

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMIA

EFFECTO DE LA EDAD DEL CULTIVO Y DURACION DEL PERIODO POST-  
APLICACION SOBRE LA EFICIENCIA DE GLIFOSATO COMO MADURANTE  
EN LA VARIEDAD DE CAÑA DE AZUCAR (Saccharum officinarum L.)  
CP-722086 TIQUISATE, GUATEMALA.

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

GREGORIO ORDONEZ CADENAS

EN EL AGTO DE INVESTIDURA COMO

INGENIERO AGRONOMO

EN  
SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA  
EN EL GRADO ACADEMICO DE  
LICENCIADO

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 1,995



01  
T(1594)  
e. 4

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMIA

RECTOR:

Dr. JAFETH ERNESTO CABRERA FRANCO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO:	Ing. Agr. Rolando Lara Alecio
VOCAL I:	Ing. Agr. Juan José Castillo Mont
VOCAL II:	Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes
VOCAL III:	Ing. Agr. Carlos Roberto Motta
VOCAL IV:	P. Agrícola Henry Estuardo España Morales
VOCAL V:	Br. Mynor Joaquín Barrios Ochaeta
SECRETARIO a.i.:	Ing. Agr. Guillermo Mendez Beteta

## ACTO QUE DEDICO

- A DIOS:** Nuestro señor por iluminarme para que hoy pueda dar cumplimiento a un sueño anhelado.
- A MI MADRE:** Rosaura Cadenas Solis,  
Por su amor, ejemplo de superación y porque sus oraciones me acompañan en cada momento de mi vida.
- A MI PADRE:** Gregorio Ordoñez de la Cruz (Q.E.P.D.)  
Como un homenaje postumo a su memoria.
- A MIS HERMANOS:** Gricelda, Mavil , Estuardo y Fredy con amor y respeto.
- EN ESPECIAL A:** Abel por apoyarme y guiarme en los momentos más difíciles de mi vida.
- A:** Delia y Estuardo López por su apoyo y comprensión.
- A MIS SOBRINOS:** Alex, Manfredo, Wilson y Sindy con cariño especial.
- A MI CUÑADA:** Ana de Ordoñez por su cariño y apoyo incondicional.
- A MIS TIOS :** Con respeto y admiración.
- A MIS PRIMOS:** Con cariño.
- A MIS AMIGOS:** Con especial afecto.

## ACTO QUE DEDICO

**A:** Guatemala, patria que me vió nacer.

**A:** Mis centros de enseñanza:

Escuela Confederacion Suiza # 99.

Esc. De Aplicación Dr. Carlos Martínez Duran.

Escuela Nacional Central de Agricultura E.N.C.A.

Facultad de Agronomía De La Universidad de San Carlos de Guatemala.

**A:** Monsanto Guatemala Inc.

## **AGRADECIMIENTO**

De esta manera quiero patentizar mi más sincero agradecimiento a todas las personas, empresas y entidades que de una u otra manera colaboraron y apoyaron la realización de la presente investigación.

**A:           ING. AGR.M.S.c. MANUEL DE JESUS MARTINEZ**  
por su amistad, apoyo, colaboración y asesoramiento en forma constante.

**ING. AGR. WILLIAM ESCOBAR**  
por su asesoramiento y apoyo en esta investigación.

**PhD. VICTOR M. URRUTIA R.**  
por brindarme la oportunidad de desarrollarme profesionalmente.

**SRA. ELIA DE RIVERA**  
por su amistad y ayuda incondicional .

**ING. AGR. ALVARO LEONARDO**  
por su amistad y apoyo constante en la elaboración de la presente investigación.

**P. AGR. MANUEL CORADO**  
por su apoyo brindado en todas las actividades de campo que fueran necesarias .

**MONSANTO GUATEMALA, INC.**  
por su apoyo brindado en el desarrollo de mi vida profesional

**INGENIO MADRE TIERRA**  
por permitir la realización de este trabajo en la Finca Barberena.

**CENGICAÑA Y TODO SU PERSONAL**

## INDICE GENERAL

Indice de figuras .....	I
Indice cuadros .....	II
Resumen .....	III
1. Introducción .....	1
2 Justificación del problema .....	3
3. Marco Teórico .....	5
3.1. Marco Conceptual .....	5
3.1. 1. Proceso de maduración de la caña de azúcar .....	5
3.1. 2. Translocación y almacenamiento del azúcar en la planta .....	5
3.1. 3. Factores que afectan proceso maduración de la caña de azúcar .....	7
3.1. 4. La curva de madurez .....	8
3.1. 5. Maduración química en la caña de azúcar .....	9
3.1. 6. Sistemas para controlar la maduración de la caña de azúcar .....	9
3.1. 7. Efecto de la floración en la maduración .....	10
3.1. 8. Beneficios del madurante .....	12
3.1. 9. Efectos visibles del madurante .....	13
3.1.10. Epoca de aplicación .....	14
3.1.11. Efecto crecimiento .....	14
3.1.12. Efecto en la producción. ....	14
3.1.13. Altura de corte. ....	15
3.2. Marco Referencial .....	16
3.2.1. Variedad CP 722086 .....	18
3.2.2. Sal Isopropil Amina de Glifosato .....	19
3.2.3. Localización y Descripción del Area Experimental .....	20
3.2.3.1. Condiciones climáticas. ....	20
4. Objetivos. ....	22
5. Hipótesis. ....	23
6. Materiales y métodos .....	24
6.1. Diseño Experimental .....	24
6.2. Descripción de los tratamientos .....	24
6.3. Tamaño de la unidad experimental .....	25
6.4. Manejo del ensayo .....	25

6.4.1. Aplicación del madurante .....	25
6.4.2. Medición de variables .....	25
6.4.3. Análisis de la información .....	26
7. RESULTADOS Y DISCUSION .....	28
7.1. Variable libras de azúcar por tonelada .....	28
7.2. Variable producción en toneladas por hectárea .....	31
7.3. Variable incremento en el crecimiento .....	33
7.4. Análisis económico .....	36
8. CONCLUSIONES .....	38
9. RECOMENDACIONES .....	40
10. BIBLIOGRAFIA .....	41
11 APENDICE .....	43

## INDICE FIGURAS

Figura 1	Esquema almacenamiento de la sacarosa en el parenquima del tallo. . . . .6
Figura 2	Curva de las diferentes edades a la aplicación y semanas al corte, expresado en kgs de azúcar/toneladas de caña. . . . .30
Figura 3	Resultados de la variable toneladas por hectárea con las diferentes combinaciones de edad a la aplicación semanas al corte. . . . . 33
Figura 4	Comportamiento del crecimiento (cm) para la edad de aplicación y semanas al corte. . . . .35



## INDICE GENERAL DE CUADROS

Cuadro 1	Rendimiento en kilogramos de azúcar por tonelada de caña de las interacciones de la edad a la aplicación y semana de corte . . . . .	28
Cuadro 2	Toneladas de caña por hectárea de las distintas interacciones de la edad del cultivo y período post-aplicación de madurante . . . . .	32
Cuadro 3	Incremento en el crecimiento de las distintas interacciones de la edad del cultivo y semanas post-aplicación . . . . .	34
Cuadro 4	Análisis de la tasa marginal de retorno para cada uno de los tratamientos resultantes de la combinación parcelas grandes entre parcelas pequeñas. . . . .	37

## INDICE ANEXOS

- Anexo 1**            **Análisis de varianza para la variable kgs. de azúcar/toneladas de caña.**
- Anexo 2**            **Prueba de Duncan entre períodos de post-aplicación (semanas) para cada edad.**
- Anexo 3**            **Prueba de Duncan entre cuatro edades evaluadas para cada período post-aplicación.**
- Anexo 4**            **Análisis de varianza para la variable toneladas/ha en el ensayo de cuatro edades a la aplicación y cuatro períodos a la cosecha.**
- Anexo 5**            **Prueba deDuncan para la variable ton/ha entre semanas para cada edad.**
- Anexo 6**            **Prueba de Duncan para la variable ton/ha entre edades para cada período post-aplicación.**
- Anexo 7**            **Análisis de varianza para la variable crecimiento (cm) después de la aplicación.**
- Anexo 8**            **(P.G.) Prueba de Duncan para la edad la aplicación.**
- Anexo 9**            **Resultados de campo de la variable kgs. azúcar/ Tonelada de caña.**
- Anexo 10**           **Resultadosde campo de lavariable toneladas de caña / Ha.**
- Anexo 11**           **Resultados de campo de lavariable crecimiento.**

EFFECTO DE LA EDAD DEL CULTIVO Y DURACION DEL PERIODO POST-  
APLICACION SOBRE LA EFICIENCIA DE GLIFOSATO COMO MADURANTE EN LA  
VARIEDAD DE CAÑA DE AZUCAR (*Saccharum officinarum* L.) CP-722086,  
TIQUISATE, GUATEMALA.

EFFECT OF THE CROP AGE AND POST-APPLICATION PERIOD OF GLYPHOSATE  
ON THE RIPPENING EFFICIENCY OF SUGAR CANE (*Saccharum officinarum* L.),  
VARIETY CP-722086, IN TIQUISATE, GUATEMALA.

RESUMEN

En el presente ensayo se evaluaron cuatro edades a la aplicación y cuatro períodos a la cosecha, en la variedad de caña de azúcar CP-722086. Los objetivos fueron determinar la edad a la cual se debe aplicar el madurante para obtener la mayor acumulación de azúcares y el período post-aplicación del madurador en el que se debe cosechar para lograr los máximos rendimientos en kilogramos de azúcar por tonelada de caña.

La investigación se llevó a cabo en la finca Barberena del Ingenio Madre Tierra, ubicada en el municipio de Tiquisate, Escuintla; a una latitud de  $14^{\circ} 26''$  y longitud de  $91^{\circ} 26''$ .

Para el trabajo se usó un diseño experimental en bloques al azar con arreglo en parcelas divididas con dos factores. Al factor A se le asignó las cuatro edades del cultivo (parcelas grandes) y al factor B los cuatro períodos post-aplicación en los que se cosechó (subparcelas). En total incluyó veinte tratamientos con cuatro repeticiones.

Las variables de respuesta fueron incremento en el rendimiento en kilogramos de azúcar por tonelada de caña (Kgaz/toca) y toneladas de caña por hectarea

reducir las pérdidas en tonelaje por la retención del crecimiento, esto para cada una de las variedades promisorias tempranas que se tienen en el país.

Con el objetivo de encontrar las respuestas a las incógnitas anteriores se llevó a cabo durante los meses de noviembre a febrero de 1995, la investigación que relaciona la edad de la caña (cuatro edades en meses 8.5, 9.0, 9.5, 10) y (4, 6, 7, 8) semanas al corte después de la aplicación del madurante en dosis de 672 grs de sal isopropilamina de glifosato/ha, en la variedad CP-722086, en la finca Barberena, Tiquisate, Escuintla.

Esto establecido en un diseño de bloques al azar con un arreglo de parcelas divididas donde las variables respuestas básicas a evaluar fueron: kilogramos de azúcar por tonelada de caña (KgAz/Tc) y producción (Tc/Ha) las cuales se sometieron a un análisis de varianza (ANDEVA) y pruebas de Duncan, donde se encontró diferencia significativa estadística. También se procedió a realizar un análisis económico parcial, para obtener la tasa marginal de retorno (TMR).

## 2. JUSTIFICACION DEL PROBLEMA

En Guatemala el cultivo de la caña de azúcar en 1994 tenía área de 165,000 hectáreas, de las cuales el 40% era con la variedad CP 72-2086. En la década presente Guatemala ocupa el sexto lugar entre los países exportadores de azúcar al mercado internacional(4).

