.a. de glifosato/Ha, a excepción de la sexta semana en la

CUADRO 19: ANDEVA para el rend. en LbAz/TC. en los cogollos.

SEMANAS DESPUES APLICAR	EDAD					
	272 DAA		288 DAA		319 DAA	
	VALOR	P > F	VALOR	P > F	VALOR	P > F
0	0.14	0.93	0.52	0.67	2.17	0.14
2	2.83	0.08	0.37	0.77	1.12	0.37
4	0.81	0.51	1.75	0.2	2.26	0.13
5	2.79	0.08	1.54	0.25	1.99	0.16
6	4.54*	0.02	1.38	0.29	3.96*	0.03
7	1.4	0.29	0.74	0.54	2.37	0.12
8	0.81	0.51	1.95	0.17	1.34	0.3
9	0.35	0.78	3.58*	0.04	1.35	0.3
10	4.24*	0.02	1.14	0.37	0.2	0.89
11	0.58	0.64	1.17	0.36	1.33	0.31
12	0.22	0.87	1.72	0.21	1.99	0.16

CUADRO 20: Prueba de DUNCAN en las tres edades para el rend. en LbAz/TC en los Cogollos.

SEMANAS DESPUES APLICAR	272 DAA.DOSIS/HA.				288 DAA.DOSIS/HA.				319 DAA.DOSIS/HA.			
	0.0 g/a.	360 g/a.	480 g/a.	600 g/a.	0.0 g/a.	360 g/a.	480 g/a.	600 g/a.	0.0 g/a.	360 g/a.	480 g/a.	600 g/a.
	medias	medias	medias	medias	medias	medias	medias	medias	medias	medias	medias	medias
0	78.43	83.29	87.92	82.65	77.6	87.26	83.2	83.83	67.71 b	105.45 a	92.35 cb	97.80 cb
2	103.44b	125.57 cb	142.25 a	142.12 a	134.46	139.82	144.61	137.72	144.39	130.99	167.48	151.33
4	162.65	187.02	173.88	142.33	190.96	212.87	228.09	211.35	191.12	206.04	223.97	229.35
5	173.76 b	203.41 cb	219.04 a	208.41 cb	229.17	226.83	212.68	222.64	219.86 cb	208.34 b	221.39 cb	235.01 a
6	204.37 b	214.82 cb	230.43 a	204.35 b	219.87	230.95	234.43	232.17	216.13 b	183.85 cb	199.43 a	211.39 a
7	178.34	179.2	180.53	189.3	171.08	185.43	191.98	176.14	203.41 a	195.69 cb	183.07 b	190.55 cb
8	190.83	204.53	192.61	209.16	197.52 b	211.47 cb	228.71 a	212.51 cbj	231.38	224.5	214.07	234.44
9	182.37	187.75	187.39	189.26	199.5 b	215.98 cb	226.19 a	227.34 a	187.32	191.95	200.6	204.28
10	150.86 b	175.48 a	174.47 a	176.54 a	217.22	210.37	217.5	187.9	169.43	163.72	166.01	169.1
11	183.32	181.92	175.67	179.73	188.68	188.42	199.64	205.12	184.33	178.52	187.6	194.73
12	190.11	181.84	192.53	178.1	182.41	192.11	186.6	180.74	181.76	177.33	181.5	212.31

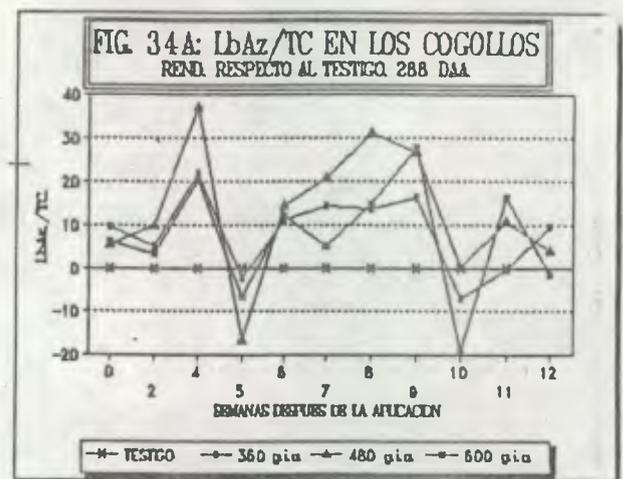
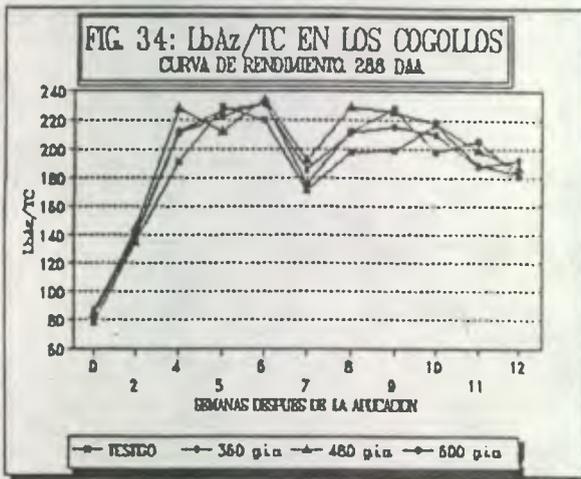
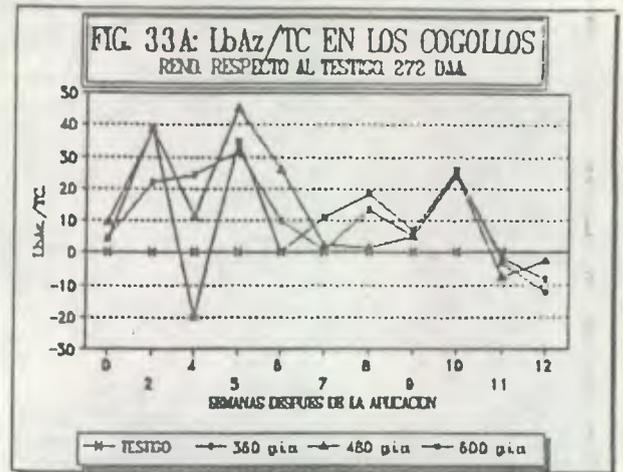
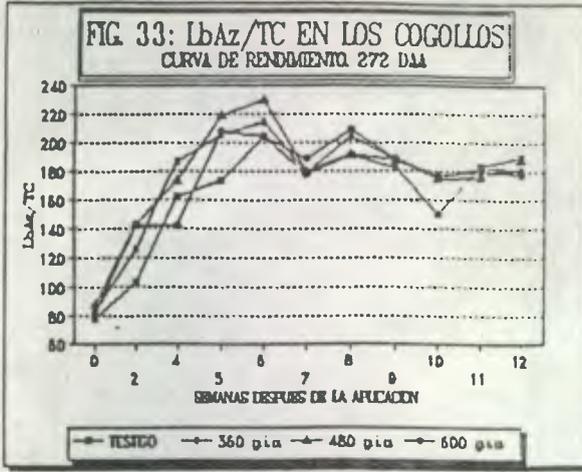
cual el tratamiento de 600 g.i.a. de glifosato/Ha no presenta diferencia significativa con respecto al testigo. En la edad de 288 DAA esta prueba presenta diferencia significativa entre tratamientos, en la octava y novena SDA, en las cuales los tratamientos de 360; 480 y 600 g.i.a. de glifosato/Ha superan al testigo.

