

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

**EVALUACION DEL EFECTO CAUSADO POR CUATRO DOSIS DE GLIFOSATO
UTILIZADO COMO MADURANTE, EN TRES VARIEDADES DE CANA DE AZUCAR
(*Saccharum officinarum* L.)**

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

**POR
EDUARDO ENRIQUE MARTINEZ GALICIA**

**AL CONFERIRSELE EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO
EN
SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA
EN EL GRADO ACADEMICO DE
LICENCIADO**

GUATEMALA, OCTUBRE DE 1993

**PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central**

12
01
7/10/66

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Dr. ALFONSO FUENTES SORIA

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

| | |
|------------|-------------------------------------|
| DECANO: | Ing. Agr. Efraín Medina Guerra |
| 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. | Æ. Agr. Milton Abel Sandoval Guerra |
| Vocal 5o. | Br. Juan Gerardo de León Montenegro |
| SECRETARIO | Ing. Agr. Marco Romilio Estrada Muy |

Guatemala, Octubre de 1, 992

HONORABLE JUNTA DIRECTIVA

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

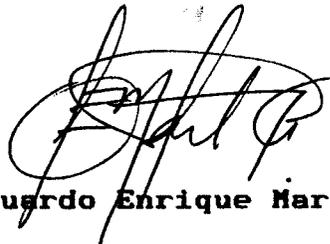
SEÑORES:

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 DEL EFECTO CAUSADO POR CUATRO DOSIS DE GLIFOSATO UTILIZADO COMO MADURANTE, EN TRES VARIEDADES DE CANA DE AZUCAR (Saccharum officinarum L.)"

Presentándolo como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo, en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

Respetuosamente,



Eduardo Enrique Martínez Galicia

ACTO QUE DEDICO

A DIOS

**PADRE TODOPODEROSO QUE CON SU LUZ
ILUMINA CADA DIA DE MI VIDA.**

A MIS PADRES

**OSCAR MARTINEZ GONZALEZ Y MARTA
GALICIA DE MARTINEZ, CON AMOR SINCERO
EN RECOMPENSA A SU ESFUERZO Y SACRIFICIO.**

A MIS HERMANOS

**OSCAR GILBERTO, LIGIA EUGENIA, VICTOR
HUGO, MIGUEL FERNANDO Y LUIS FERNANDO.**

A MIS SOBRINOS

**ROSSANA ALEJANDRA, OSCAR ANDRES Y
OSCAR FERNANDO.**

A MIS ABUELOS

**MIGUEL A. MARTINEZ Y
ROSELIA GALICIA**

A MIS TIAS

**EN ESPECIAL A ETELVINA GALICIA Y
MARIA ELENA G. DE MENDOZA.**

TESIS QUE DEDICO

A: MI PATRIA GUATEMALA

A: ESCUELA PARA VARONES SALVADOR OSORIO

A: COLEGIO DE LA SALLE

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

A: MIS COMPANEROS Y AMIGOS.

AGRADECIMIENTOS

Mi sincero agradecimiento a Ing. Agr. Marino Barrientos e Ing. Agr. Héctor Ranero, por su asesoría en la elaboración del presente trabajo.

Al Ing. Agr. Marco Antonio Nájera por su amistad e incondicional apoyo .

Al Dr. Carlos Buanaventura y al Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar por su valiosa colaboración.

A la Empresa Derivados de Caña S.A., Ingenio Madre Tierra por el apoyo y colaboración en la realización de la presente evaluación.

A todo el personal de la Empresa Derivados de Caña S.A. Ingenio Madre Tierra, que de una o otra forma contribuyeron a la culminación del presente trabajo.

INDICE GENERAL

| | | |
|------------|--|-----------|
| I | INTRODUCCION | 1 |
| II | DEFINICION PROBLEMA | 3 |
| III | MARCO TEORICO | 5 |
| | 1. MARCO CONCEPTUAL | 5 |
| | 1.1. Maduración de la Caña de azúcar | 5 |
| | 1.2. Madurantes Químicos Para la Caña de Azúcar | 6 |
| | 1.2.1. Beneficios del Madurante | 8 |
| | 1.2.2. Efectos Visibles del Madurante | 8 |
| | 1.2.3. Características de la Sal Isopropil Amina de Glifosato | 9 |
| | 1.3. Control de la Maduración y Rendimientos | 10 |
| | 2. MARCO REFERENCIAL | 12 |
| | 2.1. Localización y Descripción del Area Experimental | 12 |
| | 2.2. Manejo de la Plantación | 12 |
| | 2.3. Rendimientos del Area Experimental en la Zafra Anterior | 13 |
| | 2.4. Análisis de Suelos | 13 |
| IV | HIPOTESIS | 14 |
| V | OBJETIVOS | 15 |
| VI | MATERIALES Y METODOS | 16 |
| | 1. DISEÑO DEL EXPERIMENTO | 16 |
| | 1.1. Características de la Unidad Experimental y Area Total | 16 |
| | 1.2. Material Experimental | 16 |
| | 1.3. Tratamientos | 16 |
| | 1.4. Diseño Experimental | 17 |
| | 1.5. Manejo del Experimento | 17 |
| | 1.5.1. Aplicación del Glifosato | 17 |
| | 1.6. Variables Respuesta | 18 |
| | 1.6.1. Libras de Azúcar por Tonelada de Caña y Grados Brix | 18 |
| | 1.6.2. Rendimiento en Toneladas de Caña por Hectárea | 19 |
| | 1.6.3. Rendimiento en Toneladas de Azúcar por Hectárea | 19 |

| | |
|--|-----------|
| 1.6.4. Efecto Fitotóxico | 20 |
| 1.6.5. Otras Variables Evaluadas | 20 |
| 1.7. Análisis de la Información | 20 |
| 1.7.1. Análisis de Varianza | 20 |
| 1.7.2. Prueba de Tukey | 21 |
| 1.8. Análisis Económico | 21 |
| | |
| VII PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS | 22 |
| | |
| 1. RENDIMIENTO | 22 |
| 1.1. Libras de Azúcar por Tonelada de Caña | 22 |
| 1.2. Rendimiento en Toneladas de Caña por Hectárea . | 30 |
| 1.3. Rendimiento en Toneladas de Azúcar por Hectárea | 38 |
| | |
| 2. VARIABLES SECUNDARIAS | 46 |
| 2.1. Grados Brix | 46 |
| 2.1.1. Grados Brix Tercio Inferior y Medio | 46 |
| 2.1.2. Grados Brix Tercio Superior | 48 |
| 2.1.3. Grados Brix en los Cogollos | 53 |
| 2.2. Índice de Maduración | 56 |
| 2.3. Porcentaje de Sacarosa | 58 |
| 2.4. Porcentaje de Jugo | 62 |
| 2.5. Porcentaje de Pureza | 64 |
| 2.6. Porcentaje de Corcho | 67 |
| 2.7. Porcentaje de Floración | 70 |
| 2.8. Porcentaje de Lalas | 72 |
| | |
| 3. EFECTO FITOTOXICO | 74 |
| | |
| 4. ANALISIS ECONOMICO | 76 |
| | |
| VIII CONCLUSIONES | 79 |
| | |
| IX RECOMENDACIONES | 81 |
| | |
| X BIBLIOGRAFIA | 83 |
| | |
| XI APENDICE | 85 |

INDICE DE FIGURAS

| | | |
|----------|---|----|
| FIG. 1: | APLICACION DE GLIFOSATO | 18 |
| FIG. 2: | VARIEDAD CP-722086: LIBRAS DE AZUCAR POR TONELADA DE CANA | 24 |
| FIG. 3: | VARIEDAD CP-722086: LbAz/TC RESPECTO AL TESTIGO .. | 24 |
| FIG. 4: | VARIEDAD CP-721312: LIBRAS DE AZUCAR POR TONELADA DE CANA | 25 |
| FIG. 5: | VARIEDAD CP-721312: LbAz/TC RESPECTO AL TESTIGO .. | 25 |
| FIG. 6: | VARIEDAD CP-721210: LIBRAS DE AZUCAR POR TONELADA DE CANA | 26 |
| FIG. 7: | VARIEDAD CP-721210: LbAz/TC RESPECTO AL TESTIGO .. | 26 |
| FIG. 8: | VARIEDAD CP-722086: LbAz/TC EN LA COSECHA AL QUIEBRE DE COGOLLO | 29 |
| FIG. 9: | VARIEDAD CP-721312: LbAz/TC EN LA COSECHA AL QUIEBRE DE COGOLLO | 29 |
| FIG. 10: | VARIEDAD CP-721210: LbAz/TC EN LA COSECHA AL QUIEBRE DE COGOLLO | 30 |
| FIG. 11: | VARIEDAD CP-722086: TONELADAS DE CANA POR HECTAREA | 32 |
| FIG. 12: | VARIEDAD CP-722086: TC/HA RESPECTO AL TESTIGO | 33 |
| FIG. 13: | VARIEDAD CP-721312: TONELADAS DE CANA POR HECTAREA | 33 |
| FIG. 14: | VARIEDAD CP-721312: TC/HA RESPECTO AL TESTIGO | 34 |
| FIG. 15: | VARIEDAD CP-721210: TONELADAS DE CANA POR HECTAREA | 34 |
| FIG. 16: | VARIEDAD CP-721210: TC/HA RESPECTO AL TESTIGO | 35 |
| FIG. 17: | VARIEDAD CP-722086: TC/HA EN LA COSECHA AL QUIEBRE DE COGOLLO | 36 |
| FIG. 18: | VARIEDAD CP-721312: TC/HA EN LA COSECHA AL QUIEBRE DE COGOLLO | 37 |
| FIG. 19: | VARIEDAD CP-721210: TC/HA EN LA COSECHA AL QUIEBRE DE COGOLLO | 37 |

| | | |
|----------|---|----|
| FIG. 20: | VARIEDAD CP-722086: TONELADAS DE AZUCAR POR HECTAREA | 40 |
| FIG. 21: | VARIEDAD CP-722086: Taz/HA RESPECTO AL TESTIGO ... | 40 |
| FIG. 22: | VARIEDAD CP-721312: TONELADAS DE AZUCAR POR HECTAREA | 41 |
| FIG. 23: | VARIEDAD CP-721312: Taz/HA RESPECTO AL TESTIGO ... | 41 |
| FIG. 24: | VARIEDAD CP-721210: TONELADAS DE AZUCAR POR HECTAREA | 42 |
| FIG. 25: | VARIEDAD CP-721210: Taz/HA RESPECTO AL TESTIGO ... | 42 |
| FIG. 26: | VARIEDAD CP-722086: Taz/HA EN LA COSECHA AL QUIEBRE DE COGOLLO | 45 |
| FIG. 27: | VARIEDAD CP-721312: Taz/HA EN LA COSECHA AL QUIEBRE DE COGOLLO | 45 |
| FIG. 28: | VARIEDAD CP-721210: Taz/HA EN LA COSECHA AL QUIEBRE DE COGOLLO | 46 |
| FIG. 29: | VARIEDAD CP-722086: GRADOS BRIX | 51 |
| FIG. 30: | VARIEDAD CP-721312: GRADOS BRIX | 52 |
| FIG. 31: | VARIEDAD CP-721210: GRADOS BRIX | 52 |
| FIG. 32: | VARIEDAD CP-722086: BRIX EN LOS COGOLLOS | 55 |
| FIG. 33: | VARIEDAD CP-721312: BRIX EN LOS COGOLLOS | 55 |
| FIG. 34: | VARIEDAD CP-721210: BRIX EN LOS COGOLLOS | 56 |
| FIG. 35: | VARIEDAD CP-722086: INDICE DE MADURACION | 58 |
| FIG. 36: | VARIEDAD CP-721312: INDICE DE MADURACION | 58 |
| FIG. 37: | VARIEDAD CP-721210: INDICE DE MADURACION | 59 |
| FIG. 38: | VARIEDAD CP-722086: PORCENTAJE DE SACAROSA | 60 |
| FIG. 39: | VARIEDAD CP-721312: PORCENTAJE DE SACAROSA | 61 |
| FIG. 40: | VARIEDAD CP-721210: PORCENTAJE DE SACAROSA | 61 |
| FIG. 41: | VARIEDAD CP-722086: PORCENTAJE DE JUGO | 63 |
| FIG. 42: | VARIEDAD CP-721312: PORCENTAJE DE JUGO | 64 |
| FIG. 43: | VARIEDAD CP-721210: PORCENTAJE DE JUGO | 64 |

| | | | |
|----------|---------------------|-------------------------------|----|
| FIG. 44: | VARIEDAD CP-722086: | PORCENTAJE DE PUREZA | 66 |
| FIG. 45: | VARIEDAD CP-721312: | PORCENTAJE DE PUREZA | 66 |
| FIG. 46: | VARIEDAD CP-721210: | PORCENTAJE DE PUREZA | 67 |
| FIG. 47: | VARIEDAD CP-722086: | PORCENTAJE DE CORCHO | 69 |
| FIG. 48: | VARIEDAD CP-721312: | PORCENTAJE DE CORCHO | 69 |
| FIG. 49: | VARIEDAD CP-721210: | PORCENTAJE DE CORCHO | 70 |
| FIG. 50: | VARIEDAD CP-722086: | PORCENTAJE DE FLORACION | 71 |
| FIG. 51: | VARIEDAD CP-721312: | PORCENTAJE DE FLORACION | 71 |
| FIG. 52: | VARIEDAD CP-721210: | PORCENTAJE DE FLORACION | 72 |
| FIG. 53: | VARIEDAD CP-722086: | PORCENTAJE DE LALAS | 72 |
| FIG. 54: | VARIEDAD CP-721312: | PORCENTAJE DE LALAS | 73 |
| FIG. 55: | VARIEDAD CP-721210: | PORCENTAJE DE LALAS | 74 |

INDICE DE CUADROS

| | | |
|------------|--|----|
| CUADRO 1: | Rendimiento de cañales en zafra 90-91 | 13 |
| CUADRO 2: | Análisis químico de la muestra de suelo | 13 |
| CUADRO 3: | Descripción de los tratamientos a evaluar..... | 17 |
| CUADRO 4: | ANDEVA para el rendimiento en LbAz/TC al corte comercial..... | 22 |
| CUADRO 5: | Prueba de Tukey al rendimiento en LbAz/TC para las distintas dosis evaluadas | 23 |
| CUADRO 6: | Prueba de Tukey al rendimiento en LbAz/TC para la interacción de los factores variedad y semana.. | 23 |
| CUADRO 7: | ANDEVA para el rendimiento en LbAz/TC en la cosecha corte comercial | 27 |
| CUADRO 8: | Prueba de Tukey para el rendimiento en LbAz/TC en la cosecha según las dosis al corte comercial.. | 27 |
| CUADRO 9: | Prueba de Tukey para el rendimiento en LbAz/TC en la cosecha de las variedades al quiebre del cogollo | 28 |
| CUADRO 10: | Prueba de Tukey para el rendimiento en LbAz/TC en la cosecha según las dosis al quiebre del cogollo | 28 |
| CUADRO 11: | ANDEVA para el rendimiento en TC/Ha al corte comercial..... | 31 |
| CUADRO 12: | Prueba de Tukey al rendimiento en TC/Ha para las variedades..... | 31 |
| CUADRO 13: | Prueba de Tukey al rendimiento en TC/Ha para la interacción de los factores variedad y dosis... | 32 |
| CUADRO 14: | ANDEVA para el rendimiento en TC/Ha en la cosecha al corte comercial | 35 |
| CUADRO 15: | Prueba de Tukey para el rendimiento en TC/Ha en la cosecha según las variedades evaluadas al corte comercial | 36 |
| CUADRO 16: | ANDEVA para el rendimiento en TAz/Ha al corte comercial | 38 |
| CUADRO 17: | Prueba de Tukey al rendimiento en TAz/Ha para la interacción de los factores variedad y semana. | 39 |

| | | |
|------------|---|----|
| CUADRO 18: | Prueba de Tukey al rendimiento en TAz/Ha para las distintas dosis | 39 |
| CUADRO 19: | ANDEVA para el rendimiento en TAz/Ha en la cosecha al corte comercial | 43 |
| CUADRO 20: | Prueba de Tukey para el rendimiento en TAz/Ha en la cosecha al corte comercial en las distintas variedades | 43 |
| CUADRO 21: | ANDEVA para el rendimiento en TAz/Ha en la cosecha al quiebre del cogollo | 44 |
| CUADRO 22: | Prueba de Tukey al rendimiento en TAz/Ha en la cosecha de las variedades al quiebre del cogollo . | 44 |
| CUADRO 23: | Prueba de Tukey para grados Brix (tercio inferior) durante las 12 semanas de muestreo | 47 |
| CUADRO 24: | Prueba de Tukey para grados Brix (tercio medio) durante las 12 semanas de muestreo | 47 |
| CUADRO 25: | Prueba de Tukey para grados Brix (tercio inferior) según las dosis | 48 |
| CUADRO 26: | Prueba de Tukey para grados Brix (tercio medio) según las dosis | 48 |
| CUADRO 27: | ANDEVA para grados brix en el tercio superior de la caña | 48 |
| CUADRO 28: | Prueba de Tukey para grados Brix de la interacción de los factores variedad y semana en el tercio superior | 49 |
| CUADRO 29: | Prueba de Tukey para grados Brix de la interacción de los factores dosis y semana en el tercio superior | 50 |
| CUADRO 30: | ANDEVA para grados Brix en los cogollos de la caña | 53 |
| CUADRO 31: | Prueba de Tukey para grados Brix en los cogollos según las dosis | 53 |
| CUADRO 32: | Prueba de Tukey para grados Brix para la interacción de los factores variedad y semana en los cogollos de la caña | 54 |
| CUADRO 33: | Prueba de Tukey para el Índice de maduración según las dosis | 57 |

| | | |
|------------|--|----|
| CUADRO 34: | ANDEVA para el % de sacarosa en la caña al corte comercial | 59 |
| CUADRO 35: | Prueba de Tukey para el % de sacarosa durante las 12 semanas | 60 |
| CUADRO 36: | Prueba de Tukey para el % de sacarosa según las dosis evaluadas | 60 |
| CUADRO 37: | Prueba de Tukey para el % de jugo en las variedades evaluadas | 62 |
| CUADRO 38: | Prueba de Tukey para el % de jugo según las dosis evaluadas | 63 |
| CUADRO 39: | ANDEVA para el % de pureza de los jugos de la caña al corte comercial | 65 |
| CUADRO 40: | Prueba de Tukey para el % de pureza según las dosis evaluadas | 65 |
| CUADRO 41: | ANDEVA para el % de corcho de caña al corte comercial | 67 |
| CUADRO 42: | Prueba de Tukey para el % de corcho en las variedades evaluadas | 68 |
| CUADRO 43: | Prueba de Tukey para el % de corcho durante las 12 semanas de muestreo | 68 |
| CUADRO 44: | Prueba de Tukey para el % de corcho según las dosis utilizadas | 68 |
| CUADRO 45: | Evaluación del efecto fitotóxico 4 semanas despues de la cosecha | 75 |
| CUADRO 46: | Evaluación del efecto fitotóxico 6 semanas despues de la cosecha | 76 |
| CUADRO 47: | Análisis económico para las aplicaciones del glifosato (presupuesto parcial), a la séptima semana después de la aplicación | 77 |
| CUADRO 48: | Análisis económico para las aplicaciones del glifosato (tasa de retorno marginal) a la 7a semana despues de la aplicación | 77 |

**EVALUACION DEL EFECTO CAUSADO POR CUATRO DOSIS DE GLIFOSATO
UTILIZADO COMO MADURANTE, EN TRES VARIETADES DE
CANA DE AZUCAR (*Saccharum officinarum* L.)**

**EVALUATION OF THE EFFECT CAUSED BY FOUR GLYPHOSATE DOSES
APPLIED AS RIPENER ON THREE SUGAR CANE VARIETIES
(*Saccharum officinarum* L.)**

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar el efecto causado por cuatro dosis de glifosato: 0, 360, 480, y 600 g.i.a. utilizado como madurante, en las variedades CP-722086, CP-721312 y CP-721210 de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), para establecer la dosis óptima y el momento más adecuado para la realización de la cosecha.

Para tal efecto se estableció un sitio experimental localizado a 14 grados 15' 19" de latitud norte y 91 grados 24' 53" de longitud oeste, a una altura de 52 mts. sobre el nivel del mar en el municipio de tiquisate, departamento de Escuintla. Posee una precipitación promedio anual de 2,022.6 mm. y una temperatura media anual de 27 grados centígrados.

Para la evaluación se utilizó un diseño en bloques al azar con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones, se realizó una prueba de tukey para las variables que presentaron diferencias significativas.

La aplicación de glifosato se realizó el 23 de octubre de 1991 de 6:30 a 8:30 a.m. con un equipo de micronairs serie AU-3000 a 30 PSI y utilizando un volumen de mezcla de 27 lts./Ha. Se tomaron muestras durante 12 semanas con la siguiente frecuencia: 0 (día antes de la aplicación), 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 y 12. La cosecha se realizó a las 12 semanas después de la aplicación o sea el 17 de enero de 1992 (86 días después).

Las principales variables respuesta evaluadas fueron toneladas de azúcar por hectárea, libras de azúcar por tonelada de caña, toneladas de caña por hectárea y el efecto fitotóxico que el glifosato pueda causar en la soca siguiente. Las variables secundarias fueron: % de sacarosa, % de pureza, % de jugo, % de fibra, grados brix, % de lalas, % de floración y % de corcho.

Los resultados de la investigación permiten establecer que el glifosato adelanta la maduración de la caña de azúcar (efecto observado en las tres variedades), incrementando significativamente el rendimiento en libras de azúcar por tonelada de caña entre la 6a. y 7a. semana después de la aplicación, a una dosis de 480 g.i.a./Ha. ya que es la que manifestó los mejores resultados en el rendimiento, teniendo diferencias que oscilan entre 15 y 25 libras con respecto al testigo absoluto, dependiendo de la variedad y muy similar a las dosis de 360 y 600 g.i.a./Ha.

Los tonelajes de caña obtenidos por unidad de área en la etapa de campo y en la cosecha, no se ven influenciados por la aplicación de glifosato ya que no existen diferencias significativas entre las dosis evaluadas.

No se determinó ningún efecto fitotóxico causado por el uso de glifosato, ya que solo un pequeño porcentaje presentó hojas albinas, hojas retorcidas y cogollos retorcidos, daños que también se observan en el testigo (sin aplicación); éstos daños pudieron ser ocasionados por una baja fertilidad en el suelo o por la cosecha mecanizada. El crecimiento se presentó uniforme y en una población adecuada.

El análisis económico indica que existe una alta tasa de retorno en las aplicaciones de glifosato, principalmente al utilizar la dosis de 480 g.i.a./Ha. ya que esta es la que manifiesta los mejores resultados a la 7a. semana después de la aplicación con una tasa de 3582 %.

I INTRODUCCIÓN

En la actualidad la caña de azúcar (Saccharum officinarum L.) es uno de los principales cultivos de exportación del país, de la cual se tienen cultivadas 119,552 hectáreas en la costa sur, lo que coloca a Guatemala en el quinto país exportador de azúcar a nivel mundial; generando de ésta manera gran cantidad de divisas, en 1,990 generó 146.7 millones de U.S.Dólares y fuentes de trabajo, la zafra genera trabajo para mas de 100,000 trabajadores al año. (10).

Durante el proceso de producción, principalmente en la etapa inicial de la zafra se tiene el problema de entregar al ingenio caña en su estado óptimo de madurez, es decir que los jugos contengan una buena concentración de sacarosa y que luego del proceso industrial se pueda obtener un alto rendimiento de libras de azúcar por tonelada de caña; éste problema generalmente es ocasionado porque al inicio de la zafra no se tienen condiciones adecuadas para la maduración de la caña, como son: fotoperiodo largo, temperaturas bajas y poca precipitación durante un periodo de 4 a 6 semanas antes de la cosecha.

En muchas partes del mundo, para aumentar el contenido de sacarosa en condiciones desfavorables, se han aplicado productos químicos que regulan el crecimiento y aceleran la maduración, tal es el caso de la sal isopropil amina de glifosato.

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

Con tal propósito se llevó a cabo durante los meses de octubre de 1,991 a febrero de 1,992 un ensayo para evaluar el efecto causado por 4 dosis de sal isopropil amina de glifosato en las variedades CP-722086, CP-721312 y CP-721210 de caña de azúcar en la finca Petén ubicada en el municipio de Tiquisate, departamento de Escuintla.

El estudio se realizó con una serie de 3 experimentos, cada uno de los cuales comprendía una variedad, mediante un diseño de bloques al azar con 4 tratamientos y 4 repeticiones, utilizando un área total de 31.92 hectáreas. Las principales variables respuesta fueron el rendimiento en libras de azúcar por tonelada de caña (LbAz/TC), toneladas de caña por Hectárea (TC/Ha) y toneladas de azúcar por hectárea (TAz/Ha); pero también se evaluaron otras variables como: grados brix (en los tercios: inferior, medio, superior y en el cogollo), % sacarosa, % de jugo, % fibra, % de corcho, % de floración y % de lalas, realizando para cada una de ellas un análisis de varianza y una prueba de medias de Tukey en cada una de las diez semanas de muestreo y en el momento de la cosecha; así como también se evaluó el efecto fitotóxico y se realizó un análisis económico por medio de una taza de retorno marginal.

II DEFINICION DEL PROBLEMA

La maduración de la caña de azúcar es un proceso metabólico, mediante el cual la planta deja de crecer y comienza a conservar energía en forma de sacarosa almacenada en el tallo. Las condiciones favorables para la maduración natural de la caña de azúcar son: periodos de poca lluvia, temperaturas bajas y bastante luz solar durante 4 a 6 semanas antes de la cosecha.

Los productores de caña han confrontado en todas partes, el problema de entregar al ingenio, caña en estado óptimo de madurez a fin de extraer el grado máximo de sacarosa. Por otra parte los ingenios no tienen la suficiente capacidad para procesar toda la caña cuando ésta alcanza su madurez natural y llega a su punto óptimo, por consiguiente la caña cosechada en los periodos de menor producción de sacarosa, que generalmente se da al comienzo y al final de la zafra producen bajo rendimiento de azúcar.

En Guatemala inicialmente se trabajó adoptando tecnología generada en otros países, sin haber realizado investigación local, aunque los resultados han sido satisfactorios se hace necesario establecer ensayos por medio de los cuales se pueda obtener suficiente información técnico-científica sobre los diferentes factores ya mencionados y que se pueda a través de ellos establecer criterios para futuras aplicaciones, de manera que se pueda obtener caña en su estado óptimo de madurez y contenido de sacarosa durante todo el tiempo de zafra, y de ésta manera mejorar los rendimientos no solo en el campo sino también a nivel de fábrica.

Para aumentar el contenido de sacarosa en condiciones adversas (altas temperaturas, periodos de mucha lluvia, alta humedad en el suelo y fotoperiodos cortos), se pueden aplicar productos químicos que regulan el crecimiento, acelerando la maduración; su efectividad depende de varios factores entre los cuales se puede mencionar: variedad y edad de la caña, producto utilizado, dosis, época de aplicación y el tiempo transcurrido entre la aplicación y la cosecha. La influencia de todos y cada uno de éstos factores requiere de una adecuada y minuciosa investigación para obtener el máximo beneficio.

Entre las variedades más cultivadas a nivel nacional y dentro de la empresa se encuentran las Canal Point (CP), éstas son las que más área cultivada ocupan dentro de la zona cañera, ofrecen buena resistencia a distintas enfermedades y son de rápido crecimiento, tal es el caso de la CP-722086 (ocupa un

24.48 % del área total cultivada con caña de azúcar), la CP-721312, CP-731547, CP-721210 y otras con menor área como: CP-701284, CP-701133, que últimamente se han difundido en el país desplazando a otras menos resistentes y de crecimiento lento; por lo que se deben evaluar ya que son las que presentan ciclo de maduración temprana y las que se cosechan en la etapa inicial de la zafra (mes de noviembre).

Tomando en cuenta lo anterior se llevó a cabo un ensayo para evaluar el efecto causado por 4 dosis de sal isopropil amina de glifosato aplicado como madurante en las variedades CP-722086, CP-721312 y CP-721210 de caña de azúcar (Saccharum officinarum L.), con el propósito de generar información técnica y científica y poder establecer criterios para futuras aplicaciones.

III MARCO TEORICO

1. MARCO CONCEPTUAL

1.1. MADURACION DE LA CAÑA DE AZUCAR

La maduración de la caña de azúcar es un proceso metabólico durante el cual la planta deja de crecer y comienza a conservar energía en forma de sacarosa almacenada en el tallo. Las condiciones favorables para la maduración natural de la caña de azúcar son: periodos sin lluvia, temperaturas bajas con oscilación entre el día y la noche de 11 grados centígrados y bastante luz solar (12 horas), en un lapso de 4 a 6 semanas antes de la cosecha. (3)

Los factores más importantes en la maduración de la caña se pueden dividir en tres: (9)

a. Potencial de las variedades para acumular azúcar:

El ciclo de crecimiento y el potencial de las variedades para acumular azúcar, puede ser determinado por los geneticistas, a través de un programa de mejoramiento que permite obtener variedades con las características requeridas en cada región. Por ejemplo: las variedades Canal Point o Clewiston desarrolladas en Florida, USA, son de alta capacidad de acumulación de azúcar y de ciclo corto, en tanto que las variedades desarrolladas en Barbados y Puerto Rico tienen periodo de crecimiento mucho más largo.

b. Mecanismos de acumulación de sacarosa en la planta:

La invertasa ácida que está localizada en las paredes celulares del tallo, es responsable de la hidrólisis de la sacarosa en hexosas (glucosa y fructosa), a medida que la planta va madurando la concentración de invertasa neutral comienza a aumentar evitando que la sacarosa sea hidrolizada, generandose de ésta manera una mayor concentración de azúcares en los tallos de la caña.

c. Maduración en función de humedad, cantidad y accesibilidad de nitrógeno y potasio:

La suficiente disponibilidad de humedad, nitrógeno y potasio es muy importante no solo para obtener un crecimiento máximo sino

también para un almacenamiento óptimo de sacarosa en la planta.

A pesar que los nutrientes pueden influenciar la fotosíntesis, la traslocación y almacenamiento de los azúcares, su mayor contribución es asegurar el crecimiento máximo de la caña y obtener el mayor tonelaje de caña por hectárea. Para obtener resultados óptimos, el nitrógeno debe aplicarse en los tres primeros meses de crecimiento de la caña de un ciclo de 12 meses, desde la germinación hasta la cosecha.

1.2. MADURANTES QUÍMICOS PARA LA CANA DE AZÚCAR:

La maduración de la caña puede inducirse imponiendo condiciones de déficit o stress en la planta, las principales condiciones de déficit en relación con la maduración son la de nutrientes (especialmente de nitrógeno), humedad, temperatura y crecimiento artificial (madurantes químicos). (8)

Cuando las condiciones naturales no son favorables para la maduración de la caña de azúcar, es posible inducirla aplicando productos químicos conocidos como madurantes o maduradores. El madurante químico es un agente regulador del crecimiento que puede causar una disminución en el mismo sin alterar los eventos fisiológicos que operan en el proceso normal de recepción y almacenamiento de azúcar, pudiéndose acumular más azúcar en el tallo de la caña. Su efectividad depende de varios factores entre los cuales se puede citar: producto utilizado, dosis del producto, época de aplicación, variedad y edad de la caña y el tiempo transcurrido entre la aplicación y la cosecha. (11)

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

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

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

A partir de 1,970 aparecieron varios productos que reportaron buenos resultados, entre los que destacan: Ethepon, Asulox, Glifosina y Glifosato. Varios de éstos productos se

utilizaron intensivamente en Hawaii, Mauricio, Florida, Louisiana, Puerto Rico, Brasil y Sudáfrica. Los productos que han mostrado los mejores resultados a nivel mundial son: Ethepon, Glifosina N-M bifosfo metriglicina, sal sódica de Glifosato y sal isopropil amina de Glifosato. (10)

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

El mayor efecto del madurante ocurre en el tercio superior del tallo donde logra elevar la concentración de azúcares, a niveles que en condiciones naturales la planta difícilmente podría alcanzar. (13)

El Ethrel (ácido 2-cloroetil-fosfórico), es un regulador de crecimiento que tiene la propiedad de liberar etileno directamente dentro del tejido de la planta, como consecuencia puede ser utilizado para acelerar la maduración de la caña. (6)

Los madurantes, especialmente el glifosato, reprimen el crecimiento de la caña de azúcar. Este efecto es mayor al aumentar la dosis aplicada. Dependiendo de la dosis y la edad de la caña, la disminución en la elongación del tallo puede variar entre 8 y 10 centímetros, sin embargo, los tonelajes de caña no se ven afectados con la aplicación del madurante, ya que la producción de azúcar por hectárea está directamente relacionada con la producción, es decir el tonelaje de caña obtenido por hectárea y el rendimiento o sea el contenido de azúcar por tonelada de caña. (13)

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

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

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

1.2.1. Beneficios del Madurante

- a) Debido al incremento en sacarosa y pureza de los jugos de la caña tratada con el madurante, se puede dar un aumento en la productividad del ingenio, ya que éste se beneficia moliendo caña de buena calidad.
- b) Mediante el uso de madurantes químicos, el cañicultor puede asegurar que su cosecha alcance una buena concentración de sacarosa a pesar de que existan condiciones naturales desfavorables.
- c) El madurante tiende a secar las hojas de la caña, este efecto produce a menudo mejor quema, reduciéndose notablemente la basura y costos adicionales de la misma.
- d) El madurante puede inhibir la floración en ciertas variedades de caña, ésta floración, que de no inhibirse puede reducir los niveles de sacarosa causando resequedad de los entrenudos superiores produciéndose el acorchamiento y la pérdida del azúcar almacenada en ésta área. (16)
- e) El madurante reduce los costos de transporte o sea, una reducción en la relación de toneladas de caña y toneladas de azúcar, ya que se transporta mayor cantidad de caña sin basura y con mayor contenido de sacarosa.
- f) Se ha demostrado que la caña tratada con el madurante tiende a deteriorarse con menor rapidez después del corte, que la no tratada. Esto conserva el azúcar ya almacenada dentro de los tallos de la caña, para los ingenios que por razones imprevistas no puedan procesar la caña dentro de las 48 horas después del corte. (15)
- g) Ya que el madurante permite un mejor control de la maduración, es posible iniciar la zafra mas temprano, esto permite que los ingenios se abran antes y ayuda a evitar los estancamientos que ocurren en el apogeo de la zafra.