Esta posición es producto de incremento del área cultivada y la implementación de técnicas que han permitido al cultivo expresar todo su potencial genético aunque existen casos en los cuales los resultados han sido no satisfactorios en la implementación de éstas. Una de estas prácticas positivas lo constituye la utilización de madurantes químicos que ayudan a expresar a la planta parte de su potencial genético en condiciones y épocas adversas como: períodos de alta lluvia, temperaturas altas y poca luz solar durante 4 a 6 semanas antes de la cosecha, ya que si esta caña se cosecha sin la aplicación de madurante se tiene el problema que no se alcanza el estado óptimo de madurez del cultivo lo cual se representa con un bajo rendimiento en libras de azúcar por tonelada de caña molida, esto es básicamente al inicio de la zafra (mes de noviembre) en donde los factores anteriores favorecen el incremento de la invertasa ácida, aumentando su concentración e inhibiendo la invertasa neutra, la cual posee relación directa con el proceso de almacenamiento de sacarosa(25).

Aunque en Guatemala durante los últimos 7 años se han venido realizando aplicaciones comerciales de glifosato la variedad CP 72-2086 ha presentado un rango de variación en sus resultados que oscila entre 1-10% de su producción promedio, esto debido básicamente a la falta de información específica sobre la edad óptima de la caña para ser tratada y las semanas después de la aplicación a la cual se debe cosechar, documentación que vendría a solucionar problemas de la variabilidad que manifiesta la aplicación de madurantes y uniformizar la respuesta en dicho material. En la actualidad es una de las variedades más promisorias, considerada como la de

mayor respuesta a la aplicación de madurante, de las 65,000 hectareas tratadas el 80% es de esta variedad. Por condiciones de manejo se le aplica entre 8.5 hasta 9.5 meses de edad y se cosecha de las 4 a 8 semanas después de la aplicación, considerando que son estos los factores influyentes en la variación de los resultados.

En la búsqueda de solución al problema planteado anteriormente se procedió a montar el ensayo que consistió en la evaluación de cuatro edades a la aplicación y cuatro períodos a la cosecha, el cual forma parte de investigaciones planteadas por el Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar (CENGICAÑA).

### 3. MARCO TEORICO

#### 3.1. Marco Conceptual

##### 3.1.1. Proceso de Maduración de la Caña de Azúcar

Consideraciones Generales para madurar, la caña requiere de un descenso de la temperatura ambiental y de la humedad del suelo con el fin de retardar su crecimiento e inducirle a transformar en sacarosa los azúcares reductores que utiliza para su desarrollo.

El ciclo vegetativo de la caña de azúcar comprende de tres etapas: la primera corresponde al desarrollo de las cepas; desde la brotación hasta que el campo cierra (5 a 6 meses de edad), esta etapa es la de mayor requerimiento de agua, la humedad en la planta debe de estar por encima del 85%; la segunda etapa se refiere a la formación de sacarosa y va del final de la primera hasta el inicio de la maduración, la humedad aquí debe estar entre 78 y 80%, la tercera etapa es maduración propia, la que se inicia más o menos a los 9 meses de edad; para que se obtenga una buena maduración la humedad debe bajar a un 73 o 75% en la planta (1).

Según Chaves Solera (9), la maduración es un proceso metabólico mediante el cual la planta cesa su crecimiento y empieza a acumular energía en forma de sacarosa en los tejidos parenquimales del tallo.

##### 3.1.2. Translocación y almacenamiento del azúcar en la planta.

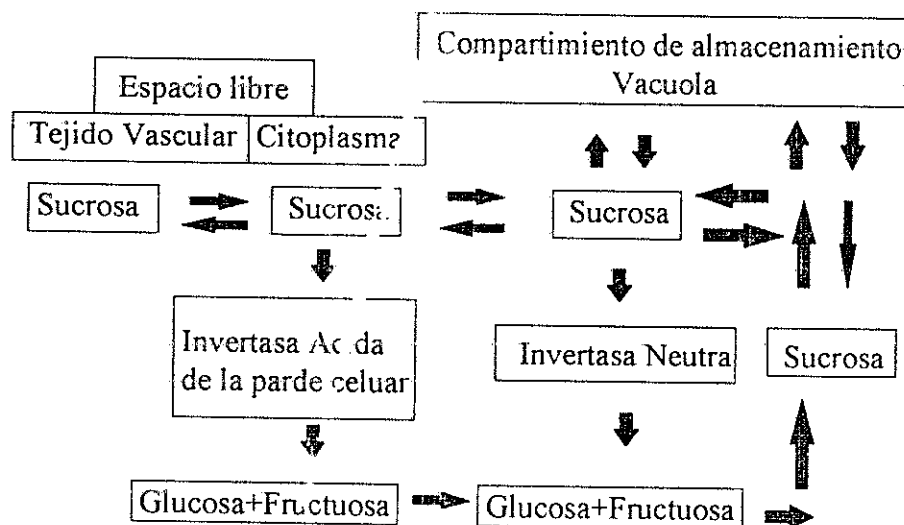
Los azúcares formados en la fotosíntesis como son la sacarosa y los azúcares reductores, glucosa y fructuosa, se traslocan de las hojas hacia el tallo y las raíces a través de los haces conductores del floema y una cantidad menor se transloca nuevamente en dirección contraria hacia el meristema apical a través del xilema. Esto ha sido posible determinarlo gracias a la utilización de radioisótopos. No se sabe exactamente si la translocación obedece a un proceso pasivo de simple difusión

o si es un proceso activo dependiente de la energía de las reacciones metabólicas (2).

La mayor concentración de los azúcares en el tallo ocurre de la corteza hacia el centro siendo mayor en el intermedio entre estas dos partes la sacarosa al entrar en el tejido del parénquima del tallo se transforma en glucosa y fructuosa por acción de una invertasa situada en la parte externa de la pared celular (espacios intercelulares). Una vez dentro de la célula la glucosa y fructuosa por acción de un proceso de fosforilación dan origen a la sacarosa, la cual se almacena en las vacuolas. La representación gráfica del almacenamiento de la sacarosa a través del tallo se muestra en la figura (1).

Una vez distribuido el azúcar a través del tallo, se inicia el movimiento hacia abajo y se va acumulando en los entrenudos disminuyendo su concentración a medida que se asciende hacia la parte superior del tallo (2).

FIGURA 1. Esquema del almacenamiento de la sacarosa en el parenquima del tallo.





La acumulación de la sacarosa difiere un poco de acuerdo al tipo de tejidos donde se acumule bien sea tejido maduro o tejido joven, lo cual está dado por la presencia de diferentes invertasas (enzimas) y por los requerimientos para el crecimiento. En los tejidos jóvenes en donde la expansión rápida de las células es común, la sacarosa es rápidamente hidrolizada por la acción de una invertasa ácida y los productos obtenidos, glucosa y fructosa, pasan fácilmente al citoplasma para ser usados en el proceso de crecimiento. En los tejidos maduros, en donde el proceso de crecimiento es mínimo hay disminución drástica de la invertasa ácida y predomina más bien una invertasa neutra. Esta enzima está aparentemente localizada en el citoplasma. La invertasa neutra funciona en conjunto con una invertasa ácida presente en la pared celular y promueve la acumulación de la sacarosa en la vacuola (2).

### 3.1.3. Factores que afectan proceso maduración de la caña de azúcar:

a) Manejo del cultivo antes de la cosecha: Aquí los factores más relevantes los constituyen: la variedad cultivada en fertilización (principalmente nitrogenada) y el riego. Samuels (22), indica que para obtener la mayor eficiencia en la acumulación de sacarosa, cada variedad debe haberse sembrado en un período adecuado de tiempo para poder ser cosechada en el momento que de acuerdo a su patrón de maduración (las hay de maduración temprana, media y tardía) se encuentre en su estado óptimo.

Samuels (22), al referirse a los factores que limitan la acumulación de sacarosa en la caña de azúcar, considera que la fertilización debe ser reducida si se desea una buena conversión de azúcares reductores a sacarosa, por lo tanto, los períodos de irrigación deben ser controlados antes de la cosecha. Según Alcalá (1), la edad no es sinónimo de madurez; ya que cuando el agua y el nitrógeno se mantienen a niveles elevados la caña no madura, independientemente de su edad.

b) Condiciones climáticas: entre los principales factores del clima que limitan la maduración de la caña de azúcar se encuentran: la precipitación pluvial, temperatura y luminosidad. Buenaventura (5), indica que la disponibilidad de agua para la caña de azúcar debe ser adecuada en la etapa de desarrollo, para que permita la absorción, transporte y asimilación de nutrientes, pero durante la maduración dicha disponibilidad debe ser ampliamente reducida; así también, indica que probablemente el factor climático de mayor importancia en la maduración de la caña de azúcar sea la temperatura; Samuels (22) comparte esta opinión con respecto a la temperatura, al decir que las temperaturas frías en un período prolongado de tiempo aún con un suministro abundante de nitrógeno y humedad, puede retardar el crecimiento y aumentar el contenido de sacarosa en los tallos. De acuerdo con Buenaventura (5), esto se debe al efecto directamente proporcional que las temperaturas ejercen sobre la absorción de agua y nutrientes por la planta. El mayor efecto de la temperatura se da en los meses con períodos secos y una oscilación térmica entre 11 y 12 grados centígrados, lo cual favorece la acumulación de sacarosa en el tallo, incrementando el rendimiento (5). La luz como principal fuente de energía de la caña, juega un papel muy importante en el almacenamiento de sacarosa a menor luminosidad menor almacenamiento de azúcares y mayor acumulación de almidón.

#### 3.1.4. La Curva de madurez

Según Samuels (22), la maduración natural en las áreas cañeras del Caribe, sigue la curva siguiente: "niveles bajos de sacarosa de noviembre a enero, debido principalmente a la alta humedad residual; un nivel máximo de sacarosa entre marzo y abril, cuando la humedad permite la maduración óptima de la caña; y por último se presenta un descenso rápido de mayo a junio, meses en que se reanudan las lluvias".

### 3.1.5. Maduración química en la Caña de Azúcar

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

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

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

Para cosechar cañas con óptimo estado de maduración, es adecuado dar un seguimiento a las manifestaciones de la planta durante su sazónamiento; las cuales pueden ser externas o internas (5).

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

Las manifestaciones internas de la maduración de la planta se refieren al contenido de humedad de algunos de los tejidos, el brix del tallo y el contenido de sacarosa del mismo, se han desarrollado varios métodos de control de maduración. Dentro de los cuales, se ha encontrado una buena correlación entre el descenso de la humedad medida en cada métodos y el aumento en la recuperación de azúcar por tonelada de caña molida.

### 3.1.7. Efecto de la floración en la maduración

La floración es un proceso natural que ocurre cuando las plantas han completado su ciclo vegetativo para iniciar el período reproductivo. No todas las variedades de caña de azúcar florecen con la misma intensidad toda vez que hay factores genéticos que regulan la floración y factores ambientales que a su vez la inducen.

Entre los factores ambientales que más inciden en la floración, se encuentra el fotoperíodo. Se ha demostrado que un fotoperíodo amplio induce la formación del primordio floral en las variedades que son sensibles a florecer en condiciones naturales (Variedades Canal Point) (5).