Con respecto a la edad de 319 DAA, los resultados de la prueba de Duncan no son estables ya que en la quinta y séptima SDA los tratamientos testigo y 360 g.i.a. son los que presentan los mejores resultados, mientras que en el muestreo previo y en la sexta SDA el testigo es superado por los otros tratamientos.

Puede verse que al igual que en los otros dos rendimientos discutidos con anterioridad, la mayor inestabilidad es presentada siempre en la edad de 319 DAA, debido al grado de maduración natural que la planta había alcanzado antes de la aplicación de glifosato; lo cual provoca un descontrol fisiológico que afecta directamente el almacenamiento de sacarosa al aplicar el glifosato.

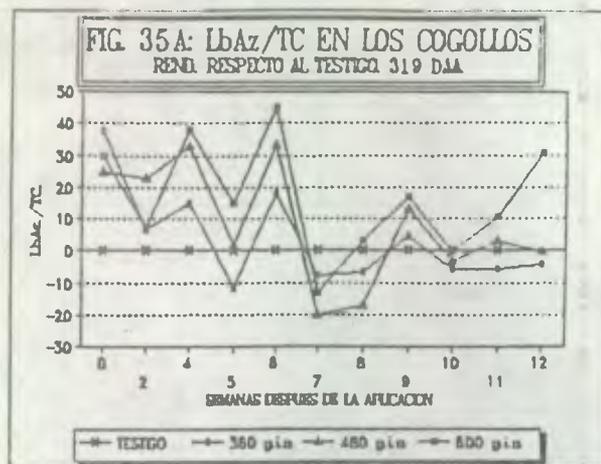
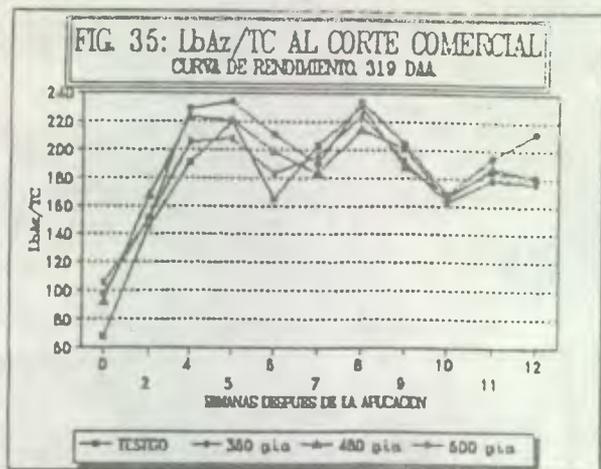
En las figuras 33 y 33A, puede apreciarse que el comportamiento de esta variable es más estable que en las variables LbAz/TC al quiebre de cogollo y al corte comercial, los tratamientos de 360; 480 y 600 g.i.a. de glifosato/Ha superan al testigo desde la segunda SDA hasta la décima SDA, a excepción del tratamiento de 600 g.i.a. en la cuarta SDA, lo cual se debe a que por ser la dosis más alta y estarse evaluando en los cogollos, que es el punto en que se presenta más rápido el efecto del glifosato (por el método de aplicación), se da una pequeña sobremaduración o bien a un efecto de análisis en las muestras.

En la edad de 288 DAA el comportamiento general de la variable es también bastante estable (ver figura 34). Al comparar el testigo con los demás tratamientos (figura 34A) se observa una disminución radical en el rendimiento de los tratamientos con 360; 480 y 600 g.i.a. con respecto al testigo en la quinta SDA (mismo que puede deberse al análisis de las



muestras), a excepción de la cual el rendimiento de estos tratamientos supera al testigo desde la segunda hasta la novena SDA.

Al igual que en las anteriores variables de rendimientos, la edad que presenta menor estabilidad en sus resultados es la de 319 DAA (ver figura 35), sin embargo, el rendimiento en LbAz/TC en los cogollos de esta edad, tiene la tendencia a ser mayor en los tratamientos de 480 y 600 g.i.a. desde el momento de la aplicación hasta la sexta SDA (ver figura 35A), es muy importante tomar en consideración que en esta variable y edad, el tratamiento testigo estuvo por debajo de los demás



tratamientos desde antes de la aplicación y debido a ello se llevó a cabo un análisis de covarianza, el cual indicó que el efecto de la covariable no es significativo.

Independientemente de las demás fuentes de variación, los mejores resultados en cada una de ellas se obtuvieron de la siguiente forma: la mejor edad es la de 288 DAA, las dosis que incluyen glifosato superan todas al testigo y las semanas que registran un mayor rendimiento son la quinta, sexta y octava (ver cuadro 21).

CUADRO 21: Prueba de DUNCAN, considerando independientemente el efecto de cada fuente de variación; sobre el rend. en LbAz/TC en los cogollos.

FUENTE DE VARIACION	RESULTADOS										
EDAD	272 DAA.			288 DAA.				319 DAA.			
RENDIMIENTO	172.24C			189.79A				184.11B			
DOSIS	0.0 g.l.a./ha			360 g.l.a./ha.			480 g.l.a./ha.		600 g.l.a./ha.		
RENDIMIENTO	174.36B			182.26A			186.14A		185.44A		
SEMANA	0	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12
RENDIMIENTO	85.02E	140.25D	191.07C	219.21A	211A	185.30C	212.04A	194.03B	172.26C	187.31C	183.36C

Es importante tomar nota de que la tendencia con respecto a los rendimientos obtenidos es siempre la misma, sin embargo,

no hay una relación directa bien definida entre los diferentes tipos de rendimiento medidos en cada edad, ya que en algunos casos cuando uno de los rendimientos medidos se eleva los otros disminuyen o se mantienen, dentro de una misma edad. Estas inconsistencias pueden deberse a que el efecto sobre el almacenamiento de sacarosa, tanto del producto como de la floración no es uniforme en todo el tallo.

El análisis de varianza para esta variable en la interacción dosis * edad presenta diferencia significativa en la quinta y décima SDA; la prueba de Duncan indica que el mejor tratamiento para esta variable en la quinta semana (que es la de mayor interés), es el de 600 g.i.a. en la edad de 319 DAA (ver cuadro 22).

CUADRO 22: ANDEVA y Prueba de Duncan en la interacción dosis x edad, para el rend. en LbAz/TC en los cogollos.

