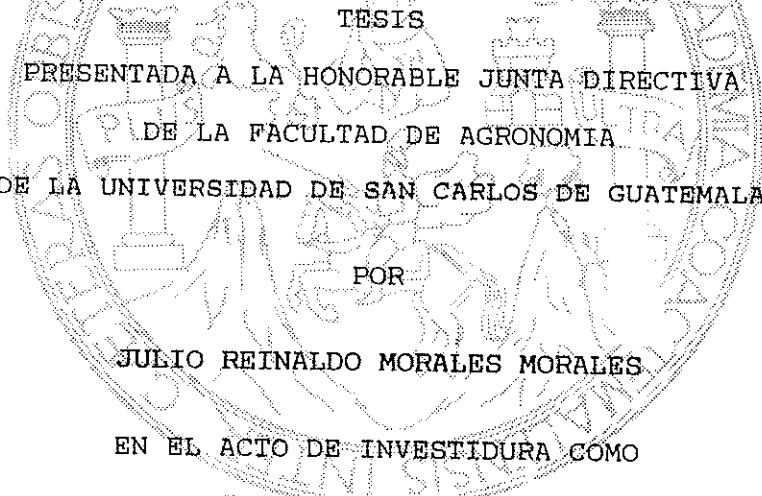


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS

"EVALUACION DE 8 MEZCLAS DE HERBICIDAS Y SU EFECTO SOBRE EL RENDIMIENTO DE LA CAÑA DE AZUCAR (*Saccharum officinarum* L.), EN LA FINCA CAMANTULUL, MUNICIPIO DE SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA, ESCUINTLA".



TESIS  
PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA  
DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA  
DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
POR  
JULIO REINALDO MORALES MORALES  
EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO  
INGENIERO AGRONOMO  
EN SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA  
EN EL GRADO ACADEMICO DE  
LICENCIADO

GUATEMALA, MAYO DE 1,995

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

DR. JAFETH ERNESTO CABRERA FRANCO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO	ING. AGR. EFRAIN MEDINA GUERRA
VOCAL PRIMERO	ING. AGR. JUAN JOSE CASTILLO MONT
VOCAL SEGUNDO	ING. AGR. WALDEMAR NUFIO REYES
VOCAL TERCERO	ING. AGR. CARLOS MOTTA DE PAZ
VOCAL CUARTO	Prof. GABRIEL AMADO ROSALES
VOCAL QUINTO	Br. AUGUSTO SAUL GUERRA GUTIERREZ
SECRETARIO	ING. AGR. MARCO ROMILIO ESTRADA MUY

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central



Guatemala, Mayo de 1,995

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

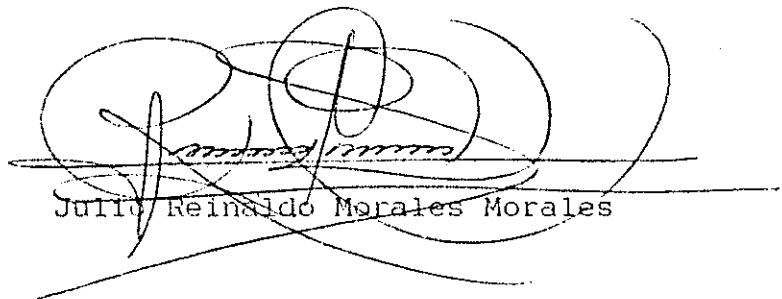
Respetables Miembros:

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

EVALUACION DE 8 MEZCLAS DE HERBICIDAS Y SU EFECTO SOBRE EL RENDIMIENTO DE LA CAÑA DE AZUCAR(Saccharum officinarum L.), EN LA FINCA CAMANTULUL, MUNICIPIO DE SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA ESCUINTLA.

Como requisito, previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el Grado Académico de Licenciado.

Respetuosamente:



Julio Reinaldo Morales Morales



ACTO QUE DEDICO

A DIOS

Por la iluminación divina  
en el sendero de la vida.

A MIS PADRES

Raúl Morales Santos  
Virginia Morales de Morales,  
que la meta alcanzada sea como  
una mínima remuneración a sus  
múltiples sacrificios y esfuerzos.

A MIS HERMANOS

Elsa (Q.E.P.D.), Delia, Lucinda,  
Miguel Angel, Edwin Armando y en  
especial a:  
Rosa Victoria y Alvaro Raúl

A MIS PRIMOS Y DEMAS  
FAMILIARES

En especial a:  
Walter Morales Martinez  
Lionel Morales y Familia  
Hermanas Ruiz Morales  
Hermanos Morales Morales  
Hermanos Mijangos Morales  
Gerardo Mijangos (Q.E.P.D.)

A MIS COMPAÑEROS DE  
PROMOCION

Estuardo Díaz Sandoval, Francisco  
Cardenas, José Adolfo Morales,  
Miguel Angel Cardona, Guillermo  
Vasquez y en especial a Efraín  
Donis y Donis.

A LOS TECNICOS DE  
CAMPO DEL INGENIO  
MADRE TIERRA

En especial a:  
P. Agr. César Castillo  
P. Agr. Manuel Corado  
P. Agr. Efraín Castellanos  
Sr. Miguel Angel Villatoro

A MIS AMIGOS Y  
COMPAÑEROS DE  
TRABAJO

En especial a:  
Sr. Mauricio Morales  
Dr. Estuardo Solís

A MIS COMPAÑEROS DE  
INFANCIA

En especial a:  
Gustavo Arturo, Sergio Enrique,  
Luis Artemio.