1.2.2. Efectos Visibles del Madurante

A veces pueden notarse efectos visibles después de la aplicación del madurante, estos efectos pueden variar dependiendo de las condiciones de la plantación, estación del año, variedad de caña, etc. pero generalmente se produce un moteado, manchas y quema de la punta de las hojas, dentro de los 10 primeros días que siguen a la aplicación. A veces, esto es seguido por amarillez o enrojecimiento de las hojas y del cogollo de la planta. En algunos casos aparecen brotes laterales (lalas). Como característica típica de la caña tratada con el madurante,

éstos brotes laterales no reducen la calidad del jugo. Otros efectos visibles pueden incluir la desecación de las hojas, la inhibición del crecimiento de las espigas, acortamiento de los entrenudos superiores o terminales y engrosamiento de los nudos.

En los ensayos realizados hasta el momento no se han encontrado efectos adversos producidos por la aplicación de glifosato en la germinación, crecimiento y desarrollo de la soca siguiente, cuando se han aplicado dosis de hasta 1200 g.i.a. por hectárea, sin embargo, en aplicaciones a nivel comercial se han observado algunos efectos fitotóxicos consistentes en hojas albinas con macollamiento excesivo y tallos muy delgados. Este daño es mayor en variedades susceptibles y se ha demostrado que aplicaciones adicionales de Urea a razón de 50 kilogramos por hectárea a la dosis normal de fertilizante permiten una rápida recuperación. (7)

1.2.3. Características de la Sal Isopropil Amina de Glifosato

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

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

En lo referente a toxicología, el compuesto químico del glifosato (N-N Fosfometil Glicina) está clasificado como ligeramente tóxico para la ingestión oral. Comparando los valores de la DL50 en ratas, éstos indican que el glifosato es menos tóxico que la sal común y es la mitad de lo tóxico que la aspirina. (17)

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

La dosis de aplicación es específica para cada área cañera y también puede variar según las condiciones de maduración dentro del área; por consiguiente es importante la exactitud de la aplicación para evitar una reducción de su efectividad o desperdicio del producto, sin embargo, en países donde el glifosato ya es usado como madurante a escala comercial, se utilizan y evalúan dosis que varían desde 240 hasta 1200 g.i.a./Ha; obteniéndose los mejores resultados dentro de las distintas áreas cañeras en un rango desde 360 hasta 720 y en algunos casos hasta 960 g.i.a./Ha. Teniendo en cuenta lo anterior, las recomendaciones del producto de utilizar la dosis de 686.4 g.i.a./Ha. y las experiencias de aplicaciones anteriores, es necesario evaluar dosis que permanezcan dentro de un rango semejante a lo evaluado y recomendado (360, 480 y 600 g.i.a./Ha) pero bajo las condiciones ambientales y climáticas de la zona cañera de Guatemala, para poder establecer que dosis de producto es la adecuada para lograr alto contenido de sacarosa en la caña a un bajo costo y sin afectar el desarrollo de la soca siguiente. (7)

El volumen de mezcla recomendado es de 18 a 38 litros por hectárea. Un volumen mayor no es necesario y uno menor puede reducir la efectividad, a la vez que aumenta el riesgo por deriva.

Para la aplicación se utilizan aviones o helicópteros, con ambos se pueden obtener buenos resultados siempre que el equipo sea calibrado debidamente y la aspersion sea uniforme. Los aviones son ventajosos para campos grandes y cuando hay que transportar la solución por largas distancias; los helicópteros son mas eficientes en campos pequeños e irregulares y en situaciones donde existen riesgos serios de deriva, que exigen mas precisión en el vuelo y la aplicación; la diferencia radica en que con un avión se puede aplicar mayor cantidad de área por hora de vuelo. (15)

1.3. CONTROL DE LA MADURACION Y RENDIMIENTOS

El control de la maduración en la caña de azúcar, consiste en el análisis practicado a muestras representativas de la plantación comercial, tomadas periódicamente con el fin de conocer la concentración de sacarosa de sus jugos y determinar consecuentemente su grado de maduración para, al final, poder establecer una fecha de corte valedera. (18)

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

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

Fórmula de Winter y Carp: Esta fórmula, que se basa en la experiencia obtenida en Java, se usa mucho en todo el mundo azucarero. Son muchas las modificaciones que se han sugerido, pero la fórmula original, que sigue estando en uso general es:
(14)

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

en la cual:

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

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

P = Pureza del guarapo

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

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

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

Según Valladares y Zamorano (20) hay que hacer por cada 100 hectáreas un muestreo de 30 metros lineales dividido en tres submuestras de 10 metros lineales para poder estimar las toneladas por hectárea que pueda rendir el cañal. En cada una de esas submuestras se debe contar el número de tallos molederos que existen y al final de una de éstas se cortan los últimos 5 tallos, los cuales se deben pesar de inmediato.

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

Número de tallos/Mt. lineal = # Tallos muestra/30 Mts.

Peso por Tallo = Peso 5 tallos/ 5 tallos.

Número de tallos /Ha. = # de tallos/ Mt. lineal * mts lineales de una hectárea. (los metros lineales de una hectárea dependen del distanciamiento entre surcos)

Tonelaje por Hectárea = Peso/tallo * # tallos/Ha.

2. MARCO REFERENCIAL

2.1. LOCALIZACION Y DESCRIPCION DEL AREA EXPERIMENTAL

El sitio experimental estuvo localizado en el municipio de Tiquisate a 14 grados 15' 19" de Latitud Norte y 91 grados 24' 53" de Longitud Oeste; a una altura de 52 metros sobre el nivel del mar. Posee una precipitación anual de 2,022.6 milímetros que se da principalmente en los meses de junio a octubre. El área presenta un clima cálido con una temperatura media anual de 27 grados centígrados. Según Holdridge pertenece a una zona de vida subtropical muy húmeda.

Según Simmons (19) pertenece a la serie de suelos Tiquisate (Ti), presentando un relieve casi plano, drenaje moderado, de color café, textura franca-arenosa, con un espesor en el suelo superficial de 40 a 50 centímetros con alta fertilidad.

El área presenta terrenos apropiados para cultivos limpios y continuos, mediante el uso de prácticas sencillas de conservación de suelos. Las pendientes no exceden a los 5 grados. Este tipo de terrenos pueden cultivarse permanentemente sin sufrir daño alguno, por lo que dicha área pertenece a la clase agrológica II (19).

2.2. MANEJO DE LA PLANTACION

La plantación es de segunda soca a la cual se le realizó la cosecha el 20 de enero de 1,991, luego de la cual se le dió el siguiente manejo:

La requema se realizó 2 días después de la cosecha luego de la cual se realizó el desbasurado, haciendose esto 5 días después de la misma.

A los treinta días aproximadamente después de la cosecha se realizó el paso de la cultivadora. El primer riego se realizó 3 días después del paso de la cultivadora dando un segundo riego 30 días después. La aplicación de herbicidas se realizó 2 días después del segundo riego.

2.3. RENDIMIENTO DEL AREA EXPERIMENTAL EN LA ZAFRA ANTERIOR

Los rendimientos de éstos cañales en la zafra anterior son los siguientes:

CUADRO 1: Rendimiento de cañales en zafra 90-91.

| CANAL | # LOTE | VARIEDAD | RENDIMIENTO (Ton/Ha) |
|-----------|--------|-----------|----------------------|
| El Espino | 60161 | CP-722086 | 89.80 |
| El Espino | 60171 | CP-722086 | 85.91 |
| El Espino | 60191 | CP-721312 | 87.44 |
| El Espino | 60201 | CP-721312 | 98.83 |
| Ponderosa | 60101 | CP-721210 | 99.47 |

Fuente: Archivo Ingenio Madre Tierra.

2.4. ANALISIS DE SUELOS

El análisis químico de la muestra de suelos realizado en el laboratorio de suelos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC), proporcionó los resultados siguientes:

CUADRO 2: Análisis químico de la muestra de suelo

| VARIEDAD | ppm | | | meq/100 ml. suelo | |
|-----------|-----|-------|-----|-------------------|------|
| | pH | P | K | Ca | Mg |
| CP-722086 | 6.7 | 14.70 | 202 | 10.3 | 1.80 |
| CP-721312 | 6.5 | 19.60 | 206 | 10.8 | 2.10 |
| CP-721210 | 6.6 | 15.80 | 218 | 12.3 | 2.20 |

Interpretando el análisis químico, podemos decir que el pH se encuentra en el nivel adecuado para los 3 lotes que contienen cada variedad. Por otro lado, los elementos analizados, ninguno muestra deficiencias y su relación es bastante adecuada por lo que se considera que son factores muy similares que no pueden causar diferencias en el rendimiento obtenido por las 3 variedades en evaluación.

IV HIPOTESIS

No existe diferencia significativa en el rendimiento de libras de azúcar por tonelada de caña y de toneladas de caña por hectárea producido por las cuatro dosis de sal isopropil amina de glifosato en las tres variedades de caña de azúcar.

V OBJETIVOS

Evaluar el efecto causado por cuatro dosis de sal isopropil amina de glifosato como madurante, en las variedades CP-722086, CP-721312 y CP-721210 de caña de azúcar (Saccharum officinarum L.) con el objeto de mejorar los rendimientos tanto en la producción de caña por hectárea como en el contenido de azúcar por tonelada de caña.

Evaluar el efecto económico de las distintas dosis de sal isopropil amina de glifosato en las tres variedades de caña de azúcar.

VI MATERIALES Y METODOS

1. DISEÑO DEL EXPERIMENTO

1.1. CARACTERISTICAS DE UNIDAD EXPERIMENTAL Y AREA TOTAL

a) Parcela Bruta

Cada parcela experimental tuvo un área de 5,187 metros cuadrados, la cual comprende 26 surcos distanciados 1.5 metros entre si, con una longitud de 133 metros cada uno. Cada parcela experimental está separada por 8 surcos (12 metros) de la parcela contigua, las calles que dividen cada bloque tienen 3 metros de ancho.

b) Parcela Neta:

La parcela neta estuvo constituida por los 15 surcos centrales con una longitud de 93 metros cada uno, lo que hace un área de 2,092.5 metros cuadrados.

Cada bloque estuvo comprendido por 2.66 Hectáreas para hacer un total de 31.92 Hectáreas de área experimental.

1.2. MATERIAL EXPERIMENTAL

a) Variedades de Caña

Las variedades de caña utilizadas son originarias de la estación experimental de Canal Point o Clewiston de Florida USA y son variedades con alta capacidad de acumulación de azúcar y de ciclo corto ya que con ellas generalmente se inicia la zafra. Las variedades evaluadas son: CP-722086, CP-721312 y CP-721210, las cuales al momento de la aplicación tenían 9 meses de edad (276, 276 y 278 días respectivamente).

1.3. TRATAMIENTOS

Para determinar el efecto causado por la sal isopropil amina de glifosato se evaluaron 4 dosis que son:

CUADRO 3: Descripción de los tratamientos a evaluar.

| PRODUCTO | DOSIS | |
|-----------|------------|-----------------|
| | (Lts/ Ha.) | (g. i. a. /Ha.) |
| Testigo | 0 | 0 |
| Glifosato | 0.75 | 360 |
| Glifosato | 1.00 | 480 |
| Glifosato | 1.25 | 600 |

1.4. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó un diseño en bloques al azar con 4 tratamientos y 4 repeticiones para cada una de las variedades, lo cual produce una serie de 3 experimentos.

1.5. MANEJO DEL EXPERIMENTO

1.5.1. Aplicación del Glifosato

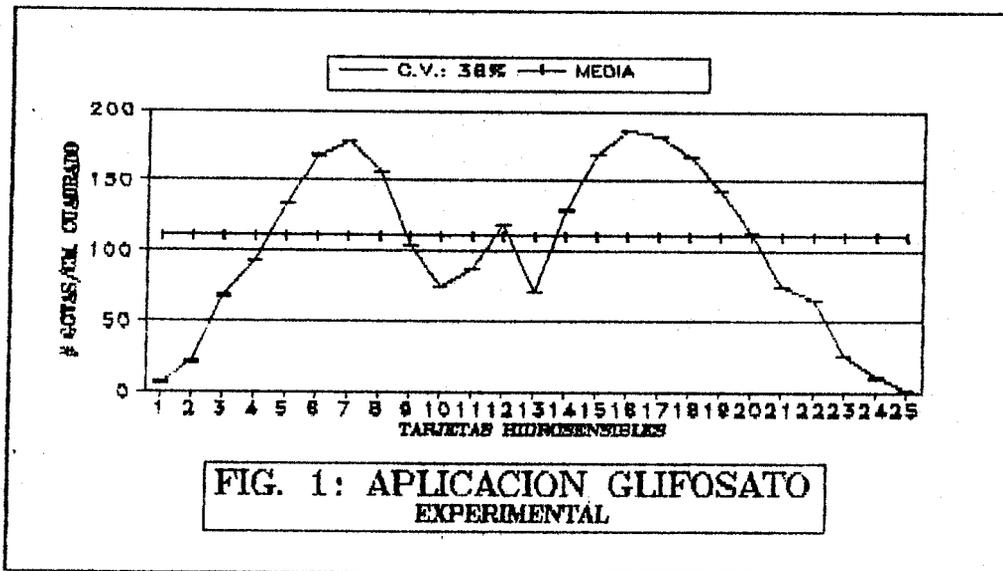
La aplicación del glifosato se realizó el día 23 de octubre de 1,991 con un equipo de micronairs serie AU-3000 a 30 PSI y utilizando un volumen de mezcla de 7.15 gal/Ha (5 gal/Mz). Las condiciones al momento de la aplicación fueron las siguientes:

- Inicio de aplicación: 6:15 A.M.
- Fin de aplicación: 9:30 A.M.
- Humedad Relativa al inicio: 100 %
- Humedad Relativa al final: 72 %
- Velocidad del viento al inicio: 0 Kms/Hr.
- Velocidad del viento al final: 0 Kms/Hr.

Se realizó un ensayo con tarjetas hidrosensibles para evaluar la aplicación, obteniéndose los siguientes resultados:

- Número de tarjetas: 25
- Número promedio de gotas: 111 gotas/cm. cuadrado.
- Tamaño promedio de gota: 125 micrones
- Coeficiente de variación: 36 %

La aplicación se considera bastante buena ya que se logró obtener un número y tamaño de gota adecuados para la aplicación del glifosato; por otro lado el coeficiente de variación es aceptable para este tipo de ensayos. Se utilizaron 25 tarjetas hidrosensibles para abarcar hasta las parcelas contiguas y verificar que no hubo deriva de un lote a otro (ver figura 1).



1.6. VARIABLES RESPUESTA

El efecto de la sal isopropil amina de glifosato se evaluó principalmente sobre el rendimiento en toneladas de azúcar por hectárea, que proviene de la evaluación del rendimiento en toneladas de caña por hectárea y del rendimiento de libras de azúcar por tonelada de caña. La metodología para cada variable es la siguiente:

1.6.1. Libras de azúcar por tonelada de caña y grados brix

Se realizaron muestreos de 10 tallos escogidos al azar por cada unidad experimental, sin tomar en cuenta el área de traslape de la aspersion, a los cuales se les midieron los grados brix por medio del refractómetro de mano en los tercios inferior, medio, superior y del pedazo adicional al corte comercial (cogollo); por medio de éstos datos se obtuvo el índice de maduración con la siguiente relación:

$$I. M. = \text{Brix tercio superior} / \text{Brix tercio inferior}$$

Las muestras de 10 tallos (divididas en tres partes iguales y tomando además el cogollo) se identificaron en el campo y luego se enviaron al laboratorio para su análisis.

Por medio de estas muestras se pudo obtener resultados de brix, pol, pureza, fibra y jugo por el método de la prensa hidráulica.

Para determinar el rendimiento en libras de azúcar por tonelada de caña se utilizó la fórmula de Winter y Carp (14):

$$\text{Lbs Az/ Ton Caña} = \% \text{ Sacarosa } (1.4 - 40/P) * \text{Factor}$$

Factor: es de 14.25 estimado promedio de las últimas zafas.

1.6.2. Rendimiento en toneladas de caña por Hectárea

Para evaluar ésta variable se utilizó la metodología recomendada por Valladares y Zamorano (20) citada anteriormente pero modificada ya que se utilizaron 2 submuestras de 10 metros cada una por unidad experimental para tener una mejor exactitud en los resultados obtenidos.

En cada submuestra de 10 metros se contaron el número de tallos existentes y cerca de la misma estación se cortaron 5 tallos molederos, los que se pesaron e identificaron inmediatamente.

Se realizaron 10 muestreos durante las 12 semanas posteriores a la aplicación, con la siguiente frecuencia: 0 (día antes de la aplicación), 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12.

El rendimiento se determinó mediante las siguientes relaciones:

$$\begin{aligned} \# \text{ Tallos/ Mt. Lineal} &= \# \text{ tallos submuestras/ } 20 \text{ metros} \\ \text{Peso por Tallo} &= \text{Peso total muestra/ } 5 \text{ tallos} \end{aligned}$$

$$\# \text{ Tallos/ Ha} = \text{mts. por Ha/ } \# \text{ tallos por mt. lineal.}$$

Los metros lineales por Hectárea se estiman dividiendo los metros cuadrados que posee una Hectárea (10,000), dentro del espaciamiento entre surcos (1.5 metros para éste caso).

La fórmula para establecer el rendimiento en toneladas de caña por Hectárea es la siguiente:

$$\text{Ton Caña/ Ha} = \# \text{ Tallos/ Ha} * \text{peso por tallo.}$$

1.6.3. Rendimiento en Toneladas de Azúcar por Hectárea

Esta variable se determinó habiendo obtenido ya los rendimientos en libras de azúcar por tonelada de caña y toneladas de caña por Hectárea, mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Ton. Az/ Ha} = \text{Lbs. Az/ Ton. Caña} * \text{Ton. Caña/ Ha.} * 0.0005$$

La cosecha se llevó a cabo a los 86 días después de la aplicación, para lo cual se cortaron y alzaron 3 chorras (15 surcos) por unidad experimental. Por medio de ésta cosecha se pudo determinar los datos reales de rendimiento en libras de azúcar por tonelada de caña, toneladas de caña por hectárea, grados brix, porcentaje de sacarosa y pureza para cada unidad experimental mediante los datos de registro de la fábrica.

1.6.4. Efecto Fitotóxico

Para evaluar la fitotoxicidad causada por el glifosato en la caña se establecieron 2 estaciones de 10 metros cada una tomadas al azar en cada unidad experimental; en las cuales se evaluaron: % de cogollos retorcidos, % de albinismo y % de hojas retorcidas (Epinastia). Los muestreos de fitotoxicidad se realizaron 4 y 6 semanas después de la cosecha.

1.6.5. Otras Variables Evaluadas

Con el objeto de establecer mejor los efectos causados por la sal isopropil amina de glifosato en la caña de azúcar, también se evaluaron en cuenta las siguientes variables:

- | | |
|------------------|--------------|
| - % de Floración | - % Sacarosa |
| - % de Lalas | - % Fibra |
| - % de Corcho | - % Pureza |

1.7. ANALISIS DE LA INFORMACION

1.7.1. Análisis de Varianza

Se realizó una análisis de varianza para las siguientes variables:

- Lbs. Az/ Ton. Caña
- Ton. Caña/ Ha.
- Ton. Az. /Ha.
- Grados Brix (inferior, medio, superior y cogollos)
- % Sacarosa
- % Pureza
- % Corcho

El modelo estadístico utilizado es el siguiente:

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

En donde:

Y_{ij} = Variable respuesta del rendimiento.
 M = Efecto de la media general del rendimiento.
 T_i = Efecto del i -ésimo tratamiento. (dosis de glifosato)
 B_j = Efecto del j -ésimo bloque (repeticiones).
 E_{ij} = Error experimental en la ij -ésima unidad experimental.

b) Para el análisis combinado de los tres experimentos, se utilizó el siguiente modelo estadístico :

$$Y_{ijk} = M + B_i + V_j + E(a)_{ij} + D_k + (VD)_{jk} + E(b)_{ijk}$$

En donde:

Y_{ijk} = Variable respuesta del rendimiento.
 M = Efecto de la media general del rendimiento.
 B_i = Efecto del i -ésimo bloque (repeticiones).
 V_j = Efecto de la j -ésima modalidad del factor A (variedades de caña).
 $E(a)_{ij}$ = Error experimental en la ij -ésima unidad experimental asociado al factor a.
 D_k = Efecto de la k -ésima modalidad del factor B (dosis de glifosato).
 $(VD)_{jk}$ = Efecto de la interacción entre los factores A y B (variedades y dosis).
 $E(b)_{ijk}$ = Error experimental en la ijk -ésima unidad experimental asociado al factor b.

1.7.2. Prueba de Tukey

Se realizó esta prueba de medias a los efectos que presentaron diferencias significativas en el análisis de varianza.

1.8. ANALISIS ECONOMICO

El análisis económico se realizó por medio de una tasa marginal de retorno para la semana que presentó los mejores resultados de rendimiento.

VII PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS

1. RENDIMIENTO

1.1. LIBRAS DE AZUCAR POR TONELADA DE CANA

En el cuadro 4 se presentan los resultados obtenidos del análisis de varianza (ANDEVA), en los cuales se puede observar que si existen diferencias altamente significativas para las variables: semana, dosis y la interacción entre semanas y variedades.

CUADRO 4: ANDEVA para el rendimiento en LbAz/TC. al corte comercial.

| F. V. | G. L. | S. C. | C. M. | Valor F | Pr > F |
|------------|-------|-----------|---------|---------|-----------|
| Variedad | 2 | 113.69 | 56.84 | 0.25 | 0.7795 |
| Rep(var) | 9 | 4561.16 | 506.79 | 2.22 | 0.0202 * |
| Semana | 9 | 35478.65 | 3942.07 | 17.29 | 0.0001 ** |
| Var*Sem | 18 | 22329.88 | 1240.54 | 5.44 | 0.0001 ** |
| Dosis | 3 | 7337.47 | 2445.82 | 10.73 | 0.0001 ** |
| Var*Dosis | 6 | 1176.31 | 196.05 | 0.86 | 0.5246 |
| Dosis*Sem | 27 | 6749.81 | 249.99 | 1.10 | 0.3408 |
| Var*Do*Sem | 54 | 14361.88 | 265.96 | 1.17 | 0.2095 |
| ERROR EXP. | 351 | 80029.88 | 228.00 | | |
| TOTAL | 479 | 172137.94 | 359.36 | | |

C. V. 6.360635 %

Estadísticamente no existen diferencias significativas en el rendimiento de libras de azúcar por tonelada de caña entre las distintas variedades evaluadas, por lo que se puede establecer que las mismas responden de una manera muy similar a las aplicaciones de glifosato.

La prueba de medias nos permite establecer que las 3 dosis de glifosato utilizadas son similares estadísticamente en cuanto al rendimiento reportado, pero superiores al testigo absoluto con un margen de aproximadamente 10 libras (ver cuadro 5).

De la interacción de los factores variedad y semana se obtuvo que existen diferencias altamente significativas, encontrándose los mejores resultados para la variedad CP-722086 a la quinta, séptima y décima semana, notablemente superiores a todos los demás; para la variedad CP-721312 los mejores rendimientos y muy semejantes se encontraron en la sexta, séptima y décima semana; para la variedad CP-721210 también se

encontraron rendimientos muy semejantes en la sexta, séptima y octava semana después de la aplicación (ver cuadro 6).

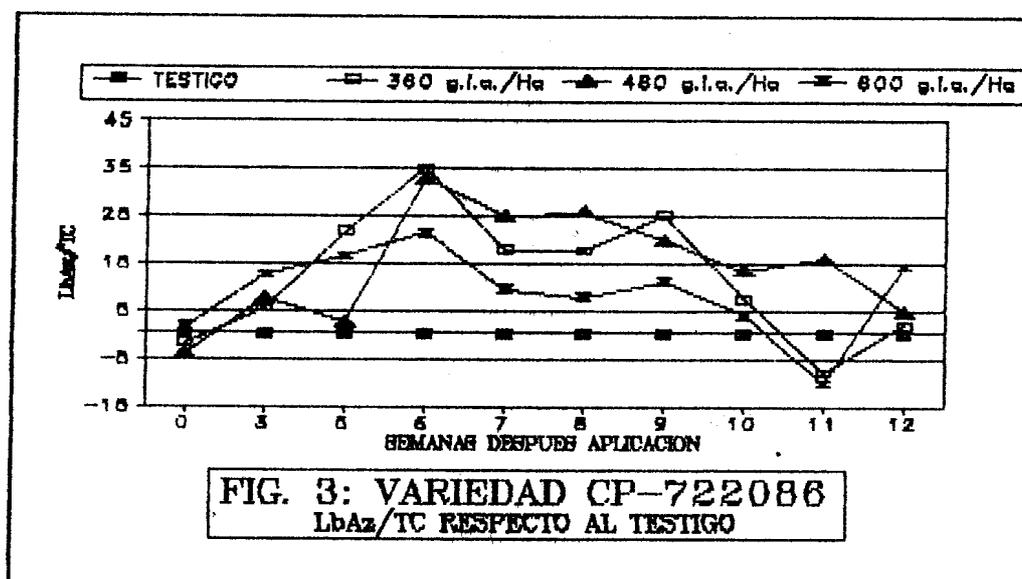
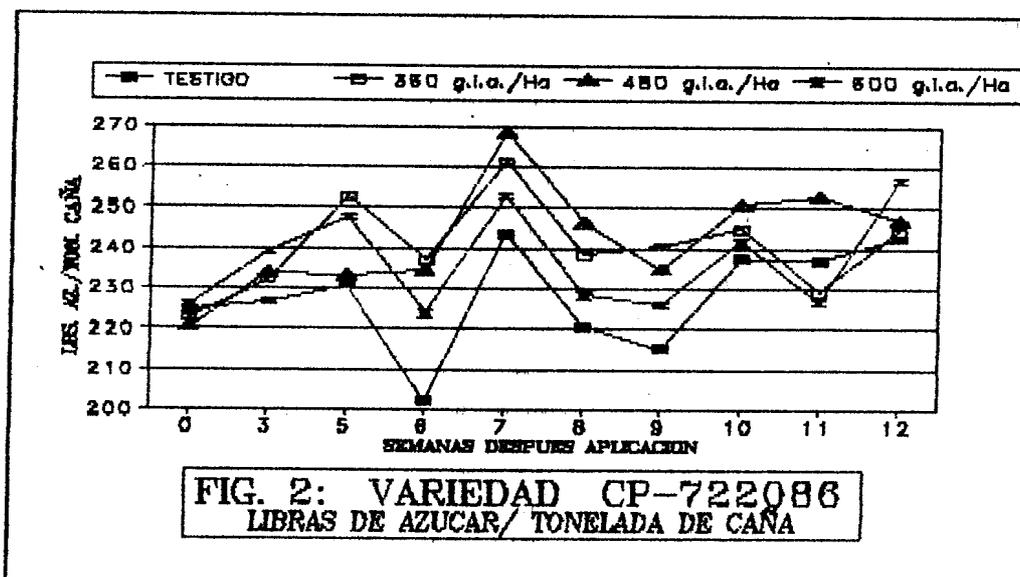
CUADRO 5: Prueba TUKEY al rendimiento en LbAz/TC. para las distintas dosis evaluadas.

| DOSIS (g. i. a. /Ha) | MEDIAS(LbAz/TC) | TUKEY AL 5 % |
|----------------------|-----------------|--------------|
| 480 | 240.63 | a |
| 600 | 239.47 | a |
| 360 | 238.75 | a |
| 000 | 230.72 | b |

CUADRO 6: Prueba de TUKEY al rendimiento en LbAz/TC. para la interacción de los factores variedad y semana.

| VARIABLES | | MEDIAS | TUKEY AL 5% |
|-----------|--------|-----------|-------------|
| Variedad | Semana | (LbAz/TC) | |
| CP-722086 | 7 | 256.42 | a |
| CP-721312 | 6 | 253.61 | a |
| CP-721210 | 7 | 252.64 | a |
| CP-721312 | 7 | 251.49 | a |
| CP-721210 | 6 | 250.76 | a |
| CP-721210 | 8 | 249.30 | a |
| CP-721210 | 10 | 248.17 | a |
| CP-722086 | 12 | 247.47 | a |
| CP-721312 | 10 | 245.13 | a |
| CP-722086 | 10 | 243.40 | a |
| CP-721210 | 5 | 243.24 | a |
| CP-721210 | 3 | 242.58 | a |
| CP-722086 | 5 | 241.03 | a |
| CP-721312 | 11 | 238.62 | a |
| CP-721312 | 8 | 238.48 | a b |
| CP-722086 | 11 | 236.45 | b |
| CP-721312 | 5 | 236.12 | b |
| CP-721312 | 12 | 235.86 | b c |
| CP-722086 | 8 | 233.41 | c d |
| CP-722086 | 3 | 232.89 | d e |
| CP-721312 | 3 | 229.19 | e |
| CP-722086 | 9 | 229.13 | e f |
| CP-721312 | 9 | 228.33 | f g |
| CP-721210 | 9 | 225.20 | g |
| CP-721210 | 0 | 225.03 | g |
| CP-722086 | 6 | 224.44 | g h |
| CP-722086 | 0 | 223.43 | h i |
| CP-721312 | 12 | 223.08 | i j |
| CP-721312 | 11 | 219.98 | j k |
| CP-721312 | 0 | 216.85 | k |