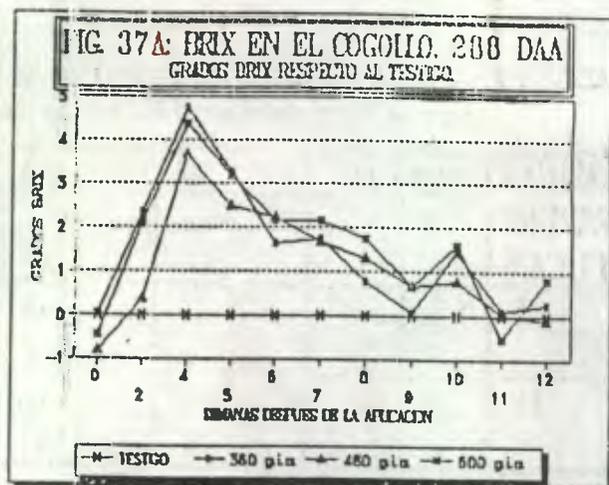
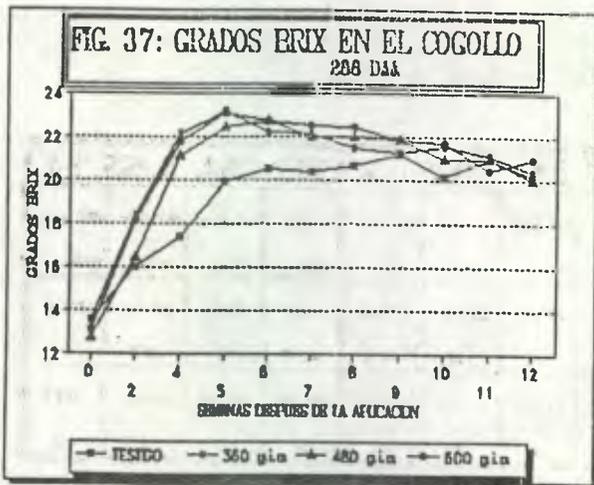
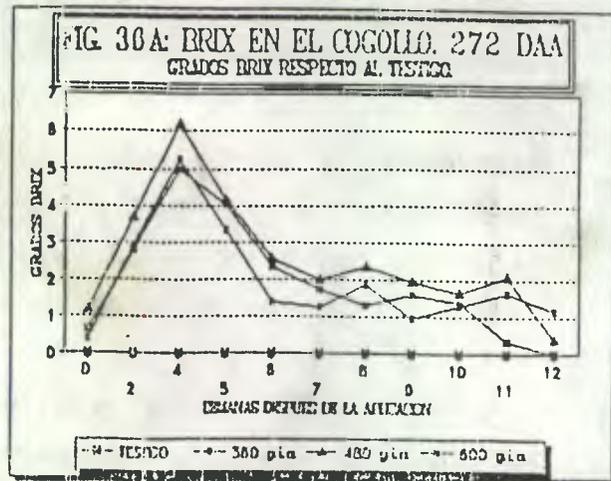
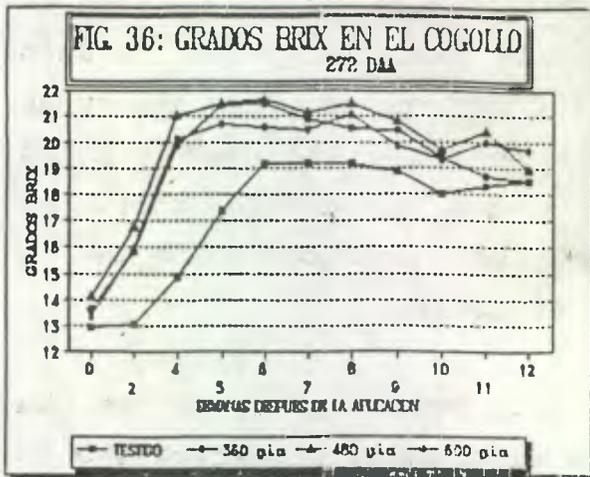
SEMANAS DESPUES APLICAR	ANDEVA		272 DAA. DOSIS/HA				288 DAA. DOSIS/HA				319 DAA. DOSIS/HA			
	VALOR F	P>F	0.0 g/a.	360 g/a.	480 g/a.	600 g/a.	0.0 g/a.	360 g/a.	480 g/a.	600 g/a.	0.0 g/a.	360 g/a.	480 g/a.	600 g/a.
			medios	medios	medios	medios	medios	medios	medios	medios	medios	medios	medios	medios
5	3.3	0.01**	173.36	205.41	219.03	208.41	229.17	221.83	217.68	222.64	219.86	208.34	221.38	235.05
			F	E	BCDE	DE	AD	BC	CDE	ABCD	ADCDE	DE	ABCD	A
10	2.73	0.03*	150.86	175.48	174.47	176.54	217.22	211.37	217.49	197.9	169.43	163.72	166.01	169.1
			F	CD	CD	C	A	A	A	B	CDE	E	DE	CDE

Es muy importante considerar que dicha edad presentó desde un principio mayores rendimientos que las otras dos y que como mínimo existe una diferencia de edades de 31 días; por lo tanto debe evaluarse al momento de aplicar si se pretende elevar la altura de corte (ya que en la variable LbAz/TC al corte comercial los mejores resultados se presentan en la quinta SDA en las edades de 272 y 288 DAA), o se prefiere reducir la edad de la plantación para establecer en base a esta variable la edad y dosis a la que se aplicará el glifosato.

7.3.2 Grados Brix.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

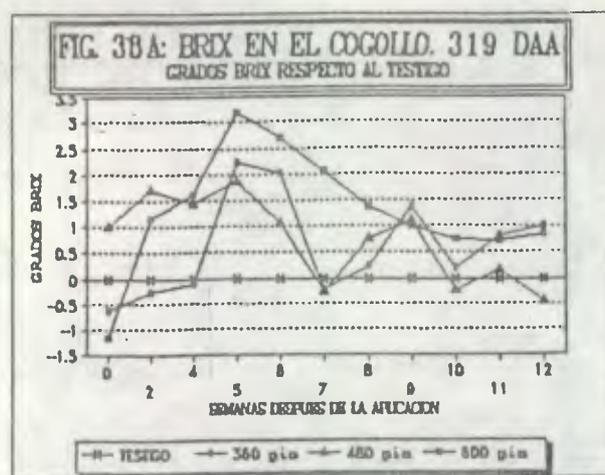
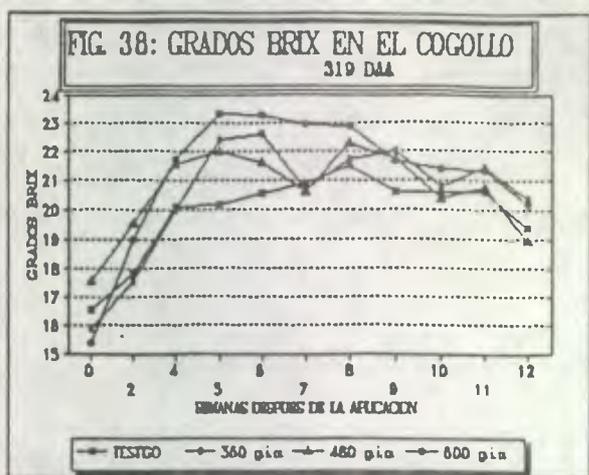
Como puede verse en las figuras 36, 36A, 37 y 37A, los tratamientos de 360; 480 y 600 g.i.a. de glifosato/Ha, superan al testigo desde la segunda SDA hasta la doceava SDA con



excepción del tratamiento de 600 g.i.a. en la edad de 288 DAA, ya que el mismo en la semana once después de la aplicación presenta un menor contenido de sólidos totales (grados Brix) que el testigo.

En las figuras 38 y 38A puede verse que en la edad de 319 DAA el comportamiento se torna un poco inestable y es solamente el tratamiento de 600 g.i.a. el que supera al testigo las doce semanas de muestreo.

A pesar de que el mayor efecto se observó en los cogollos y tercio superior de las cañas muestreadas, el comportamiento



de los grados Brix fue semejante en todos los tercios y cogollos que se muestrearon.

En ningún momento se encontró correlación entre los grados Brix y las LbAz/TC, lo cual de acuerdo con Buenaventura (7), en base a los resultados obtenidos en un estudio realizado para comprobar la relación existente entre las LbAz/TC estimadas por el método del molino experimental y los grados Brix estimados por el método del refractómetro de mano (metodologías empleadas en el presente estudio), no debiera darse pues en dicho estudio la relación resultó ser directa (a más grados Brix más LbAz/TC), con un 87%-88% de correlación.