Según la variedad y las condiciones climáticas, la floración puede ser más o menos intensa. Cuando comienza la floración se suspende la formación de nuevos entrenudos y se promueve la formación de yemas laterales; se inicia la formación de médula corchosa que se forma en la parte superior del tallo y se va extendiendo hacia abajo, dependiendo principalmente de las condiciones de humedad. En condiciones de sequía, las áreas de médula se unen y forman un núcleo meduloso que contiene muy poco jugo; cuando estas cañas se procesan hay un resultado extra de fibra con muy bajo contenido de azúcar (5).

El efecto de la floración sobre el rendimiento en azúcar y el tonelaje de caña dependerá de la edad del cultivo y de la intensidad de la floración. Si las condiciones ambientales son favorables, y la floración ocurre cuando las cañas aún se encuentran jóvenes, la producción de caña será menor. Si sucede en caña que ya se encuentra en período de maduración, las pérdidas en tonelaje de caña serán mínimas y el rendimiento en azúcar puede incluso aumentarse toda vez que al cesar el crecimiento en azúcar puede incluso aumentarse toda vez que al cesar el crecimiento del tallo se favorece la acumulación y almacenamiento de sacarosa. Sin embargo, no debe

transcurrir mucho tiempo entre la floración y la cosecha para evitar la formación de médula corchosa y la inversión de la sacarosa (5).

La inducción de la floración es independiente de la edad de la caña. Desde que el tallo tenga más de 3 entrenudos formados, y ocurran las condiciones de fotoperíodo ideales, hay inducción de floración, lo cual quiere decir que la flor puede aparecer en plantas desde 6 hasta 12 meses de edad. Cuando ocurre muy temprano, se presentan pérdidas en el tonelaje de caña; cuando se presenta en cañas con edades superiores a los 10 meses, no solamente no hay pérdidas en tonelaje, por cuanto ya la planta ha pasado de su crecimiento a su etapa de madurez y antes, por lo contrario, incrementa los rendimientos en azúcar por cuanto al cesar el crecimiento ayuda a la concentración de sacarosa en el tallo (5).

Chaves Solera (9), enumera los siguientes efectos provocados por la floración:

- Reducción evidente de la absorción radical.
- Reducción en el abastecimiento de carbohidratos.
- Excreción de N y K por la raíz.
- Producción en la velocidad de la actividad fotosintética.
- Muerte de las hojas inferiores.
- Distribución retardada de nutrientes.
- El desarrollo se detiene.
- Enriquecimiento en azúcares en la parte superior del tallo.
- Emisión de brotes laterales (lajas).
- Formación descendente de médula en el tallo.

- Deshidratación de los tejidos.
- Baja recuperación de azúcar en el ingenio.

### 3.1.8. 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 (21).
- 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 (19).

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

### 3.1.9. 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).

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.

Legendre (16), concluye que con la aplicación de madurante es posible anticipar un aumento del 5 al 10% en las libras de azúcar obtenidas por tonelada de caña molida, siempre y cuando las cañas tratadas se comparen con cañas en similares circunstancias que no han sido tratadas.

### 3.1.10. Epoca de Aplicación

La aplicación de madurante tiene mayor efecto cuando se hace al final del período de desarrollo del cultivo, sin que éste haya alcanzado un estado avanzado de maduración fisiológica. En la mayoría de las variedades cultivadas en la zona, esto ocurre entre los diez y los doce meses de edad. Aplicaciones antes de los diez meses tienen un efecto muy severo en el crecimiento y aplicaciones después de los doce meses tienen una probabilidad de respuesta menor, debido a que a esta edad el cultivo tiene una mayor madurez obtenida naturalmente (25).

### 3.1.11. Efecto en el crecimiento

Según Fernando Villegas, T.(25) el crecimiento promedio de la caña es de 8 cm en cada semana en el período de rápido crecimiento lo cual depende de, clima, variedad, suelo y prácticas culturales. Después de los diez meses de edad, cuando la caña inicia su proceso de maduración, el ritmo de crecimiento disminuye y normalmente puede ser de seis centímetros cada semana.

Si al cultivo se le aplica madurante, el ritmo de crecimiento disminuye aún más, y se registran valores de cuatro centímetros cada semana. El madurante aplicado en las dosis adecuadas no debe detener completamente el crecimiento (25).

El hecho de causar un efecto drástico en el crecimiento no implica necesariamente un aumento mayor en la concentración de sacarosa. Se han evaluado madurantes que al aplicarlos detuvieron completamente el crecimiento, sin embargo, no produjeron ningún efecto madurante (25).

### 3.1.12. Efecto en la producción

La aplicación de madurante puede incrementar la producción de azúcar hasta en un 25%, pero para lograrlo es indispensable provocar una disminución en el ritmo



de crecimiento de la planta, de tal forma que se almacene una mayor cantidad de sacarosa en el tallo (25).

Desde el momento de la aplicación con dosis adecuadas de madurante, hasta las seis o doce semanas, las plantas presentan un crecimiento entre los diez y veinticinco centímetros menor al que tendrían sin aplicación. Si esto tuviera un efecto directo en la producción de caña, podría esperarse una disminución entre un 3% y un 8% debido a la acción del madurante, sin embargo, deben tenerse en cuenta dos factores importantes: (25)

1o. Parte del mayor crecimiento de las plantas sin madurante se debe al mayor desarrollo del cogollo, el cual se deja en el campo al momento de la cosecha. Los cogollos de las plantas aplicados con madurantes son más cortos (25).

2o. La acción del madurante incrementa apreciablemente el contenido de sacarosa en el tercio superior del tallo, lo cual justifica hacer el corte más alto al momento de la cosecha. El contenido de sacarosa en el tercio superior de los tallos en cultivos sin aplicación de madurante es muy bajo. Por las razones anteriores, las aplicaciones de madurante no tienen porqué afectar la producción de caña si el descogolle se hace en forma adecuada en el momento de cosechar, inclusive se puede esperar una mayor producción de caña en cultivos aplicados con madurante, si se tiene en cuenta que hay disponible una mayor cantidad de tallo útil que se puede enviar a la molienda.

### 3.1.13. Altura de Corte

La altura del corte o descogolle de la caña, la debe definir el rendimiento en azúcar que tengan los últimos entrenudos cercanos al cogollo verdadero. El valor mínimo de rendimiento está determinado por la cantidad de azúcar recuperable que permita al menos pagar los costos de corte, alce transporte y procesamiento. Por ello, es necesario recuperar 56 Kg de azúcar por tonelada de caña molida. En otras palabras, no es rentable moler porciones de tallo que tengan rendimientos inferiores a

5.6%, valor que puede cambiar de un ingenio a otro, de acuerdo con la variación no sólo de los costos mencionados, sino también del valor mismo de la caña (25).

La aplicación de madurante eleva el rendimiento de los últimos entrenudos y en evaluaciones realizadas en cultivos donde hubo una buena respuesta, se pudo descogollar de tal forma que no quedó tallo adherido al cogollo y en cultivos donde la aplicación no tuvo una respuesta tan buena, se descogolló con dos entrenudos del tallo adheridos al cogollo. Esto equivale a dejar en el campo seis toneladas de caña, aproximadamente (25).

En cultivos de caña donde no se aplica madurante es necesario descogollar con cinco entrenudos del tallo adheridos al cogollo, que equivale a dejar 17 toneladas de caña en el campo.

Por tanto, la aplicación de madurante permite en los casos mencionados, aprovechar entre 11 y 17 toneladas adicionales de caña, cantidad que compensa y supera cualquier merma en el tonelaje por disminución en el crecimiento de los tallos, que por efecto del madurante se pueda presentar (25).

Desde este punto de vista, el uso de madurante es ventajoso no sólo para los ingenios, que pueden recuperar una mayor cantidad de azúcar, sino también para los cultivadores, bien sea que tengan pago por peso, pues pueden aprovechar una mayor cantidad de caña o más aún para los que tengan contrato por rendimiento pues pueden obtener hasta 12.5% más de azúcar (la mitad del 25% que incrementa el madurante) y para los cortadores que pueden descogollar más alto, lo cual les representa un mayor tonelaje (25).

El concepto de altura de corte que involucra las ideas anteriores, no es fácil llevarlo a la práctica, pues el rendimiento de los últimos entrenudos varía dependiendo de condiciones como variedad de la caña, edad de corte, clima y respuesta al madurante (25).

No obstante, en los muestreos de precosecha que se practican en los ingenios, además de determinar el rendimiento total del tallo, se puede determinar también el rendimiento de los últimos entrenudos, utilizando la misma muestra de la caña y con base en esta información adiestrar al personal de cosecha para que se ejecute el descogolle a la altura adecuada (25).

Esta es una labor en la cual pueden contribuir eficazmente los Departamentos de Control de Calidad de los ingenios azucareros (25).

## 3.2. MARCO REFERENCIAL

### 3.2.1. Variedad CP-722086

a) Características agronómicas: Tiene un color amarillo verdoso (los hijuelos poseen un color rosado en la yagua), buen vigor y cierre de calles. Su crecimiento es erecto y no posee afate; es una variedad muy florecedora (hasta 99%) (13), de fácil corte y desbarejado regular. Tiene muy buen retoño y se adapta a todo tipo de suelo, aunque su rendimiento merma en forma mínima en suelos poco profundos y arenosos (12).

b) Patología: Es una variedad resistente al carbón y altamente resistente a la roya; es susceptible al mosaico, con un porcentaje de incidencia de este que oscila entre 10 y 50; sin embargo, dicha enfermedad no afecta su desarrollo y rendimiento (14).

c) Madurez: La variedad CP-722086 es de maduración temprana, por lo cual se recomienda su siembra y cosecha para los meses de noviembre a febrero ya que en caso de atrasarse estas actividades, debido a su alto porcentaje de floración, se forma tejido corchoso, empezando por el tercio superior hacia abajo, lo que implica un despunte más bajo en la cosecha, y por consiguiente, una reducción en la producción (rendimiento en toneladas de caña por Ha) (12).

d) Rendimiento: Esta variedad brinda un buen tonelaje de caña por Ha y un alto rendimiento en libras de azúcar por tonelada tanto a nivel experimental (a este nivel los resultados son mayores) como a nivel comercial. A nivel comercial se han obtenido resultados promedio de 116.39 toneladas de caña por Ha y 94.34 kgs de azúcar por tonelada; mientras que a nivel experimental se tiene un promedio de 108.18 kgs de azúcar por tonelada de caña y 130 toneladas de caña por Ha(12).

e) fibra: En estudios a nivel experimental se ha obtenido de un 12.7 a un 14% de fibra en plantilla de 12 meses de edad, lo que se considera como adecuado (11). Su resistencia a la sequía es intermedia y es resistente a aplicaciones de herbicidas (10).

### 3.2.2. Sal Isopropil Amina de Glifosato

a) Características: Es un herbicida sistemico, no selectivo de utilización post-emergente, posee una alta capacidad para traslocarse o transportarse a toda la planta incluyendo rizomas y raíces (18). Esta es una molécula muy hidrosoluble y poco liposoluble que reacciona con aguas duras,  $Fe^{++}$ ,  $Al^{++}$ , no se volatiliza y se absorbe poco en arcillas. Debido a su hidrosolubilidad se mezcla y lava fácilmente, consiguiéndose una solución homogénea y estable.