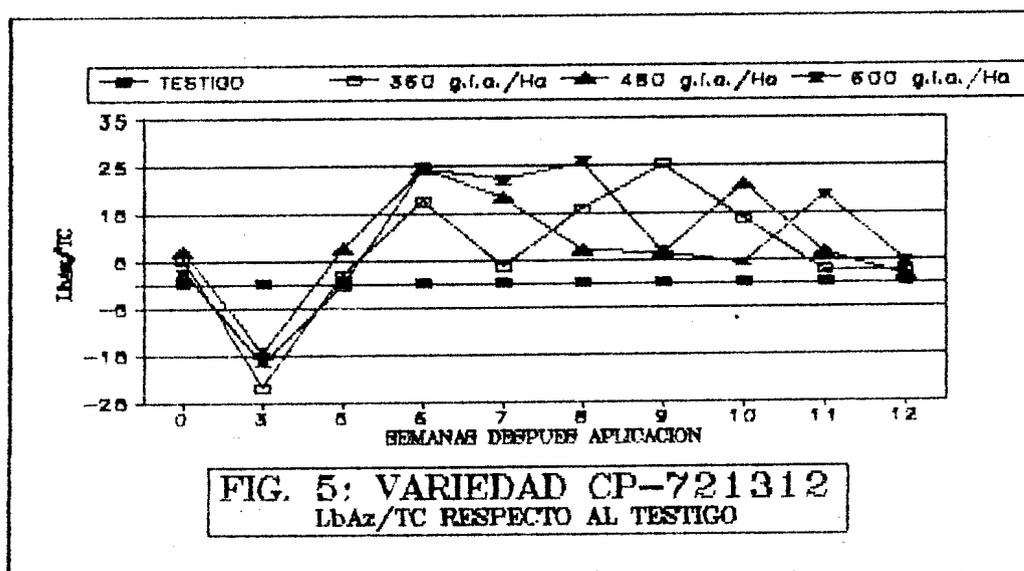
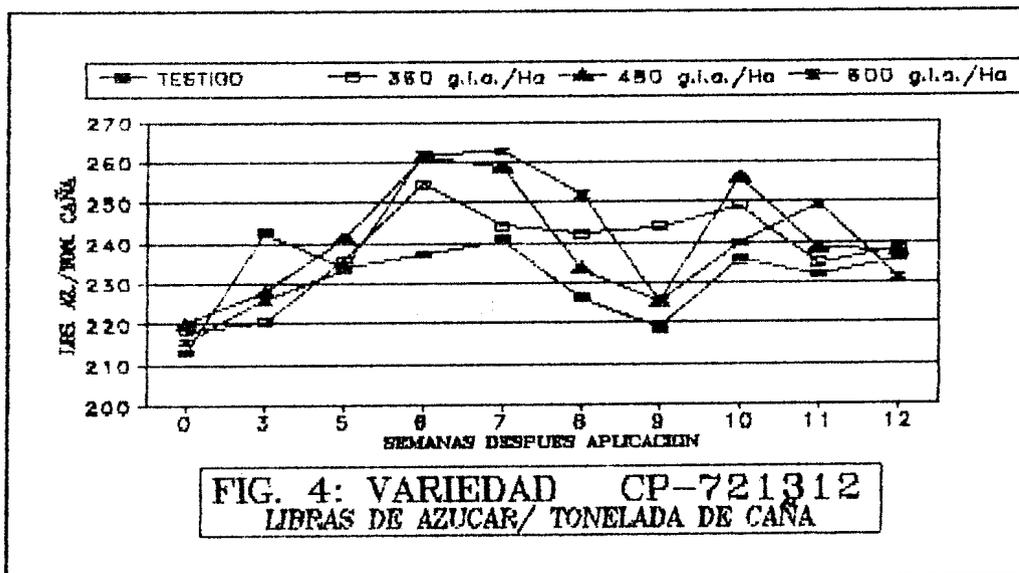
En las figuras 2 y 3 se puede observar que inicialmente el glifosato acelera la maduración de la variedad CP-722086, obteniéndose un buen rendimiento a la quinta semana y en la cual todas las dosis utilizadas son superiores al testigo, aunque se nota un ligero descenso en la sexta, alcanza su punto más alto en la séptima semana con la dosis de 480 g.i.a./Ha, teniendo una diferencia aproximada de 24 libras con respecto al testigo



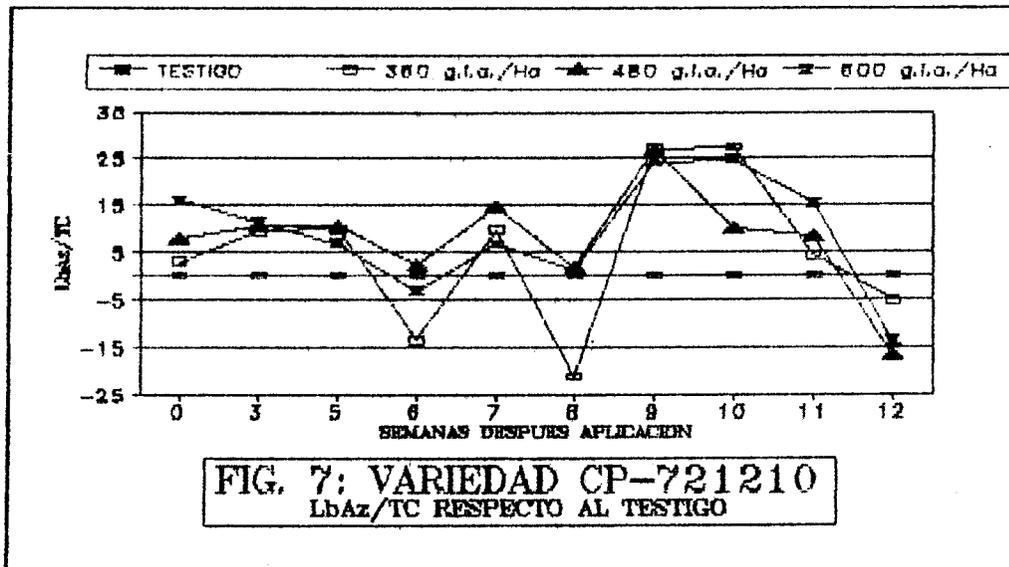
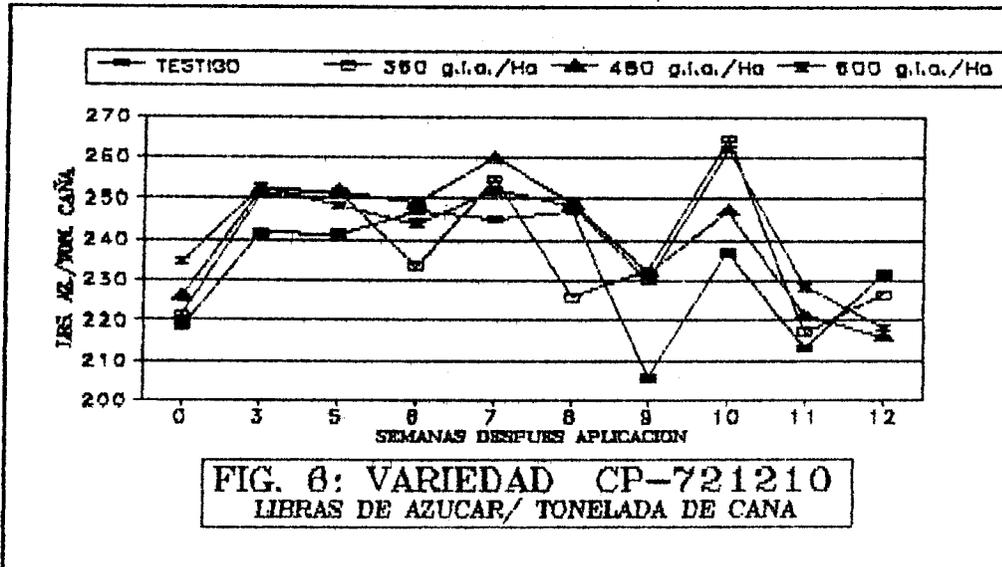
absoluto. Para ésta variedad la dosis que se manifestó más estable fue la de 480 g.i.a./Ha y se mantuvo superior al testigo durante toda la etapa de muestreo a partir de la segunda semana;

las otras dosis 600 y 360 g.i.a. se comportaron de una forma muy similar y permanecieron superiores al testigo a excepción de la onceava semana, que es cuando se considera que el testigo alcanzó su madurez natural.

En las figuras 4 y 5 de el rendimiento en LbAz/TC. para la variedad CP-721312 se puede observar que las dosis de 600 y 480 g.i.a./Ha presentaron los mejores rendimientos hacia la sexta semana y se mantuvieron en la séptima; ambas dosis notablemente superiores al testigo. Así mismo, la dosis de 360 g.i.a. fue la que manifestó mayor estabilidad en el rendimiento reportado.



En las Figuras 6 y 7 se puede observar que se tienen los mejores rendimientos en la séptima y décima semana después de la aplicación para la variedad CP-721210. En la séptima semana se obtuvo con la dosis de 480 g.i.a. superior al testigo en aproximadamente 13 libras y a la vez es la dosis que manifestó



mayor estabilidad durante las 12 semanas de muestreo. A la décima semana se obtiene el mayor rendimiento con las dosis de 360 y 600 g.i.a., aunque hacia la onceava semana se observa un descenso muy brusco que indica la inestabilidad de ambas dosis.

El ANDEVA realizado para la variable LbAz/TC al corte comercial en la cosecha, indica que solo existen diferencias estadísticamente significativas para el factor dosis, las cuales se ilustran en el cuadro 7.

En la cosecha no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las variedades, reportando los siguientes rendimientos: para la variedad CP-722086 223.15, la CP-721312 218.71 y para la CP-721210 216.90 libras de azúcar por tonelada de caña.

CUADRO 7: ANDEVA para el rendimiento en LbAz/TC en la cosecha al corte comercial.

| F.V. | G.L. | S.C. | C.M. | Valor F | Pr > F |
|------------|------|---------|--------|---------|----------|
| Variedad | 2 | 331.33 | 165.66 | 1.26 | 0.2992 |
| Rep(var) | 9 | 848.79 | 94.31 | 0.72 | 0.6877 |
| Dosis | 3 | 1241.95 | 413.97 | 3.15 | 0.0410 * |
| Var*Dosis | 6 | 795.04 | 132.50 | 1.01 | 0.4398 |
| ERROR EXP. | 27 | 3543.82 | | | |
| TOTAL | 47 | 6760.95 | | | |

C.V. 5.217257 %

La prueba de TUKEY (cuadro 8) realizada para el factor dosis muestra las diferencias obtenidas entre las distintas dosis utilizadas en cuanto al rendimiento en LbAz/TC, presentando los mejores resultados la de 480 y 600 g.i.a.

CUADRO 8: Prueba TUKEY para el rendimiento en LbAz/TC en la cosecha según las dosis evaluadas al corte comercial.

| DOSIS (g.i.a./Ha) | MEDIAS(LbAz/TC) | TUKEY AL 5 % |
|-------------------|-----------------|--------------|
| 480 | 223.995 | a |
| 600 | 223.608 | a |
| 360 | 219.406 | a b |
| 000 | 210.349 | b |

Para establecer los rendimientos al quiebre de cogollo se utilizó solamente el pedazo adicional al corte comercial, o sea el pedazo que queda tirado en el campo, y no un corte mas alto al superior incluyendo toda la caña; con lo que los rendimientos establecidos se puede decir que es la cantidad de azúcar que está quedando en el campo a la hora de la cosecha.

Los resultados del análisis del laboratorio, mediante los cuales se realizó el ANDEVA para ésta variable permiten

establecer que existen diferencias únicamente para las distintas variedades evaluadas (ver cuadro 9), y luego de realizar la prueba de tukey se pudo establecer que las variedades CP-722086 y la CP-721312 son superiores estadísticamente a la CP-721210; o sea que las dos primeras tienen mayor capacidad de almacenar sacarosa en los entrenudos finales de la caña; pero también hay que tomar en cuenta que la variedad CP-721210 tuvo floración en un 100 % para el testigo, y alrededor de un 80 % en promedio para los aplicados lo que puede ser el factor principal que justifica la baja concentración de sacarosa en los cogollos de la caña.

CUADRO 9: Prueba TUKEY para el rendimiento en LbAz/TC en la cosecha de las variedades al quiebre de cogollo.

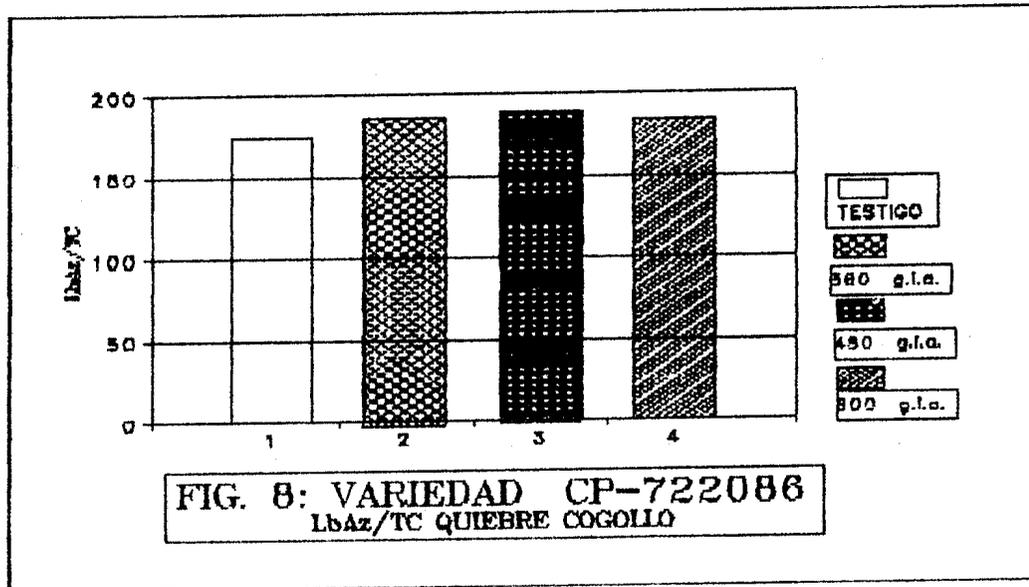
| VARIETADES | MEDIAS(LbAz/TC) | TUKEY AL 5 % |
|------------|-----------------|--------------|
| CP-722086 | 183.653 | a |
| CP-721312 | 166.582 | a |
| CP-721210 | 131.511 | b |

Por otra parte, no se presentaron diferencias significativas para las dosis evaluadas, pero se puede establecer en el cuadro 10 que los lotes aplicados son bastante superiores al testigo absoluto, con lo que se puede comprobar que el glifosato produce una mayor concentración de sacarosa en el tercio superior de la caña.

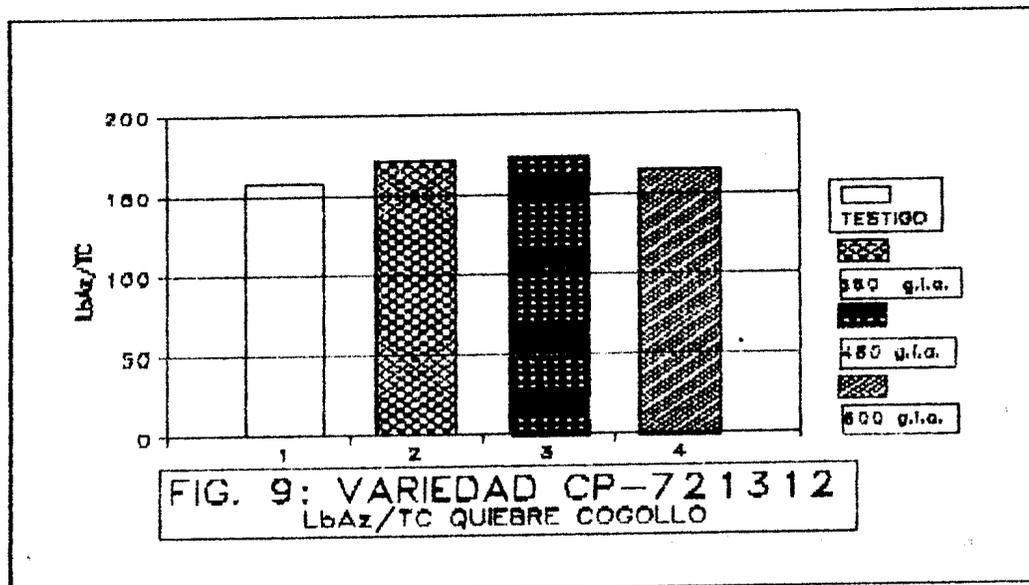
CUADRO 10: Prueba TUKEY para el rendimiento en LbAz/TC en la cosecha según las dosis evaluadas al quiebre de cogollo.

| DOSIS (g. i. a. /Ha) | MEDIAS(LbAz/TC) | TUKEY AL 5 % |
|----------------------|-----------------|--------------|
| 480 | 167.223 | a |
| 600 | 165.447 | a |
| 360 | 163.130 | a |
| 000 | 146.528 | a |

En la Figura 8 se pueden apreciar grandes diferencias de los lotes aplicados con respecto al testigo, ya que la dosis que brindó los mejores resultados 480 g.i.a. supera al testigo por un margen de 16 libras aproximadamente, mientras que las otras dos dosis 360 y 600 g.i.a. lo superan por 15 y 10 libras respectivamente.

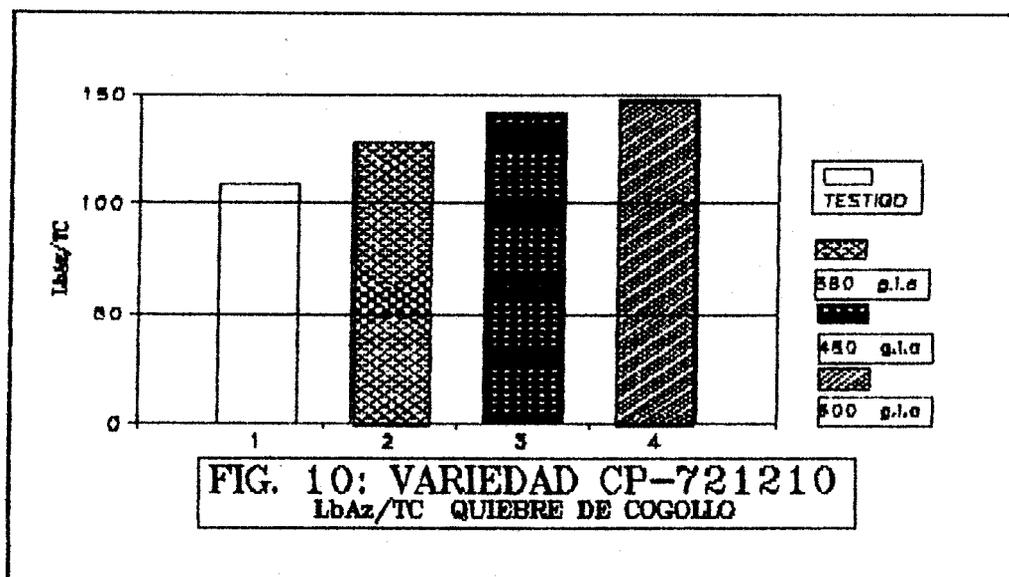


En la figura 9 de la variedad CP-721312 se puede apreciar que las curvas del rendimiento en los cogollos de la caña, son muy semejantes a los de la variedad CP-722086 (Figura 8), presentando el mejor resultado la dosis de 480 g.i.a. con un margen de 15 libras arriba del testigo, de igual manera las dosis de 360 y 600 g.i.a. fueron superiores al testigo por 13 y 8 libras de azúcar respectivamente.



En estas dos variedades el comportamiento de las curvas es el mismo, demostrando de ésta manera que el glifosato tiene un efecto bastante bueno es el tercio superior de la caña que podría dar una alternativa para aprovechar mas ésta sacarosa que queda en el campo a la hora de la cosecha ya que se considera que los jugos de esta zona son bajos en azúcar.

En la Figura 10 de la variedad CP-721210 se puede ver un comportamiento completamente diferente, ya que a pesar de haber floreado casi en su totalidad las dosis de glifosato superaron al testigo, al que también hay que tomarle en cuenta que el mismo tuvo un 100 % de floración. Los mejores resultados los brindó la dosis de 600 g.i.a. superando al testigo por 40 libras aproximadamente, mientras la dosis de 480 y 360 g.i.a. lo superaron por 33 y 20 libras respectivamente.



1.2. RENDIMIENTO EN TONELADAS DE CANA POR HECTAREA

En el cuadro 11 se presentan los resultados del ANDEVA realizada para el rendimiento en TC/Ha, en el cual se puede observar que existen diferencias altamente significativas para los factores: variedades, semanas y en la interacción de variedad por dosis.

CUADRO 11: ANDEVA para el rendimiento en TC/Ha al corte comercial.

| F. V. | G. L. | S. C. | C. M. | Valor F | Pr > F |
|------------|-------|-----------|----------|---------|-----------|
| Variedad | 2 | 28240.61 | 14120.30 | 122.40 | 0.0001 ** |
| Rep(Var) | 9 | 3808.14 | 423.10 | 3.68 | 0.0002 ** |
| Semana | 9 | 25938.02 | 2882.00 | 25.09 | 0.0001 ** |
| Var*Sem | 18 | 3300.46 | 183.30 | 1.60 | 0.0585 |
| Dosis | 3 | 716.58 | 238.80 | 2.08 | 0.1026 |
| Var*Dosis | 6 | 1484.14 | 247.30 | 2.15 | 0.0470 * |
| Dosis*Sem | 27 | 1432.42 | 53.00 | 0.46 | 0.9911 |
| Var*Do*Sem | 54 | 1418.12 | 26.20 | 0.23 | 1.0000 |
| ERROR EXP. | 351 | 40314.84 | 114.80 | | |
| TOTAL | 479 | 106653.33 | 222.60. | | |

C. V. 12.17051 %

En el cuadro 12 se muestran los resultados de la prueba de TUKEY para el factor variedades, por medio del cual se puede determinar que la variedad CP-722086 tiene diferencias altamente significativas respecto a los tonelajes obtenidos en comparación con las otras dos variedades ya que tiene una media de 141.11 TC/Ha. La variedad CP-721312 ocupa el segundo lugar teniendo una media de 120.18 TC/Ha y luego la CP-721210 con un rendimiento promedio de 116.09 TC/Ha.

CUADRO 12: Prueba TUKEY al rendimiento en TC/Ha para las variedades evaluadas.

| VARIETADES | MEDIAS (TC/Ha) | TUKEY AL 5 % |
|------------|----------------|--------------|
| CP-722086 | 141.11 | a |
| CP-721312 | 120.18 | b |
| CP-721210 | 116.09 | c |

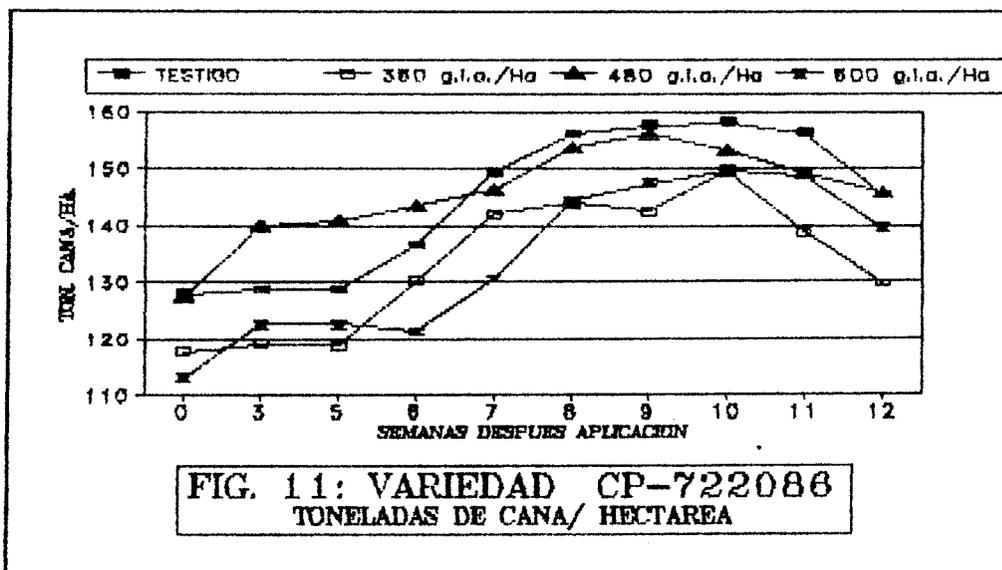
El cuadro 13 muestra que en la variedad CP-722086 para la interacción de los factores: dosis y variedad se encuentran diferencias, ya que la dosis de 480 g.i.a. y el testigo absoluto presentan mejores rendimientos que las dosis de 600 y 360 g.i.a.; pero esta variable también se puede ver afectada notablemente por la población de cada lote y no se puede atribuir únicamente al producto la disminución en los rendimientos obtenidos.

Para las otras dos variedades evaluadas no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las dosis aplicadas y el testigo absoluto, lo que nos indica que los tonelajes de caña obtenidos por unidad de área no se ven influenciados por la aplicación de glifosato.

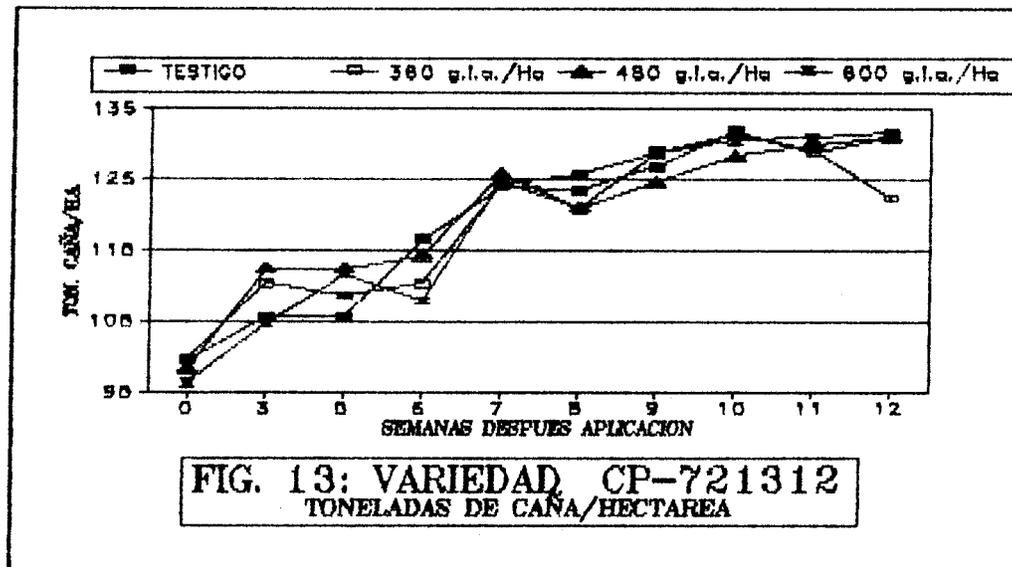
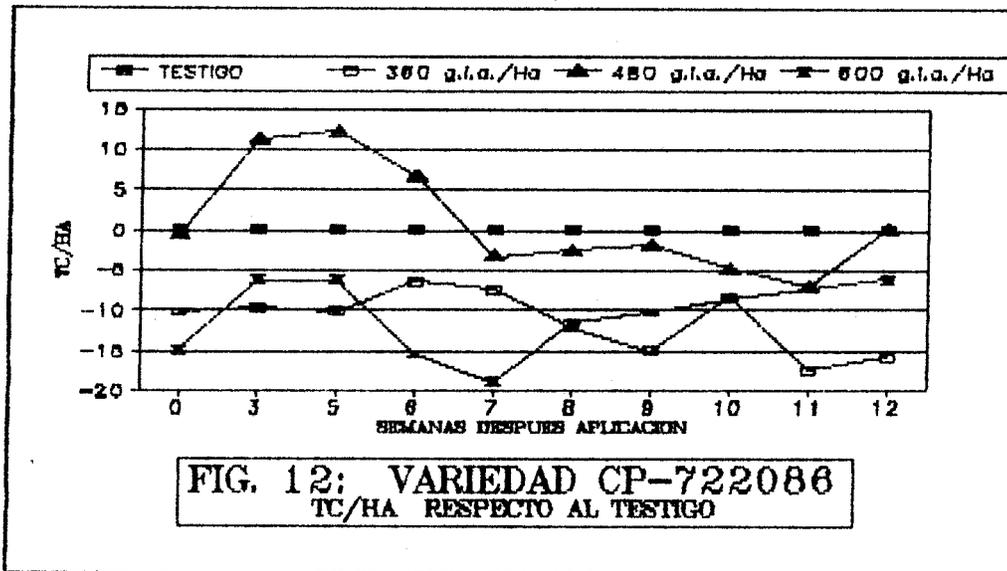
CUADRO 13: Prueba de TUKEY al rendimiento en TC/Ha para la interacción de los factores variedad y dosis.

| VARIABLES | | MEDIAS (TC/Ha) | TUKEY AL 5% |
|-----------|-------|-------------------|-------------|
| Variedad | dosis | | |
| CP-722086 | 480 | 147.87 | a |
| CP-722086 | 000 | 144.19 | a b |
| CP-722086 | 600 | 136.65 | b |
| CP-722086 | 360 | 135.70 | b |
| CP-721312 | 600 | 120.92 | c |
| CP-721312 | 360 | 120.52 | c |
| CP-721312 | 000 | 119.74 | c |
| CP-721312 | 480 | 119.52 | c |
| CP-721210 | 480 | 117.49 | c |
| CP-721210 | 360 | 117.01 | c |
| CP-721210 | 000 | 115.62 | c |
| CP-721210 | 480 | 114.21 | c |

En las figuras 11 y 12 para el rendimiento en TC/Ha se puede observar que el incremento en el mismo es gradual y muy semejante para todas las dosis evaluadas en la variedad CP-722086, alcanzando los mejores rendimientos hacia la octava y novena semana después de la aplicación, en las cuales el testigo tiene los mejores resultados pero muy semejantes a los lotes aplicados.

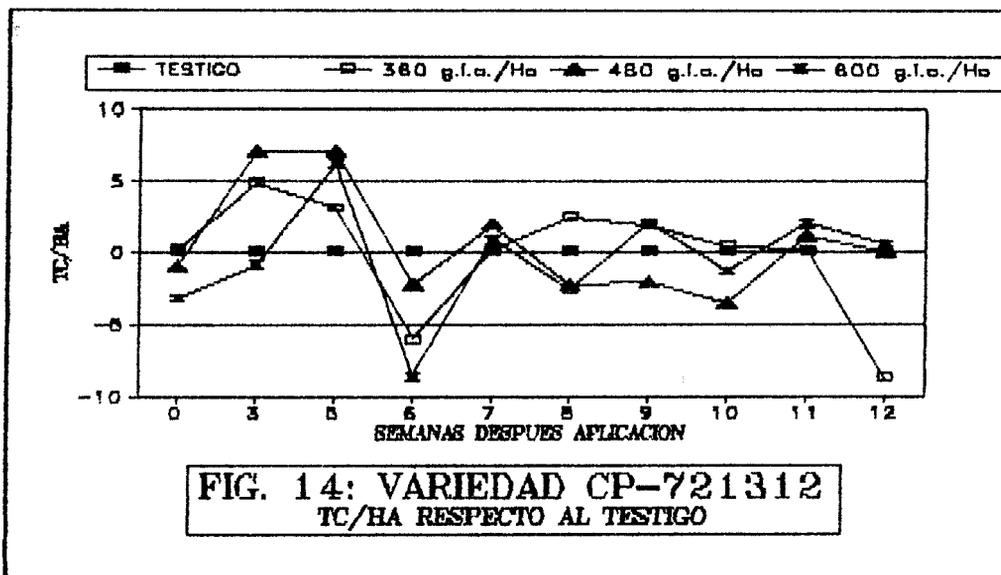


Para la variedad CP-721312 el rendimiento en TC/Ha se comportó de una manera muy uniforme (ver figuras 13 y 14), sin que se den diferencias muy marcadas no solo entre las semanas de

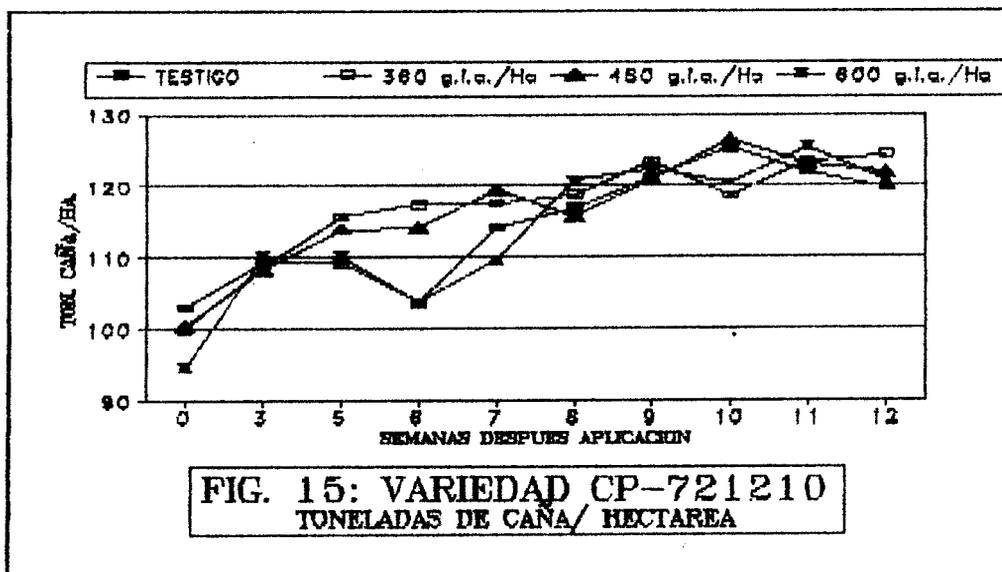


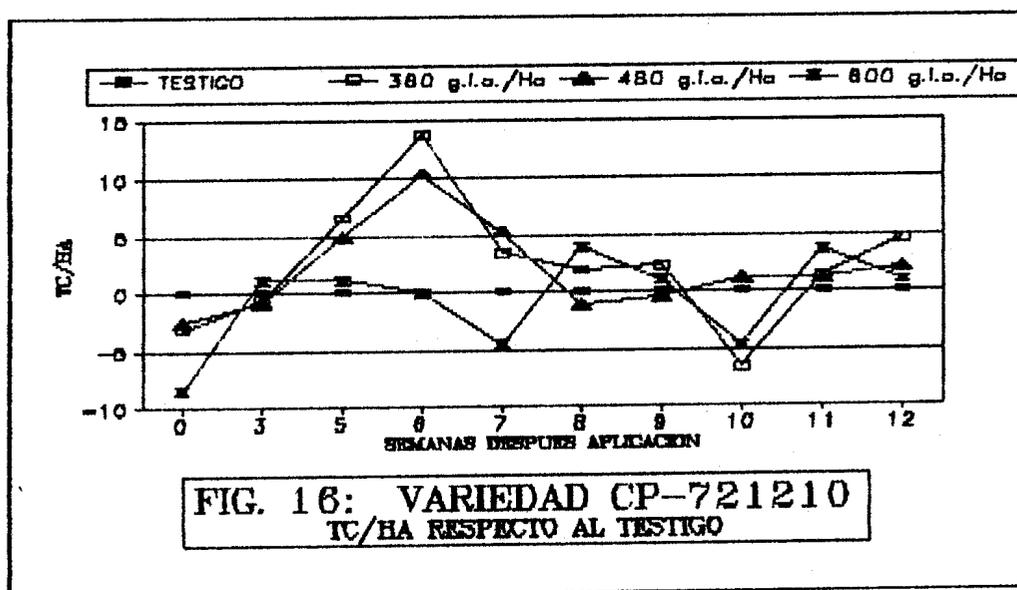
muestreo sino que también entre las dosis evaluadas. El mejor rendimiento se reportó en un rango desde la séptima hasta la doceava semana después de la aplicación, con el punto más alto en la décima con todos los tratamientos alrededor de las 125 TC/Ha.