Tomando en cuenta que los grados Brix son una medida que hace referencia a los sólidos totales que se encuentran en el jugo de los tallos de la caña, es decir sacarosa + azúcares reductores; y que la estimación de las libras de azúcar que pueda rendir una tonelada de caña se hace en base a la medida en grados pol del jugo de la caña, los cuales se refieren únicamente al contenido de sacarosa en los tallos; la única razón lógica para que no exista una relación directa entre los grados Brix tomados con el refractómetro de mano y las LbAz/TC estimadas por el método de molino experimental (si es que las dos mediciones fueron llevadas a cabo correctamente), es que el aumento registrado en los grados Brix de los tratamientos de 360; 480 y 600 g.i.a. de glifosato/ha en las tres edades, haya

sido el resultado de un incremento exagerado de azúcares reductores, las cuales no tienen influencia alguna en el rendimiento en LbAz/Tc. Sin embargo, desde el punto de vista fisiológico ésto podría ocurrir únicamente en la etapa de mayor crecimiento de la planta y como ya se comprobó, durante las doce semanas de muestreo, el crecimiento en los tratamientos con glifosato fue insignificante.

7.4 *Indice de Maduración, Porcentaje de jugo y Pureza.*

Estas tres variables presentaron un comportamiento semejante en todos los tratamientos durante las semanas en que fué evaluado. Sin embargo, hay que tomar en cuenta que la variable de porcentaje de jugo empezó a evaluarse hasta en la sexta SDA por lo tanto, en las semanas anteriores pudo haberse presentado alguna diferencia de importancia que por diferentes circunstancias no pudo ser medida.

7.5 *Número Promedio de Lalas por Tallo.*

En el cuadro 23, puede verse que a partir de la cuarta SDA empezaron a verse las primeras diferencias dentro de los tratamientos evaluados. Los tratamientos de 360; 480 y 600 g.i.a. de glifosato/Ha, tienden en las tres edades a superar en el número de lalas al testigo, lo cual es una característica negativa, ya que las lalas poseen un bajo contenido de sacarosa en el jugo, y por la cantidad en que se presentan, podrían reducir en determinado momento el rendimiento general de una plantación y aumentar el costo de corte, alce y transporte, el cual está determinado por el tonelaje que produzca el cañal.

Es importante analizar la cantidad promedio de lalas por tallo como un efecto más del glifosato por lo cual un cañal aplicado con dicho producto no deba pasar sin que se corte más de 8 SDA y de preferencia el corte debe ser entre la cuarta y sexta SDA para obtener los máximos rendimientos y evitar que las lalas crezcan lo suficiente para afectar el rendimiento del cañal, situación que en las últimas semanas las últimas semanas de muestreo, pudo en cierto modo junto al efecto de maduración

SEMANAS DESPUES APLICAR	272 DAA DOSIS/HA				288 DAA DOSIS/HA				319 DAA DOSIS/HA			
	0.0 g/a	360 g/a	480 g/a	600 g/a	0.0 g/a	360 g/a	480 g/a	600 g/a	0.0 g/a	360 g/a	480 g/a	600 g/a
04	0.00	4.25	7.40	9.60	2.20	8.63	8.50	6.95	1.20	6.73	7.33	5.58
05	0.13	8.23	8.68	8.18	1.65	7.58	6.95	8.90	1.63	8.88	9.35	8.65
06	1.33	9.08	9.78	10.58	1.43	9.73	11.55	12.65	1.50	6.65	9.05	10.38
07	2.45	9.48	10.08	10.95	2.38	17.88	11.90	14.48	3.40	9.35	14.70	12.38
08	2.88	8.25	8.15	7.95	2.25	8.60	8.75	9.40	2.08	7.05	10.05	9.75
09	2.55	8.23	9.93	9.50	3.28	9.88	8.78	7.98	2.65	8.60	12.20	9.88
10	3.15	8.00	8.40	9.63	3.20	9.75	9.85	13.35	2.53	7.65	10.95	7.35
11	2.58	8.90	9.20	9.88	2.85	10.53	10.40	13.58	3.73	8.38	10.68	9.30
12	2.98	7.83	8.60	9.55	2.73	9.65	9.28	9.68	2.38	7.53	11.48	9.60

natural, ser la causa de la reducción en el rendimiento de los tratamientos de 360; 480 y 600 g.i.a. de glifosato/Ha.

7.6 Corcho presente en los Tallos.

Como se puede ver en el cuadro 24, la diferencia en la formación de corcho entre tratamientos no es considerable, ya que todos ellos llegan a formarlo al final de las doce semanas de muestreo.

CUADRO 24: Corcho promedio presente en los primeros 10 entrenudos.

EDAD	0.0 g.i.a.	360 g.i.a.	480 g.i.a.	600 g.i.a.
272 DAA	1.57	1.26	1.32	1.91
288 DAA	1.86	1.61	2.23	1.74
319 DAA	0.80	0.96	0.68	0.89

7.7 Efecto Fitotóxico.

Como puede verse en el cuadro 25, no se tiene ningún indicio de que al aplicar glifosato el crecimiento se reduzca, ya que los promedios de altura, tomados un mes después del corte son muy semejantes entre los cuatro tratamientos.

Por otro lado, en el cuadro 26, se muestra el porcentaje de tallos sanos, porcentaje de tallos con albinismo y

CUADRO 25: Altura promedio por tratamiento en la evaluación del efecto fitotóxico.

EDAD	0.0 g.i.a	360 g.i.a	480 g.i.a	600 g.i.a
272 DAA	7.88	9.02	8.82	8.70
288 DAA	8.71	8.22	7.50	8.45
319 DAA	10.44	10.93	10.99	10.58

CUADRO 26: Evaluación del efecto fototóxico.

EDAD	REPETICION	TOTAL TALLOS	TALLOS SANOS	TALLOS ALBINOS	TALLOS RETORCIDOS
272 DAA	1	257.57	239.83	0.16	9.24
272 DAA	2	299.66	294.08	0.08	9.08
272 DAA	3	378.58	366.74	0.33	11.41
272 DAA	4	329.99	319.24	0.66	10.08
288 DAA	1	293.49	333.58	0.25	7.74
288 DAA	2	406.08	394.08	1.16	10.83
288 DAA	3	371.16	356.99	1.08	13.16
288 DAA	4	346.33	252.58	4.24	13.49
319 DAA	1	231.58	222.49	0.00	7.33
319 DAA	2	360.83	346.58	0.00	14.33
319 DAA	3	365.07	349.83	0.24	17.74
319 DAA	4	388.49	369.41	1.41	18.41

porcentaje de tallos retorcidos; como puede verse, la diferencia entre el testigo y los demás tratamientos es insignificante y en algunos casos es mayor en el mismo, en cuanto al porcentaje de tallos con epinastia, no se reporta en este cuadro ya que en todos los casos este efecto fitotóxico fue nulo; y los datos referentes a albinismo, tallos retorcidos y tallos sanos, se deduce que no están influenciados por efectos del producto.

El hecho de que en esta investigación no se haya presentado ningún efecto fitotóxico no quiere decir que en ningún momento vaya a darse, pues hay que tomar en cuenta que la variedad evaluada se encuentra dentro de las más resistentes a las aplicaciones de herbicida, además el tipo de suelos en que se llevó a cabo la evaluación constituyen unos de los de mejores características tanto físicas como químicas dentro de

la Empresa Pantaleón, S.A. y la humedad residual al momento de la aplicación, tomando como base la fecha en que fué llevada a cabo la misma, era alta, por lo tanto la resistencia de la plantación al glifosato fue mayor.