Por no ser liposoluble su penetración en el tejido vegetal es difícil y se hace necesaria la utilización de un surfactante, no se acumula en las grasas, no se bioacumula ni es absorbido por la piel y se disipa rápido en el agua; por ello, para obtener un buen resultado en su aplicación no debe haber presencia de lluvias antes de 4 horas después de su aplicación. La sal isopropil amina de glifosato es una glicina sustituida, lo que le confiere características tales como: baja toxicidad general, descomposición microbiológica rápida y completa, y desaparición rápida en el agua (19).

b) Modo de acción: El principal modo de acción del Glifosato es bloquear el ciclo del ácido shiquímico, otra vez de su potente efecto como inhibidor competitivo de la enzima sintetasa de ácido 5-enolpiruvico shiquimico-3-fosfato (EPSP). A pesar de disminuir la velocidad de reacción catalizada por este enzima (20). El ciclo de ácido shiquímico solo ocurre en plantas, hongos y bacterias, se caracteriza por ser el responsable de la producción de amminoacidos aromáticos y compuestos tendicos (20). La enzima EPSP actua sobre el ácido shiquimico y el ácido fosfoenolpiruvico formando el ácido 5-enolpiruvico shiquimico-3 fosfato, precursores de la síntesis de fenilo amina-tirosina y triptofano (20).

El glifosato actua compitiendo en el mismo sitio de acción de la enzima EPSP, provocando de esta manera una disminución en la síntesis de los procursores de amino-ácidos aromáticos (20).

Los efectos secundarios de la acción del glifosato son diversos dentro de los cuales sobresale la disminución rápida del nivel del AIA, adicionalmente provoca una disminución en la actividad fotosintética y respiratoria, lo cual influye en el balance de fotoasimilados (20).

### 3.2.3. Localización y descripción del área experimental

La investigación se llevó a cabo en la finca Barberena, propiedad del Ingenio Madre Tierra, ubicada en Tiquisate, Escuintla a  $14^{\circ}26'$  de latitud y  $91^{\circ}26''$  de longitud a una altura sobre el nivel del mar de 10 metros, pertenece a la zona de vida bosque húmedo subtropical cálido, constituida por terrenos de topografía suave y cuyas colindancias son: al norte con finca Nueva Concepción, al sur con finca Toro Pinto y la Libertad, al este con finca la Cuchilla y al oeste con finca Palo Blanco.

Basado con información proporcionada por registros del ingenio, las condiciones climáticas promedio de los últimos cinco años son:

- Humedad relativa promedio anual: 77 %
- Precipitación pluvial medio anual: 1000 mm
- Días de lluvia promedio anual: 210
- Temperatura mínima promedio anual: 21.16°C
- Temperatura máxima promedio anual: 35.25°C
- Temperatura promedio anual: 30°C
- Horas sol promedio anual: 2,471
- Evaporación promedio anual a la interperie: 1545mm

#### 4. OBJETIVOS

- Determinar la edad a la cual se debe de aplicar el madurante para la variedad de caña CP-722086, con la que se obtiene la mejor respuesta en acumulación de azúcares.
- Determinar el período post-aplicación del madurante a la cual se debe cosechar, para obtener los máximos rendimientos en kilogramos de azúcar por **tonelada de caña molida**.

## 5. HIPOTESIS

No existe diferencia significativa en el rendimiento de kilogramos de azúcar por tonelada de caña y toneladas de caña/ha en distintas edades y semanas a la cosecha como respuesta a la aplicación de glifosato en caña de azúcar.



## 6. MATERIALES Y METODOS

### 6.1. DISEÑO EXPERIMENTAL

Esta investigación se llevó a cabo mediante un diseño experimental de bloques al azar con arreglo de parcelas divididas con 2 factores. El primero de ellos, al cual se asignó las parcelas principales, fue la edad de la caña(factor A), y el segundo factor(B), al cual se asignó las subparcelas fue las semanas en las cuales se cosechó. En total incluyó 20 tratamientos con 4 repeticiones.

### 6.2 DESCRIPCION DE LOS TRATAMIENTOS:

Los tratamientos quedaron distribuidos de la siguiente manera:

TRATAMIENTOS	PARCELA GRANDE (Edad meses)	PARCELA PEQUEÑA (semanas al corte)
1	8.5	4
2	8.5	6
3	8.5	7
4	8.5	8
5	9.0	4
6	9.0	6
7	9.0	7
8	9.0	8
9	9.5	4
10	9.5	6
11	9.5	7
12	9.5	8
13	10.0	4
14	10.0	6
15	10.0	7
16	10.0	8
17	Testigo	4
18	sin	6
19	a	7
20	aplicación	8

La unidad experimental estuvo formada por un área de 0.009 ha; compuesta por 6 surcos distanciados a 1.5 mts entre si por 10 mts de largo; la calle divisoria entre un tratamiento y otro se formó por cuatro surcos de 1.5 mts entre si, la parcela neta estuvo formada por 4 surcos distantes a 1.5 mts entre si, a los que se les realizó los muestreos pre-cosecha, las lecturas de crecimiento y cosecha final.

#### 6.4. MANEJO DEL ENSAYO

##### 6.4.1. Aplicación del madurante

La aplicación del producto se realizó con un equipo diseñado especialmente para simular las aspersiones aéreas en pastos y caña de azúcar, MODELO 4F, que posee un aguilón que alcanza una altura de 3 metros y boquilla que proyecta un abanico de 9 metros de ancho. Viene equipado con un cilindro para 2.27 kgs de CO<sub>2</sub> y un tanque de 4 litros para la mezcla. La hora en que se realizó la aplicación fue entre 6:00 y 8:00 AM, una temperatura promedio de 22°C, con un viento inferior a los 10 kilómetros por hora aplicando 1 litro de mezcla por unidad experimental.

##### 6.4.2. Medición de Variables:

- a) Rendimiento en kgs de azúcar por tonelada: Para evaluar el efecto del madurante glifosato (Roundup) sobre la variable respuesta, se llevaron a cabo muestreos a las 0, 2, 4, 5, 6, 7 y 8 semanas después de la aplicación, los que consistieron en la selección de 5 tallos al azar por cada unidad experimental en los dos surcos centrales, los que se enviaron al laboratorio del ingenio donde se determinó el rendimiento en kgs de azúcar por tonelada de caña.
- b) Toneladas de caña por hectárea: Para determinar esta variable, se cosecharon los cuatro surcos centrales a las 4, 6, 7 y 8 semanas después de la aplicación, los que posteriormente se pesaron y en la fase de gabinete se hizo la transformación a toneladas por hectárea.

que posteriormente se pesaron y en la fase de gabinete se hizo la transformación a toneladas por hectárea.

c) **Medición del crecimiento:** Para medir el efecto del madurante sobre esta variable, al momento de la aplicación se marcó un metro a partir del último cuello visible hacia la base del tallo en 10 plantas tomadas al azar. A partir de la 4, 6, 7 y 8 semanas se efectuaron lecturas, midiendo los incrementos manifestados en el crecimiento por las plantas marcadas sobre el metro inicial.

d) **Cosecha:** La cosecha se realizó a las 4, 6, 7 y 8 semanas después de la aplicación, cosechando los cuatro surcos centrales de la parcela. Los resultados obtenidos en la cosecha, proporcionaron los datos reales en cuanto a Rendimiento en Kg Az/Ton y lógicamente la producción en Toneladas por Hectárea.

#### **6.4.3. Análisis de la Información:**

a) Análisis estadístico se realizó a las variables:

- Ton de Caña/Hectárea
- Crecimiento
- Rendimiento ( Kgs de azúcar por tonelada de caña molida)

Para lo cual se utilizó el modelo estadístico siguiente:

$$Y_{ijk} = u + B_i + r_j + n_{ij}(A) + S_k(B) + (rS)_{jk} + e_{ijk}$$

$$i = 1, 2, \dots, 4$$

$$j = 1, 2, \dots, 4$$

$$k = 1, 2, \dots, 5$$

A = Parcela Grande

B = Parcela Pequeña

Donde

U = Efecto general

$B_i$  = Efecto del bloque completo i

$r_j$  = Efecto del tratamiento j sobre la parcela grande (ij)

$n_{ij}$  = Elemento aleatorio de error sobre la parcela grande (ij)

$S_k$  = El efecto del sub-tratamiento K dentro de la parcela grande (ij)

$(rS)_{jk}$  = La interacción entre el tratamiento J y el sub-tratamiento K

$e_{ijk}$  = Error sobre la parcela pequeña (ijk)

$Y_{ijk}$  = Variable respuesta de la ijk-ésima unidad experimental.

## 7. RESULTADOS Y DISCUSION

### 7.1 VARIABLE KILOGRAMOS DE AZUCAR POR TONELADA:

El efecto directo del madurante está en la acumulación de sacarosa, por lo que la variable mas importante es el incremento en el rendimiento de azúcar de los distintos tratamientos. Al realizar el análisis de varianza (anexo 1 ) encontramos que existe significancia al 5% entre las diferencias presentadas, producto de la interacción de edad a la aplicación y semanas al corte, lo anterior puede visualizarse en el cuadro 1.

*Cuadro 1. Incremento en el Rendimiento en kilogramos de azúcar por tonelada de caña de las interacciones de la edad a la aplicación (e.a.) y semanas al corte (s.c.).*

Trat	PG (e.a.)	PP (s.c.)	KG/AZ/TON
1	8.5	4	08.80
2	8.5	6	10.20
3	8.5	7	35.31
4	8.5	8	05.38
5	9.0	4	27.37
6	9.0	6	12.48
7	9.0	7	05.73
8	9.0	8	30.07
9	9.5	4	08.69
10	9.5	6	06.71
11	9.5	7	06.13
12	9.5	8	26.62
13	10.0	4	13.66
14	10.0	6	08.01
15	10.0	7	00.32
16	10.0	8	-13.26
17	Testigo	4	05.08
18	sin	6	05.20
19	a	7	-6.68
20	aplicación	8	-6.7

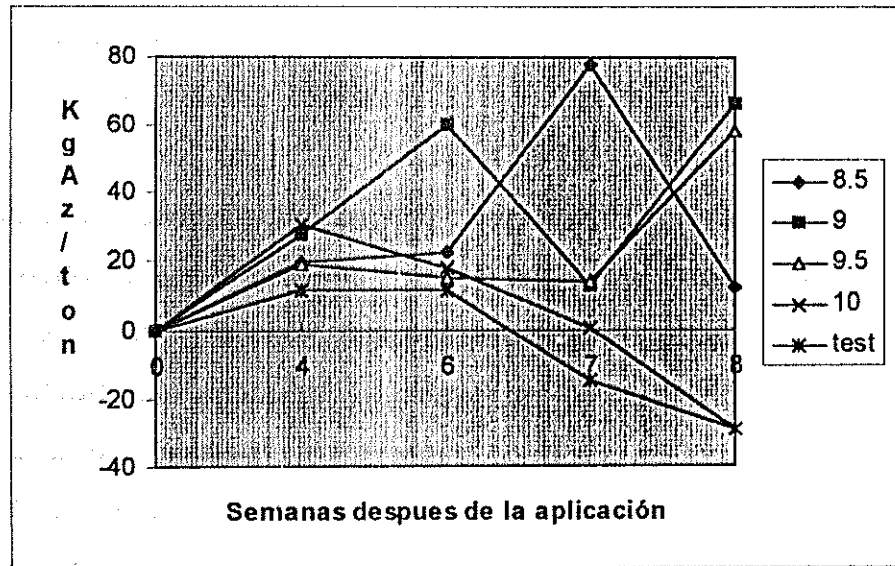
En el cuadro anterior encontramos que el mayor incremento en el rendimiento lo encontramos cuando aplicamos a las 8.5 meses y se cosechó a las siete semanas después de haber aplicado, con un valor de 35.31 kilogramos de azúcar, de igual manera se comportó el tratamiento producto de la interacción de 9.5 meses y cosecha a las ocho semanas después de haber aplicado, donde encontramos que el incremento alcanzado fue de 30.07 Kgs.