La variedad CP-721210 se comportó de una manera muy similar a la variedad CP-721312 ya que los tonelajes de caña reportados son bastante semejantes durante las 12 semanas de muestreo posteriores a la aplicación de glifosato, sin que se encuentren diferencias grandes de una semana a otra y tampoco entre las



dosis evaluadas (ver figuras 15 y 16). El mejor rendimiento se obtuvo a la décima semana y luego se puede observar un ligero descenso, que se puede atribuir a la formación de corcho en los entrenudos terminales de la caña lo que ocasiona que el peso de los mismo se reduzca y con esto también disminuyan los tonelajes de caña en el campo. Este fenómeno se manifestó más en la variedades CP-721210 y CP-722086 que son las que contienen el mayor porcentaje de formación de corcho.





Mediante el ANDEVA realizado para la variable TC/Ha en la cosecha al corte comercial, se pudo determinar que existen diferencias significativas para el factor variedad, y entre las repeticiones, cuyos resultados se presentan en el cuadro 14. No se encontraron diferencias significativas para las dosis, lo que indica que la sal isopropil amina de glifosato no causa ningún efecto sobre los tonelajes de caña obtenidos.

CUADRO 14: ANDEVA para el rendimiento en TC/Ha en la cosecha al corte comercial.

| F.V. | G.L. | S.C. | C.M. | Valor F | Pr > F |
|------------|------|---------|--------|---------|-----------|
| Variedad | 2 | 413.15 | 206.57 | 3.79 | 0.0354 * |
| Rep(var) | 9 | 2971.53 | 330.17 | 6.06 | 0.0001 ** |
| Dosis | 3 | 34.71 | 11.57 | 0.21 | 0.8869 |
| Var*Dosis | 6 | 89.74 | 14.96 | 0.27 | 0.9440 |
| ERROR EXP. | 27 | 1470.98 | | | |
| TOTAL | 47 | 4980.12 | | | |

C.V. 9.113513 %

En el cuadro 15 se presentan los resultados de la prueba de Tukey para el factor variedad, en el cual se puede observar que la CP-722086 brinda los mejores tonelajes, siendo éstos bastante similares a los de la CP-721210, pero superiores estadísticamente a los de la variedad CP-721312.

Para la variedad CP-722086 tanto los lotes aplicados como los no aplicados con glifosato presentaron rendimientos muy similares, alrededor de 120 toneladas de caña por hectárea.

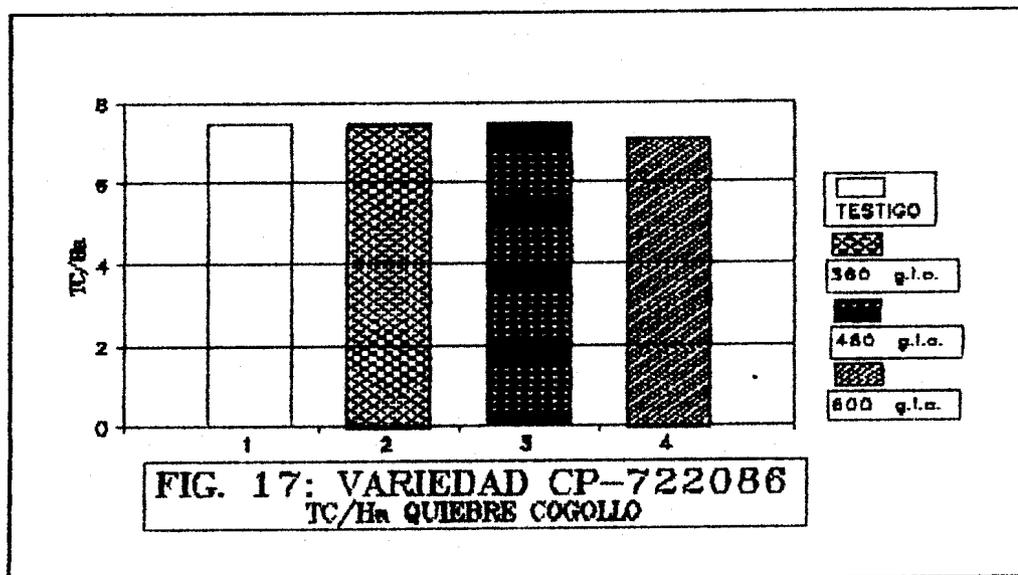
CUADRO 15: Prueba TUKEY para el rendimiento en TC/Ha en la cosecha de las variedades evaluadas al corte comercial.

| VARIETADES | MEDIAS (TC/Ha) | TUKEY AL 5 % |
|------------|----------------|--------------|
| CP-722086 | 120.70 | a |
| CP-721210 | 112.18 | a b |
| CP-721312 | 110.76 | b |

En la variedad CP-721312 los resultados de rendimiento son también bastante semejantes, solo que la dosis de 600 g.i.a. tuvo una menor producción, aunque la diferencia no es alta es necesario tomar en cuenta que no solo en éste lote sino también en cualquier otro se puede dar un menor tonelaje debido a la población que existe en el cañal, porque como se pudo establecer anteriormente no existen diferencias significativas entre las dosis de glifosato evaluadas y el testigo.

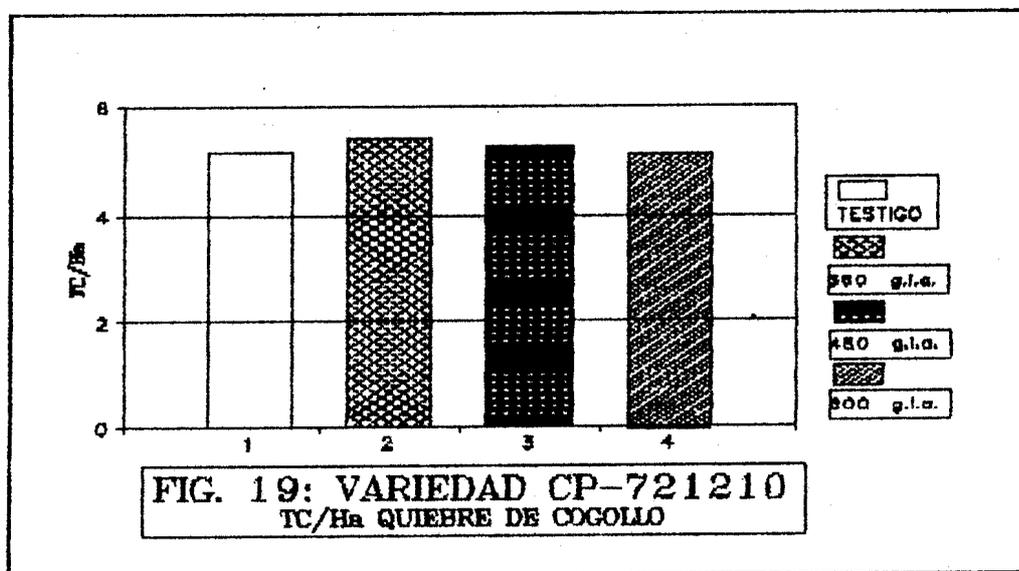
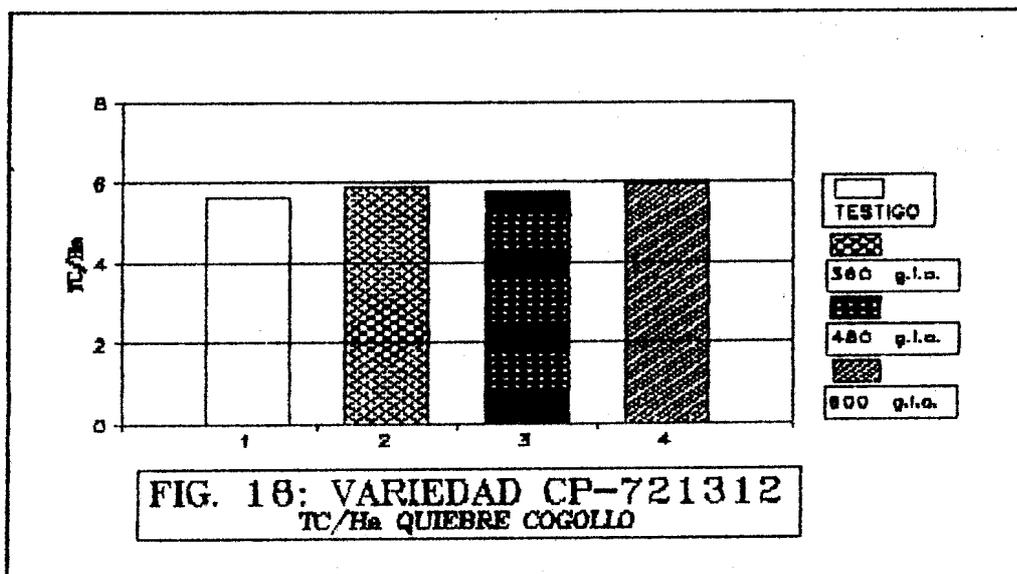
En la variedad CP-721210 los tonelajes son similares excepto los de la dosis de 480 g.i.a. que se comportaron un poco superiores.

Para la variable TC/Ha (figura 17) en la cosecha al quiebre de cogollo se encontraron diferencias significativas entre las distintas variedades evaluadas, ya que la CP-722086 reportó un rendimiento de 10.39 toneladas que es superior a la CP-721312 y CP-721210 con



CP-721210 con rendimientos de 7.95 y 7.43 toneladas por hectárea respectivamente. Con respecto a las dosis no se encontraron diferencias significativas en cuanto al rendimiento entre lotes aplicados y no aplicados; pero de una manera general, se puede afirmar que se está quedando en el campo aproximadamente 8 toneladas de caña por hectárea en cogollos o puntas.

Las Figuras 18 y 19 ilustran los rendimientos en toneladas de caña por hectárea para cada variedad evaluada en la cosecha al quiebre de cogollo.



1.3. RENDIMIENTO EN TONELADAS DE AZUCAR POR HECTAREA

El ANDEVA realizado para la variable respuesta del rendimiento en TAz/Ha (cuadro 16), nos indica que existen diferencias altamente significativas para los factores: variedad, semana, la interacción de ambos y también para el factor dosis.

CUADRO 16: ANDEVA para el rendimiento en TAz/Ha al corte comercial.

| F. V. | G. L. | S. C. | C. M. | Valor F | Pr > F |
|------------|-------|---------|--------|---------|-----------|
| Variedad | 2 | 386.97 | 193.40 | 86.55 | 0.0001 ** |
| Rep(Var) | 9 | 66.52 | 7.30 | 3.31 | 0.0007 ** |
| Semana | 9 | 504.69 | 56.00 | 25.08 | 0.0001 ** |
| Var*Sem | 18 | 93.83 | 5.20 | 2.33 | 0.0018 ** |
| Dosis | 3 | 24.16 | 8.05 | 3.60 | 0.0137 * |
| Var*Dosis | 6 | 25.71 | 4.28 | 1.92 | 0.0773 |
| Dosis*Sem | 27 | 31.91 | 1.18 | 0.53 | 0.9761 |
| Var*Do*Sem | 54 | 34.67 | 0.64 | 0.29 | 1.0000 |
| ERROR EXP. | 351 | 784.67 | 2.23 | | |
| TOTAL | 479 | 1953.14 | 4.08 | | |

C. V. 14.28836 %

La prueba de TUKEY realizada para los factores variedad y semana nos indica que existen diferencias significativas, los mejores rendimientos en toneladas de azúcar por hectárea para las distintas variedades son los siguientes: para la variedad CP-722086 en un rango desde la séptima hasta la doceava semana y para la variedad CP-721312 en la séptima y décima semana después de la aplicación (ver cuadro 17), rendimientos superiores a los de la variedad CP-721210, que también manifestó sus mejores rendimientos en la séptima y décima semana después de la aplicación del glifosato.

La prueba de medias (TUKEY) realizada a las variables que presentaron diferencias altamente significativas en el ANDEVA nos permite establecer que la dosis de 480 g.i.a. de glifosato es la que reporta el mejor rendimiento con respecto al testigo absoluto (ver cuadro 18); aunque las otras dos dosis aplicadas 600 y 360 g.i.a./Ha son estadísticamente semejantes a la de 480 ésta primera es la única que presenta diferencias respecto al testigo.

Para la variedad CP-722086 (Figuras 20 y 21), se puede observar a simple vista que la dosis de 480 g.i.a. es la que manifiesta el mejor rendimiento, notablemente superior a las otras dosis evaluadas y al testigo absoluto; teniendo su punto mas alto en la séptima semana y manteniéndose en la octava, con un rendimiento promedio aproximado de 14 Taz/Ha.

CUADRO 17: Prueba de TUKEY al rendimiento Taz/Ha para la interacción de los factores variedad y semana.

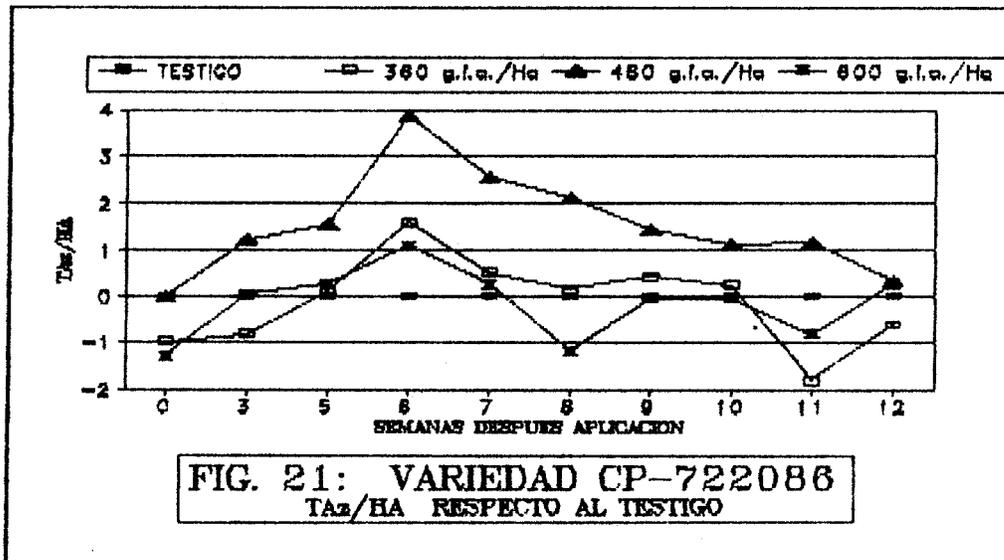
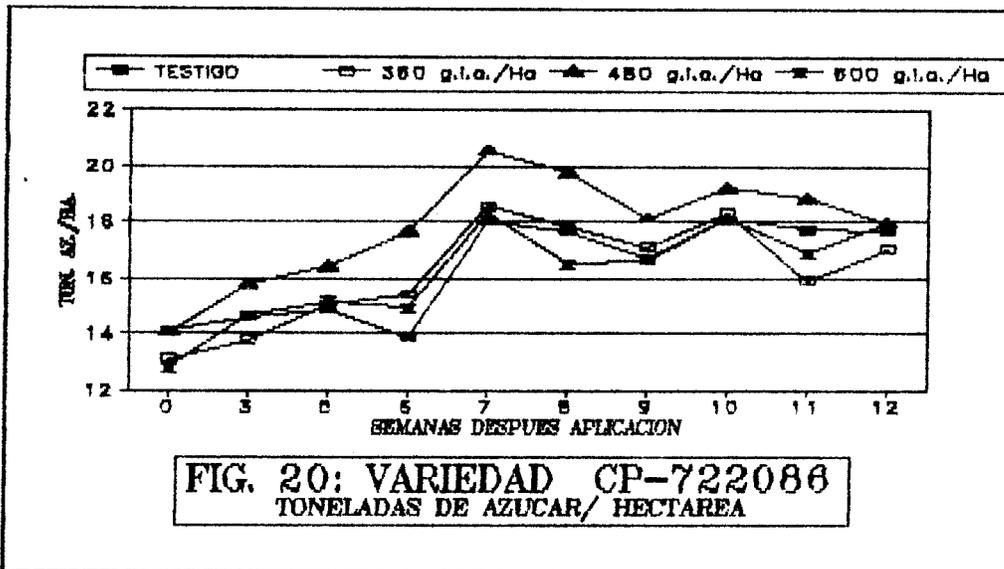
| VARIABLES | | MEDIAS | TUKEY AL 5% | |
|-----------|--------|----------|-------------|-----|
| Variedad | Semana | (Taz/Ha) | | |
| CP-722086 | 7 | 18.98 | a | |
| CP-722086 | 10 | 18.54 | a | |
| CP-722086 | 8 | 18.25 | a | |
| CP-722086 | 12 | 17.71 | a | |
| CP-722086 | 11 | 17.39 | a | |
| CP-722086 | 9 | 17.29 | a | |
| CP-721312 | 7 | 16.68 | a | |
| CP-721312 | 10 | 16.29 | a | b |
| CP-721312 | 11 | 15.44 | | b |
| CP-722086 | 5 | 15.42 | | b c |
| CP-721210 | 10 | 15.32 | | c |
| CP-721210 | 7 | 15.28 | | c |
| CP-721312 | 9 | 15.01 | | c |
| CP-721312 | 12 | 14.94 | | c d |
| CP-722086 | 3 | 14.81 | | d |
| CP-721312 | 8 | 14.78 | | d |
| CP-722086 | 6 | 14.72 | | d |
| CP-721210 | 8 | 14.59 | | d e |
| CP-721312 | 6 | 14.27 | | e |
| CP-721210 | 5 | 14.02 | | e |
| CP-721210 | 9 | 13.98 | | e f |
| CP-721210 | 11 | 13.69 | | f |
| CP-722086 | 0 | 13.67 | | f |
| CP-721210 | 3 | 13.66 | | f |
| CP-721210 | 12 | 13.65 | | f g |
| CP-721210 | 6 | 13.28 | | g |
| CP-721312 | 5 | 12.97 | | g h |
| CP-721312 | 3 | 12.45 | | h i |
| CP-721210 | 0 | 11.11 | | i j |
| CP-721312 | 0 | 10.01 | | j |

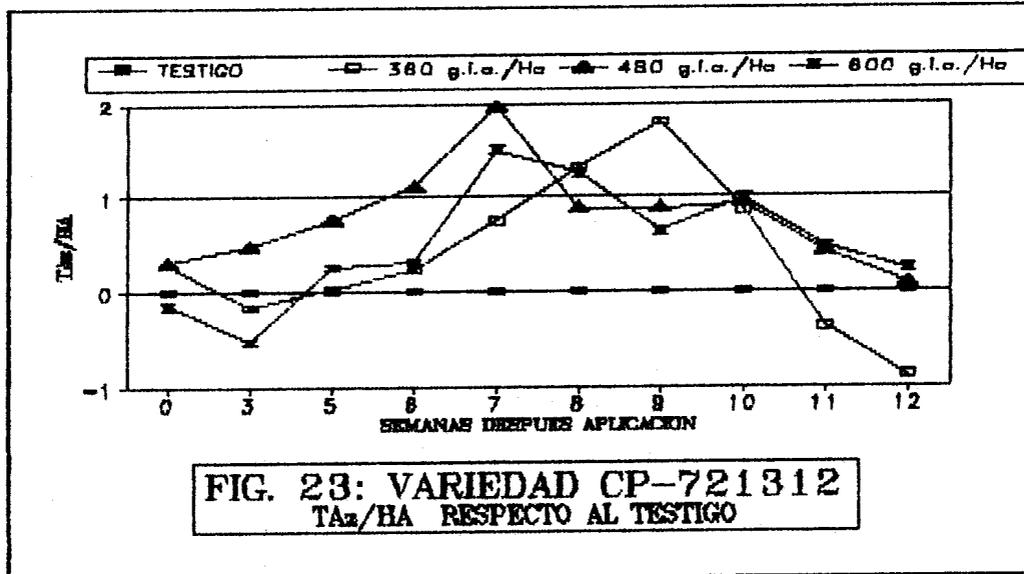
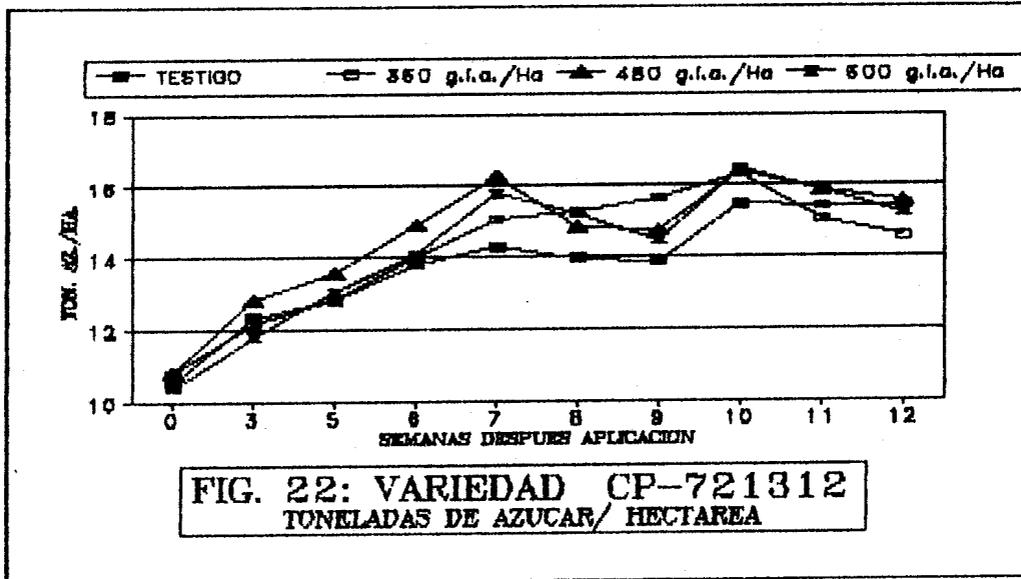
CUADRO 18: Prueba TUKEY al rendimiento en Taz/Ha. para las distintas dosis evaluadas.

| DOSIS (g. i. a. /Ha) | MEDIAS (Taz/Ha) | TUKEY AL 5 % |
|----------------------|-----------------|--------------|
| 480 | 15.46 | a |
| 360 | 14.88 | a b |
| 600 | 14.86 | a b |
| 000 | 14.58 | b |

La variedad CP-721312 (ver figuras 22 y 23) manifiesta una tendencia similar al de la CP-722086 presentando los puntos mas

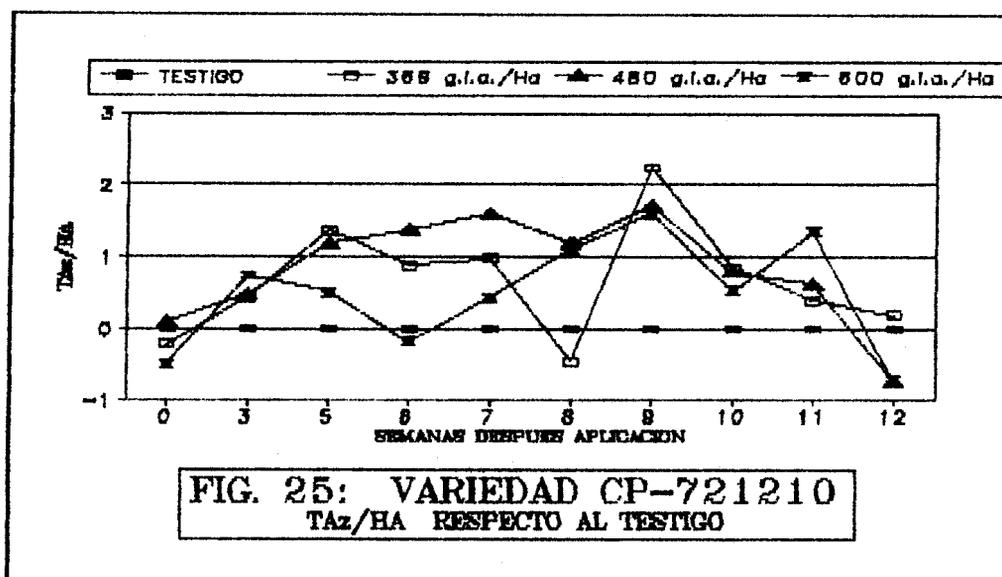
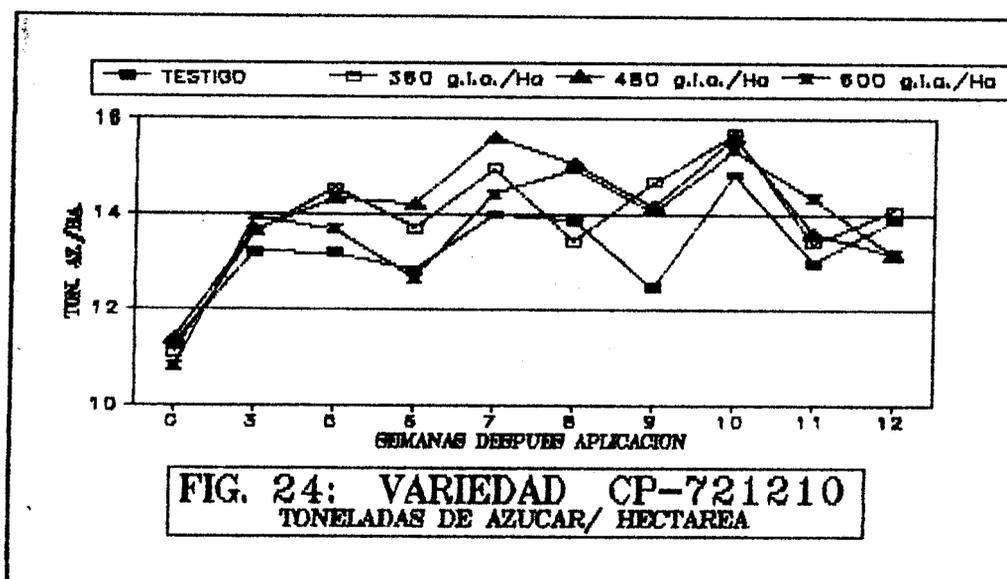
altos en el rendimiento a la séptima y décima semana después de la aplicación con un rendimiento aproximado de 11.5 Taz/Ha con la dosis de 480 g.i.a.. Aunque el rendimiento es menor, se puede observar una mejor estabilidad en la maduración y concentración de sacarosa que en las otras dos variedades evaluadas. Otro aspecto importante es que se puede notar también que a partir de la sexta hasta la décima semana todas las dosis utilizadas son superiores al testigo absoluto.





En las figuras 24 y 25 se puede observar las curvas de rendimiento de la variedad CP-711210 cuyos mejores resultados se manifiestan en la décima y séptima semana, en la décima con las dosis de 480 y 360 g.i.a.; ambos puntos con un rendimiento aproximado de 11 toneladas de azúcar por hectárea.

Las dosis de 600 y 480 g.i.a./Ha se mantuvieron superiores al testigo a partir de la tercera hasta la onceava semana después de la aplicación.



El análisis de varianza realizado para ésta variable en la cosecha al corte comercial (cuadro 19), indica que existen diferencias significativas únicamente para el factor variedades; en la cosecha no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las dosis de glifosato y el testigo absoluto, ya que la misma se realizó a las 12 semanas después de la aplicación, por lo tanto el testigo había alcanzado ya su madurez natural, alcanzando y hasta en algunos casos superando a los lotes aplicados, principalmente en el rendimiento de libras de azúcar por tonelada de caña; y lógicamente reflejando esto en el rendimiento de toneladas de azúcar por hectárea.

CUADRO 19: ANDEVA para el rendimiento en Taz/Ha en la cosecha al corte comercial.

| F.V. | G.L. | S.C. | C.M. | Valor F | Pr > F |
|------------|------|-------|------|---------|-----------|
| Variedad | 2 | 9.04 | 4.52 | 4.89 | 0.0154 * |
| Rep(var) | 9 | 37.85 | 4.20 | 4.55 | 0.0010 ** |
| Dosis | 3 | 2.09 | 0.69 | 0.76 | 0.5278 |
| Var*Dosis | 6 | 2.21 | 0.37 | 0.40 | 0.8724 |
| ERROR EXP. | 27 | 24.94 | | | |
| TOTAL | 47 | 76.14 | | | |

C.V. 10.80303 %

La prueba de tukey realizada para el factor variedad indica que indica que desde el punto de vista del rendimiento en toneladas de azúcar por hectárea la variedad CP-722086 es la que tiene mayor producción, similar estadísticamente a la variedad CP-721210 pero superior a la CP-721312; los resultados de dicha prueba se incluyen en el cuadro 20.

CUADRO 20: Prueba TUKEY para el rendimiento en Taz/Ha en la cosecha al corte comercial de las distintas variedades.

| VARIETADES | MEDIAS(TAz/Ha) | TUKEY AL 5 % |
|------------|----------------|--------------|
| CP-722086 | 9.505 | a |
| CP-721210 | 8.667 | a b |
| CP-721312 | 8.520 | b |

Para la variedad CP-722086 los mejores resultados se obtienen con la dosis de 600 y 360 g.i.a.; la dosis de 480 g.i.a. supera al testigo por 0.34 toneladas, la de 360 g.i.a. por 0.51 y la de 600 g.i.a. o sea la mejor supera al testigo por 0.75 toneladas de azúcar por hectárea; resultados que son bastante significativos para establecer buenas aplicaciones ya que el margen de ganancia es bastante bueno.

Para la variedad CP-721312 las diferencias son menores ya que la dosis de 480 g.i.a. es la que presentó los mejores resultados, y con una diferencia respecto al testigo de 0.36 toneladas; otro aspecto importante es que en ésta variedad, el testigo logró superar a la dosis de 360 g.i.a., pero esto se puede observar que es únicamente al final, ya que durante las 12 semanas de muestreo y principalmente alrededor de la séptima semana la dosis de 360 g.i.a. se comportó superior al testigo (ver Figura 22).

Para la variedad CP-721210 los resultados son bastante distintos y las 3 dosis de glifosato son notablemente superiores

al testigo, presentándose diferencias de hasta 1.7 toneladas aproximadamente por parte de la dosis de 480 g.i.a. con respecto al testigo, cantidad que en quintales de azúcar ya es bastante significativa como un margen de ganancia que se pueda obtener por medio de una aplicación de glifosato a escala comercial, también las dosis de 360 y 600 g.i.a. superaron al testigo por 0.95 y 0.89 toneladas de azúcar respectivamente.

El ANDEVA (cuadro 21) realizado para la variable TAz/Ha al quiebre de cogollo, indica que existen diferencias significativas para el factor variedad únicamente por lo que para su análisis se procedió a evaluarlo por medio de la prueba de tukey.