7.8 Análisis Económico.

En base a la Tasa Marginal de Retorno (TMR) determinada en la primera semana que de acuerdo a las variables LbAz/TC al corte comercial y/o TAz/Ha se presentara una diferencia significativa y considerando que el productor puede ser un cañero particular que vende su caña al Ingenio o bien, el propio Ingenio (ver cuadro 27), puede decirse que en la edad de 272 DAA en la cuarta SDA el tratamiento que mayor TMR proporciona es el de 360 g.i.a. de glifosato/Ha, aunque los tratamientos de 480 y 600 g.i.a. también superan al testigo, ya que en el análisis de dominancia, es únicamente el testigo el tratamiento que es dominado por los demás. En la edad de 288 DAA, la primera semana en que se encontró diferencia significativa fue la quinta SDA, en la cual también es el testigo el único dominado; pero el de 600 g.i.a. es el que presenta la mayor TMR, por otro lado, en la edad de 319 DAA; al considerar como productor a un cañero particular, el tratamiento de 360 g.i.a. es el que presenta la mayor TMR y los tratamientos dominados son el testigo y el de 480 g.i.a de glifosato por hectárea.

CUADRO 27: Tasa Marginal de Retorno (TMR) por tratamiento en la primera semana que se presento diferencia significativa.

TASA MARGINAL DE RETORNO (TMR).													
SEMANAS DESPUES APLICAR	PRODUCTOR	272 DAA. DOSIS/HA				288 DAA. DOSIS/HA				319 DAA. DOSIS/HA			
		0.0 g/a.	360 g/a.	480 g/a.	600 g/a.	0.0 g/a.	360 g/a.	480 g/a.	600 g/a.	0.0 g/a.	360 g/a.	480 g/a.	600 g/a.
		medios	medios	medios	medios	medios	medios	medios	medios	medios	medios	medios	medios
4-5-5	CAÑERO PART.	0	2335.9	150.68	ND	0	ND	238.96	1438.8	0	646.1	0	ND
4-5-5	INGENIO	0	218.8	50.2	ND	0	ND	17.17	4506	0	133.7	0	ND

Esta diferencia en la TMR, se debe precisamente a que en las semanas que se llevó a cabo el análisis económico, todos

los tratamientos superaban al testigo en el rendimiento en LbAz/TC alce y/o TAZ/Ha y los tonelajes aunque siempre fueron superiores en el testigo, la diferencia no fue tan grande, además hay que considerar que el pago del corte, alce y transporte se incrementa al aumentar el tonelaje, mientras que por más que aumente el rendimiento estos costos se mantienen constantes.

8. CONCLUSIONES.

1. Con respecto al efecto de las dosis de glifosato y la edad de la caña al momento de la aplicación, sobre las variables de rendimiento, se concluye lo siguiente:

a) En el rendimiento en TC/Ha, los mejores resultados se presentaron en la edad de 319 DAA, con los tratamientos testigo y 480 g.i.a de glifosato/Ha y en la cuarta y séptima SDA. Dicha edad es la única en la que se dió una reducción considerable del rendimiento en TC/Ha, misma que se presentó principalmente en la dosis de 600 g.i.a de glifosato/Ha.

b) En el rendimiento en LbAz/TC, los mejores resultados se obtuvieron en la edad de 288 DAA, con una dosis de 360 ó 480 g.i.a de glifosato/Ha y entre la sexta y octava SDA; sin embargo, la mayor diferencia entre estos tratamientos y el testigo se dió cuando la lectura se hizo al corte comercial, entre la cuarta y sexta SDA.

c) En el rendimiento en TAz/Ha, los mejores resultados se obtuvieron en la edad de 319 DAA, con una dosis de 480 g.i.a de glifosato/Ha y entre la quinta y séptima SDA. Por otro lado, al analizar el rendimiento en TAz/Ha/mes, las edades de 288 y 319 DAA, presentan los mismos valores (1.19 TAz/Ha/mes).

d) La aplicación de glifosato en caña de azúcar en la región cañera de Guatemala, adelanta el proceso de maduración de dicha planta, en las edades de 272 y 288 DAA; pero no incrementa su rendimiento.

2. Con respecto a las variables secundarias, se concluye que:

a) La respuesta a la aplicación de glifosato medida en grados Brix, es mayor en las edades de 272 y 288 DAA, en cualquiera de las dosis evaluadas.

- b) El glifosato tiene un efecto negativo sobre el crecimiento total de la caña, pero no sobre el crecimiento aprovechable.
 - c) No existe una diferencia considerable en el índice de maduración, porcentaje de jugo, pureza y formación de corcho al aplicar o no, el glifosato.
 - d) La floración de la caña se detiene desde un 95% a un 100% al aplicar glifosato; mientras que la formación de lalas en los tratamientos con glifosato, se incrementa hasta cinco veces con respecto al testigo.
3. No se presentó ningún efecto fitotóxico al aplicar glifosato.
 4. Las aplicaciones de glifosato en las edades de 272 y 288 DAA, tienen una Tasa Marginal de Retorno que oscila entre 17.7 y 4506.02, en cualquiera de las dosis evaluadas.

9. RECOMENDACIONES.

1. Sobre la aplicación del producto:

- a) Las aplicaciones de glifosato deben llevarse a cabo en cañales con una edad que oscile entre los 272 días (9 meses) y los 288 días (9.5 meses), preferentemente con una dosis de 360 ó 480 g.i.a de glifosato/Ha; debiendo cosecharse entre la cuarta y sexta SDA, para obtener los máximos beneficios del producto. En variedades de caña que florecen, debe realizarse la aplicación cuando se presenten los primeros síntomas externos de la floración, para no tener pérdidas en el rendimiento en TC/Ha.
- b) De acuerdo con las características actuales de cosecha, los datos más confiables son los que se tomaron al corte comercial; sin embargo, si en determinado momento se pretende elevar la altura de corte en el ápice de la caña, deben considerarse abiertamente los datos reportados al quiebre de cogollo.

2. Sobre nuevas líneas de investigación:

- a) Dar secuencia a esta evaluación para determinar si hay consistencia en los datos obtenidos, tomando en cuenta un análisis cromatográfico del jugo de la caña, que permita establecer si el hecho de que no exista correlación entre los grados Brix y las LbAz/TC se debe a un incremento exagerado de azúcares reductores, o bien a otras causas.
- b) Realizar ensayos en campos experimentales, ya que en condiciones más controladas, podrían aclararse las dudas que despertó esta evaluación.
- c) Evaluar el efecto del glifosato sobre el rendimiento en TC/Ha, en variedades que no florecen.

- d) Evaluar el efecto fitotóxico del glifosato en variedades menos resistentes a herbicidas que la CP-722086, así como también las consecuencias de su aplicación en suelos arenosos.
- e) Realizar investigaciones dirigidas a establecer un mejor método de estimación del tonelaje por hectárea.
- f) Evaluar el efecto de otros productos que han sido utilizados como madurante en varios países y cuyos resultados han sido satisfactorios.