En aplicaciones realizadas a los 10 meses no se encontró ninguna respuesta satisfactoria, comparandose el incremento en el rendimiento al presentado por el testigo sin aplicación.

Si la variable incremento en el rendimiento en kilogramos por tonelada es un factor que determina el efecto del madurante y si este efecto está relacionado con la edad del cultivo y el período post-aplicación, podemos afirmar que en dicha variedad y bajo las condiciones de la zona, la edad óptima es entre los 8.5 y 9.5 meses de edad y siete semanas post-aplicación.

Se aprecia que en caña con edad de 10 meses la respuesta no es significativa, debido a que la planta al entrar en floración, el azúcar producido y almacenado fue desdoblado a glucosa y fructosa y en su lugar quedó fibra corchosa.

FIGURA 2. Curva de madurez de las diferentes edades a la aplicación y semanas al corte, expresado en lbs de azúcar/ton de caña.



Como puede apreciarse en la figura 2 a las 4 semanas después de la aplicación del madurante la edad que mostró el mejor rendimiento fue la de 9.0 meses, de las otras edades puede afirmarse que mostraron un comportamiento normal al incrementar su rendimiento en este mismo período; a las 6 semanas después de la aplicación del madurante todas las edades muestran un decrecimiento, a excepción de la edad de 8.5 meses que muestra un leve incremento, al llegar a las 7 semanas después de la aplicación el tratamiento aplicado 8.5 meses mostró el mayor incremento de todas las edades de todo el período de estudio; en el análisis de las 8 semanas se puede observar que el mayor rendimiento lo muestra, las edades de 9.0 y 9.5 meses, la edad de 8.5 meses en este período mostró un ligero descenso sin llegar a compararse con el testigo, muestras de caña aplicada a la edad de 10 meses en este período es igual al testigo no aplicado.

## 7.2 VARIABLE PRODUCCION EN TONELADAS POR HECTAREA

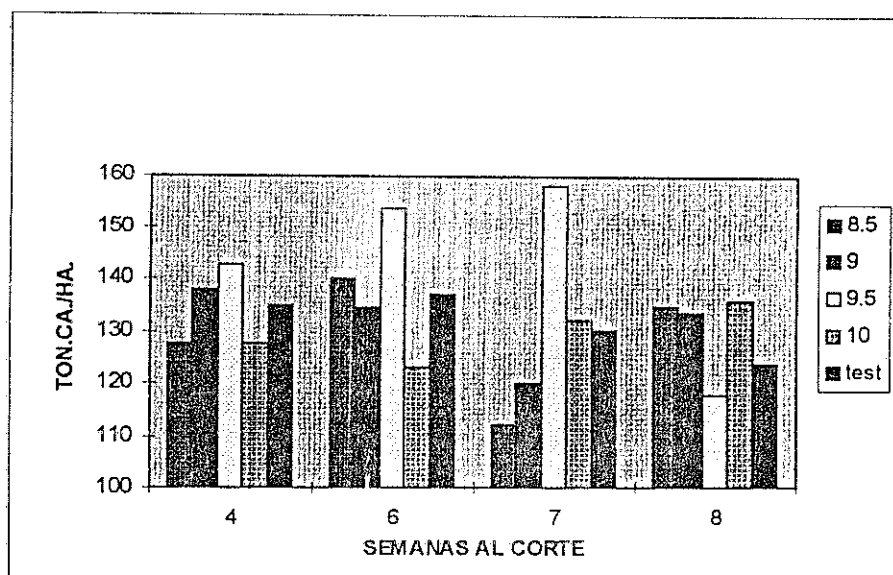
La variable Toneladas por hectárea en áreas donde se aplica madurante (glifosato), se ha cuestionado el efecto sobre las pérdidas de tonelaje, porque la acción del mismo, se efectúa en el tercio superior de la planta, lugar donde se da la mayor tasa de crecimiento activo; con el presente estudio puede decirse que la repercusión de dicha variable está ligada a la edad de aplicación y período a la cosecha posterior a la misma, encontrando diferencias significativas estadísticamente en la interacción (PG\*PP); no encontrando diferencia significativa entre dichos factores cuando el análisis es individual (anexo 4), de ésta manera en el cuadro dos que corresponde a la producción de toneladas de caña por hectarea, se puede apreciar que los valores mas altos se obtienen en caña aplicada a 9.5 meses y cosechada a los 4, 6 y 7 semanas despues de la aplicación; para la edad de 9 meses, el mayor tonelaje se presenta con caña cosechada a 4 semanas despues de aplicada. Cuando se analizo la edad de 8.5 meses la mayor producción de toneladas de caña por hectarea se obtuvo, la que se cosechó seis semanas despues de aplicada; es de mencionar que en ésta edad se dieron las menores producciones de ésta variable. La razón de comportamiento anterior es en el supuesto que como la caña esta en su mayor crecimiento, al interrumpirse éste, se ve afectado el tonelaje, aunque en algunas combinaciones se compensa con el rendimiento de azúcar, donde esta edad presentó los valores mas altos.



*Cuadro 2 Toneladas de caña por hectárea de las distintas interacciones de la edad del cultivo y período post-aplicación de madurante.*

Trat	PG (e.a.)	PP (s.c.)	TON/CAÑA/HA
1	8.5	4	127.56
2	8.5	6	140.02
3	8.5	7	111.90
4	8.5	8	134.80
5	9.0	4	137.90
6	9.0	6	134.50
7	9.0	7	120.03
8	9.0	8	133.54
9	9.5	4	142.68
10	9.5	6	153.51
11	9.5	7	157.94
12	9.5	8	117.61
13	10.0	4	127.54
14	10.0	6	123.00
15	10.0	7	132.16
16	10.0	8	135.71
17	Testigo	4	134.65
18	sin	6	137.07
19	a	7	130.34
20	aplicación	8	123.77

**FIGURA 3.** Resultados de la variable tonelada por hectárea con las diferentes combinaciones de edad a la aplicación y semanas al corte.



Los resultados que nos muestra la figura 3 confirma los valores discutidos y presentados en el cuadro dos, donde el mayor tonelaje se da con los tratamientos de la interacción de la edad de 9.5 meses y 4, 6, 7 semanas después de la aplicación, al comparar estos resultados con los valores del tratamiento no aplicado se puede decir que no existió influencia del producto madurante para reducir tonelaje y que la diferencia estadística encontrada puede estar relacionada con factores no manejados en este estudio para esta edad, los restantes tratamientos muestran un comportamiento similar al testigo no aplicado.

### 7.3 VARIABLE INCREMENTO EN EL CRECIMIENTO

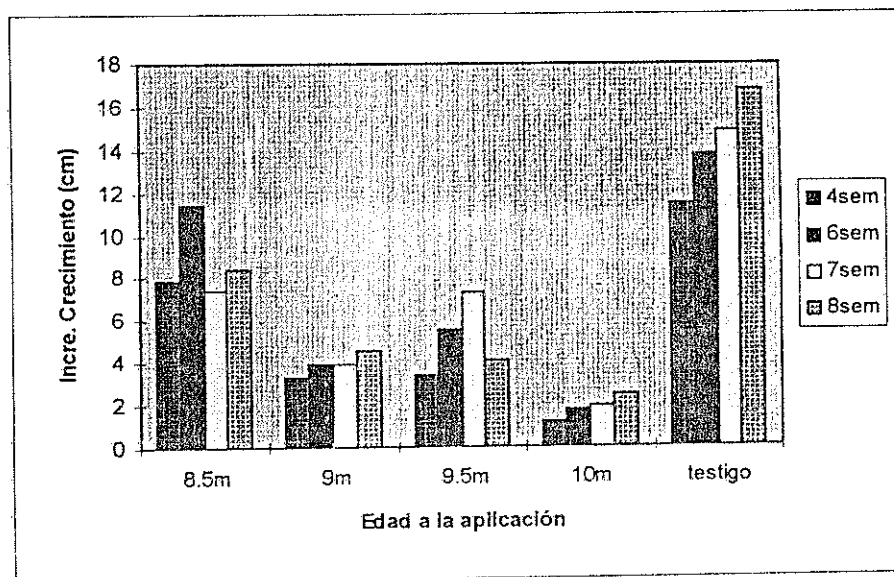
El crecimiento manifestado por la planta de caña después de la aplicación es un factor que nos indica si hubo acción o no del producto utilizado, ya que existe una relación entre el rendimiento y la retención del crecimiento. En el cuadro 3

encontramos que los tratamientos que fueron aplicados a los 10 meses son los que menos crecieron, contrastando con el testigo que no recibió aplicación alguna mostró el mayor crecimiento a la cosecha. En el análisis de varianza (anexo 7) realizado encontramos que solo existió significancia para el factor "A" que corresponde a la edad del cultivo al momento de la aplicación del producto.

*Cuadro 3 Incremento en el crecimiento de las distintas interacciones de la edad del cultivo y semanas post-aplicación.*

Trat	PG (e.a.)	PP (s.c.)	Longitud (cm)
1	8.5	4	07.88
2	8.5	6	11.42
3	8.5	7	07.40
4	8.5	8	08.38
5	9.0	4	03.33
6	9.0	6	03.95
7	9.0	7	03.93
8	9.0	8	04.58
9	9.5	4	03.40
10	9.5	6	05.57
11	9.5	7	07.29
12	9.5	8	04.13
13	10.0	4	01.20
14	10.0	6	01.71
15	10.0	7	01.92
16	10.0	8	02.50
17	Testigo	4	11.49
18	sin	6	13.76
19	a	7	14.87
20	aplicación	8	16.83

Figura 4. Comportamiento del crecimiento (cm) para la edad de aplicación y semanas del corte.



La figura cuatro nos muestra el comportamiento discutido en el cuadro siete, donde se indica que los mayores incrementos se obtuvieron en los tratamientos que corresponden al testigo no aplicado, podemos notar en esta figura que el reducido incremento en el crecimiento lo poseen los tratamientos que corresponden a la edad de aplicación de diez meses.

Al realizar un análisis de las variables estudiadas crecimiento, toneladas por hectárea y kilogramos de azúcar por tonelada de caña, se encontró que existe una relación inversa entre el crecimiento post-aplicación y el rendimiento en Kgs de azúcar por tonelada de caña, esto se puede observar al comparar las figuras dos y cuatro donde los rendimientos de azúcar por tonelada de caña se muestra en la plantación de caña aplicada a 9.0 y 9.5 meses de edad, en cuyas edades se muestra el poco incremento del crecimiento después de la aplicación, este comportamiento se cree que es debido a que la planta se ha dedicado a acumular sacarosa a diferencia del testigo que ha utilizado dicha sacarosa para continuar su

crecimiento, es de hacer notar que para la edad de 8.5 meses mostró un incremento en crecimiento similar al testigo con la diferencia de haber acumulado mayor cantidad de sacarosa que el testigo.

Ahora bien al comparar la variable tonelaje con la variable incremento en el crecimiento mostrado en las figuras tres y cuatro respectivamente no se encontró relación alguna ya que el testigo que no recibió madurante fue el que presentó la mayor tasa de crecimiento, pero no muestra un mayor tonelaje de caña por hectárea de la aplicada a 9.5 meses de edad y es similar el tonelaje al resto de edades bajo estudio, aunque el crecimiento de la edad de 8.5 meses haya sido mayor que las otras edades a diferencia del testigo. Con los datos anteriormente expuestos podemos concretar que es factible la aplicación del madurante en la variedad de caña CP 72-2086 a la edad de 8.5 meses, aun cuando es la etapa más joven en la cual se posee la mayor tasa de crecimiento, lo cual nos brinda la oportunidad de enciclar variedades que fueron sembradas en época de invierno y que se desea sean cosechadas durante la zafra venidera, ganando con ello tiempo y se nos permite realizar una eficiente programación de cosecha para los próximos años venideros sin perder drásticamente los rendimientos en kilogramos de azúcar por tonelada de caña.