CUADRO 21: ANDEVA para el rendimiento en TAz/Ha en la cosecha al quiebre de cogollo.

| F.V. | G.L. | S.C. | C.M. | Valor F | Pr > F |
|------------|------|------|-------|---------|-----------|
| Variedad | 2 | 0.81 | 0.40 | 17.07 | 0.0001 ** |
| Rep(var) | 9 | 0.11 | 0.01 | 0.54 | 0.8349 |
| Dosis | 3 | 0.04 | 0.01 | 0.59 | 0.6269 |
| Var*Dosis | 6 | 0.01 | 0.001 | 0.06 | 0.9989 |
| ERROR EXP. | 27 | 0.64 | | | |
| TOTAL | 47 | 1.62 | | | |

C.V. 30.88027 %

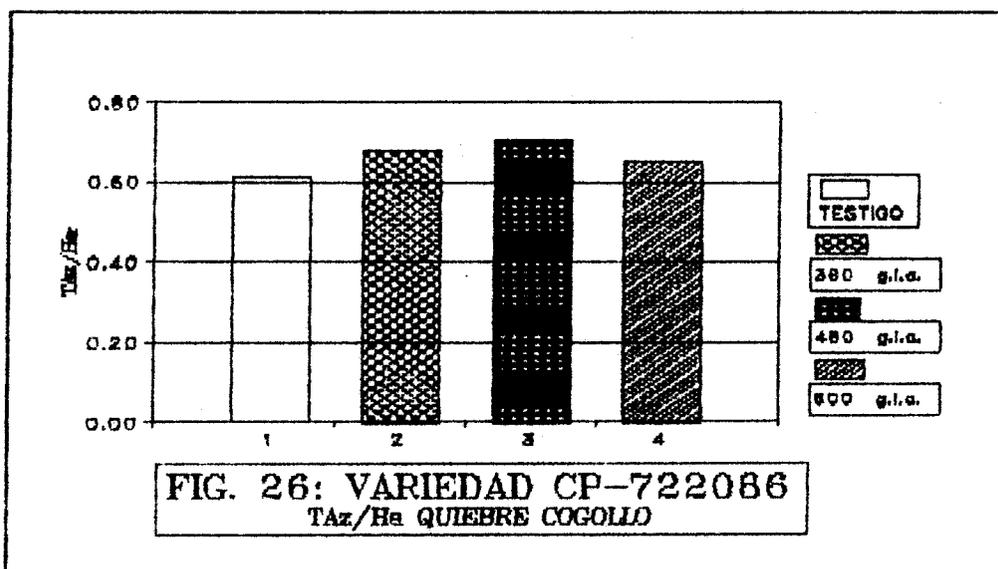
Luego de realizar la prueba de medias de Tukey, se encontraron diferencias altamente significativas entre variedades ya que la CP-722086 es notablemente superior a las otras dos variedades presentando un rendimiento de 0.95 toneladas de azúcar por manzana, lo que significa que en ésta variedad podría ser factible subir un poco más el corte (comercial), para aprovechar ésta azúcar que queda en el campo (ver cuadro 22).

No se encontraron diferencias significativas entre las dosis de glifosato utilizadas, ni de éstas con respecto al testigo absoluto, ya que éste último debido a la época en que se realizó la cosecha tuvo suficiente tiempo y condiciones para madurar naturalmente y comenzó a almacenar sacarosa en el tercio superior, llegando casi a compararse con los aplicados.

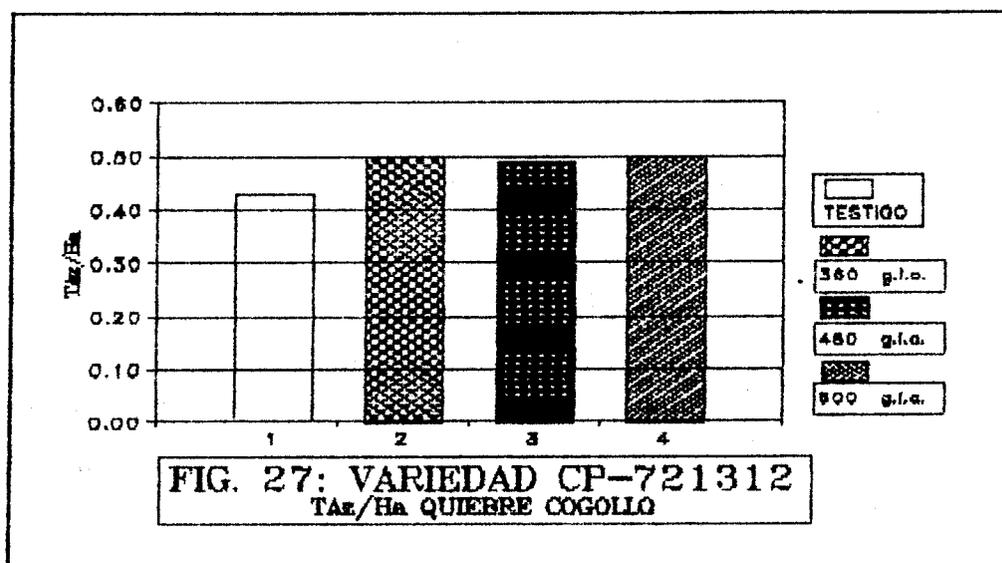
CUADRO 22: Prueba TUKEY para el rendimiento en TAz/Ha en la cosecha de las variedades al quiebre de cogollo.

| VARIETADES | MEDIAS(TAz/Ha) | TUKEY AL 5 % |
|------------|----------------|--------------|
| CP-722086 | 0.6673 | a |
| CP-721312 | 0.4792 | b |
| CP-721210 | 0.3508 | b |

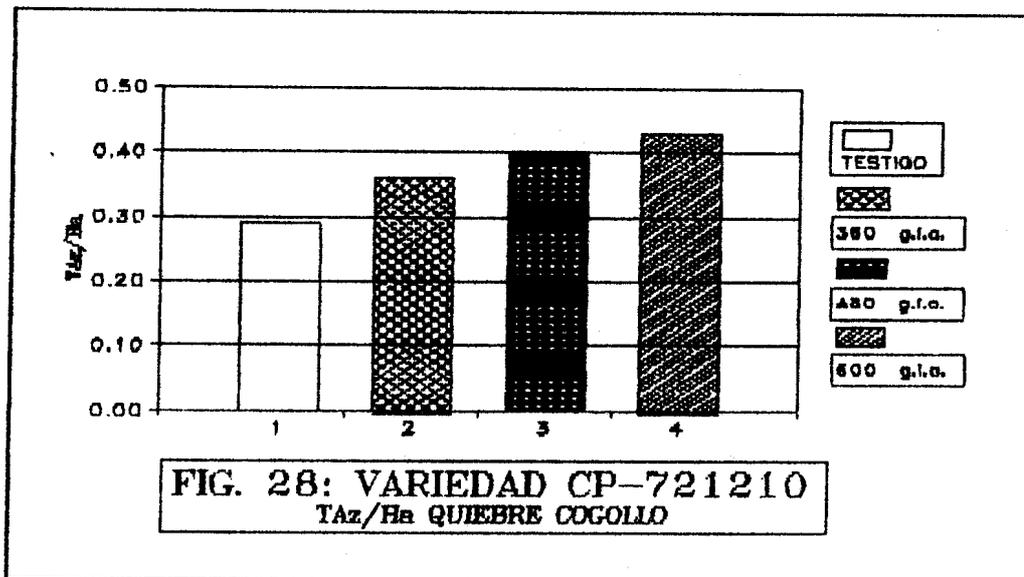
En la figura 26 se puede observar que las dosis que alcanzaron los mejores rendimientos son las de 480 y 369 g.i.a. superando al testigo absoluto por 0.08 toneladas aproximadamente, la dosis de 600 g.i.a. lo superó únicamente por 0.03 toneladas, pero estableciéndose de manera general que las aplicaciones de glifosato incrementan los contenidos de sacarosa no solo en la parte superior de la caña sino también en todo el tallo de la caña.



En la variedad CP-721312 (figura 27) las 3 dosis se manifestaron superiores al testigo y muy similares entre sí, las dosis de 360 y 600 g.i.a. tienen 0.07 y la 480 g.i.a. tiene 0.04 toneladas de azúcar más que el testigo.



La variedad CP-721210 en la figura 28 manifiesta un comportamiento diferente, ya que el rendimiento incrementa a medida que la dosis de glifosato es mayor, pero si se observa la figura 52, se puede apreciar que la floración también se comportó de ésta manera ya que mientras el porcentaje de floración se dió, el rendimiento tanto en libras de azúcar por tonelada de caña como en toneladas de caña por manzana disminuyó en la misma proporción para cada dosis.



2. VARIABLES SECUNDARIAS

2.1. GRADOS BRIX

2.1.1. GRADOS BRIX TERCIO INFERIOR Y MEDIO

Básicamente estas dos variables se comportaron de la misma manera. No se encontraron diferencias significativas entre variedades, pero sí para los factores dosis y semana según lo indica el ANDEVA realizado para cada tercio de la caña (ver cuadros 23 y 24).

CUADRO 23: ANDEVA para grados Brix en el tercio inferior de la caña.

| F. V. | G. L. | S. C. | C. M. | Valor F | Pr > F |
|------------|-------|--------|-------|---------|-----------|
| Variedad | 2 | 3.80 | 1.90 | 1.80 | 0.1666 |
| Rep(Var) | 9 | 44.18 | 4.90 | 4.65 | 0.0001 ** |
| Semana | 9 | 165.25 | 18.36 | 17.41 | 0.0001 ** |
| Var*Sem | 18 | 19.48 | 1.08 | 1.03 | 0.4290 |
| Dosis | 3 | 108.35 | 36.11 | 34.24 | 0.0001 ** |
| Var*Dosis | 6 | 4.94 | 0.82 | 0.78 | 0.5850 |
| Dosis*Sem | 27 | 44.29 | 1.66 | 1.57 | 0.0367 |
| Var*Do*Sem | 54 | 56.64 | 1.05 | 0.99 | 0.4905 |
| ERROR EXP. | 351 | 370.26 | 1.05 | | |
| TOTAL | 479 | 817.76 | | | |

C. V. 4.763978 %

CUADRO 24: ANDEVA para grados Brix en el tercio medio de la caña.

| F. V. | G. L. | S. C. | C. M. | Valor F | Pr > F |
|------------|-------|--------|-------|---------|-----------|
| Variedad | 2 | 4.29 | 2.15 | 1.84 | 0.1605 |
| Rep(Var) | 9 | 20.33 | 2.25 | 1.93 | 0.0463 * |
| Semana | 9 | 208.19 | 23.13 | 19.80 | 0.0001 ** |
| Var*Sem | 18 | 10.03 | 0.55 | 0.48 | 0.9667 |
| Dosis | 3 | 80.27 | 26.75 | 22.91 | 0.0001 ** |
| Var*Dosis | 6 | 3.70 | 0.61 | 0.53 | 0.7867 |
| Dosis*Sem | 27 | 27.07 | 1.00 | 0.86 | 0.6721 |
| Var*Do*Sem | 54 | 32.18 | 0.59 | 0.51 | 0.9984 |
| ERROR EXP. | 351 | 410.01 | 1.17 | | |
| TOTAL | 479 | 796.12 | | | |

C. V. 5.022007 %

Para el factor dosis se determinó que no existen diferencias significativas entre las mismas aunque sí con respecto al testigo en lo referente al porcentaje de brix alcanzados en los tercios medio e inferior de la caña cortada a la altura comercial (ver cuadro 25 y 26).

En los dos tercios mas bajos de la caña se pudo notar el efecto del glifosato ya que las diferencias en comparación con el testigo son bastante buenas, aproximadamente de 1.25 y de 1.10 grados para el tercio inferior y medio respectivamente; mejorando de ésta manera la calidad de jugos que contiene la caña.

CUADRO 25: Prueba TUKEY para grados Brix (tercio inferior) según las dosis evaluadas.

| DOSIS (g. i. a. /Ha) | MEDIAS (% Brix) | TUKEY AL 5 % |
|----------------------|-----------------|--------------|
| 480 | 21.937 | a |
| 600 | 21.872 | a |
| 360 | 21.675 | a |
| 000 | 20.753 | b |

CUADRO 26: Prueba TUKEY para grados Brix (tercio medio) según las dosis evaluadas.

| DOSIS (g. i. a. /Ha) | MEDIAS (% Brix) | TUKEY AL 5 % |
|----------------------|-----------------|--------------|
| 480 | 21.886 | a |
| 600 | 21.764 | a |
| 360 | 21.627 | a |
| 000 | 20.828 | b |

2.1.2. GRADOS BRUX TERCIO SUPERIOR

El ANDEVA realizado para ésta variable nos indica que existen diferencias altamente significativas para los factores semana, dosis, la interacción de variedad por semana y la de dosis por semana (ver cuadro 27).

CUADRO 27: ANDEVA para grados Brix en el tercio superior de la caña.

| F. V. | G. L. | S. C. | C. M. | Valor F | Pr > F |
|------------|-------|---------|-------|---------|-----------|
| Variedad | 2 | 4.33 | 2.16 | 1.81 | 0.1650 |
| Rep(Var) | 9 | 31.30 | 3.48 | 2.91 | 0.0024 ** |
| Semana | 9 | 590.21 | 65.58 | 54.90 | 0.0001 ** |
| Var*Sem | 18 | 56.73 | 3.15 | 2.64 | 0.0003 ** |
| Dosis | 3 | 114.17 | 38.05 | 31.86 | 0.0001 ** |
| Var*Dosis | 6 | 13.31 | 2.22 | 1.86 | 0.0874 |
| Dosis*Sem | 27 | 50.04 | 1.85 | 1.55 | 0.0415 * |
| Var*Do*Sem | 54 | 52.09 | 0.96 | 0.81 | 0.8299 |
| ERROR EXP. | 351 | 419.26 | 1.19 | | |
| TOTAL | 479 | 1331.47 | | | |

C. V. 5.318481 %

Por medio de la prueba de TUKEY de la interacción entre variedad y semana se puede determinar que la concentración de grados Brix en el tercio superior de la caña es bastante semejante a partir de la quinta hasta la décima semana después de la aplicación (ver cuadro 28), para las 3 variedades presentando un ligero incremento en la séptima semana.

Para la interacción entre dosis y semana los mejores resultados son los presentados por las dosis de 480 y 360 g.i.a. a la séptima semana (ver cuadro 29). En general los rendimientos son bastante similares desde la quinta semana hasta el final del muestreo experimental.

CUADRO 28: Prueba de TUKEY para grados Brix de la interacción de los factores variedad y semana en el tercio superior de la caña.

| VARIABLES | | MEDIAS | TUKEY AL 5% | |
|-----------|--------|----------|-------------|-----|
| Variedad | Semana | (% Brix) | | |
| CP-722086 | 7 | 21.79 | a | |
| CP-721312 | 7 | 21.62 | a | |
| CP-722086 | 10 | 21.58 | a | |
| CP-721210 | 7 | 21.54 | a | |
| CP-721312 | 6 | 21.39 | a | |
| CP-722086 | 8 | 21.35 | a | |
| CP-722086 | 11 | 21.34 | a | |
| CP-722086 | 9 | 21.16 | a | |
| CP-721210 | 6 | 21.11 | a | |
| CP-722086 | 12 | 21.06 | a | |
| CP-721312 | 9 | 21.03 | a | |
| CP-721312 | 8 | 21.01 | a | |
| CP-721210 | 10 | 20.95 | a | |
| CP-721210 | 8 | 20.94 | a | |
| CP-721312 | 5 | 20.73 | a | |
| CP-721210 | 3 | 20.62 | a | |
| CP-722086 | 6 | 20.58 | a | |
| CP-721210 | 9 | 20.42 | a | |
| CP-721312 | 12 | 20.38 | a | |
| CP-722086 | 5 | 20.36 | a | b |
| CP-722086 | 3 | 20.10 | | b |
| CP-721312 | 3 | 20.08 | | b c |
| CP-721210 | 12 | 20.01 | | c d |
| CP-721210 | 11 | 19.91 | | d |
| CP-721312 | 0 | 17.76 | | e |
| CP-721210 | 0 | 17.51 | | e |
| CP-722086 | 0 | 16.90 | | e |

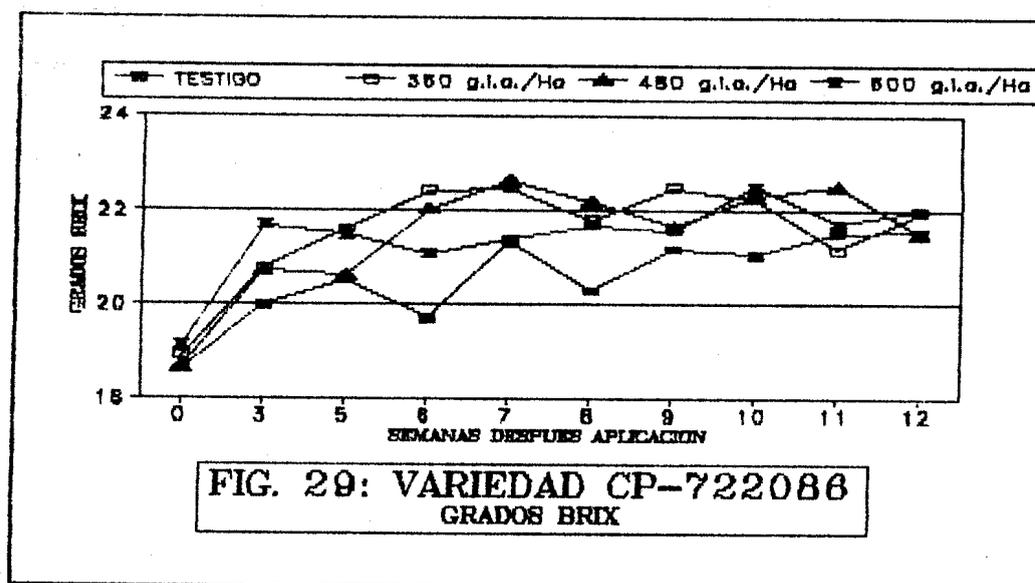
CUADRO 29: Prueba de TUKEY para grados Brix de la interacción de los factores dosis y semana en el tercio superior de la caña.

| VARIABLES | | MEDIAS | TUKEY AL 5% | |
|-----------|--------|----------|-------------|-----|
| Dosis | Semana | (% Brix) | | |
| 1.00 | 7 | 22.34 | a | |
| 0.75 | 7 | 21.78 | a | |
| 0.75 | 6 | 21.76 | a | |
| 1.00 | 10 | 21.71 | a | |
| 1.00 | 8 | 21.69 | a | |
| 1.00 | 6 | 21.65 | a | |
| 1.25 | 7 | 21.51 | a | |
| 0.75 | 8 | 21.50 | a | |
| 1.25 | 8 | 21.46 | a | |
| 0.75 | 10 | 21.39 | a | |
| 1.25 | 11 | 21.35 | a | |
| 1.00 | 5 | 21.32 | a | |
| 1.25 | 9 | 21.31 | a | |
| 1.00 | 9 | 21.22 | a | |
| 1.00 | 11 | 21.20 | a | |
| 1.25 | 10 | 21.19 | a | |
| 1.25 | 6 | 21.15 | a | |
| 0.75 | 5 | 21.09 | a | |
| 1.25 | 5 | 20.96 | a | |
| 1.00 | 3 | 20.91 | a | |
| 0.75 | 9 | 20.88 | a | |
| 1.25 | 3 | 20.68 | a | |
| 1.25 | 12 | 20.64 | a | |
| 0.00 | 10 | 20.64 | a | |
| 1.00 | 12 | 20.57 | a | |
| 0.75 | 11 | 20.52 | a | b |
| 0.00 | 12 | 20.49 | | b |
| 0.75 | 3 | 20.29 | | b |
| 0.75 | 12 | 20.25 | | b |
| 0.00 | 11 | 20.08 | | b |
| 0.00 | 9 | 20.07 | | b c |
| 0.00 | 8 | 19.75 | | c d |
| 0.00 | 5 | 19.56 | | d |
| 0.00 | 6 | 19.53 | | d e |
| 0.00 | 3 | 19.19 | | e f |
| 1.25 | 0 | 17.68 | | f |
| 0.75 | 0 | 17.51 | | f g |
| 0.00 | 0 | 17.23 | | g |
| 1.00 | 0 | 17.13 | | g |

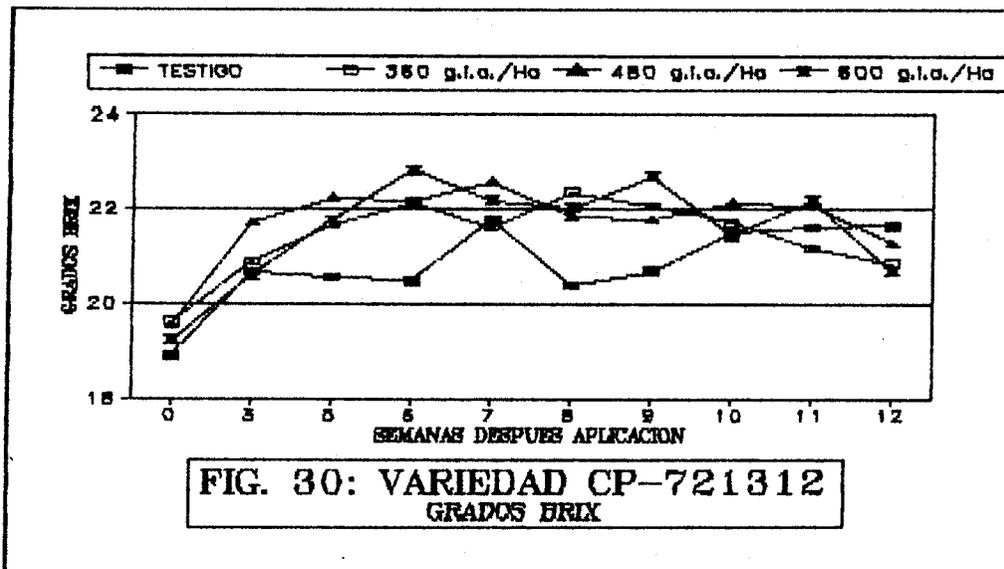
Para establecer una mejor relación en lo referente a el tipo de corte, se realizó una media de los tres tercios evaluados (inferior, medio y superior) y de ésta forma poder graficar los resultados obtenidos al corte comercial y establecer una comparación con el pedazo adicional o sea un corte al quiebre de cogollo.

En la Figura 29 se pueden observar las curvas del porcentaje de grados brix en promedio para los tres tercios evaluados (superior, medio e inferior) para la variedad CP-722086, reflejándose claramente un incremento del brix hacia la séptima semana y luego manteniéndose casi constante hasta la doceava semana.

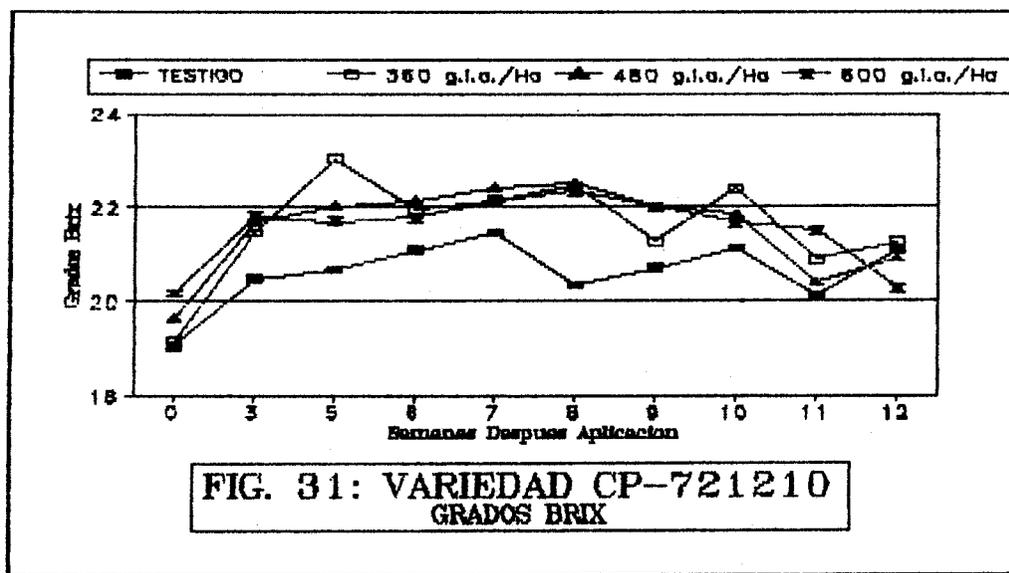
En la misma figura, también se puede observar que el porcentaje de brix de los lotes aplicados es superior al testigo a partir de la quinta semana y solo llega a alcanzarlos hasta la onceava semana después de la aplicación; por otro lado las dosis que mantienen mayor estabilidad en cuanto a la concentración de grados brix durante las 12 semanas de muestreo son la de 360 y 480 g.i.a.



En la Figura 30 de la variedad CP-721312 se puede observar que las dosis de 480 y 600 g.i.a., son las que presentaron los mejores resultados y los mas estables a la sexta, séptima y décima semana después de la aplicación. Los lotes con las 3 dosis de glifosato se manifestaron superiores al testigo en el porcentaje de grados brix acumulado; el testigo logra igualar su concentración únicamente a la doceava semana después de la aplicación.



La figura 31 muestra las curvas de acumulación de grados brix para la variedad CP-721210 de las distintas dosis de glifosato evaluadas, siendo la de 480 g.i.a. la que presenta los mejores resultados desde la quinta hasta la novena semana después de la aplicación. La dosis de 360 g.i.a. presentó un buen incremento a la quinta y décima semana después de la aplicación muy superior a las otras dosis; mientras que la de 600 g.i.a. se mantuvo bastante similar a la de 480 g.i.a. siendo ambas las que manifestaron mayor estabilidad a lo largo de las 12 semanas de muestreo.



2.1.3. GRADOS BRIX EN LOS COGOLLOS

El ANDEVA realizado para la variable % de grados brix en los cogollos presentó diferencias altamente significativas para los factores dosis y la interacción entre variedad y semana (ver cuadro 30).

CUADRO 30: ANDEVA para grados Brix en los cogollos de la caña.

| F.V. | G.L. | S.C. | C.M. | Valor F | Pr > F |
|------------|------|---------|-------|---------|-----------|
| Variedad | 2 | 6.87 | 3.43 | 2.44 | 0.0887 |
| Rep(Var) | 9 | 40.46 | 4.49 | 3.19 | 0.0010 ** |
| Semana | 9 | 657.06 | 73.00 | 51.81 | 0.0001 ** |
| Var*Sem | 18 | 66.19 | 3.67 | 2.61 | 0.0004 ** |
| Dosis | 3 | 129.49 | 43.16 | 30.63 | 0.0001 ** |
| Var*Dosis | 6 | 9.02 | 1.50 | 1.07 | 0.3819 |
| Dosis*Sem | 27 | 54.43 | 2.01 | 1.43 | 0.0788 |
| Var*Do*Sem | 54 | 59.87 | 1.10 | 0.79 | 0.8583 |
| ERROR EXP. | 351 | 494.57 | | | |
| TOTAL | 479 | 1517.99 | | | |

C. V. 5.04856 %

En el cuadro 31 se puede observar fácilmente que las 3 dosis de glifosato evaluadas lograron incrementar los grados brix en el pedazo restante al corte comercial con respecto al testigo (sin aplicación); esto indica que independientemente de la dosis de glifosato utilizada (360, 480 y 600 g.i.a.) ya que no existen diferencias entre ellas, se logra una mejor concentración de sólidos azucarados en la parte superior de la caña.

CUADRO 31: Prueba TUKEY para grados Brix en los cogollos según las dosis evaluadas.

| DOSIS (g.i.a./Ha) | MEDIAS (% Brix) | TUKEY AL 5 % |
|-------------------|-----------------|--------------|
| 480 | 20.916 | a |
| 600 | 20.660 | a |
| 360 | 20.652 | a |
| 000 | 19.568 | b |

Por medio de la prueba de TUKEY realizada a la interacción entre los factores variedad y semana se pudo llegar a establecer que la mayoría de los tratamientos son bastante semejantes (ver cuadro 32). Para la variedad CP-722086 a partir de la tercera hasta la doceava semana los resultados son similares, notándose un ligero incremento en el brix acumulado en la séptima y décima después de la aplicación que es cuando se obtuvieron los mejores resultados.

CUADRO 32: Prueba de TUKEY para grados Brix de la interacción de los factores variedad y semana en los cogollos de la caña.

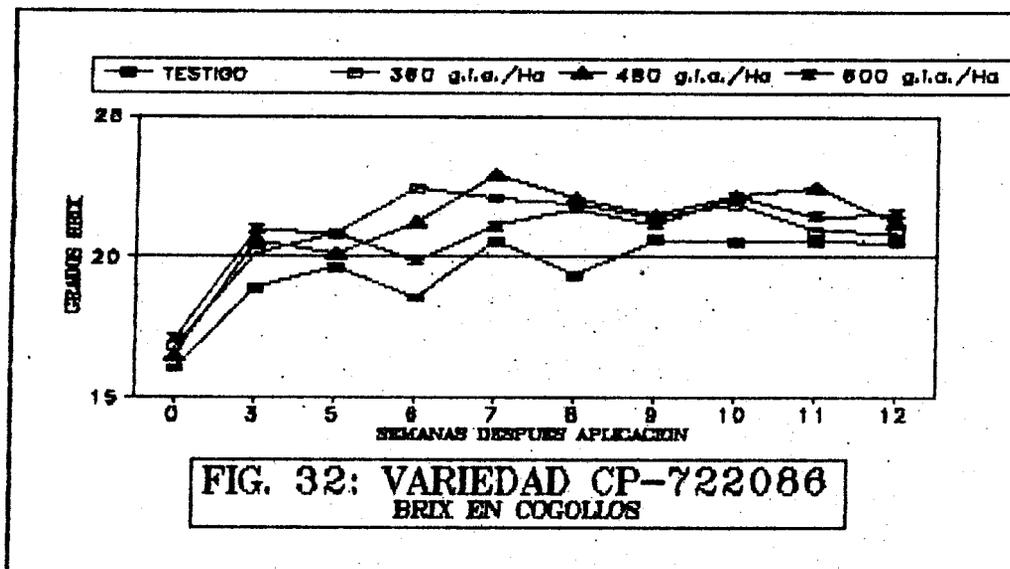
| VARIABLES | | MEDIAS | TUKEY AL 5% | | |
|-----------|--------|----------|-------------|---|---|
| Variedad | Semana | (% Brix) | | | |
| CP-722086 | 7 | 21.66 | a | | |
| CP-722086 | 10 | 21.65 | a | | |
| CP-721312 | 7 | 21.58 | a | | |
| CP-721210 | 7 | 21.47 | a | | |
| CP-722086 | 11 | 21.35 | a | | |
| CP-722086 | 8 | 21.26 | a | | |
| CP-721312 | 6 | 21.23 | a | | |
| CP-722086 | 9 | 21.18 | a | | |
| CP-721210 | 5 | 21.09 | a | | |
| CP-721312 | 11 | 21.06 | a | | |
| CP-721210 | 6 | 20.99 | a | | |
| CP-721312 | 8 | 20.92 | a | | |
| CP-721210 | 10 | 20.86 | a | | |
| CP-721312 | 9 | 20.83 | a | | |
| CP-721312 | 5 | 20.66 | a | | |
| CP-722086 | 6 | 20.46 | a | | |
| CP-721210 | 9 | 20.26 | a | | |
| CP-722086 | 3 | 20.15 | a | b | |
| CP-721312 | 3 | 20.06 | | b | c |
| CP-721210 | 12 | 19.85 | | | c |
| CP-721210 | 11 | 19.61 | | | d |
| CP-721312 | 0 | 17.37 | | | e |
| CP-721210 | 0 | 17.35 | | | e |
| CP-722068 | 0 | 16.58 | | | e |

Para la variedad CP-721312 se obtuvo un brix uniforme a partir de la quinta y se mantuvo hasta la doceava semana después de la aplicación presentando su mejor concentración en la séptima. En la variedad CP-721210 se reportó un brix uniforme desde la tercera hasta la décima semana con su concentración mas alta en la sexta y séptima, comenzando a perder concentración hacia la doceava semana.