10. BIBLIOGRAFIA.

1. AGUILAR DE LEON, J. 1975. *El Cultivo de la caña de azúcar*. Guatemala, Landivar. 212 p.
2. ALCALA CASTELLANOS, H. 1987. *El control del sazonado y maduración de la caña de azúcar en México*. *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. 497-508.
3. 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.
4. ARCILA ARIAS, J. 1986. *Maduración química 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. 323-348.
5. AVILA, V.H. 1991. *Evaluación de la actividad cañera de Guatemala*. Guatemala, Empresa Pantaleón. 36 p.
6. BARAHONA, R. *et al.* 1982. *Estudio detallado de suelos, Escuintla, Guatemala*. Guatemala, Empresa Pantaleón. p. 30-36, 58-59.
7. BUENAVENTURA OSORIO, C.E. 1986. *Control de la maduración 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. 299-308.
8. _____ . 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.
9. _____ . 1991. *Diagnóstico tecnológico del cultivo de la caña de azúcar en Guatemala*. Guatemala, Centro de Investigación de la Caña de Azúcar. 39 p.

10. _____; 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.
11. _____; YANG, S.J. 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.
12. _____. 1985. Evaluación de tres madurantes químicos en la variedad CP-57603 en el valle del Cauca. Colombia, Centro de Investigación de la Caña de Azúcar. 27 p.
13. CHAVES SOLERA, M.A. s.f. La maduración, su control y la cosecha de la caña de azúcar. Colombia, Centro de Investigación de la Caña de Azúcar. 40 p.
14. COBAS, D.B.; RODRIGUEZ, C.R. 1987. Aplicación de los efectos fisiológicos de algunos reguladores del crecimiento sobre la caña de azúcar. 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. 509-518.
15. EMPRESA PANTALEON. Departamento de Investigación (Gua). s.f. Areas estimadas por variedad, datos de rendimiento y áreas aplicadas con madurante. Escuintla, Guatemala, Empresa Pantaleón. p. 10-11.
16. _____. s.f. Descripción de variedades. Escuintla, Guatemala, Empresa Pantaleón. p. 40.
17. _____. s.f. Reporte de floración. Escuintla, Guatemala, Empresa Pantaleón. p. 12-22.
18. _____. s.f. Variedades reproductivas. Escuintla, Guatemala, Empresa Pantaleón. p. 40.
19. _____. 1991. Visita de campo, Pantaleón S.A. Escuintla, Guatemala, Empresa Pantaleón. p. 1-5.

20. GOMEZ, J.F. 1986. *Necesidades de fertilización 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. 237-254.
21. HERRINGTON, R.C. *et al.* s.f. *Estudio integral del efecto de un madurador químico en la caña de azúcar sobre las labores de campo y fábrica.* s.n.t. 20 p.
22. INSTRUCTIVO PARA laboratorio de fábrica de azúcar. s.f. Escuintla, Guatemala, Empresa Pantaleón. 24 p.
23. LEGENDRE, B.L. 1984. *Maduradores químicos para aumentar la producción de azúcar en Louisiana.* In *Seminario Interamericano de la Caña de Azúcar* (1984, Miami, Florida). *Control de malezas y maduradores.* Miami, Florida, s.n. p. 516-519.
24. 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.
25. _____; MORENO GIL, C.A. 1987. *Respuesta de diferentes variedades de caña de azúcar a la aplicación de madurantes 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. 551-558.
26. MARTIN ORIA, J.R. *et al.* 1987. *La caña de azúcar en Cuba.* La Habana, Cuba, Científico Técnica. p. 14-27, 385-408.
27. MARTINEZ, J. 1989. *Ecosistema integrado finca Pantaleón.* Guatemala, Empresa Pantaleón. p. 2-10.
28. MONSANTO (Gua.). 1986. *Roundup-madurador.* Guatemala. 8 p.
29. MONSANTO. DEPARTAMENTO DE DESARROLLO (Gua.). s.f. *características y propiedades del Roundup.* Guatemala. 18 p.

30. 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). Control de malezas y maduradores. Miami, Florida, s.n. p. 486.
31. RODRIGUEZ, O.A.; RINCONES, C.; HURTA, S. 1982. Efectos de la floración sobre la calidad del jugo en 34 variedades de caña de azúcar. Maracay, Venezuela, Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias-Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias. 10 p.
32. SAMUELS, G. 1984. La madurez de la caña de azúcar: teoría y práctica. *In* Seminario Interamericano de la Caña de Azúcar (1984, Miami, Florida) Control de malezas y maduradores. Miami, Florida, s.n. p. 479-485.
33. URRUTIA, V. 1983. Descripción, modo de acción y fitotoxicidad del Roundup. *In* Seminario Técnico Internacional sobre el Uso del Herbicida Roundup a Bajo Volúmen en Café (1983, San José, Costa Rica). Memorias. San José, Costa Rica, MONSANTO. 1-77 p.
34. VALLADARES REBOLLEDO, A.; ZANCURANO CRUZ, E. 1976. Método para el estimado de caña producida en campo, previo a la iniciación de la zafra. Ed. por José A. Turriza Zapata. México, Instituto para el Mejoramiento de la Producción de Azúcar. Serie Divulgación Técnica IMPA. Folleto no. 9. 24 p.



No. Bo. Rolando Barrios.

11. *APENDICE.*

Tabla de Schmitz para la sacarosa (pol) en el guarapo para su uso

en el método del plomo seco de Horne con soluciones no diluidas

Lectura de pol	Grados Brix y porcentaje de sacarosa								
	20	30	40	50	60	70	80	90	100
1	0.28	0.26	0.26	0.26	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
2	0.52	0.52	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.50	0.50
3	0.78	0.77	0.77	0.77	0.76	0.76	0.76	0.75	0.75
4	1.03	1.03	1.03	1.02	1.02	1.01	1.01	1.01	1.00
5	1.29	1.29	1.28	1.28	1.27	1.27	1.26	1.26	1.25
6	1.55	1.55	1.54	1.53	1.53	1.52	1.51	1.51	1.50
7	1.81	1.80	1.80	1.79	1.79	1.77	1.77	1.76	1.75
8		2.06	2.05	2.01	2.04	2.03	2.02	2.01	2.00
9		2.32	2.31	2.30	2.29	2.28	2.27	2.26	2.25
10		2.68	2.67	2.66	2.66	2.64	2.62	2.61	2.60
11		2.83	2.82	2.81	2.80	2.79	2.78	2.77	2.75
12			3.08	3.06	3.05	3.04	3.03	3.02	3.00
13			3.31	3.12	3.30	3.29	3.28	3.27	3.26
14			3.59	3.58	3.56	3.55	3.53	3.52	3.51
15			3.81	3.83	3.82	3.81	3.78	3.77	3.76
16				4.09	4.07	4.06	4.04	4.02	4.01
17				4.34	4.33	4.31	4.29	4.28	4.26
18				4.59	4.58	4.56	4.54	4.53	4.51
19					4.81	4.82	4.80	4.78	4.76
20					5.09	5.07	5.05	5.03	5.01
21					5.31	5.32	5.30	5.28	5.26
22					5.60	5.58	5.55	5.53	5.51
23					5.85	5.83	5.81	5.79	5.76
24						6.04	6.06	6.04	6.01
25						6.34	6.31	6.29	6.26
26						6.59	6.57	6.54	6.51
27						6.81	6.82	6.79	6.76
28							7.07	7.04	7.02
29							7.33	7.29	7.27
30		0.1		0.02			7.57	7.54	7.52
31		0.2		0.05			7.82	7.79	7.76
32		0.3		0.07			8.04	8.02	8.00
33		0.4		0.10			8.30	8.27	8.24
34							8.55	8.52	8.50
35		0.5		0.12				8.77	8.74
36		0.6		0.15				9.02	8.99
37		0.7		0.18				9.27	9.24
38		0.8		0.20				9.51	9.48
39		0.9		0.23				9.76	9.72