#### 7.4 ANALISIS ECONOMICO:

De acuerdo al análisis económico realizado con la tasa marginal de retorno (TMR), determinada en base a la variable kilogramos de azúcar por tonelada de caña por hectárea, en el cuadro 9 encontramos que para las 20 combinaciones, resultado de la edad del cultivo a la aplicación y el período de espera a la cosecha, la mayor tasa marginal la proporcionó el tratamiento tres (9 meses; 7 semanas), encontrándose seguidamente el tres (8.5 meses; 7 semanas), el cinco (9 meses; 4 semanas) y el doce (9.5 meses; 8 semanas); con excepción de los tratamientos quince y diesiseis, todos superan al testigo. Como el Testigo no recibió

madurante, no tuvo gasto extras, por lo que su tasa será siempre cero (0), sin embargo, los tratamientos que se encuentran en negativo dejaron pérdidas al aplicarles el madurante.

*Cuadro 4. Análisis de la tasa marginal de retorno para cada uno de los tratamientos resultantes de la combinación parcelas grandes entre parcelas pequeñas.*

TRATAMIENTO	TMR
1	2451.72
2	3151.69
3	8903.05
4	1549.19
5	8507.13
6	3720.94
7	1455.47
8	9051.89
9	2725.29
10	2239.65
11	2094.29
12	7033.42
13	3666.72
14	2144.48
15	4.08
16	4194.51
17	0.00
18	0.00
19	0.00
20	0.00

Es de tomar en cuenta que en la variable toneladas por hectarea se encuentran diferencias significativas estadísticamente, el pago por corte, alce y transporte se incrementa, pero por mas que se eleve el rendimiento (kgaz/ton) los costos por corte, alce y transporte permanecen iguales.

## 8.CONCLUSIONES

1. En el análisis estadístico realizado a la variable rendimiento en kilogramos de azúcar por tonelada de caña, bajo las condiciones de evaluación de esta investigación se concluye que :
  - a. Las mejores épocas para la aplicación de madurante por el incremento en kilogramos de azúcar por tonelada de caña para la variedad CP-722086 fueron: 8.5, 9 y 9.5 meses de edad.
    - a.1 Para la edad de aplicación de 8.5 meses los mejores incrementos en kilogramos de azúcar por tonelada de caña se obtienen en caña cosechada 7 semanas despues de la aplicación.
    - a.2 Para la edad de 9 y 9.5 meses, los mejores incrementos en kilogramos de azúcar por tonelada de caña se tienen a las 8 semanas despues de la aplicación.
    - a.3 Para la caña aplicada a la edad de 10 meses los mejores incrementos en kilogramos de azúcar por tonelada se obtienen al cosechar a 4 y 6 semanas después de la aplicación.
2. En relación a la variable producción en toneladas de caña por hectárea se concluye que:
  - a. Solamente la edad de 8.5 meses a la aplicación mostro diferencia en el tonelaje por hectarea entre sus diferentes períodos a la cosecha, siendo el de mayor tonelaje el cosechado a las 6 semanas despues de la aplicación.

3. En cuanto a la variable incremento en el crecimiento se concluye que:

a. Las edades que presentan la mayor tasa de retención del crecimiento fueron las cañas aplicadas a las edades de 9, 9.5 y 10 meses.

4. Del análisis económico concluimos que:

a. Los tratamientos que presentan la mayor tasa marginal de retorno son: el número 9 (9 meses a la aplicación, cosechado 8 SDA) con un 9051.89%, tres (8.5 meses a la aplicación, cosechado 7 SDA) con 8903.05%, cinco (9 meses a la aplicación, cosechado 4 SDA) con 8507.13% y el doce (9.5 meses a la aplicación, cosechado 8 SDA) con un 7033.42%.



## 9. RECOMENDACIONES

- a) Las aplicaciones con madurante glifosato (Roundup) para estas condiciones, deben realizarse en las edades de 8.5, 9 y 9.5 meses en la variedad de caña CP-722086.
- b) Cuando se aplique madurante en caña de 8.5 meses de edad, deben cosecharse a las 7 semanas después de aplicado.
- c) Cuando se aplique madurante a caña comprendida entre 9 y 9.5 meses de edad, deben cosecharse a 8 semanas después de la aplicación.
- d) Para plantaciones de caña con 10 meses de edad a la aplicación de madurante, deben cosecharse entre la 4 y 6 semanas.
- e) Es necesario evaluar el comportamiento de otras variedades comercialmente importantes, buscando la edad a la cual se debe aplicar y cosechar, para obtener los más altos rendimientos.
- f) Realizar este tipo de investigación para otras regiones de la zona cañera.


## 10.BIBLIOGRAFIA

1. ALCALA CASTELLANOS, H. 1987. El control del sazonado y maduración de la caña de azúcar en México. In Congreso de la Sociedad Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar (2., 1987, Cali, Colombia). Memorias. Ed. por Carlos Buenaventura. Cali, Colombia, Centro de Investigación de la Caña de Azúcar. v. 2, p. 497-508
2. AMAYA ESTEVEZ, A. 1986. Morfología de la caña de azúcar. In El Cultivo de la Caña de Azúcar (1986, Cali, Colombia). Memorias. Ed. por Carlos Buenaventura. Cali, Colombia, Centro de Investigación de la Caña de Azúcar. p. 13-26.
3. ARCILA ARIAS, J. 1986. Maduración química de la caña de azúcar. In El Cultivo de la Caña de Azúcar (1986, Cali, Colombia). Memorias. Ed. por Carlos Buenaventura. Cali, Colombia, Centro de Investigación de la Caña de Azúcar. p. 323-348.
4. ASOSIACION DE AZUCAREROS DE GUATEMALA. 1994. Memoria de labores, 1994. Guatemala. 48P.
5. BUENAVENTURA OSORIO, C.E. 1986. Control de la maduración de la caña de azúcar. In El Cultivo de la Caña de Azúcar (1986, Cali, Colombia). Memorias. Ed. por Carlos Buenaventura, Cali, Colombia, Centro de Investigación de la Caña de Azúcar. p. 299-308
6. \_\_\_\_\_. 1986. Evaluación de la aplicación de madurantes químicos en caña de azúcar en Colombia. In El Cultivo de la Caña de azúcar (1986, Cali, Colombia). Memorias. Ed. por Carlos Buenaventura. Cali, Colombia, Centro de Investigación de la Caña de Azúcar p 309-322.
7. \_\_\_\_\_.; TORRES, J.; YANG, S.J. 1985. Evaluación de la aplicación de glifosato como madurante de la caña de azúcar en el valle del Cauca, Colombia. Colombia, Centro de Investigación de la Caña de Azúcar. 34p.
8. \_\_\_\_\_.; YANG, S.J. 1985. Efecto del Roundup sobre la calidad y producción de caña de azúcar de las variedades PR 61632 y POJ 2878 a diferentes edades. In Congreso de la Sociedad Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar (2., 1987, Cali, Colombia). Memorias. Ed. por Carlos Buenaventura. Cali, Colombia, Centro de Investigación de la Caña de Azúcar. v.2, p. 527-539.

9. CHAVES SOLERA, M.A. s.f. La maduración, su control y la cosecha de la caña de azúcar. Colombia, Centro de Investigación de la Caña de Azúcar. 40p.
10. COBAS, D.B.; RODRIGUEZ, C.R. 1987. Aplicación de los efectos fisiológicos de algunos reguladores del crecimiento sobre la caña de azúcar. In Congreso de la Sociedad Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar (2., 1987, Cali, Colombia). Memorias. Ed. por Carlos Buenaventura. Cali, Colombia, Centro de Investigación de la Caña de Azúcar. v.2, p 509-518.
11. EMPRESA PANTALEON. DEPARTAMENTO DE INVESTIGACION (Gua). s.f. Areas estimadas por variedad, datos de rendimiento y áreas aplicadas con madurante. Escuintla, Guatemala. p 10-11.
12. \_\_\_\_\_. s.f. Descripción de variedades. Escuintla, Guatemala. p.40.
13. \_\_\_\_\_. s.f. Reporte de floración. Escuintla, Guatemala. p. 12-22.
14. \_\_\_\_\_. s.f. Variedades Reproductivas. Escuintla, Guatemala. p.40.
15. GOMEZ, J.F. 1986. Necesidades de fertilización de la caña de azúcar. In El Cultivo de la Caña de Azúcar (1986, Cali, Colombia). Memorias. Ed. por Carlos Buenaventura. Cali, Colombia, Centro de Investigación de la Caña de Azúcar. p. 237-254
16. LEGENDRE, B.L. 1984. Maduradores químicos para aumentar la producción de azúcar en Louisiana. In Seminario Interamericano de la Caña de Azúcar; Control de malezas y maduradores, (1984, Miami, Florida). Miami, Florida, s.e. p. 516-519.
17. MARTIN ORIA, J.R. et al. 1987. La caña de azúcar en Cuba. La Habana, Cuba, Científico Técnica. p. 14-27, 375-408.
18. MONSANTO (Gua). 1986. Roundup-Madurador. Guatemala. 8 p
19. MONSANTO. DEPARTAMENTO DE DESARROLLO (Gua). s.f. Características y propiedades del Roundup. Guatemala. 18 p
20. MUTTON, M.A. 1991. Modo de acao do sal de isopropilamina de N-(fosfonometil) glicina e efeito maturator na cana de-acúcar. in Seminario Roundup; Efeito Maturator (l., 1991Brasil). Brasilia, Brasil, s.e. p. 9-11.
21. ORSENIGO, J.R. 1984. Evaluación y comportamiento de los maduradores usados en caña de azúcar en los everglades de Florida. In Seminario

- Interamericano de la Caña de Azúcar, Control de malezas y maduradores, (1984, Miami, Florida). Miami, Florida, s.e. p. 486.
22. RODRIGUEZ, O.A.; RINCONES, C.; HURTA, S. 1982. Efectos de la floración sobre la calidad del jugo en 34 variedades de caña de azúcar. Maracay, Venezuela, Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias-Centro nacional de Investigaciones Agropecuarias. 10p
23. SAMUELS, G. 1984. La madurez de la caña de azúcar: teoría y práctica. In Seminario Interamericano de la Caña de Azúcar, Control de malezas y maduradores, (1984, Miami, Florida). Miami, Florida, s.e. p. 479-485.
24. SIMMONS, ch; TARANO, J.M; PINTO, J.H. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, Ed. José de Pineda Ibarra. 1,000 p.
25. URRUTIA, V.M. 1983. Descripción, modo de acción y fitotoxicidad del Roundup. In Seminario Técnico Internacional sobre el uso del herbicida Roundup a Bajo Volúmen en Café (1983, San José, Costa Rica). Memorias San José, Costa Rica, MONSANTO. p. 1-77.
26. VILLEGAS, T.F.; TORRES, J. 1993. El madurante y la producción. Colombia, CENICAÑA. Serie Divulgativa no.2. 4p.

*10 Cs.*  
*P. Valle*



# APENDICE

ANEXO 1. Análisis de Varianza para la variable Kgs de azúcar/tonelada de caña.