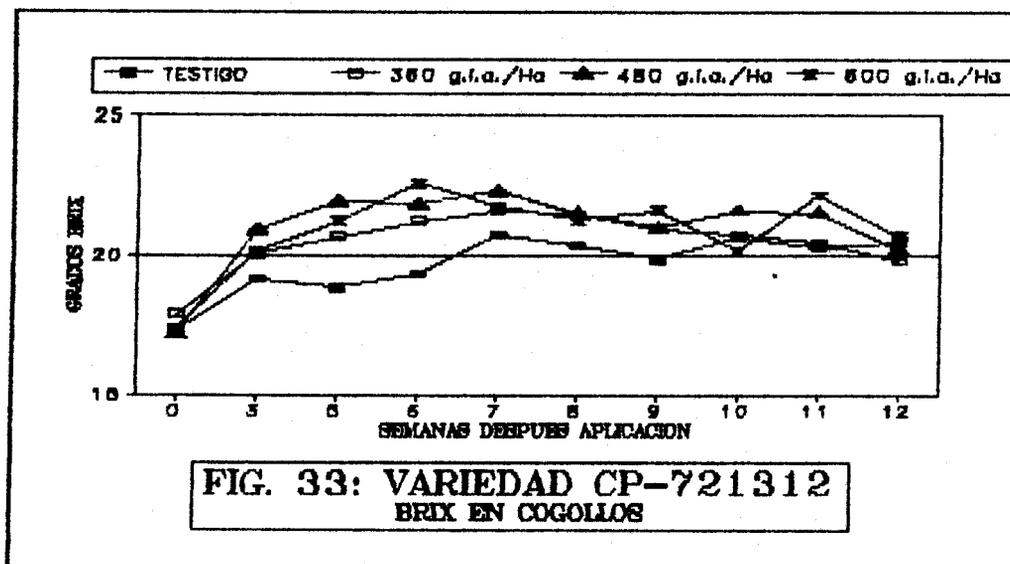
En las Figuras 32, 33 y 34 se pueden observar los resultados de concentración de grados brix en los cogollos para las 3 variedades CP-722086, CP-721312 y CP-721210 respectivamente.

Para la variedad CP-722086 se puede observar que en el tercio final, cerca del quiebre de cogollo a partir de la tercera semana después de la aplicación, todas la dosis de glifosato (360, 480 y 600 g.i.a.) superaron el 20 % de concentración de grados brix, que es donde se pueden apreciar los efectos causados por el glifosato ya que el testigo absoluto superó éste 20 % hasta la novena semana después de la aplicación sin alcanzar a

los aplicados y que es cuando se considera ya alcanzado su madurez natural. La dosis que manifestó los mejores resultados es la de 480 g.i.a. aunque las otras dos son similares y estables durante toda la etapa de muestreo.

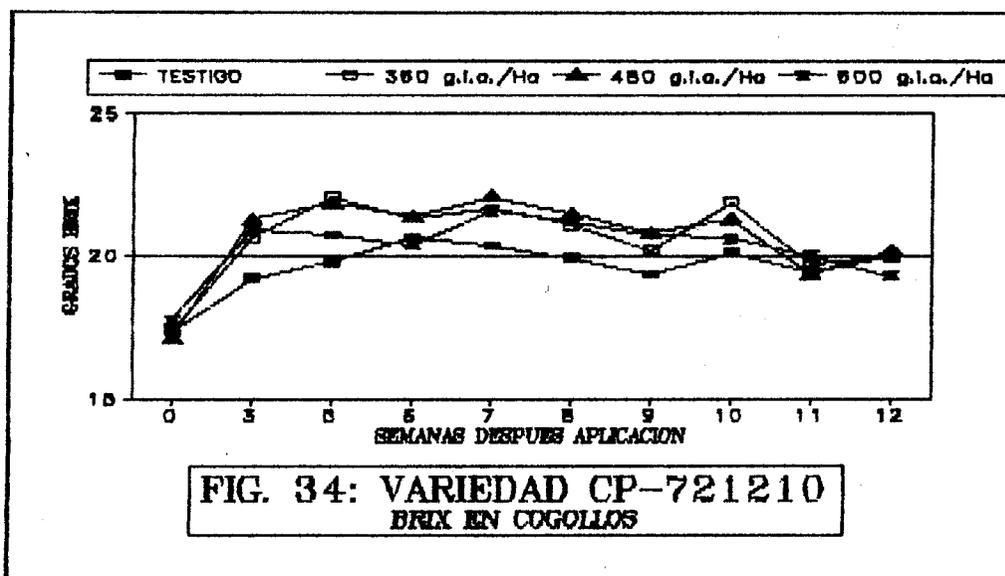


Para la variedad CP-721312 se puede observar un ligero incremento a partir de la tercera y prolongandose hasta la novena semana en los lotes aplicados con glifosato. Para ésta variedad las dosis que presentaron los mejores resultados son las de 600 g.i.a. en la sexta, novena y onceava semana; mientras que la de 480 g.i.a. se manifestó estable a partir de la tercera hasta la



onceava semana con incrementos notables en la quinta y séptima semana después de la aplicación.

Para la variedad CP-721210 se puede observar que los mejores resultados se obtuvieron en la quinta, séptima y décima semana, con las dosis de 360 y 480 g.i.a.. Estas dosis se mantuvieron superiores al testigo a partir de la tercera y manteniéndose hasta la décima semana después de la aplicación.



De manera general es importante hacer notar que para las 3 variedades (CP-722086, CP-721312 y CP-721210), en el tercio final o sea el de quiebre de cogollo el testigo no alcanzó en concentración de brix a los lotes aplicados, encontrándose diferencias de hasta 2.5 % ya sea en la quinta, sexta o séptima semana después de la aplicación con la dosis de 480 g.i.a., aunque también las dos restantes 360 y 600 g.i.a. manifestaron un incremento bastante superior respecto al testigo absoluto; por lo que independientemente de la dosis utilizada, si sería factible subir un poco el corte comercial tomando en cuenta que si hay buena concentración de grados brix cuando se realizan aplicaciones de glifosato.

2.2. INDICE DE MADURACION

Luego de realizar el ANDEVA para la variable Índice de Maduración se determinó que existen diferencias altamente significativas para los factores: dosis y la interacción entre semana y variedad por lo que se hizo necesario realizar una prueba de medias (TUKEY), para establecer éstas diferencias.

Luego de la prueba de tukey realizada al factor dosis, se pudo llegar a establecer que no existen diferencias significativas en las tres dosis de glifosato utilizadas, aunque sí con respecto al testigo absoluto por parte de las dosis de 480 y 360 g.i.a. (ver cuadro 33); la dosis que presentó los mejores resultados de maduración es la de 480 g.i.a. seguida por la de 360 y 600 g.i.a.

CUADRO 33: Prueba TUKEY para el Índice de Maduración según las dosis evaluadas.

| DOSIS (g.i.a./Ha) | MEDIAS (I.M.) | TUKEY AL 5 % |
|-------------------|---------------|--------------|
| 480 | 0.9535 | a |
| 360 | 0.9528 | a |
| 600 | 0.9433 | a b |
| 000 | 0.9324 | b |

Para la interacción de los factores variedad y semana se puede determinar que los mejores Índices de Maduración se presentaron desde la sexta hasta la doceava semana después de la aplicación para la variedad CP-722086, con su mejor maduración en la séptima y décima semana con valores de 0.993 y 0.985 respectivamente.

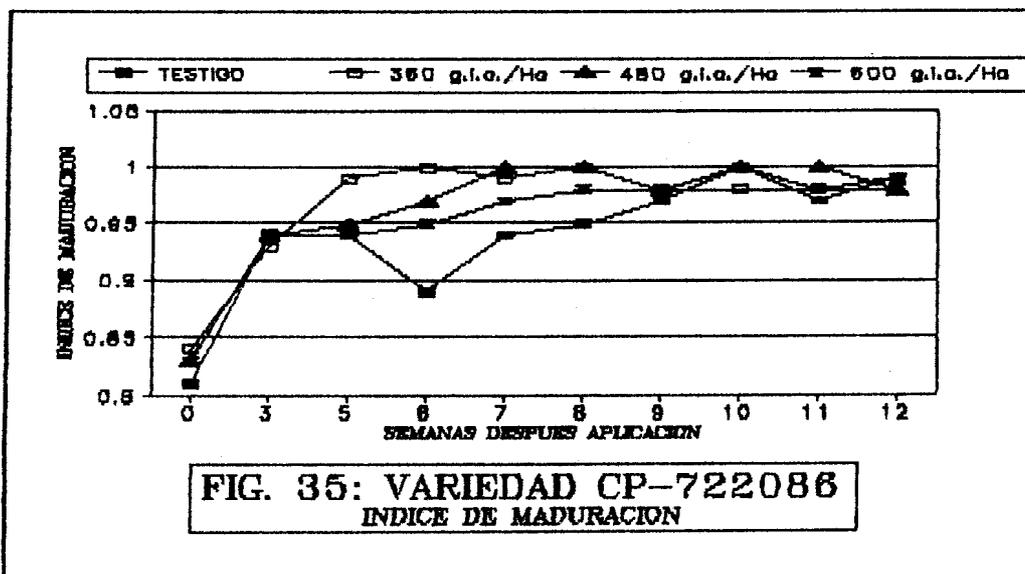
La variedad CP-721312 presentó sus mejores resultados de maduración desde la quinta hasta la onceava semana y la CP-721210 desde la sexta hasta la décima semana después de la aplicación.

En las figuras 35, 36 y 37 se pueden observar las curvas de los índices de maduración para las tres variedades, en las cuales se puede apreciar claramente el comportamiento de cada una de ellas durante las doce semanas de muestreo.

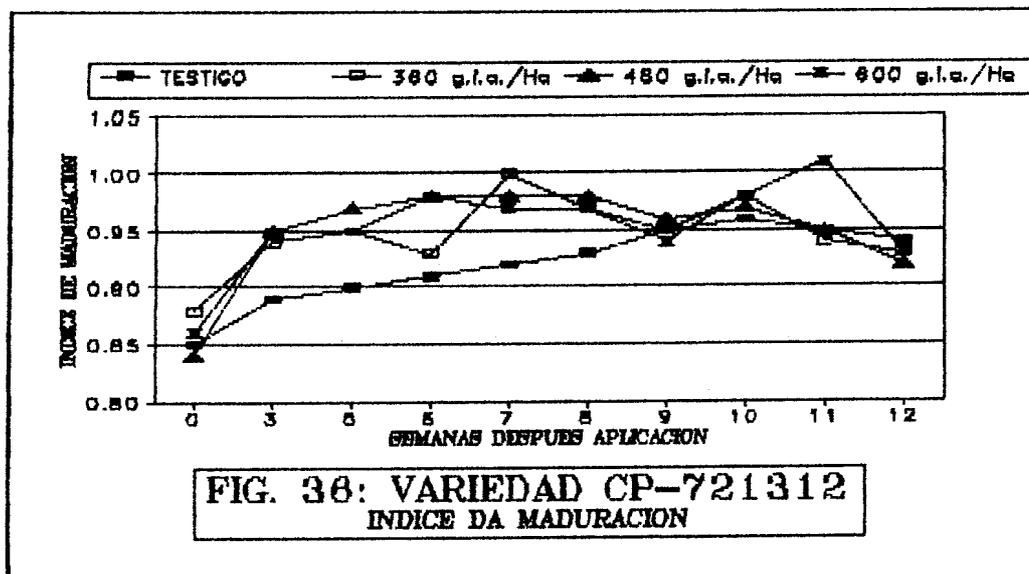
En la Figura 35 de la variedad CP-722086 se puede observar que se obtuvieron índices de maduración de 1.0 en las semanas 6, 7 y 8 con dosis de 360 y 480 g.i.a., por lo que se puede afirmar que se adelantó la maduración natural de la caña, ya que el testigo absoluto tuvo altos índices de maduración a partir de la décima semana que es cuando alcanza su madures natural.

La figura 36 de la variedad CP-721312 ilustra las curvas de los índices de maduración, pudiéndose observar que en la séptima semana se obtiene un índice de 1.0 con la dosis de 360 g.i.a. y en la onceava con la dosis de 600 g.i.a.; pero también se puede observar que que la dosis de 480 g.i.a. se mantuvo muy estable desde la quinta hasta la octava semana después de la aplicación con un índice de 0.98.

En la figura 37 de la variedad CP-721210 se puede observar que se alcanzaron índices de maduración de 0.99 en la séptima

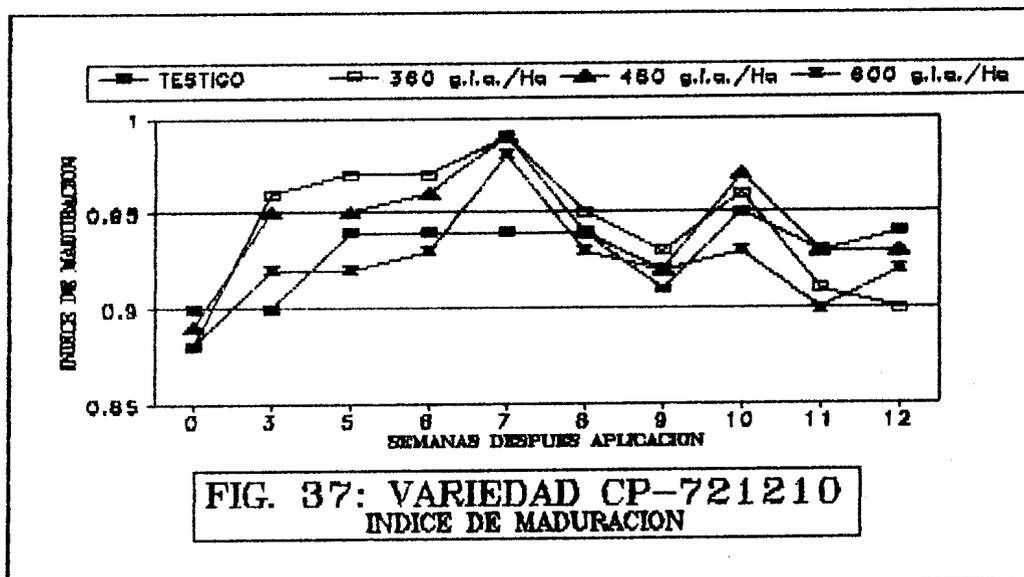


semana con las dosis de 360 y 480 g.i.a. y bastante superiores al testigo que no llegó a alcanzar un buen índice de maduración.



2.3. PORCENTAJE DE SACAROSA

El análisis de varianza realizado para ésta variable indica que existen diferencias significativas para los factores semana, dosis y en la interacción entre semana y variedad (ver cuadro 34) para lo cual se hizo necesario realizar una prueba de medias de tukey.



CUADRO 34: ANDEVA para el % de sacarosa en la caña al corte comercial.

| F. V. | G. L. | S. C. | C. M. | Valor F | Pr > F |
|------------|-------|---------|-------|---------|-----------|
| Variedad | 2 | 0.59 | 0.29 | 0.21 | 0.8091 |
| Rep(Var) | 9 | 25.26 | 2.80 | 2.03 | 0.0354 * |
| Semana | 9 | 392.97 | 43.66 | 31.57 | 0.0001 ** |
| Var*Sem | 18 | 66.19 | 3.67 | 2.66 | 0.0003 ** |
| Dosis | 3 | 114.89 | 38.29 | 27.69 | 0.0001 ** |
| Var*Dosis | 6 | 4.34 | 0.72 | 0.52 | 0.7900 |
| Dosis*Sem | 27 | 51.46 | 1.90 | 1.38 | 0.1028 |
| Var*Do*Sem | 54 | 55.16 | 1.02 | 0.74 | 0.9130 |
| ERROR EXP. | 351 | 485.53 | | | |
| TOTAL | 479 | 1196.42 | | | |

C. V. 5.851090 %

La prueba de TUKEY realizada a ésta variable indica que en general, para el porcentaje de sacarosa en la interacción entre semana y variedad, los resultados son muy semejantes a partir de la tercera semana para las tres variedades presentando su punto más alto en la séptima; pero analizando el factor semana por separado se puede apreciar que los mejores resultados se obtienen en la séptima y décima (ver cuadro 35) muy superiores a los de las otras semanas de muestreo.

En lo referente a las dosis de glifosato utilizadas (cuadro 36), se pudo determinar que para una mejor concentración de sacarosa, los mejores resultados los presentaron las dosis de 480 y 600 g. i. a. notablemente superiores al testigo.

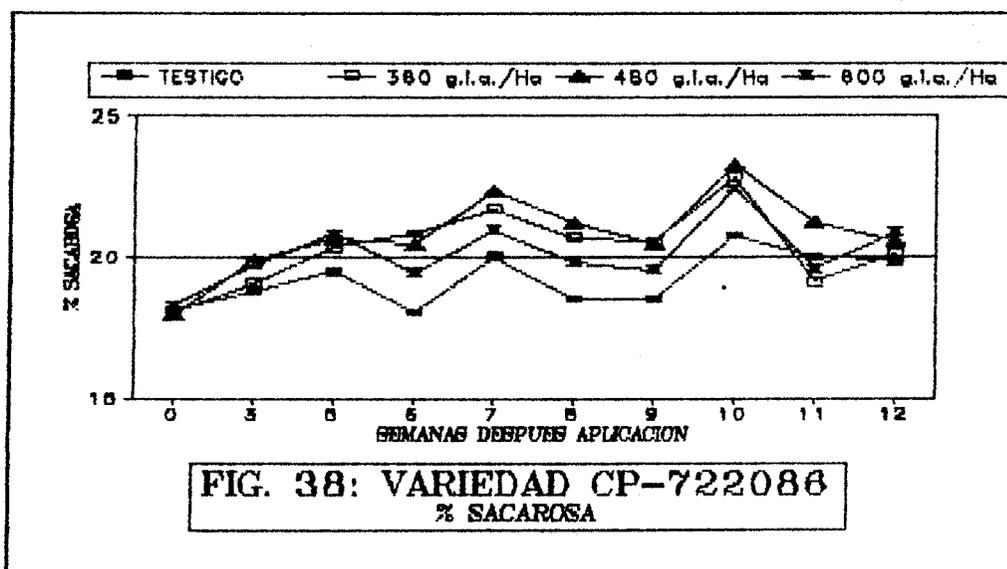
CUADRO 35: Prueba TUKEY para el % de sacarosa durante las 12 semanas de muestreo.

| SEMANAS DESPUES APLICACION | MEDIAS (% SACAROSA) | TUKEY AL 5 % |
|----------------------------|---------------------|--------------|
| 10 | 21.601 | a |
| 7 | 21.230 | a |
| 5 | 20.442 | b |
| 6 | 20.312 | b |
| 8 | 20.229 | b |
| 11 | 19.821 | b |
| 3 | 19.820 | b |
| 12 | 19.737 | b |
| 9 | 19.732 | b |
| 0 | 18.086 | c |

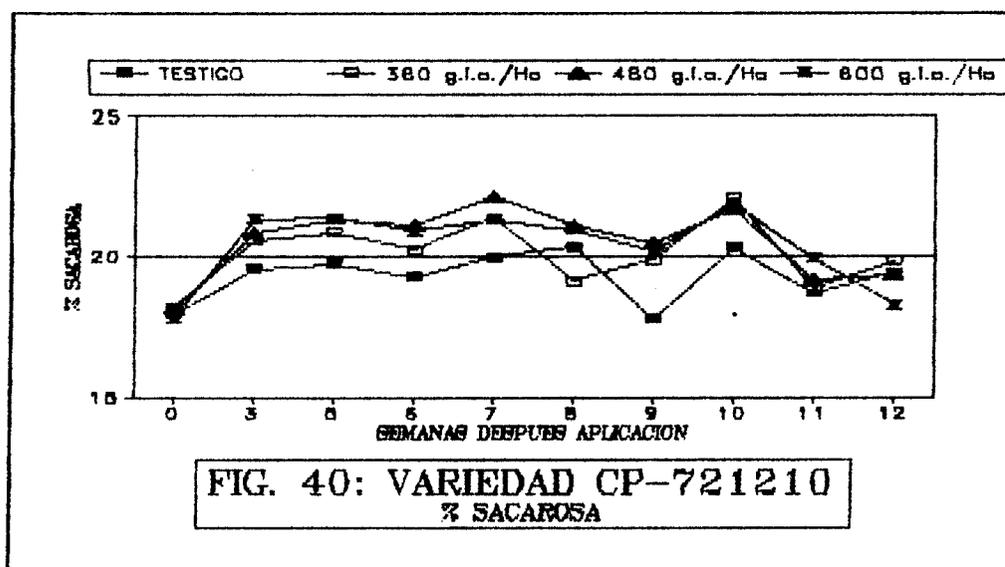
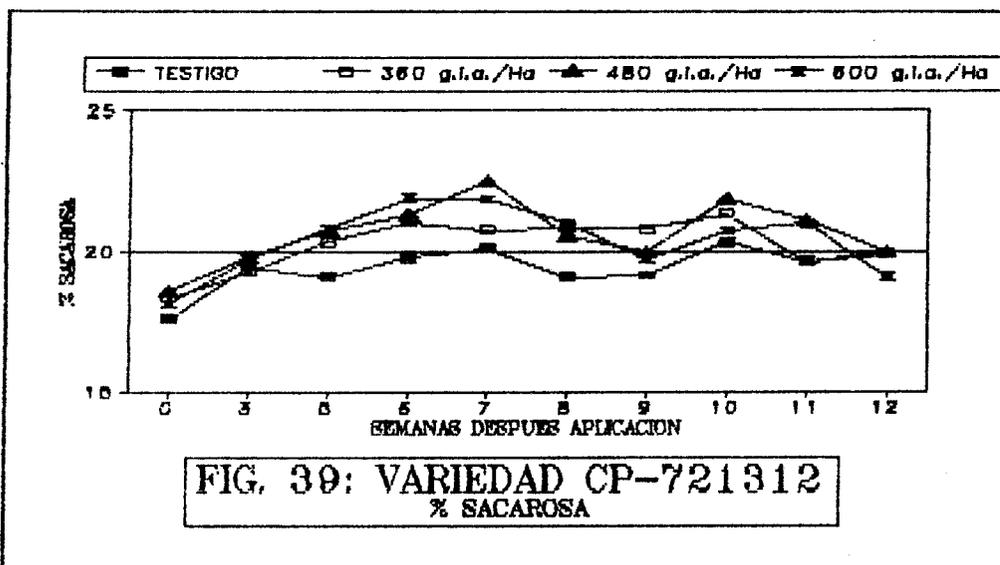
CUADRO 36: Prueba TUKEY para el % de Sacarosa según las dosis evaluadas.

| DOSIS (g. i. a. /Ha) | MEDIAS (% SAC) | TUKEY AL 5 % |
|----------------------|----------------|--------------|
| 480 | 20.618 | a |
| 600 | 20.289 | a b |
| 360 | 20.199 | b |
| 000 | 19.298 | c |

En las Figuras 38, 39 y 40 se pueden apreciar las curvas del porcentaje de sacarosa en las cuales se puede apreciar que para



las tres variedades (CP-722086, CP-721312 y CP-721210), la dosis de 480 g.i.a. presentó los mejores resultados a la séptima y décima semanas después de la aplicación, manifestando comportamientos muy similares en el transcurso de las 12 semanas de muestreo. Por otro lado las tres dosis de glifosato se mantuvieron superiores al testigo absoluto y adelantaron considerablemente la concentración de sacarosa.



2.4. PORCENTAJE DE JUGO

El análisis de varianza realizado para la variable porcentaje de jugo en la caña permite establecer que existen diferencias altamente significativas para los tres factores por separado: variedad, semana y dosis aplicada.

Para el factor variedad (cuadro 37), se pudo establecer que hay unas variedades como la CP-722086 que producen mayor cantidad de jugo que otras como la CP-721210 y la CP-721312; factores como el % de jugo son los que también determinan la posible cantidad de sacarosa que pueda contener el mismo siendo de ésta manera la forma en que se obtienen mejores rendimientos en una variedad determinada.

CUADRO 37: Prueba TUKEY para el % de Jugo en las variedades evaluadas.

| VARIETADES | MEDIAS (%JUGO) | TUKEY AL 5 % |
|------------|----------------|--------------|
| CP-722086 | 73.350 | a |
| CP-721210 | 72.351 | b |
| CP-721312 | 71.040 | c |

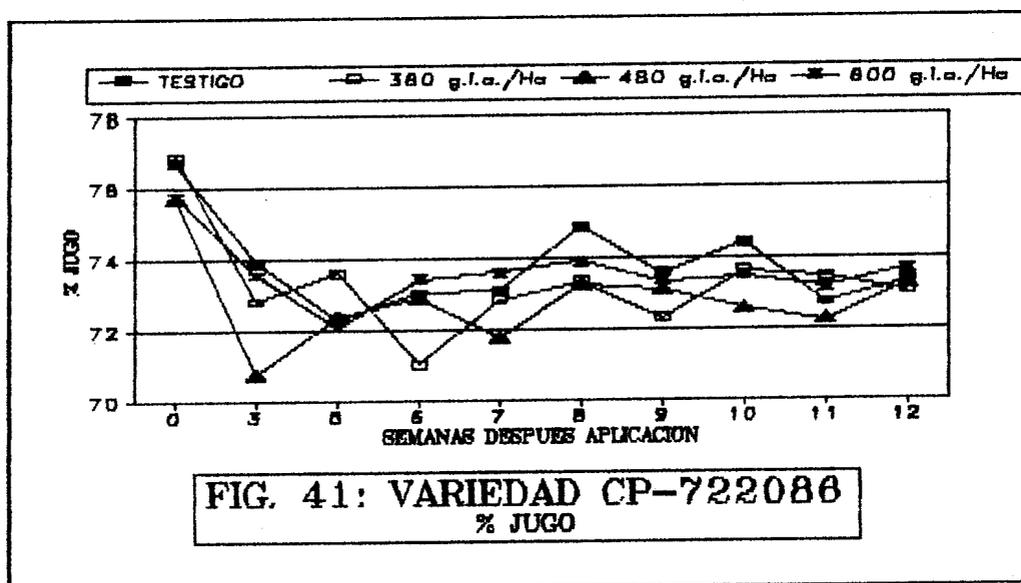
Para el factor semana los resultados son bastante semejantes pero es necesario hacer notar las semanas diferentes que son: la No.0 (antes de la aplicación) que es cuando se tiene mayor porcentaje de jugo con un 75.34 % y un bajo contenido de azúcar ya que en éste estado aún se encuentra en etapa de crecimiento y maduración; y por otro lado la séptima semana, que es la menor con un 70.59 % de jugo y que es en la que se presentaron los más altos rendimientos en libras de azúcar por tonelada de caña. Por lo que se puede afirmar que el % de jugo es inversamente proporcional a la concentración de azúcar o sacarosa en los tallos de la caña, ya que se puede ver desde el punto de vista de que cuando hay menor cantidad de jugo los azúcares están más concentrados y son de más fácil extracción al moler los tallos en la fábrica del ingenio.

De igual manera, las dosis utilizadas fueron significativamente diferentes ya que el testigo presenta el mayor porcentaje de jugo y los menores rendimientos (ver cuadro 38) Las dosis fueron estadísticamente iguales, pero la dosis de 480 g.i.a. de glifosato tiene el menor porcentaje de jugo y es la que presentó los más altos rendimientos en libras de azúcar por tonelada de caña.

CUADRO 38: Prueba TUKEY para el % de Jugo según las dosis evaluadas.

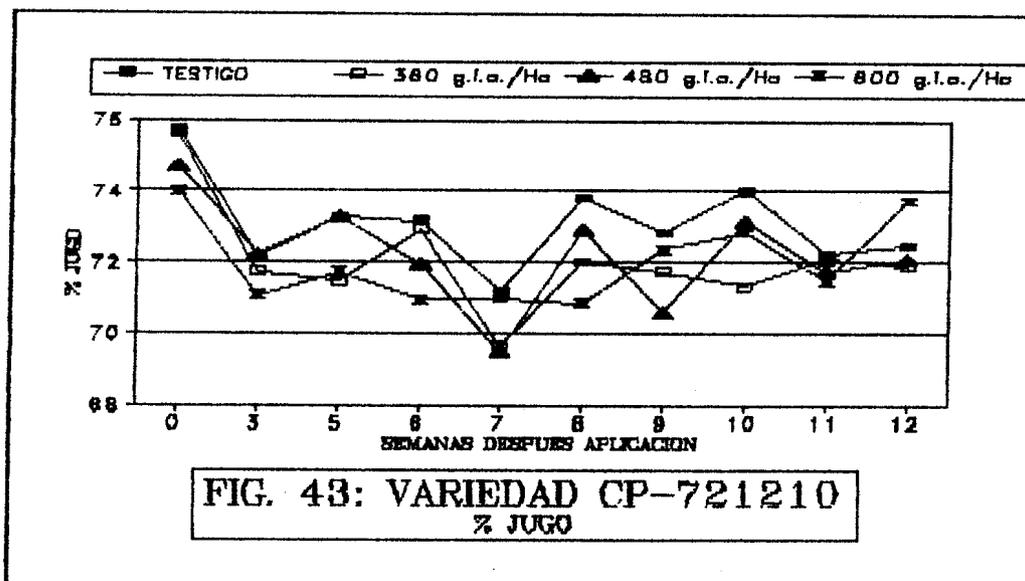
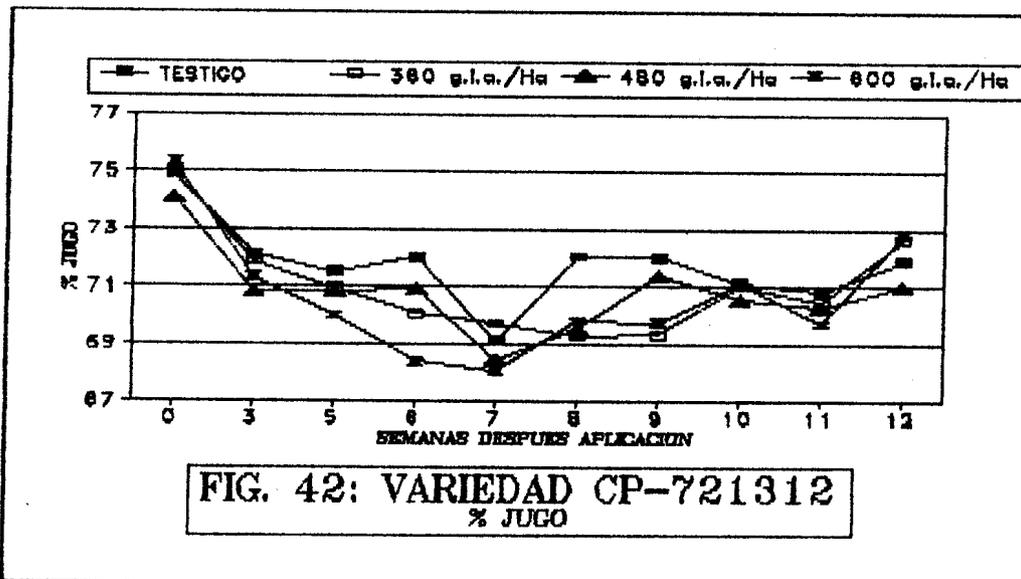
| DOSIS (g. i. a. /Ha) | MEDIAS (% JUGO) | TUKEY AL 5 % |
|----------------------|-----------------|--------------|
| 000 | 72.851 | a |
| 360 | 72.146 | b |
| 600 | 72.049 | b |
| 480 | 71.941 | b |

Las figuras 41, 42 y 43 muestran las curvas del porcentaje de jugo en los tallos de la caña para las 3 variedades, y se puede apreciar que se comportan de una manera inversa a todas las variables estudiadas, principalmente a las de el rendimiento de libras de azúcar por tonelada de caña, porcentaje de grados brix y porcentaje de sacarosa, que son las que reflejan la concentración de la misma en el tallo.



También se puede apreciar que al inicio de las gráficas se tiene un alto porcentaje de jugo, contrario a la séptima y décima semana de muestreo que fue cuando se encontró mayor concentración de azúcares en los jugos de la caña.

Otro factor muy importante que se puede apreciar a través de éstas gráficas es la forma en que los tallos de la caña al final del muestreo (semanas No. 11 y 12), comienzan a aumentar el contenido de jugo; y al observar las Figuras 2, 3 y 4 del rendimiento en libras de azúcar por tonelada de caña, fue cuando empezaron a disminuir los rendimientos alcanzados en semanas anteriores.



2.5. PORCENTAJE DE PUREZA

En el cuadro 39 se presentan los resultados del ANDEVA realizado a la variable % de pureza en los jugos de la caña en los cuales se puede observar que existen diferencias altamente significativas para los factores: semana y dosis y una mediana significancia para la interacción de los factores variedad y semana.

La prueba de tukey realizada para el factor variedad, indica que no existen diferencias significativas en la pureza de los jugos, ya que la CP-722086 tiene un 90.672 %, la CP-721210 un

90.248 % y la CP-721312 un 90.179 % en promedio durante las 12 semanas de muestreo.