Lectura de pol	Grados Brix y porcentaje de sacarosa									
	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200
1	0.27	0.27	0.25	0.27	0.25	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21
2	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48
3	0.75	0.75	0.74	0.74	0.74	0.73	0.73	0.73	0.73	0.72
4	1.00	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98	0.97	0.97	0.97	0.96
5	1.25	1.21	1.21	1.21	1.23	1.22	1.22	1.21	1.21	1.20
6	1.50	1.49	1.49	1.49	1.48	1.47	1.46	1.45	1.45	1.44
7	1.75	1.74	1.74	1.73	1.72	1.71	1.70	1.69	1.69	1.68
8	2.00	1.98	1.98	1.97	1.97	1.96	1.95	1.94	1.93	1.92
9	2.25	2.21	2.21	2.22	2.21	2.21	2.20	2.19	2.18	2.16
10	2.49	2.48	2.48	2.47	2.46	2.45	2.44	2.43	2.42	2.41
11	2.71	2.73	2.72	2.71	2.70	2.68	2.67	2.67	2.66	2.61
12	2.99	2.98	2.97	2.96	2.95	2.93	2.92	2.91	2.90	2.89
13	3.21	3.23	3.21	3.20	3.19	3.17	3.16	3.15	3.11	3.13
14	3.50	3.48	3.46	3.45	3.43	3.42	3.41	3.40	3.35	3.37
15	3.74	3.72	3.71	3.69	3.68	3.66	3.65	3.64	3.62	3.61
16	3.99	3.97	3.96	3.94	3.93	3.91	3.88	3.88	3.86	3.85
17	4.25	4.22	4.20	4.19	4.17	4.15	4.12	4.11	4.09	4.07
18	4.49	4.47	4.45	4.44	4.42	4.40	4.37	4.37	4.35	4.33
19	4.71	4.72	4.70	4.68	4.66	4.64	4.61	4.61	4.59	4.57
20	4.99	4.97	4.95	4.93	4.91	4.89	4.87	4.85	4.83	4.81
21	5.21	5.21	5.19	5.17	5.15	5.13	5.10	5.09	5.07	5.05
22	5.48	5.46	5.44	5.42	5.40	5.38	5.35	5.34	5.31	5.29
23	5.74	5.73	5.69	5.67	5.65	5.62	5.59	5.58	5.55	5.53
24	5.98	5.96	5.91	5.92	5.90	5.87	5.81	5.82	5.80	5.77
25	6.23	6.21	6.18	6.16	6.14	6.11	6.08	6.06	6.04	6.01
26	6.49	6.46	6.43	6.41	6.39	6.36	6.33	6.30	6.28	6.26
27	6.71	6.70	6.68	6.65	6.63	6.60	6.57	6.55	6.52	6.50
28	6.95	6.93	6.93	6.90	6.87	6.85	6.82	6.79	6.77	6.74
29	7.21	7.20	7.17	7.15	7.12	7.09	7.06	7.03	7.01	6.98
30	7.48	7.45	7.42	7.40	7.37	7.34	7.31	7.27	7.25	7.22
31	7.71	7.70	7.66	7.64	7.61	7.58	7.55	7.51	7.49	7.46
32	7.98	7.95	7.91	7.89	7.86	7.82	7.79	7.76	7.73	7.70
33	8.21	8.20	8.16	8.13	8.10	8.07	8.03	8.00	7.97	7.94
34	8.49	8.45	8.41	8.38	8.35	8.32	8.28	8.24	8.22	8.18
35	8.73	8.69	8.66	8.63	8.59	8.56	8.52	8.48	8.46	8.42
36	8.98	8.91	8.89	8.85	8.81	8.80	8.76	8.73	8.70	8.66
37	9.23	9.19	9.15	9.12	9.08	9.05	9.01	8.97	8.94	8.90
38	9.48	9.44	9.40	9.37	9.33	9.29	9.26	9.21	9.19	9.14
39	9.73	9.69	9.65	9.62	9.58	9.53	9.50	9.46	9.43	9.38

ANEXO 1.

NOTAS. Esta tabla calculada de nuevo por Meade, 1933, para un peso normal de 26,000 libras seco a 21.17° y temperatura de 30°C por la fórmula
 Lectura de pol x 26,000
 Po. del guarapo 99.718 x peso esp. aparente 20 / 20° C
 Obsérvese que 99.718 x peso esp. aparente = densidad aparente, columna 2, tabla 22.

El nuevo cálculo no introdujo cambio significativo en la primera mitad de la tabla que se publicó previamente para el peso normal anterior de 26,048 y 17.1° C. La segunda mitad de la presente tabla difiere de la anteriormente publicada en 0.01 a 0.02 de pol.
 Para el método usado en esta tabla, véase secc. 30.7.

Grados Brix y porcentaje de sacarosa

Grados Brix y porcentaje de sacarosa

Lectura de pol	12.0	13.0	14.0	15.0	16.0	17.0	18.0	19.0
40	9.95	9.91	9.87	9.83	9.79	9.75	9.71	9.67
41	10.19	10.16	10.11	10.07	10.03	9.99	9.95	9.91
42	10.44	10.41	10.36	10.32	10.27	10.23	10.19	10.15
43	10.69	10.66	10.61	10.57	10.52	10.48	10.43	10.39
44	10.94	10.90	10.86	10.82	10.77	10.73	10.68	10.64
45	11.19	11.15	11.10	11.06	11.01	10.97	10.92	10.88
46	11.44	11.40	11.35	11.30	11.26	11.21	11.17	11.12
47	11.69	11.64	11.60	11.55	11.50	11.45	11.41	11.36
48		11.90	11.85	11.80	11.75	11.70	11.65	11.60
49		12.14	12.09	12.04	11.99	11.94	11.89	11.84
50		12.39	12.34	12.29	12.24	12.19	12.14	12.09
51		12.64	12.58	12.53	12.48	12.43	12.38	12.33
52			12.83	12.78	12.72	12.68	12.63	12.57
53			13.08	13.02	12.97	12.92	12.87	12.81
54			13.33	13.27	13.21	13.16	13.12	13.05
55			13.57	13.51	13.45	13.40	13.35	13.29
56				13.76	13.70	13.65	13.59	13.53
57				14.00	13.94	13.89	13.83	13.77
58				14.25	14.19	14.13	14.08	14.02
59				14.49	14.43	14.37	14.32	14.26
60				14.68	14.62	14.56	14.50	14.45
61				14.92	14.86	14.80	14.74	14.69
62				15.17	15.11	15.05	14.98	14.93
63				15.41	15.35	15.29	15.22	15.17
64				15.66	15.60	15.54	15.47	15.41
65					15.84	15.78	15.71	15.65
66					16.03	15.95	15.88	15.80
67					16.26	16.19	16.10	16.03
68					16.50	16.44	16.37	16.31
69					16.74	16.68	16.61	16.55
70						16.99	16.93	16.86
71						17.23	17.16	17.10
72								17.34
73								17.58
74								17.82
75								18.06
76								18.30
77								18.54
78								18.78
79								19.02
80								19.26
81								19.46
82								19.70
83								19.90
84								20.14
85								20.34