FV	GL	SC	CM	FC	FT
REP	3	2698.08	899.36		
PG	4	21986.48	5496.62	3.92	3.26*
ERROR A	12	16820.51	1401.71		
PP	3	1383.55	461.18	0.34NS	2.84NS
PG*PP	12	33725.18	2810.43	2.07	1.98*
ERROR B	45	61070.05	1357.11		
TOTAL	79	137683.85			

C.V.=17.71

ANEXO 2. Prueba de Duncan entre periodos posaplicación (semanas) para cada edad.

Edad a la aplicación	Semanas al corte			
	4	6	7	8
10 meses	30.45 a	17.62 ab	0.7 ab	-29.20 b
9.5 meses	58.55 a	19.10 b	14.75 b	13.49 b
9 meses	66.16 a	60.21 ab	27.44 b	12.59 b
8.5 meses	77.67 a	22.44 b	19.36 b	11.83 b
testigo	11.44 a	11.16 a	-14.70 a	-14.90 a

**ANEXO 3. Prueba de Duncan entre cuatro edades evaluadas para cada período posaplicación.**

Semanas al corte	Edad de la plantación				
4	10 30.45 a	9 27.44 a	8.5 19.36 a	9.5 19.1 a	testigo 11.16 a
6	9 60.21 a	8.5 22.44 b	10 17.62 b	9.5 14.75 b	testigo 11.44 b
7	8.5 77.67 a	9.5 13.49 b	9 12.59 b	10 0.7 b	testigo -14.70 b
8	9 66.16 a	9.5 58.55 a	8.5 11.83 ab	testigo -14.90 b	10 29.20 b

**ANEXO 4. Análisis de Varianza para la variable toneladas/ha en el ensayo de cuatro edades a la aplicación y cuatro períodos a la cosecha.**

FV	GL	SC	CM	FC	FT
REP	3	724.75	241.58		
PG	4	2149.83	537.45	1.69	2.61NS
ERROR A	12	3805.96	317.16		
PP	3	880.58	293.53	1.18	2.61NS
PG*PP	12	6345.64	528.80	2.12	1.98*
ERROR B	45	11213.15	409.02		
TOTAL	79	25119.91			

C.V = 11.88

ANEXO 5. Prueba de Duncan para la variable ton/ha entre semanas para cada edad

EDAD A LA APLICACION	SEMANAS AL CORTE			
10 meses	8 135.7 a	7 132.2 a	4 127.5 a	6 123.0 a
9.5 meses	7 157.9 a	6 153.5 a	4 142.7 a	8 117.6 a
9 meses	4 137.9 a	6 134.5 a	8 133.5 a	7 120.0 a
8.5 meses	6 140.0 a	8 134.8 ab	4 127.6 ab	7 111.9 b
TESTIGO	6 137.1 a	4 134.5 a	7 130.3 a	8 123.8 a



ANEXO 6. Prueba de Duncan para la variable Toneladas/Ha entre edades para cada período post-aplicación.

SEMANAS AL CORTE		EDAD DE LA PLANTACION			
4	9.5 142.7 a	9 137.9 a	TEST. 134.7 a	8.5 127.6 a	10 127.5 a
6	9.5 153.5 a	8.5 140.0 ab	TEST. 137.7 ab	9 134.5 ab	10 123.0 ab
7	9.5 157.9 a	10 132.2 b	TEST. 130.4 b	9 120.0 b	8.5 111.9 b
8	10 135.7 a	8.5 134.5 a	9 133.5 a	TEST 123.8 b	9.5 117.6 b

ANEXO 7. *Análisis de Varianza para variable crecimiento (cm) después de la aplicación.*

FV	GL	SC	CM	FC	FT
REP	3	56.33	18.78		
PG	4	1518.33	379.58	6.70**	5.41
ERROR A	12	680.30	56.69		
PP	3	46.78	15.59	2.14NS	2.84
PG*PP	12	94.29	7.85	1.08NS	1.93
ERROR B	45	327.29	7.29		
TOTAL	79	2723.33			

C.V = 29.80

ANEXO 8 (P.G.). *Prueba Duncan para la edad a la aplicación*

TRATAMIENTO	MEDIA	AGRUPACION
10 meses	1.83	a
9 meses	3.94	a
9.5 meses	5.10	ab
8.5 meses	8.77	b
TESTIGO	14.23	b

ANEXO 9  
 ENSAYO EDADES A LA APLICACION Y SEMANAS AL CORTE  
 VARIABLE RTO. LB.AZ/TON. DE CAÑA  
 FINCA BARBERENA, INGENIO MADRE TIERRA  
 OBSERVACIONES:

Y1=RTO. AL MOMENTO DE LA APLICACION  
 Y2=2 SEMANAS DESPUES DE LA APLICACION  
 Y3=4 SEMANAS DESPUES DE LA APLICACION  
 Y4=6 SEMANAS DESPUES DE LA APLICACION  
 Y5=7 SEMANAS DESPUES DE LA APLICACION  
 Y6=8 SEMANAS DESPUES DE LA APLICACION

PG= EDAD A LA APLICACION, PP=SEMANAS AL CORTE

OBS	REP	PG	PP	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6
1	1	8.5M	4S	220.09	209.00	196.46	.	.	.
2	1	8.5M	6S	128.21	267.00	233.99	174.34	.	.
3	1	8.5M	7S	168.39	275.00	210.89	295.68	277.43	.
4	1	8.5M	8S	206.66	277.00	251.65	229.30	.	210.55
5	1	9.0M	4S	132.00	232.68	241.44	.	.	.
6	1	9.0M	6S	205.00	241.37	180.67	208.61	.	.
7	1	9.0M	7S	221.00	205.61	213.62	251.70	192.08	.
8	1	9.0M	8S	230.00	234.81	238.22	197.61	.	247.39
9	1	9.5M	4S	219.30	250.79	250.79	.	.	.
10	1	9.5M	6S	226.97	171.76	171.76	254.86	.	.
11	1	9.5M	7S	254.06	199.18	199.18	243.64	236.00	.
12	1	9.5M	8S	184.93	230.98	233.98	232.32	.	256.67
13	1	10M	4S	205.21	213.21	251.14	.	.	.
14	1	10M	6S	200.13	209.13	249.61	195.17	.	.
15	1	10M	7S	200.55	204.55	257.45	131.28	199.48	.
16	1	10M	8S	210.24	219.24	203.72	247.91	.	172.58
17	1	TEST	4S	22.56	230.00	211.11	.	.	.
18	1	TEST	6S	220.42	231.00	193.28	246.33	.	.
19	1	TEST	7S	217.33	194.00	258.03	293.17	189.16	.
20	1	TEST	8S	174.43	205.00	188.83	.	.	259.08
21	2	8.5M	4S	215.43	229.00	257.76	.	.	.
22	2	8.5M	6S	210.93	214.00	195.96	226.78	.	.
23	2	8.5M	7S	197.75	220.00	195.87	245.38	249.63	2.00
24	2	9M	4S	157.00	257.13	255.66	.	.	.
25	2	9M	6S	240.00	217.64	206.82	271.97	.	.
26	2	9M	7S	219.00	248.65	213.12	240.09	237.20	.
27	2	9M	8S	167.00	224.32	198.92	243.89	.	244.10
28	2	9.5M	4S	207.16	237.02	234.53	.	.	.
29	2	9.5M	6S	247.67	251.10	248.64	231.30	.	.
30	2	9.5M	7S	188.87	203.55	228.73	255.11	205.15	.
31	2	9.5M	8S	185.42	202.59	256.83	248.33	.	246.40
32	2	10M	4S	193.03	240.19	243.13	.	.	.
33	2	10M	6S	264.92	251.58	258.54	248.60	.	.

(Continua anexo 9)

34	2	10M	7S	212.47	215.44	224.27	243.85	246.48	.
35	2	10M	8S	233.44	233.24	241.92	210.55	.	198.55
36	2	TEST	4S	276.00	208.94	264.05	.	.	.
37	2	TEST	6S	244.00	233.53	194.66	203.26	.	.
38	2	TEST	7S	229.00	204.31	188.28	215.41	263.32	.
39	2	TEST	8S	271.00	206.98	238.96	239.53	.	235.51
40	3	8.5M	4S	218.85	203.00	252.87	.	.	.
41	3	8.5M	6S	222.65	229.00	225.51	220.83	.	.
42	3	8.5M	7S	199.83	229.00	216.19	218.86	241.37	.
43	3	8.5M	8S	218.61	272.00	253.24	202.82	.	245.66
44	3	9M	4S	183.00	202.46	241.73	.	.	.
45	3	9M	6S	181.00	209.89	245.90	244.82	.	.
46	3	9M	7S	218.00	182.92	256.33	241.78	249.24	.
47	3	9M	8S	146.00	220.22	249.23	211.73	.	275.08
48	3	9.5M	4S	214.49	197.72	186.90	.	.	.
49	3	9.5M	6S	200.13	188.89	195.76	244.62	.	.
50	3	9.5M	7S	201.13	246.78	198.47	216.44	236.00	.
51	3	9.5M	8S	195.44	240.08	226.00	244.48	.	247.18
52	3	10M	4S	236.66	264.19	241.99	.	.	.
53	3	10M	6S	169.50	189.63	239.33	207.85	.	.
54	3	10M	7S	243.34	207.82	248.71	234.75	224.45	.
55	3	10M	8S	235.99	290.21	238.32	250.19	.	197.31
56	3	TEST	4S	198.07	247.50	245.23	.	.	.
57	3	TEST	6S	217.63	264.28	211.52	239.02	.	.
58	3	TEST	7S	220.50	233.33	208.47	245.57	239.95	.
59	3	TEST	8S	230.52	187.27	235.28	200.59	.	222.72
60	4	8.5M	4S	216.40	242.00	241.12	.	.	.
61	4	8.5M	6S	186.22	228.00	202.45	215.83	.	.
62	4	8.5M	7S	169.67	219.00	251.63	255.12	277.92	.
63	4	8.5M	8S	210.06	205.00	170.32	243.69	.	239.15
64	4	9M	4S	266.00	254.29	240.01	.	.	.
65	4	9M	6S	217.00	242.35	238.09	227.39	.	.
66	4	9M	7S	222.00	222.74	214.49	226.49	251.86	.
67	4	9M	8S	218.00	193.17	251.29	256.31	.	259.07
68	4	9.5M	4S	194.71	210.21	239.86	.	.	.
69	4	9.5M	6S	243.05	238.26	196.03	246.07	.	.
70	4	9.5M	7S	218.94	240.51	175.48	254.57	184.93	.
71	4	9.5M	8S	207.91	258.04	245.23	248.18	.	257.67
72	4	10M	4S	215.18	206.21	234.00	.	.	.
73	4	10M	6S	188.87	203.57	257.89	242.28	.	.
74	4	10M	7S	242.83	241.15	246.65	228.64	231.61	.
75	4	10M	8S	236.98	208.59	235.15	218.99	.	231.48
76	4	TEST	4S	224.70	214.80	245.61	.	.	.
77	4	TEST	6S	185.59	203.08	252.35	224.82	.	.
78	4	TEST	7S	257.19	241.38	243.40	212.93	172.81	.
79	4	TEST	8S	261.67	129.09	194.93	253.41	.	160.66

ANEXO 10  
 ENSAYO EDADES A LA APLICACION Y SEMANAS AL CORTE  
 VARIABLE TONELADAS DE CAÑA POR HECTAREA  
 FINCA BARBERENA, INGENIO MADRE TIERRA  
 PG=EDAD DE LA PLANTACION AL MOMENTO DE LA APLICACION  
 PP=SEMANAS DESPUES DE LA APLICACION