CUADRO 39: ANDEVA para el % de Pureza de los jugos de la caña al corte comercial.

| F.V. | G.L. | S.C. | C.M. | Valor F | Pr > F |
|------------|------|---------|-------|---------|-----------|
| Variedad | 2 | 22.78 | 11.39 | 1.98 | 0.1393 |
| Rep(Var) | 9 | 76.87 | 8.54 | 1.49 | 0.1513 |
| Semana | 9 | 149.04 | 16.56 | 2.88 | 0.0027 ** |
| Var*Sem | 18 | 172.27 | 9.57 | 1.67 | 0.0436 * |
| Dosis | 3 | 162.45 | 54.15 | 9.42 | 0.0001 ** |
| Var*Dosis | 6 | 26.14 | 4.35 | 0.76 | 0.6033 |
| Dosis*Sem | 27 | 104.93 | 3.88 | 0.68 | 0.8900 |
| Var*Do*Sem | 54 | 225.33 | 4.17 | 0.73 | 0.9244 |
| ERROR EXP. | 351 | 2017.24 | 5.74 | | |
| TOTAL | 479 | 2957.08 | | | |

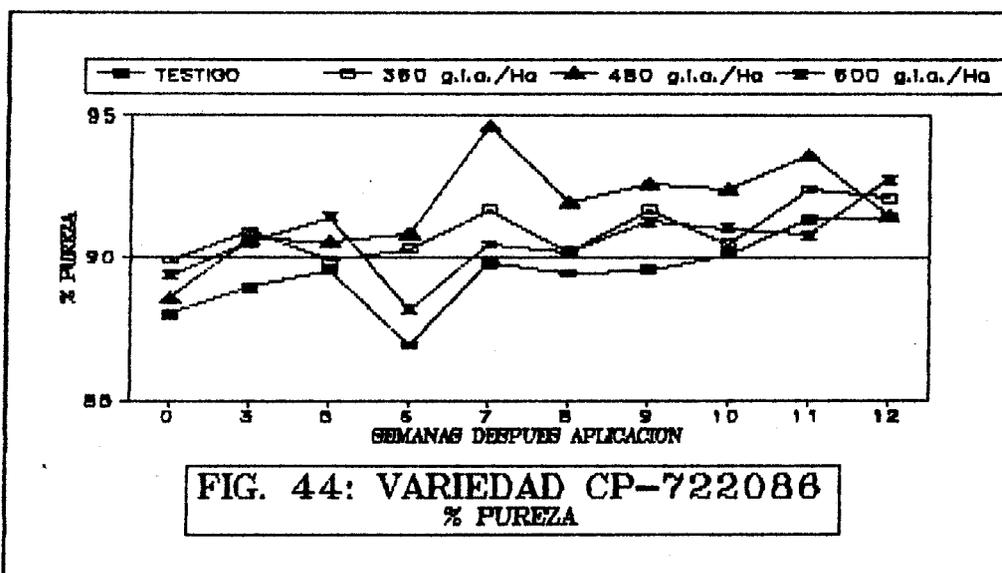
C.V. 2.652894 %

El porcentaje de pureza es una variable que si se ve afectado por el uso de glifosato ya que independientemente de la dosis utilizada, se puede apreciar un incremento con respecto al testigo experimental (ver cuadro 40). Entre las dosis, la que presentó los mejores resultados es la de 480 seguida por la de 600 y 360 g.i.a. respectivamente.

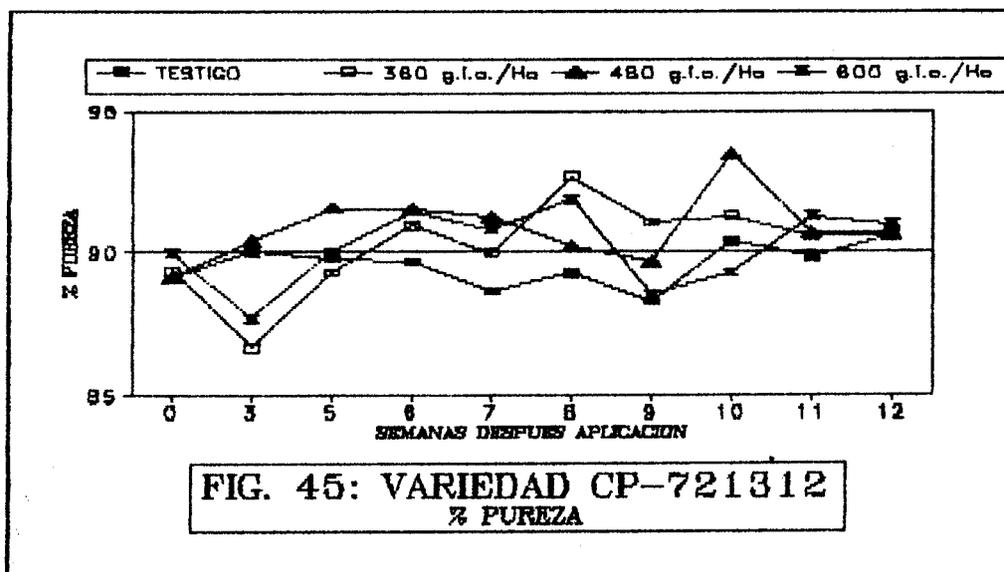
CUADRO 40: Prueba TUKEY para el % de Pureza según las dosis evaluadas.

| DOSIS (g.i.a./Ha) | MEDIAS (% PUR) | TUKEY AL 5 % |
|-------------------|----------------|--------------|
| 480 | 91.056 | a |
| 600 | 90.523 | a |
| 360 | 90.440 | a |
| 000 | 89.446 | b |

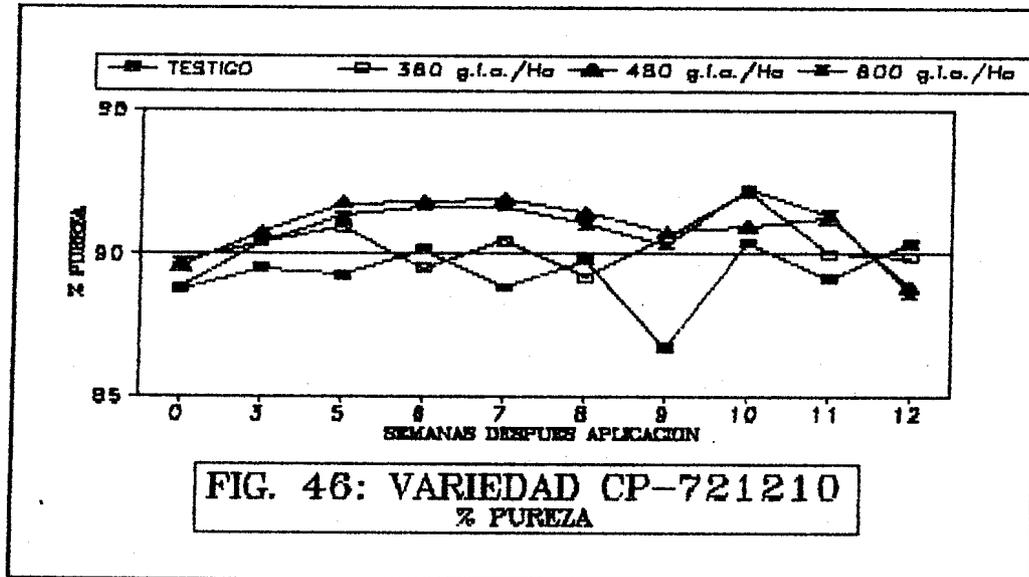
En la Figura 44 de la variedad CP-722086, se puede apreciar que la pureza de los jugos en la séptima semana con la dosis de 480 g.i.a. es bastante superior a las otras dosis evaluadas y al testigo; viniendo esto a complementar lo anterior, ya que en ésta semana es cuando se encontró menor cantidad de jugo en los tallos, por lo tanto la pureza de los mismos fue mayor y por consiguiente la concentración de sacarosa fue bastante buena para brindar en ésta misma semana un excelente rendimiento en libras de azúcar por tonelada de caña, a pesar de que esta variedad es la que produce mayor cantidad de jugo.



En la Figura 45 de la variedad CP-721312 se puede apreciar que a partir de la quinta hasta la décima semana se obtienen purezas promedio del 90 % en los jugos independientemente de la dosis de glifosato utilizada, ya que son bastante semejantes y superiores al testigo que logra superar éste porcentaje hasta la décima semana.



En la Figura 46 de la variedad CP-721210 se puede apreciar que la pureza de los jugos con las dosis de 480 y 600 g.i.a. son superiores a la de 360 g.i.a. y al testigo comportandose de manera muy similar a partir de la tercera semana después de la aplicación y prolongandose hasta la novena. Con éstas dosis se tienen purezas superiores al 92 %.



2.7. PORCENTAJE DE CORCHO

En el cuadro 41 se presentan los resultados del ANDEVA realizado para la variable porcentaje de corcho, por medio de los cuales se pudo determinar que existen diferencias altamente significativas para los 3 factores por separado: variedad, semana y dosis, ya que no se encontraron diferencias entre interacciones.

CUADRO 41 : ANDEVA para el % de Corcho de la caña al corte comercial.

| F. V. | G. L. | S. C. | C. M. | Valor F | Pr > F |
|------------|-------|----------|---------|---------|-----------|
| Variedad | 2 | 5147.54 | 2573.77 | 68.88 | 0.0001 ** |
| Rep(Var) | 9 | 460.97 | 51.21 | 1.37 | 0.1998 |
| Semana | 9 | 9950.83 | 1105.64 | 29.59 | 0.0001 ** |
| Var*Sem | 18 | 557.87 | 30.99 | 0.83 | 0.6652 |
| Dosis | 3 | 673.37 | 224.45 | 6.01 | 0.0005 ** |
| Var*Dosis | 6 | 11.92 | 1.98 | 0.05 | 0.9994 |
| Dosis*Sem | 27 | 307.91 | 11.40 | 0.31 | 0.9998 |
| Var*Do*Sem | 54 | 183.13 | 3.39 | 0.09 | 1.0000 |
| ERROR EXP. | 351 | 13115.03 | 37.36 | | |
| TOTAL | 479 | 30408.61 | | | |

C. V. 54.78563 %

Luego de realizar la prueba de TUKEY para el factor variedad se pudo determinar que la CP-721210 es la que tiene mayor formación de corcho con un 14.27 %, seguida por la CP-722086 con un 12.57 % y por último la CP-721312 con un 6.63 % (cuadro 42).

CUADRO 42: Prueba TUKEY para el % de Corcho en las variedades evaluadas.

| VARIETADES | MEDIAS(%CORCHO) | TUKEY AL 5 % |
|------------|-----------------|--------------|
| CP-721210 | 14.270 | a |
| CP-722086 | 12.571 | b |
| CP-721312 | 6.631 | c |

Después de la aplicación de glifosato, las semanas en las cuales las 3 variedades de caña formaron mayor cantidad de corcho son: la décima, once y doceava con 16.63 %, 17.79 % y 18.76 % respectivamente. Las semanas en las que el porcentaje de corcho es bajo y estadísticamente igual va desde el día anterior a la aplicación hasta la octava semana con un rango de 6.05 % hasta 9.86 % (ver cuadro 43).

En el cuadro 44 se presentan los resultados de la prueba de TUKEY para las distintas dosis evaluadas y en las cuales se puede apreciar que el glifosato si tiene efecto sobre la formación de corcho, ya que las dosis de 600 y 480 g.i.a., son las que brindaron los mejores resultados con 10.01 % y 10.30 %, estadísticamente diferentes al testigo.

CUADRO 43: Prueba TUKEY para el % de Corcho durante las 12 semanas de muestreo.

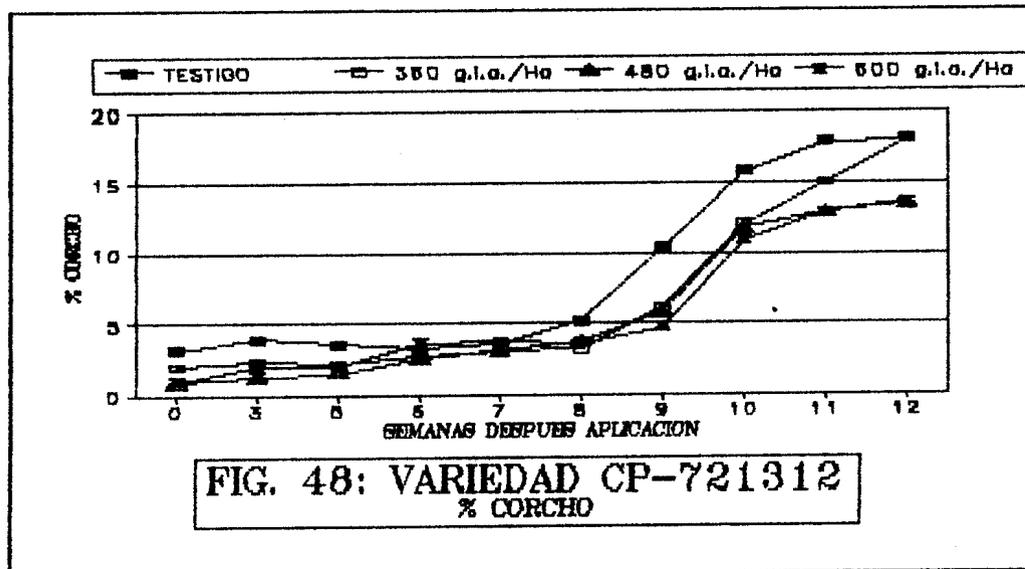
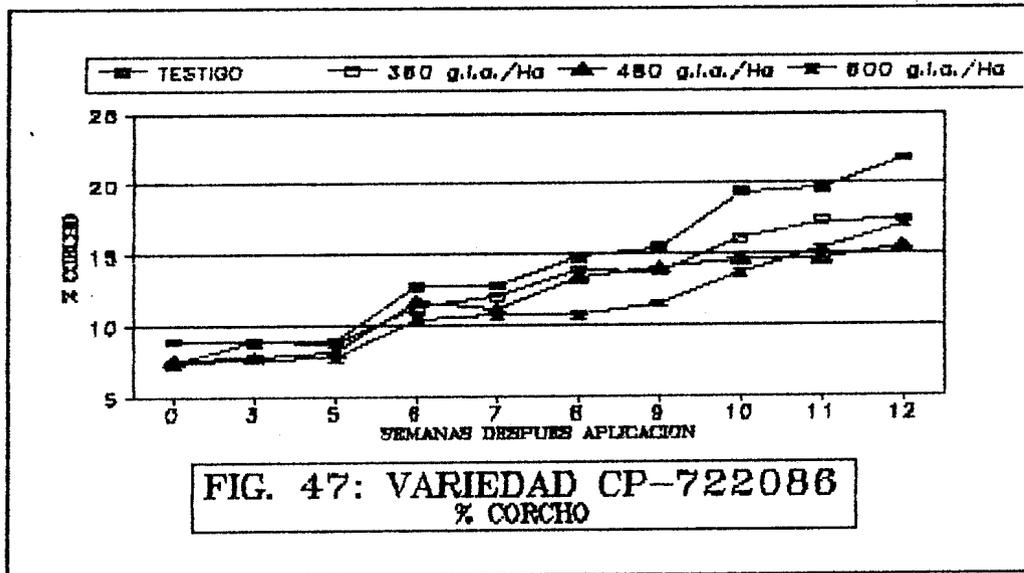
| SEMANAS DESPUES APLICACION | MEDIAS (% CORCHO) | TUKEY AL 5 % |
|----------------------------|-------------------|--------------|
| 12 | 18.765 | a |
| 11 | 17.795 | a |
| 10 | 16.129 | a b |
| 9 | 12.211 | b c |
| 8 | 9.867 | c d |
| 7 | 8.897 | d |
| 6 | 8.361 | d |
| 3 | 6.758 | d |
| 5 | 6.734 | d |
| 0 | 6.056 | d |

CUADRO 44: Prueba TUKEY para el % de Corcho según las dosis evaluadas.

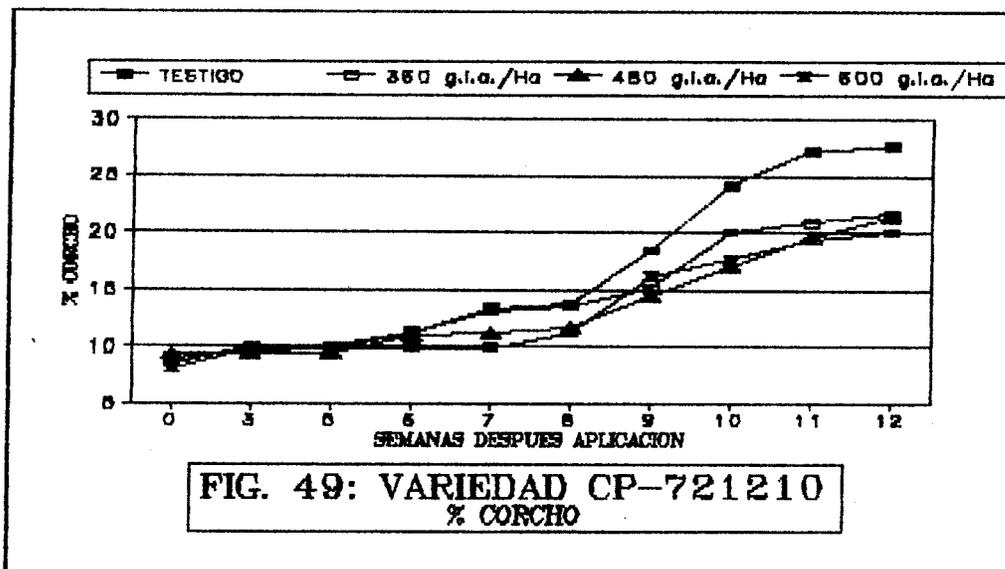
| DOSIS (g.i.a./Ha) | MEDIAS (% COR) | TUKEY AL 5 % |
|-------------------|----------------|--------------|
| 000 | 13.047 | a |
| 360 | 11.260 | a b |
| 480 | 10.309 | b |
| 600 | 10.013 | b |

De lo anterior se puede deducir que el glifosato inhibe la formación del corcho, principalmente en los entrenudos terminales de la caña, a medida que es mayor la dosis utilizada siendo ésta efectiva en un rango desde el día de la aplicación hasta las 8 semanas posteriores a la misma, para cualquiera de las 3 variedades teniendo una mejor respuesta en el orden siguiente: CP-721312, CP-722086 y por último la CP-721210.

En la figura 47 de la variedad CP-722086 se puede apreciar que hay mayor formación de corcho a partir de la novena semana después de la aplicación por parte del testigo, en comparación



con los lotes aplicados con glifosato, comportandose de una manera similar la variedad CP-721312 (Figura 48) y la CP-721210 (Figura 49).



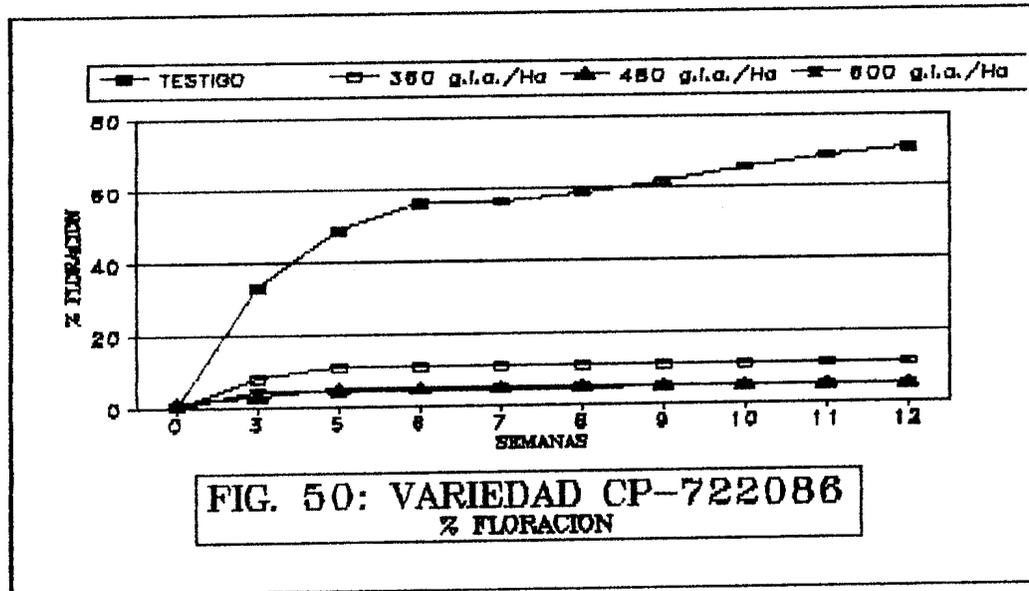
2.8. PORCENTAJE DE FLORACION

El proceso de floración de la caña de azúcar es extremadamente sensible al medio ambiente, los factores que controlan éste proceso son: el fotoperiodo, temperatura y la humedad relativa. La caña que ha florecido en un 35 % puede perder del 15 al 20 % de azúcar comparado con caña sin florear.

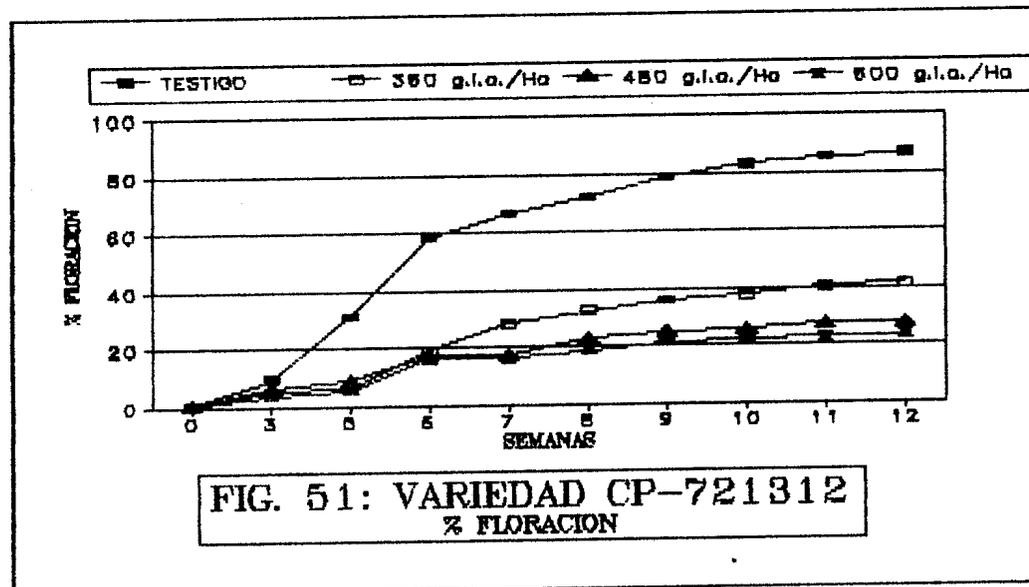
Para la variedad CP-722086 el porcentaje de floración se vió inhibido por la acción del glifosato, ya que las 3 dosis (360, 480 y 600 g.i.a.) redujeron dicho porcentaje con respecto al testigo absoluto.

En la Figura 50 de la variedad CP-722086 se puede observar que las dosis de 480 y 600 g.i.a. son las que tienen mayor efecto, reduciendo la floración drásticamente; por lo que se puede afirmar que es un efecto directamente proporcional, ya que a mayor concentración de glifosato la floración se disminuye en mayor cantidad.

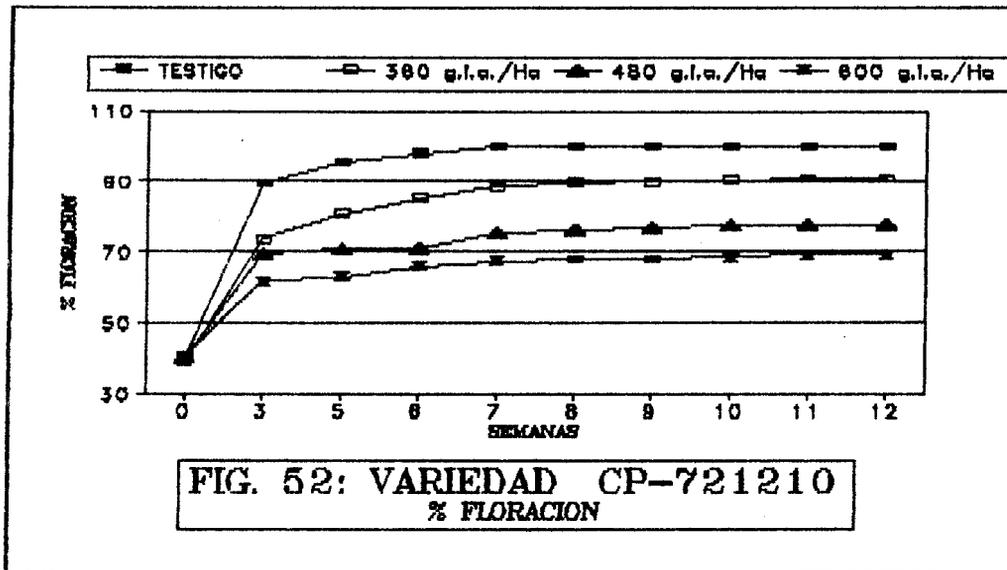
En la variedad CP-721312 (Figura 51), se puede observar el mismo efecto obteniendo mejores resultados la dosis de 600 g.i.a. En las dos variedades, aunque no se alcanzó el 100 % de la floración por parte del testigo, las diferencias son bastante significativas; y puede ser debido a esto que el testigo tenga



una menor concentración de sacarosa en los jugos, ya que la planta utiliza a la misma como energía en el proceso de formación de la panoja o flor.



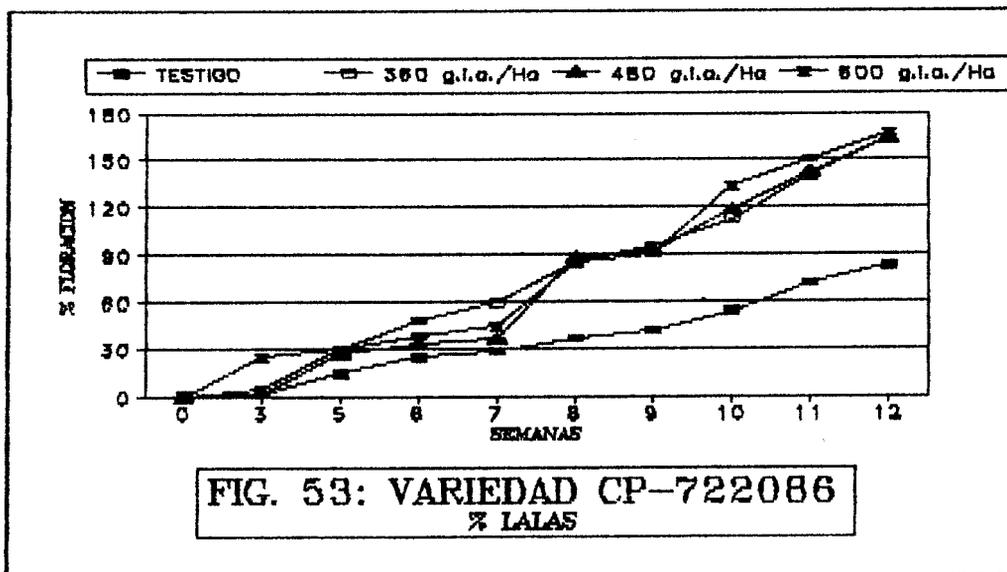
En la Figura 52 de la variedad CP-721210 se puede observar un efecto distinto, ya que la aplicación del glifosato se realizó cuando la plantación había iniciado ya el proceso de floración por lo que el glifosato no logró inhibir dicho proceso en su totalidad, reduciéndolo únicamente en un rango de 5 al 20 % dependiendo de la dosis aplicada; pero se puede apreciar que a mayor dosis de glifosato el porcentaje de reducción es también mayor.



2.9. PORCENTAJE DE LALAS

La formación de lalas es un proceso bastante importante, y se puede apreciar que a partir de la aplicación del glifosato, se inició un rápido incremento en la nacencia de hijos aéreos o lalas en los nudos de la caña, llegando a porcentajes bastante elevados dependiendo de la dosis utilizada.

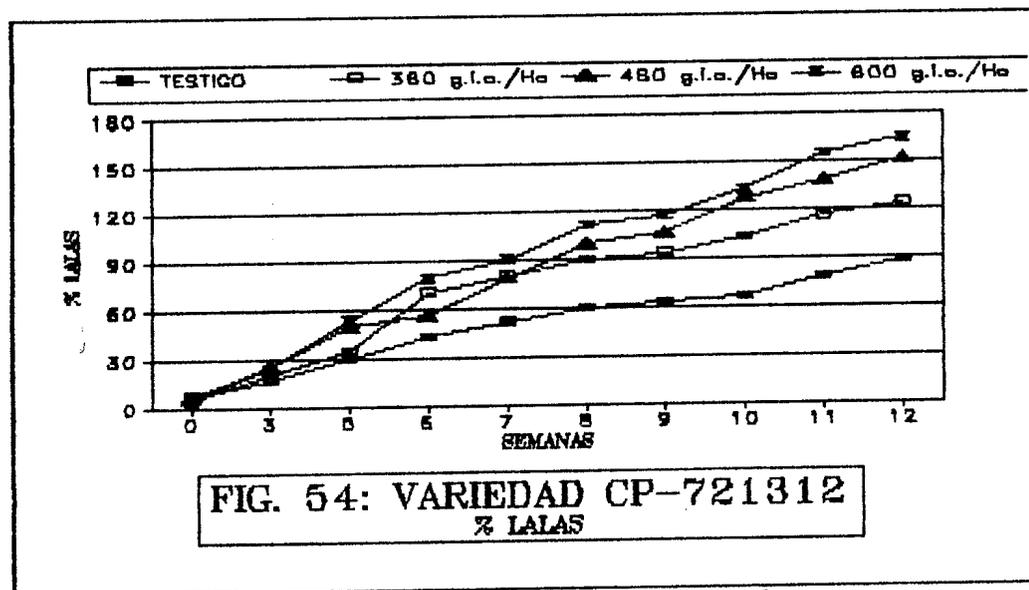
En la Figura 53 de la variedad CP-722086 se puede apreciar claramente dicho proceso ya que a medida que transcurre el tiempo



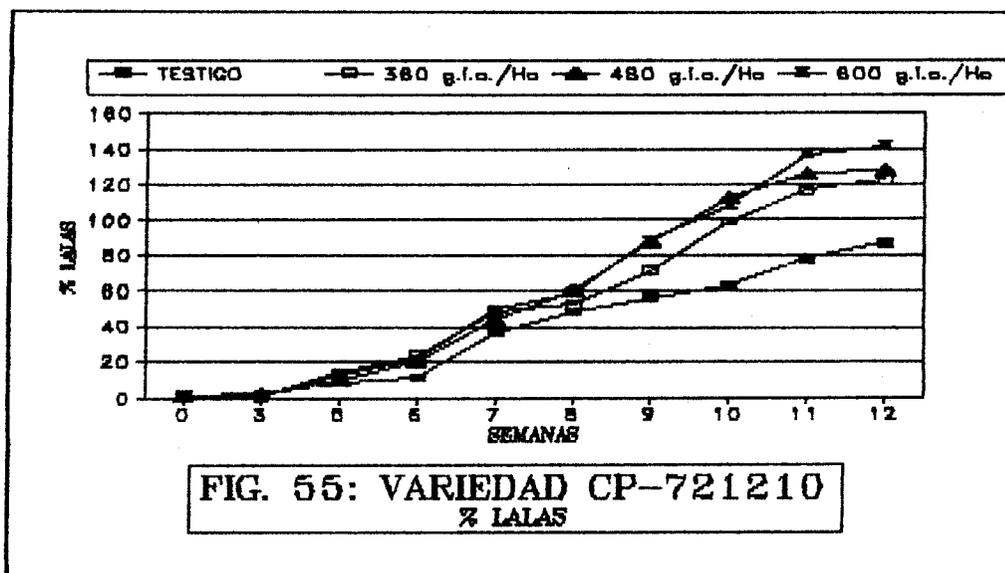
las dosis de glifosato (360, 480 Y 600 g.i.a.) fueron superando en la producción de lalas al testigo absoluto, siendo significativamente iguales hasta la séptima semana y luego a partir de la misma el incremento por parte de los lotes aplicados es superior.

Este fenómeno también se observa en la variedad CP-721312 y bastante similar al ocurrido en la variedad CP-722086 (ver Figura 54), aunque los porcentajes son menores la relación es la misma. La diferencia entre variedades puede ser debida a características fisiológicas de cada una de ellas.

Este fenómeno tiene un efecto distinto en la variedad CP-721210 (ver Figura 55), ya que en primer lugar se comenzó a producir lalas en mayor cantidad a partir de la sexta semana después de la aplicación lo que hace tener menores porcentajes al final del ensayo; esto puede ser debido a que en ésta variedad ya se había iniciado el proceso de floración al momento de la aplicación y el mismo utiliza gran cantidad de energía (sacarosa) para la formación de la panoja, por lo que luego de que finalizó éste proceso fue cuando comenzó a producir hijos aéreos.