Lectura de pol	20.0	20.5	21.0	21.5	22.0	22.5	23.0	23.5	24.0
40	9.63	9.61	9.59	9.57	9.55	9.53	9.51	9.49	9.47
41	9.87	9.85	9.83	9.81	9.79	9.77	9.75	9.73	9.71
42	10.11	10.09	10.07	10.05	10.03	10.01	9.99	9.97	9.95
43	10.35	10.33	10.31	10.29	10.27	10.25	10.23	10.21	10.19
44	10.59	10.57	10.55	10.53	10.50	10.48	10.47	10.45	10.42
45	10.83	10.81	10.79	10.77	10.74	10.72	10.70	10.68	10.65
46	11.07	11.05	11.03	11.01	10.98	10.96	10.94	10.91	10.89
47	11.31	11.29	11.27	11.25	11.21	11.20	11.18	11.15	11.13
48	11.55	11.53	11.51	11.49	11.46	11.44	11.42	11.39	11.37
49	11.79	11.77	11.75	11.73	11.70	11.68	11.66	11.63	11.61
50	12.04	12.01	11.99	11.96	11.94	11.91	11.89	11.86	11.84
51	12.28	12.25	12.23	12.20	12.18	12.15	12.13	12.10	12.08
52	12.52	12.49	12.47	12.44	12.42	12.39	12.36	12.34	12.31
53	12.76	12.73	12.71	12.68	12.66	12.63	12.60	12.59	12.54
54	12.99	12.97	12.95	12.92	12.90	12.87	12.84	12.82	12.78
55	13.23	13.21	13.18	13.16	13.13	13.10	13.07	13.05	13.02
56	13.48	13.45	13.42	13.40	13.37	13.34	13.31	13.29	13.25
57	13.72	13.69	13.66	13.64	13.61	13.58	13.55	13.53	13.49
58	13.96	13.93	13.90	13.88	13.85	13.82	13.78	13.76	13.73
59	14.20	14.17	14.14	14.12	14.09	14.06	14.02	13.99	13.97
60	14.45	14.42	14.39	14.36	14.33	14.30	14.27	14.24	14.21
61	14.69	14.66	14.63	14.60	14.57	14.54	14.51	14.48	14.44
62	14.93	14.90	14.87	14.84	14.81	14.78	14.75	14.71	14.68
63	15.17	15.14	15.11	15.08	15.05	15.01	14.98	14.95	14.92
64	15.41	15.38	15.35	15.32	15.29	15.26	15.22	15.19	15.16
65	15.65	15.62	15.59	15.56	15.53	15.50	15.46	15.43	15.40
66	15.89	15.86	15.83	15.80	15.76	15.73	15.70	15.66	15.63
67	16.13	16.10	16.07	16.04	16.00	15.97	15.94	15.90	15.87
68	16.37	16.34	16.31	16.28	16.24	16.21	16.18	16.14	16.11
69	16.61	16.58	16.55	16.52	16.48	16.45	16.41	16.37	16.35
70	16.86	16.82	16.79	16.75	16.72	16.68	16.65	16.61	16.58
71	17.10	17.07	17.02	16.99	16.95	16.91	16.88	16.85	16.81
72	17.34	17.30	17.26	17.23	17.19	17.15	17.12	17.09	17.05
73	17.58	17.54	17.50	17.47	17.43	17.39	17.36	17.33	17.29
74	17.82	17.78	17.74	17.71	17.67	17.63	17.60	17.57	17.52
75	18.06	18.02	17.98	17.95	17.91	17.87	17.83	17.80	17.76
76	18.30	18.26	18.22	18.19	18.15	18.11	18.07	18.04	18.00
77	18.54	18.50	18.46	18.43	18.39	18.33	18.31	18.28	18.25
78	18.78	18.74	18.70	18.67	18.63	18.59	18.55	18.51	18.47
79	19.02	18.98	18.94	18.91	18.87	18.83	18.79	18.75	18.71
80	19.26	19.22	19.18	19.14	19.10	19.06	19.03	18.98	18.94
81		19.46	19.42	19.38	19.31	19.30	19.26	19.22	19.18
82		19.70	19.66	19.62	19.58	19.54	19.50	19.46	19.42
83			19.90	19.86	19.82	19.78	19.74	19.70	19.66
84			20.14	20.10	20.06	20.01	19.97	19.94	19.90
85				20.34	20.30	20.25	20.21	20.17	20.12

Grados Brix de 11.5 a 22.5

Grados Brix de 23 a 24

Décimas de lectura al polariscopio	Porcentaje de sacarosa (pol)	Décimas de lectura al polariscopio	Porcentaje de sacarosa (pol)
0.1	0.02	0.5	0.12
0.2	0.03	0.6	0.15
0.3	0.04	0.7	0.17
0.4	0.10	0.8	0.19
		0.9	0.22

Décimas de lectura al polariscopio	Porcentaje de sacarosa (pol)	Décimas de lectura al polariscopio	Porcentaje de sacarosa (pol)
0.1	0.02	0.5	0.12
0.2	0.05	0.6	0.15
0.3	0.07	0.7	0.17
0.4	0.10	0.8	0.19
		0.9	0.22



ANEXO 2.

Según Valladares y Zamorano (34), para poder estimar el tonelaje por hectárea que rendirá un cañal, es necesario llevar a cabo un muestreo por cada 100 Ha. de terreno sembrado.

El muestreo debe constar de 3 submuestras de 10m. cada una, para un total de 30m por muestra. En cada submuestra deben contarse los tallos que existan y cortar en una de ellas las últimas 5 cañas molederas, pesandolas de inmediato.

Con estos datos se puede estimar el tonelaje de caña por Ha, por medio de los pasos siguientes:

1.- Estimado del número de tallos por metro lineal.

= No. de tallos por muestra / 30m de la muestra.

2.- Peso de un tallo.

= peso total de la muestra / No. de tallos por muestra.

3.- No. de tallos por Hectárea.

= m por hectárea * No. de tallos por metro.

4.- Toneladas de Caña por Hectárea.

= No. de tallos por hectárea * peso por tallo (lbs) / 2000.





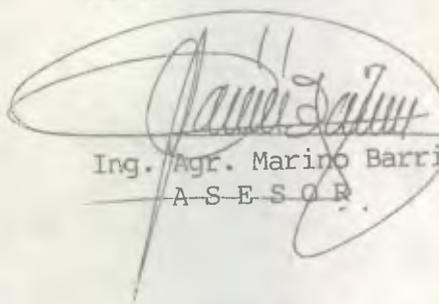
LA TESIS TITULADA: "EVALUACION DE CUATRO DOSIS DE GLIFOSATO APLICADO COMO MA-
DURANTE, EN CAÑA DE AZUCAR (Saccharum officinarum L.) DE
TRES EDADES".

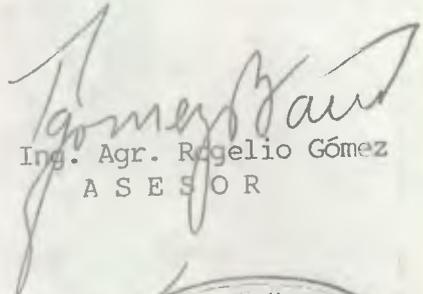
DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: PABLO SEBASTIAN CAMPOLLO FIGUEROA

CARNET No: 87-13277

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Víctor Cajás
Ing. Agr. Mirna Herrera

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 Agro-
nomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.


Ing. Agr. Marino Barrientos
A S E S O R


Ing. Agr. Rogelio Gómez
A S E S O R


Dr. Luis Mejía de León
DIRECTOR DEL IIA



I M P R I M A S E


Ing. Agr. Efraín Medina Guerra
D E C A N O



c.c. Control Académico
Archivo