OBS	REP	PG	PP	Y1
1	1	8.5M	4S	138.962
2	1	8.5M	6S	127.144
3	1	8.5M	7S	117.689
4	1	8.5M	8S	134.924
5	1	9.0M	4S	149.796
6	1	9.0M	6S	129.508
7	1	9.0M	7S	133.447
8	1	9.0M	8S	122.515
9	1	9.5M	4S	158.856
10	1	9.5M	6S	167.424
11	1	9.5M	7S	162.993
12	1	9.5M	8S	131.477
13	1	10M	4S	141.326
14	1	10M	6S	138.864
15	1	10M	7S	127.341
16	1	10M	8S	143.296
17	1	TEST	4S	140.439
18	1	TEST	6S	141.818
19	1	TEST	7S	94.545
20	1	TEST	8S	149.205
21	2	8.5M	4S	136.894
22	2	8.5M	6S	158.561
23	2	8.5M	7S	115.720
24	2	8.5M	8S	126.750
25	2	9.0M	4S	123.106
26	2	9.0M	6S	109.515
27	2	9.0M	7S	109.811
28	2	9.0M	8S	127.046
29	2	9.5M	4S	144.773
30	2	9.5M	6S	153.636
31	2	9.5M	7S	141.326
32	2	9.5M	8S	99.470
33	2	10M	4S	116.212
34	2	10M	6S	140.932
35	2	10M	7S	150.091
36	2	10M	8S	116.902
37	2	TEST	4S	140.046

38	2	TEST	6S	135.909
39	2	TEST	7S	111.288
40	2	TEST	8S	139.356
41	3	8.5M	4S	118.674
42	3	8.5M	6S	139.258
43	3	8.5M	7S	103.902
44	3	8.5M	8S	150.189
45	3	9.0M	4S	123.303
46	3	9.0M	6S	138.667
47	3	9.0M	7S	118.182
48	3	9.0M	8S	145.758
49	3	9.5M	4S	138.076
50	3	9.5M	6S	162.500
51	3	9.5M	7S	178.947
52	3	9.5M	8S	133.939
53	3	10M	4S	124.583
54	3	10M	6S	105.871
55	3	10M	7S	122.614
56	3	10M	8S	154.129
57	3	TEST	4S	111.879
58	3	TEST	6S	134.924
59	3	TEST	7S	160.038
60	3	TEST	8S	97.992
61	4	8.5M	4S	115.720
62	4	8.5M	6S	135.121
63	4	8.5M	7S	110.303
64	4	8.5M	8S	127.341
65	4	9.0M	4S	155.409
66	4	9.0M	6S	160.333
67	4	9.0M	7S	118.674
68	4	9.0M	8S	138.864
69	4	9.5M	4S	129.015
70	4	9.5M	6S	130.492
71	4	9.5M	7S	148.515
72	4	9.5M	8S	105.576
73	4	10M	4S	128.030
74	4	10M	6S	106.364
75	4	10M	7S	128.621
76	4	10M	8S	128.523
77	4	TEST	4S	146.250
78	4	TEST	6S	135.614
79	4	TEST	7S	155.508
80	4	TEST	8S	108.530

ANEXO 11  
 INCREMENTO DEL CRECIMIENTO(cm) DESPUES DE LA APLICACION  
 ENSAYO MADURANTES BARBERENA  
 Y1=2SDA, Y2=4SDA, Y3=6SDA, Y4=7SDA y Y5=8SDA  
 PG= EDAD DE LA PLANTACION AL MOMENTO DE LA APLICACION  
 PP= SEMANAS AL CORTE DESPUES DE LA APLICACION

OBS	REP	PG	PP	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5
1	1	8.5M	4S	5.80	6.30	.	.	.
2	1	8.5M	6S	2.50	8.28	10.60	.	.
3	1	8.5M	7S	1.60	2.50	4.10	4.2	.
4	1	8.5M	8S	2.55	3.60	4.10	.	4.3
5	1	9.0M	4S	2.30	3.40	.	.	.
6	1	9.0M	6S	2.70	3.30	3.40	.	.
7	1	9.0M	7S	4.33	5.77	5.80	6.0	.
8	1	9.0M	8S	1.80	2.60	2.80	.	3.3
9	1	9.5M	4S	3.50	3.60	.	.	.
10	1	9.5M	6S	7.30	7.50	4.70	.	.
11	1	9.5M	7S	5.40	5.11	6.00	6.3	.
12	1	9.5M	8S	5.40	5.60	6.00	.	6.1
13	1	10M	4S	1.00	1.70	.	.	.
14	1	10M	6S	0.40	0.50	0.80	.	.
15	1	10M	7S	0.80	1.00	1.50	2.5	.
16	1	10M	8S	0.40	1.33	1.55	.	2.3
17	1	TEST	4S	11.00	16.40	.	.	.
18	1	TEST	6S	8.66	10.66	11.00	.	.
19	1	TEST	7S	9.60	10.00	10.50	10.6	.
20	1	TEST	8S	9.70	11.30	15.00	.	20.2
21	2	8.5M	4S	10.30	10.33	.	.	.
22	2	8.5M	6S	8.66	10.66	11.00	.	.
23	2	8.5M	7S	12.60	12.8	10.50	10.6	.
24	2	8.5M	8S	9.62	10.0	12.55	.	12.70
25	2	9.0M	4S	1.40	2.1	.	.	.
26	2	9.0M	6S	2.12	3.2	3.40	.	.
27	2	9.0M	7S	0.70	0.9	1.00	1.4	.
28	2	9.0M	8S	2.30	2.5	2.70	.	2.90
29	2	9.5M	4S	2.80	3.8	.	.	.
30	2	9.5M	6S	4.70	6.1	6.80	.	.
31	2	9.5M	7S	2.54	2.7	3.11	4.0	.
32	2	9.5M	8S	1.90	2.0	2.50	.	2.66
33	2	10M	4S	0.20	0.6	.	.	.
34	2	10M	6S	2.90	3.0	3.45	.	.

(continua anexo 11)  
 CRECIMIENTO DESPUES DE LA APLICACION  
 ENSAYO MADURANTES BARBERENA  
 Y1=2SDA, Y2=4SDA, Y3=6SDA, Y4=7SDA y Y5=8SD  
 PG= EDAD DE LA PLANTACION AL MOMENTO DE LA APLICACION  
 PP= SEMANAS AL CORTE DESPUES DE LA APLICACION

OBS	REP	PG	PP	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5
35	2	10M	7S	2.00	2.1	2.30	2.5	.
36	2	10M	8S	2.27	2.5	2.80	.	3.20
37	2	TEST	4S	7.30	15.2	.	.	.
38	2	TEST	6S	5.90	20.2	20.50	.	.
39	2	TEST	7S	11.10	11.2	23.90	24.7	.
40	2	TEST	8S	11.30	11.4	14.62	.	16.11
41	3	8.5M	4S	4.80	5.1	.	.	.
42	3	8.5M	6S	5.50	5.6	5.75	.	.
43	3	8.5M	7S	4.20	4.5	4.80	4.9	.
44	3	8.5M	8S	3.12	4.0	5.00	.	5.10
45	3	9.0M	4S	0.90	1.20	.	.	.
46	3	9.0M	6S	0.50	2.00	2.10	.	.
47	3	9.0M	7S	1.20	2.11	2.30	2.50	.
48	3	9.0M	8S	1.60	2.87	3.75	.	5.10
49	3	9.5M	4S	2.00	2.10	.	.	.
50	3	9.5M	6S	4.30	5.77	6.66	.	.
51	3	9.5M	7S	7.37	8.40	9.00	9.87	.
52	3	9.5M	8S	1.20	2.80	3.00	.	3.55
53	3	10M	4S	1.30	1.60	.	.	.
54	3	10M	6S	0.30	0.50	0.60	.	.
55	3	10M	7S	0.80	0.90	1.00	.	3.00
56	3	TEST	4S	7.70	8.90	.	.	.
57	3	TEST	6S	5.20	7.10	11.30	.	.
58	3	TEST	7S	7.53	7.80	9.00	9.88	.
59	3	TEST	8S	10.66	16.00	26.87	.	27.00
60	4	8.5M	4S	9.60	9.80	.	.	.
61	4	8.5M	6S	11.80	12.00	18.33	.	.
62	4	8.5M	7S	9.30	9.50	9.70	9.90	.
63	4	8.5M	8S	10.80	11.00	11.10	.	11.40
64	4	9.0M	4S	5.80	6.60	.	.	.
65	4	9.0M	6S	4.30	6.00	6.90	.	.
66	4	9.0M	7S	5.00	5.40	5.60	5.80	.



(continua anexo 11)  
 CRECIMIENTO DESPUES DE LA APLICACION  
 ENSAYO MADURANTES BARBERENA  
 Y1=2SDA, Y2=4SDA, Y3=6SDA, Y4=7SDA y Y5=8SDA  
 PG= EDAD DE LA PLANTACION AL MOMENTO DE LA APLICACION  
 PP= SEMANAS AL CORTE DESPUES DE LA APLICACION

OBS	REP	PG	PP	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5
67	4	9.0M	8S	4.00	6.60	6.80	.	7.0
68	4	9.5M	4S	3.50	4.10	.	.	.
69	4	9.5M	6S	3.50	3.70	4.11	.	.
70	4	9.5M	7S	3.20	6.87	7.00	9.00	.
71	4	9.5M	8S	1.62	2.70	4.00	.	4.2
72	4	10M	4S	0.70	0.90	.	.	.
73	4	10M	6S	1.50	1.90	2.00	.	.
74	4	10M	7S	1.10	1.40	1.60	1.66	.
75	4	10M	8S	1.00	2.90	3.00	.	3.5
76	4	TEST	4S	2.60	5.44	.	.	.
77	4	TEST	6S	2.40	5.66	5.68	.	.
78	4	TEST	7S	1.80	2.22	3.60	3.90	.
79	4	TEST	8S	0.75	2.87	2.89	.	4.0

□



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

Ref. Sem. 063-95

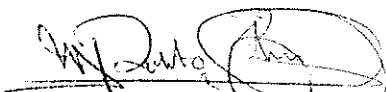
LA TESIS TITULADA: "EFECTO DE LA EDAD DEL CULTIVO Y DURACION DEL PERIODO  
 POST-APLICACION SOBRE LA EFICIENCIA DE GLIFOSATO COMO  
 MADURANTE EN LA VARIEDAD DE CAÑA DE AZUCAR (Saccharum  
 officinarum L.) CP-722086, TIQUISATE, GUATEMALA".

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: GREGORIO ORDOÑEZ CADENAS

CARNET No: 8913826

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Edil Rodríguez  
 Ing. Agr. Edgar Franco

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.

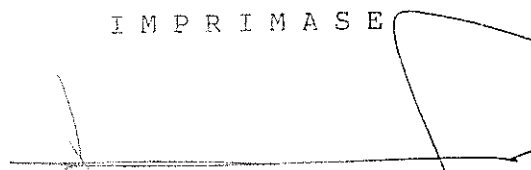
  
 Ing. Agr. William Escobar  
 ASESOR

  
 Ing. Agr. MSc. Manuel de Jesús Martínez  
 ASESOR

  
 Ing. Agr. Fernando Rodríguez  
 DIRECTOR DEL IIA.



I M P R I M A S E

  
 Ing. Agr. Rolando Lara Alecio  
 DECANO



cc: Control Académico A PARTADO POSTAL 1545 • 01091 GUATEMALA, C. A.  
 Archivo  
 FR/prr.

TELEFONO: 769794 • FAX: (5022) 769770