Es necesario establecer mas investigación acerca de éste proceso, pues hace falta determinar si el mismo es benéfico, porque lógicamente éste proceso disminuye la concentración de sacarosa en los tallos de la caña y en muchos casos éstos hijos aéreos no llegan a la molienda ya que el mismo cortador elimina con el machete australiano los hijos mas grandes o en otros casos limpia totalmente el tallo, perdiéndose de ésta manera la sacarosa almacenada en los mismos.



3. EFECTO FITOTOXICO

Como se puede observar en el cuadro 45 los porcentajes de hojas albinas, hojas retorcidas y cogollos atrofiados es bastante bajo en el primer muestreo realizado 4 semanas después de la cosecha del ensayo, valores que indican que la aplicación de glifosato aún con dosis de 600 g.i.a. no afectan a los brotes de la soca siguiente.

En la evaluación a las 4 semanas después de la aplicación no se encontró para ninguno de los 3 parámetros (% hojas albinas, % hojas retorcidas y % cogollos retorcidos), valores mas altos de el 2 % ; además de que los daños encontrados en los lotes aplicados también se encontraron en los lotes testigos, indicando esto que los mismos no solo pueden ser causados por la acción del glifosato. El daño que más se manifestó a nivel general, o sea en las 3 variedades de caña, es el % de hojas retorcidas que a las 4 semanas tuvo el indice mas alto en la variedad CP-721312 con un 1.72 % y un promedio general de 0.78 %. Los porcentajes de tallos sanos en éste muestreo son bastante elevados ya que ninguno de ellos bajó del 97.5 % con una media de 98.90 % indicando esto que se tiene suficiente población en buenas condiciones para generar buenos rendimientos en la soca siguiente.

CUADRO 45 Evaluación del efecto fitotóxico 4 semanas después de la cosecha para las 3 variedades y 4 dosis en estudio.

| VAR. | DOSIS | % H ALB. | % H RETOR. | % COG RET. | % T. SANOS |
|--------|-------|----------|------------|------------|------------|
| | 0.00 | 0.21 | 0.21 | 0.00 | 99.58 |
| CP | 0.75 | 0.24 | 0.60 | 0.00 | 99.16 |
| 722086 | 1.00 | 0.34 | 0.53 | 0.11 | 99.02 |
| | 1.25 | 0.51 | 1.25 | 0.36 | 97.88 |
| | 0.00 | 0.11 | 0.22 | 0.00 | 99.67 |
| CP | 0.75 | 0.11 | 0.92 | 0.00 | 98.97 |
| 721312 | 1.00 | 0.32 | 1.56 | 0.11 | 98.01 |
| | 1.25 | 0.35 | 1.72 | 0.30 | 97.63 |
| | 0.00 | 0.00 | 0.35 | 0.00 | 99.65 |
| CP | 0.75 | 0.00 | 0.70 | 0.00 | 99.30 |
| 721210 | 1.00 | 0.11 | 0.56 | 0.00 | 99.33 |
| | 1.25 | 0.32 | 0.76 | 0.25 | 98.67 |
| | MEDIA | 0.22 | 0.78 | 0.09 | 98.90 |

En la evaluación realizada a la sexta semana después de la cosecha se pudo determinar que los porcentajes de daño aumentaron, aunque no significativamente ya que los más altos que se registraron en el de hojas retorcidas no sobrepasaron el 1.73 %, similar al mayor obtenido en la cuarta semana; por lo que se puede comprobar que el nivel de daño no siguió aumentando (ver cuadro 46).

El porcentaje de tallos sanos disminuyó en la sexta semana en un 0.33 % que no es un valor significativo, por otro lado es a partir de ésta semana en que se considera que la caña se puede comenzar a recuperar de cualquier daño que se le haya causado, además de que los niveles manifestados hasta la sexta semana después de la cosecha no se consideran de importancia económica.

Debido al comportamiento manifestado por la fitotóxicidad, siendo éste directamente proporcional a la dosis de glifosato, se debe de tener mayor cuidado en aplicaciones con dosis mayores o en el caso que se utilicen las mismas, el cuidado debe estar encaminado hacia los traslapes que origina el avión al efectuar la aplicación por lo cual el estaquillado y banderillado de los campos debe de realizarse con el mayor cuidado.

CUADRO 46: Evaluación del efecto fitotóxico 6 semanas después de la cosecha para las 3 variedades y 4 dosis en estudio.

| VAR. | DOSIS | % H ALB. | % H RETOR. | % COG RET. | % T. SANOS |
|--------------|-------|----------|------------|------------|------------|
| CP 722086 | 0.00 | 0.21 | 0.26 | 0.11 | 99.42 |
| | 0.75 | 0.24 | 0.67 | 0.00 | 99.09 |
| | 1.00 | 0.44 | 0.46 | 0.11 | 98.99 |
| | 1.25 | 0.72 | 1.49 | 0.46 | 97.33 |
| CP 721312 | 0.00 | 0.29 | 0.45 | 0.00 | 99.26 |
| | 0.75 | 0.29 | 1.03 | 0.25 | 98.43 |
| | 1.00 | 0.53 | 1.55 | 0.22 | 97.70 |
| | 1.25 | 0.55 | 1.73 | 0.32 | 97.29 |
| CP 721210 | 0.00 | 0.11 | 0.25 | 0.00 | 99.64 |
| | 0.75 | 0.46 | 0.70 | 0.00 | 98.84 |
| | 1.00 | 0.33 | 0.66 | 0.12 | 98.89 |
| | 1.25 | 0.66 | 1.08 | 0.37 | 97.89 |
| MEDIA | | 0.40 | 0.86 | 0.16 | 98.57 |

4. ANALISIS ECONOMICO

Para realizar el análisis económico se hizo necesario realizar un presupuesto parcial a fin de establecer los beneficios brutos de campo por hectárea y luego de la misma manera también conocer los costos variables que implica la aplicación de glifosato; para luego con éstos valores poder realizar una tasa de retorno marginal y establecer los porcentajes de beneficio que puede brindar dicha aplicación, ya que el objeto del análisis marginal es revelar exactamente como los beneficios netos de una inversión aumentan al incrementar la cantidad invertida.

La tasa de retorno marginal indica lo que el agricultor puede esperar ganar, en promedio, con su inversión cuando decide cambiar una práctica o conjunto de prácticas por otra que le traerá mejores beneficios.

En el presente trabajo, el análisis económico indica que la utilización de glifosato aplicado como madurante en caña de azúcar, en una dosis de 360 g.i.a./Ha tiene una inversión adicional de Q.88.11 pero a la vez tiene una tasa de retorno marginal de 351 %; y el aumento a una dosis de 480 g.i.a. representa una tasa de retorno marginal de 3,582 % adicional, es

decir que la dosis que tiene los mejores beneficios para el agricultor es ésta última (ver cuadros 47 y 48). La dosis de 600 g.i.a. quedó dominada por las dos anteriores.

CUADRO 47 Análisis económico para las aplicaciones de glifosato (presupuesto parcial), a la séptima semana después de la aplicación.

| VARIABLES | T R A T A M I E N T O S (g.i.a./Ha) | | | |
|-------------------------------|-------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | 000 | 360 | 480 | 600 |
| a) Rendimiento LbAz/TC | 242.42 | 253.06 | 261.52 | 256.22 |
| b) Rendimiento TC/Ha | 113.22 | 112.94 | 114.71 | 112.31 |
| c) Valor Prod. G./TC | 60.00 | 60.00 | 60.00 | 60.00 |
| d) Valor/Lb adic. a 170 | 0.35 | 0.35 | 0.35 | 0.35 |
| BENEF. BRUTO CAMPO/HA | 9662.19 | 10059.57 | 10556.76 | 10128.11 |
| e) Costo del Glifosato | 0.00 | 40.50 | 54.00 | 67.50 |
| f) Costo Aplic. Aerea | 0.00 | 32.66 | 32.66 | 32.66 |
| g) Costo Topografía | 0.00 | 9.34 | 9.34 | 9.34 |
| h) Costo Mano de Obra | 0.00 | 2.23 | 2.23 | 2.23 |
| i) Costo Transporte | 0.00 | 3.38 | 3.38 | 3.38 |
| TOTAL COSTOS VARIABLES | 0.00 | 88.11 | 101.61 | 115.11 |
| ** BENEFICIOS NETOS/HA | 9662.19 | 9971.46 | 10455.15 | 10013.00 |

CUADRO 48 Análisis económico para las aplicaciones de glifosato (Tasa de Retorno Marginal), al la séptima semana después de la aplicación.

| TRATAM. | COSTOS VAR. | BENEF. NETOS | TASA DE RETORNO MARG. |
|---------|-------------|--------------|-----------------------|
| 000 | 0.00 | 9,662.19 | |
| 360 | 88.11 | 9,971.46 | 351 % |
| 480 | 101.61 | 10,455.15 | 3,582 % |
| 600 | 115.11 | 10,013.00 | Dominado |

VIII CONCLUSIONES

a) Rendimiento en Libras de Azúcar por Tonelada de Caña

- No existen diferencias significativas entre las 3 dosis de glifosato evaluadas, aunque sí por parte de éstas con respecto al testigo absoluto.
- Para la variedad CP-722086 los mejores resultados se encontraron en la séptima semana después de la aplicación con dosis de 480 g.i.a. que son notoriamente superiores a las otras dosis; para la CP-721312 los mejores rendimientos y muy semejantes entre sí se encontraron en la sexta y séptima semana con dosis de 480 y 600 g.i.a. respectivamente; para la variedad CP-721210 los mejores resultados se presentaron en la séptima y octava semana después de la aplicación con dosis de 360 y 480 g.i.a.

b) Rendimiento en Toneladas de Caña por Hectárea

- Los mejores rendimientos en toneladas de caña por Hectárea se encontraron en un rango desde la séptima hasta la doceava semana después de la aplicación. No se encontraron diferencias significativas entre las dosis evaluadas, lo que indica que los tonelajes de caña obtenidos por unidad de área no se ven influenciados por la aplicación de glifosato.
- La CP-722086 es la variedad que reporta los mejores rendimientos, superiores estadísticamente a la variedad CP-721312, que a su vez, es superior en rendimiento a la variedad CP-721210; las diferencias oscilan entre 3 y 17 toneladas.

c) Rendimiento en Toneladas de Azúcar por Hectárea

- Para ésta variable, la dosis de 480 g.i.a. es la que reporta los mejores rendimientos con respecto al testigo absoluto, encontrándose una diferencia de 0.6 toneladas de azúcar por Hectárea.
- La variedad CP-722086 presenta sus mejores resultados en la séptima semana y su rendimiento general es estadísticamente superior a los de las variedades CP-721312 y CP-721210 que obtiene a su vez los mejores en la séptima y décima semana después de la aplicación.

- d) No se encontraron efectos fitotóxicos causados por el uso del glifosato en la cuarta y sexta semana después de la cosecha.
- e) La dosis de 480 g.i.a. de glifosato presenta los mejores resultados con una tasa de retorno marginal de 3582 % pero también la dosis de 360 g.i.a. presenta una buena tasa de retorno marginal con un 351 %.
- f) Para las variables secundarias se llegó a las siguientes conclusiones:
- Las 3 dosis de glifosato evaluadas lograron incrementar los grados brix en el pedazo restante al corte comercial con respecto al testigo; esto indica que independientemente de la dosis utilizada, el glifosato logra una mayor concentración sacarosa en la caña.
 - Para el porcentaje de sacarosa los mejores resultados se presentaron en la séptima semana después de la aplicación para las 3 variedades con dosis de 480 ó 600 g.i.a. notablemente superiores al testigo. El porcentaje de jugo es una variable inversamente proporcional a la concentración de sacarosa, ya que cuando se presentaron los menores porcentajes de jugo fue cuando se obtuvieron los mejores rendimientos en libras de azúcar por tonelada de caña.
 - El glifosato inhibe la formación de corcho en los entrenudos superiores de la caña a medida que es mayor la dosis utilizada, siendo efectiva en un rango desde día de la aplicación hasta 8 semanas posteriores a la misma para cualquiera de las 3 variedades.
 - El glifosato inhibe en un alto porcentaje la floración de las variedades CP-722086 y CP-721312, dando como resultado un alto incremento en el porcentaje de lalas producido, efecto que no se manifestó de la misma manera en la variedad CP-721210 ya que al momento de la aplicación el cañal tenía flor en un 60 %.

IX RECOMENDACIONES

- Las aplicaciones de glifosato puede llevarse a cabo en cualquiera de las 3 variedades utilizando para el efecto una dosis de 480 g.i.a.; debiendo cosecharse preferentemente a la séptima semana después de la aplicación y de ésta manera obtener los mejores beneficios del producto. Si la cosecha de los cañales aplicados se retardara por cualquier circunstancia se puede esperar hasta la décima semana para obtener resultados semejantes a los de la séptima.

- Ya que se encontraron buenos resultados de concentración de sacarosa en el pedazo adicional al corte comercial, se recomienda realizar mayor investigación sobre éste aspecto y poder establecer por medio de ella mejores parámetros que permitan establecer si se puede subir un poco el corte comercial y poder aprovechar esa cantidad de azúcar que queda en el campo.

- Las aplicaciones de glifosato deben realizarse al observarse los primeros indicios de floración para que no se vean afectados los rendimientos de LbAz/TC y TC/Ha

- Dar seguimiento a la presente evaluación, mediante otras investigaciones que permitan evaluar aspectos como: dosis mayores de glifosato, otros productos, seleccionar otras variedades, distintas épocas de aplicación, etc. para ampliar más la información acerca de los madurantes.

- Establecer un tipo de muestreo que permita estimar de una manera mas acertada los tonelajes de caña en el campo.

X BIBLIOGRAFÍA

- 1.- AGUILAR DE LEÓN, J. 1,975. El cultivo de la caña de azúcar en Guatemala. Guatemala, Landivar. 212 p.
- 2.- BUENAVENTURA, C.E. 1,984. Efecto de los madurantes sobre la caña de azúcar. Colombia, Centro de Investigación en Caña de Azúcar. 12 p.
- 3.- ----- 1,986. El cultivo de la caña de azúcar. Colombia, Centro de Investigación en Caña de azúcar. P. 300 - 301.
- 4.- -----; YANG, S. J. 1,984. 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.
- 5.- ----- 1,984. Evaluación de tras madurantes químicos en la variedad CP-57603 en el valle del Cauca. Colombia, Centro de Investigación de la Caña de Azúcar. 27 p.
- 6.- ----- 1,984. Efecto de la aplicación de Roundup sobre el desarrollo de la soca siguiente. Colombia, Centro de Investigación de la Caña de Azúcar. 8 p.
- 7.- ----- 1,987. 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, CENICANA. 27 p.
- 8.- CHÁVEZ SOLERA, M.A. 1,981. La maduración, su control y la cosecha de la caña de azúcar. Colombia, CENICANA. 13 p.
- 9.- DESTEFANO, R.P.; ANDREIS, H.J. 1,982. El madurador una ayuda al agricultor de la caña de azúcar. Sugar Journal (EE.UU.) 45(1):18-27.
- 10.- GUATEMALA. BANCO DE GUATEMALA. 1,989. Evaluación de la actividad cañera de Guatemala. Guatemala. 36 p.

- 11.- HERRINGTON, CH.R. *et al.* 1,977. Estudio integral del efecto de un madurador químico en la caña de azúcar sobre las labores de campo y de fábrica. In Congreso de Tecnicos Azucareros Centroamericano San Salvador, (3., 1,977 El Salvador). Memorias. El Salvador, s.n. 30 p.
- 12.- HUMBERT, R.P. 1,974. El cultivo de la caña de azúcar. Mexico, CECSA. p. 514 - 519.
- 13.- LODONO MAYA, A.E.; BUENAVENTURA OSORIO, C.E.; MORENO GIL, C.A. 1,987. Evaluación del efecto del madurante glifosato sobre la producción de caña de azúcar en el ingenio Central de Castilla. Colombia, Centro de Investigación de la Caña de Azúcar. 40 p.
- 14.- MEADE, G.P. 1,967. Manual de caña de azúcar. España, Montaner y Simon. p 737 - 739.
- 15.- MONSANTO. DEPARTAMENTO DE DESARROLLO (Gua.). s.f. Características y propiedades del Roundup. Guatemala. 18 p.
- 16.- RODRIGUEZ, O.A.; RINCONES, C.; HURTADO, S. 1,982. Efectos de la floración sobre la calidad del jugo en 34 variedades de caña de azúcar. Venezuela, s.n. p. 45 - 53.
- 17.- SACHER, R.M.; BROWN, D.A. 1,980. Roundup: revisión toxicológica y comportamiento ambiental. U.S.A. Monsanto Guatemala Inc. Boletín No. 1. 15 p.
- 18.- SAMUELS, G. 1,984. La madurez de la caña de azúcar: teoría y práctica. In Seminario Interamericano de la Caña de Azúcar (1,984, Miami, Florida). Control malezas y maduradores. Miami, Florida, s.n. p.479 - 485.
- 19.- SIMMONS, CH.S.; TARANO, J.M.; PINTO, J.H. 1,958. Clasificación de reconocimientos de suelos de la República de Guatemala. Guatemala, Instituto Agropecuario Nacional. 1000 p.
- 20.- VALLADARES REBOLLEDO, A.; ZAMORANO CRUZ, E. 1,976. Método para el estimado de caña producida en campo, previo a la iniciación de la zafra. Ed. por José A. Turrizza Zapata. México, Instituto para el Mejoramiento de la Producción de Azúcar. Serie Divulgación Técnica IMPA. Folleto no. 9. 24 p.



Vo.Bo. Rolando Barrios.

XI APENDICE

| G.L. del error | α | $\alpha = \text{número de promedios de los tratamientos}$ | | | | | | | | | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
|----------------|----------|---|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | | | | | | | | | | | | |
| 5 | 05 | 3.64 | 4.60 | 5.22 | 5.57 | 6.03 | 6.33 | 6.58 | 6.80 | 6.99 | 7.17 | 7.32 | 7.47 | 7.60 | 7.72 | 7.83 | 7.93 | 8.03 | 8.12 | 8.21 | 8.29 |
| | 01 | 5.70 | 6.97 | 7.80 | 8.42 | 8.91 | 9.32 | 9.67 | 9.97 | 10.24 | 10.48 | 10.70 | 10.89 | 11.08 | 11.24 | 11.40 | 11.55 | 11.68 | 11.81 | 11.93 | 12.04 |
| 6 | 05 | 3.46 | 4.34 | 4.90 | 5.31 | 5.63 | 5.89 | 6.12 | 6.32 | 6.49 | 6.65 | 6.79 | 6.92 | 7.03 | 7.14 | 7.24 | 7.34 | 7.43 | 7.51 | 7.59 | 7.67 |
| | 01 | 5.24 | 6.33 | 7.03 | 7.56 | 7.97 | 8.32 | 8.61 | 8.87 | 9.10 | 9.30 | 9.49 | 9.65 | 9.81 | 9.95 | 10.08 | 10.21 | 10.32 | 10.43 | 10.54 | 10.64 |
| 7 | 05 | 3.34 | 4.16 | 4.68 | 5.05 | 5.36 | 5.61 | 5.82 | 6.00 | 6.16 | 6.30 | 6.43 | 6.55 | 6.66 | 6.76 | 6.85 | 6.94 | 7.02 | 7.09 | 7.17 | 7.25 |
| | 01 | 4.95 | 5.92 | 6.54 | 7.01 | 7.37 | 7.68 | 7.94 | 8.17 | 8.37 | 8.55 | 8.71 | 8.86 | 9.00 | 9.12 | 9.24 | 9.35 | 9.46 | 9.55 | 9.65 | 9.75 |
| 8 | 05 | 3.26 | 4.04 | 4.53 | 4.89 | 5.17 | 5.40 | 5.60 | 5.77 | 5.92 | 6.05 | 6.18 | 6.29 | 6.39 | 6.48 | 6.57 | 6.65 | 6.73 | 6.80 | 6.87 | 6.94 |
| | 01 | 4.74 | 5.63 | 6.20 | 6.63 | 6.96 | 7.24 | 7.47 | 7.68 | 7.87 | 8.03 | 8.18 | 8.31 | 8.44 | 8.55 | 8.66 | 8.76 | 8.85 | 8.94 | 9.03 | 9.12 |
| 9 | 05 | 3.20 | 3.95 | 4.42 | 4.76 | 5.02 | 5.24 | 5.43 | 5.60 | 5.74 | 5.87 | 5.98 | 6.09 | 6.19 | 6.28 | 6.36 | 6.44 | 6.51 | 6.58 | 6.64 | 6.71 |
| | 01 | 4.60 | 5.43 | 5.96 | 6.35 | 6.66 | 6.91 | 7.13 | 7.32 | 7.49 | 7.65 | 7.78 | 7.91 | 8.03 | 8.13 | 8.23 | 8.32 | 8.41 | 8.49 | 8.57 | 8.65 |
| 10 | 05 | 3.15 | 3.88 | 4.33 | 4.65 | 4.91 | 5.12 | 5.30 | 5.46 | 5.60 | 5.72 | 5.83 | 5.93 | 6.03 | 6.11 | 6.20 | 6.27 | 6.34 | 6.40 | 6.47 | 6.54 |
| | 01 | 4.48 | 5.27 | 5.77 | 6.14 | 6.43 | 6.67 | 6.87 | 7.05 | 7.21 | 7.36 | 7.48 | 7.60 | 7.71 | 7.81 | 7.91 | 7.99 | 8.07 | 8.15 | 8.22 | 8.30 |
| 11 | 05 | 3.11 | 3.82 | 4.26 | 4.57 | 4.82 | 5.03 | 5.20 | 5.35 | 5.49 | 5.61 | 5.71 | 5.81 | 5.90 | 5.99 | 6.06 | 6.14 | 6.20 | 6.26 | 6.33 | 6.40 |
| | 01 | 4.39 | 5.14 | 5.62 | 5.97 | 6.25 | 6.48 | 6.67 | 6.84 | 6.99 | 7.13 | 7.25 | 7.36 | 7.46 | 7.56 | 7.65 | 7.73 | 7.81 | 7.88 | 7.95 | 8.03 |
| 12 | 05 | 3.08 | 3.77 | 4.20 | 4.51 | 4.75 | 4.95 | 5.12 | 5.27 | 5.40 | 5.51 | 5.62 | 5.71 | 5.80 | 5.88 | 5.95 | 6.03 | 6.09 | 6.15 | 6.21 | 6.28 |
| | 01 | 4.32 | 5.04 | 5.50 | 5.84 | 6.10 | 6.32 | 6.51 | 6.67 | 6.81 | 6.94 | 7.06 | 7.17 | 7.26 | 7.36 | 7.44 | 7.52 | 7.59 | 7.66 | 7.73 | 7.81 |
| 13 | 05 | 3.05 | 3.73 | 4.15 | 4.45 | 4.69 | 4.88 | 5.05 | 5.19 | 5.32 | 5.43 | 5.53 | 5.63 | 5.71 | 5.79 | 5.86 | 5.93 | 6.00 | 6.05 | 6.11 | 6.18 |
| | 01 | 4.25 | 4.96 | 5.40 | 5.73 | 5.98 | 6.19 | 6.37 | 6.53 | 6.67 | 6.79 | 6.90 | 7.01 | 7.10 | 7.19 | 7.27 | 7.34 | 7.42 | 7.48 | 7.55 | 7.63 |
| 14 | 05 | 3.03 | 3.70 | 4.11 | 4.41 | 4.64 | 4.83 | 4.99 | 5.13 | 5.25 | 5.36 | 5.46 | 5.55 | 5.64 | 5.72 | 5.79 | 5.85 | 5.92 | 5.97 | 6.03 | 6.10 |
| | 01 | 4.21 | 4.89 | 5.32 | 5.63 | 5.88 | 6.08 | 6.26 | 6.41 | 6.54 | 6.66 | 6.77 | 6.87 | 6.96 | 7.05 | 7.12 | 7.20 | 7.27 | 7.33 | 7.39 | 7.47 |
| 15 | 05 | 3.01 | 3.67 | 4.08 | 4.37 | 4.60 | 4.78 | 4.94 | 5.08 | 5.20 | 5.31 | 5.40 | 5.49 | 5.58 | 5.65 | 5.72 | 5.79 | 5.85 | 5.90 | 5.96 | 6.03 |
| | 01 | 4.17 | 4.83 | 5.25 | 5.56 | 5.80 | 5.99 | 6.16 | 6.31 | 6.44 | 6.55 | 6.66 | 6.76 | 6.84 | 6.93 | 7.00 | 7.07 | 7.14 | 7.20 | 7.26 | 7.34 |
| 16 | 05 | 3.00 | 3.65 | 4.05 | 4.33 | 4.56 | 4.74 | 4.90 | 5.03 | 5.15 | 5.26 | 5.35 | 5.44 | 5.52 | 5.59 | 5.66 | 5.72 | 5.79 | 5.84 | 5.90 | 5.97 |
| | 01 | 4.13 | 4.78 | 5.19 | 5.49 | 5.72 | 5.92 | 6.08 | 6.22 | 6.35 | 6.46 | 6.56 | 6.66 | 6.74 | 6.82 | 6.90 | 6.97 | 7.03 | 7.09 | 7.15 | 7.23 |
| 17 | 05 | 2.98 | 3.63 | 4.02 | 4.30 | 4.52 | 4.71 | 4.86 | 4.99 | 5.11 | 5.21 | 5.31 | 5.39 | 5.47 | 5.55 | 5.61 | 5.68 | 5.74 | 5.79 | 5.84 | 5.91 |
| | 01 | 4.10 | 4.74 | 5.14 | 5.43 | 5.66 | 5.85 | 6.01 | 6.15 | 6.27 | 6.38 | 6.48 | 6.57 | 6.66 | 6.73 | 6.80 | 6.87 | 6.94 | 7.00 | 7.05 | 7.13 |
| 18 | 05 | 2.97 | 3.61 | 4.00 | 4.28 | 4.49 | 4.67 | 4.82 | 4.96 | 5.07 | 5.17 | 5.27 | 5.35 | 5.43 | 5.50 | 5.57 | 5.63 | 5.69 | 5.74 | 5.79 | 5.86 |
| | 01 | 4.07 | 4.70 | 5.09 | 5.38 | 5.60 | 5.79 | 5.94 | 6.08 | 6.20 | 6.31 | 6.41 | 6.50 | 6.58 | 6.65 | 6.72 | 6.79 | 6.85 | 6.91 | 6.96 | 7.04 |
| 19 | 05 | 2.96 | 3.59 | 3.98 | 4.25 | 4.47 | 4.65 | 4.79 | 4.92 | 5.04 | 5.14 | 5.23 | 5.32 | 5.39 | 5.46 | 5.53 | 5.59 | 5.65 | 5.70 | 5.75 | 5.82 |
| | 01 | 4.05 | 4.67 | 5.05 | 5.33 | 5.55 | 5.73 | 5.89 | 6.02 | 6.14 | 6.25 | 6.34 | 6.43 | 6.51 | 6.58 | 6.65 | 6.72 | 6.78 | 6.84 | 6.89 | 6.97 |
| 20 | 05 | 2.95 | 3.58 | 3.96 | 4.23 | 4.45 | 4.62 | 4.77 | 4.90 | 5.01 | 5.11 | 5.20 | 5.28 | 5.36 | 5.43 | 5.49 | 5.55 | 5.61 | 5.66 | 5.71 | 5.78 |
| | 01 | 4.02 | 4.64 | 5.02 | 5.29 | 5.51 | 5.69 | 5.84 | 5.97 | 6.09 | 6.19 | 6.29 | 6.37 | 6.45 | 6.52 | 6.59 | 6.65 | 6.71 | 6.76 | 6.82 | 6.90 |
| 24 | 05 | 2.92 | 3.53 | 3.90 | 4.17 | 4.37 | 4.54 | 4.68 | 4.81 | 4.92 | 5.01 | 5.10 | 5.18 | 5.25 | 5.32 | 5.38 | 5.44 | 5.50 | 5.54 | 5.59 | 5.66 |
| | 01 | 3.96 | 4.54 | 4.91 | 5.17 | 5.37 | 5.54 | 5.69 | 5.81 | 5.92 | 6.02 | 6.11 | 6.19 | 6.26 | 6.33 | 6.39 | 6.45 | 6.51 | 6.56 | 6.61 | 6.69 |
| 30 | 05 | 2.89 | 3.49 | 3.84 | 4.10 | 4.30 | 4.46 | 4.60 | 4.72 | 4.83 | 4.92 | 5.00 | 5.08 | 5.15 | 5.21 | 5.27 | 5.33 | 5.38 | 5.43 | 5.48 | 5.56 |
| | 01 | 3.89 | 4.45 | 4.80 | 5.05 | 5.24 | 5.40 | 5.54 | 5.65 | 5.76 | 5.85 | 5.93 | 6.01 | 6.08 | 6.14 | 6.20 | 6.26 | 6.31 | 6.36 | 6.41 | 6.50 |
| 40 | 05 | 2.86 | 3.44 | 3.79 | 4.04 | 4.23 | 4.39 | 4.52 | 4.63 | 4.74 | 4.82 | 4.91 | 4.98 | 5.05 | 5.11 | 5.16 | 5.22 | 5.27 | 5.31 | 5.36 | 5.45 |
| | 01 | 3.82 | 4.37 | 4.70 | 4.93 | 5.11 | 5.27 | 5.39 | 5.50 | 5.60 | 5.69 | 5.77 | 5.84 | 5.90 | 5.96 | 6.02 | 6.07 | 6.12 | 6.17 | 6.21 | 6.32 |
| 60 | 05 | 2.83 | 3.40 | 3.74 | 3.98 | 4.16 | 4.31 | 4.44 | 4.55 | 4.65 | 4.73 | 4.81 | 4.88 | 4.94 | 5.00 | 5.06 | 5.11 | 5.16 | 5.20 | 5.24 | 5.35 |
| | 01 | 3.76 | 4.28 | 4.60 | 4.82 | 4.99 | 5.13 | 5.25 | 5.36 | 5.45 | 5.53 | 5.60 | 5.67 | 5.73 | 5.79 | 5.84 | 5.89 | 5.93 | 5.98 | 6.02 | 6.14 |
| 120 | 05 | 2.80 | 3.36 | 3.69 | 3.92 | 4.10 | 4.24 | 4.36 | 4.48 | 4.56 | 4.64 | 4.72 | 4.78 | 4.84 | 4.90 | 4.95 | 5.00 | 5.05 | 5.09 | 5.13 | 5.26 |
| | 01 | 3.70 | 4.20 | 4.50 | 4.71 | 4.87 | 5.01 | 5.12 | 5.21 | 5.30 | 5.38 | 5.44 | 5.51 | 5.56 | 5.61 | 5.66 | 5.71 | 5.75 | 5.79 | 5.83 | 6.00 |
| ∞ | 05 | 2.77 | 3.31 | 3.63 | 3.86 | 4.03 | 4.17 | 4.29 | 4.39 | 4.47 | 4.55 | 4.62 | 4.68 | 4.74 | 4.80 | 4.85 | 4.89 | 4.93 | 4.97 | 5.01 | 5.15 |
| | 01 | 3.64 | 4.12 | 4.40 | 4.60 | 4.75 | 4.88 | 4.99 | 5.08 | 5.16 | 5.23 | 5.29 | 5.35 | 5.40 | 5.45 | 5.49 | 5.54 | 5.57 | 5.61 | 5.65 | 5.80 |



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

Ref. Sem.047-93

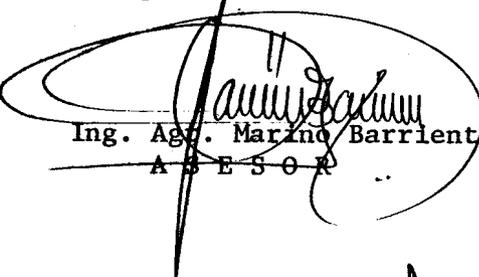
LA TESIS TITULADA: "EVALUACION DEL EFECTO CAUSADO POR CUATRO DOSIS DE GLIFOSATO UTILIZADO COMO MADURANTE, EN TRES VARIEDADES DE CAÑA DE AZUCAR (Saccharum officinarum L.)

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: EDUARDO ENRIQUE MARTINEZ GALICIA

CARNET No. 8512375

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Edil Rodríguez
Ing. Ernesto González

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

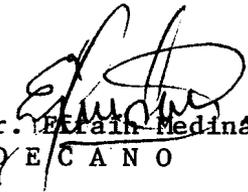

Ing. Agr. Marino Barrientos
A S E S O R


Ing. Agr. Héctor Ranero Cabarrus
A S E S O R


Ing. Agr. Rolando Lara A.
Director IIA



I M P R I M A S E


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



c.c. Exp. Estudiante
Control Académico

APARTADO POSTAL 1545 - 01901 GUATEMALA, C. A.
TELEFONO 769794 - FAX (5022) 769770