TESIS QUE DEDICO

A:

MI PATRIA GUATEMALA

LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

LA FACULTAD DE AGRONOMIA

MIS MAESTROS Y CATEDRATICOS

MIS COMPAÑEROS DURANTE LOS AÑOS DE ESTUDIO

AL CENTRO DE ESTUDIOS CONSERVACIONISTAS DE  
MONTE RICO, TAXISCO, SANTA ROSA.



## AGRADECIMIENTO

- A: La Empresa DERIVADOS DE CAÑA S.A. "MADRE TIERRA" por todo el apoyo brindado para la realización del presente trabajo.
- Ing. Agr. Manuel Martínez, por su valiosa colaboración y acertada intervención en la incorporación de sugerencias para la planificación y desarrollo del presente estudio.
- Ing. Agr. Maynor Estrada, por su apoyo y comprensión.
- Ing. Agr. Orestes Cerna, por el tiempo y el esfuerzo invertido.
- Programador Giovanni Reyes Palencia, del departamento de computo del Ingenio Madre Tierra, por todo el apoyo y ayuda, brindados en la elaboración de cuadros y figuras.
- La Dirección General de Servicios Agrícolas DIGESA. y todas las personas e instituciones que de una u otra manera colaboraron e hicieron posible realizar éste trabajo.



## CONTENIDO

1. INTRODUCCION	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
3. MARCO TEORICO	5
3.1. Marco Conceptual	5
3.1.1. Definición del Maleza	5
3.1.2. Clasificación general de las malezas en los campos de caña de azúcar	6
3.1.2.1. Según el tipo de hoja	6
3.1.2.2. Según el tiempo que necesitan para completar su ciclo vegetativo	7
A) Anuales	7
B) Bianuales	7
C) Perennes ó vivaces	7
3.1.3. Importancia del estudio de las malezas	7
3.1.4. Métodos de control de malezas	8
3.1.5. Período crítico de competencia de malezas en caña de azúcar	9
3.1.6. Características de los herbicidas utilizados en la formulación de las mezclas	10
3.1.6.1. PENDIMETALINA	10
A) Nombre comercial	10
B) Clasificación	11
C) Características físicas y químicas	11
D) Dosis	11
E) Aplicación	11
F) Modo de acción	11
G) Comportamiento en el suelo y en la planta	11
H) Precauciones	12
I) Toxicidad	12
3.1.6.2. ATRAZINA	12
A) Nombre comercial	12
B) Clasificación	12
C) Características físicas y químicas	13
D) Dosis	13
E) Modo de acción	13
F) Comportamiento en el suelo y en la planta	13
G) Precauciones	14
H) Toxicidad	14
3.1.6.3. AMETRINA	14
A) Nombre comercial	14
B) Clasificación	14
C) Características físicas y químicas	14
D) Dosis	15
E) Modo de acción	15
F) Comportamiento en el suelo y en la planta	15
G) Precauciones	15
H) Toxicidad	15
3.1.6.4. TERBUTRINA	16
A) Nombre comercial	16
3.1.6.5. PARAQUAT	16
3.1.6.6. DIURON	17
3.1.6.7. 2,4-D	18
A) 2,4-D ácido	19

3.1.6.8. ALACLOR	22
A) Características físicas y químicas	22
B) Dosis	23
C) Comportamiento en el suelo y en la planta	23
3.1.6.9. GLIFOSATO	23
A) Características físicas y químicas	23
B) Dosis	23
C) Modo de acción	24
D) Nombres comerciales	24
4. OBJETIVOS	25
4.1. Generales	25
4.2. Específicos	25
5. HIPOTESIS	26
6. METODOLOGIA	27
6.1. Localización	27
6.1.1. Tipo de clima	27
6.1.2. Tipo de suelos	27
6.2. Diseño experimental	27
6.2.1. Tamaño de la unidad experimental	28
6.2.2. Modelo estadístico	28
6.3. Manejo del experimento	29
6.3.1. Preparación del terreno	29
6.3.2. Variedad utilizada	30
6.3.3. Aplicación de los tratamientos	30
6.3.4. Variables de respuesta	30
6.3.4.1. Altura	30
6.3.4.2. Largo de entrenudos	31
6.3.4.3. Diámetro	31
6.3.4.4. Producción en toneladas por Hectárea	31
6.3.4.5. Rendimiento en Kilogramos de azúcar/tonelada	32
6.3.4.6. Tiempo desde la aplicación hasta que existiera el 50 % de cobertura	32
6.3.5. Recursos	32
A) Humanos	32
B) Insumos	33
6.3.6. Análisis de la información	33
A) Análisis económico	33
B) Análisis estadístico	33
7. PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS	35
7.1. Efectividad de control de malezas	35
7.2. Producción de caña de azúcar	37
7.3. Sobre el daño al cultivo	40
7.4. Sobre el diámetro, altura de plantas y largo de entrenudos	41
7.5. Sobre el rendimiento en Kilogramos de azúcar/tonelada	47
7.6. Sobre el análisis económico	49
7.7. Sobre el análisis de correlación	50
7.8. Sobre las malezas observadas	51
8. CONCLUSIONES	52
9. RECOMENDACIONES	54
10. BIBLIOGRAFIA	55
11. ANEXOS	57

## INDICE DE FIGURAS

Figura No.	Descripción	pag
1	Rendimiento en toneladas de caña por Ha. obtenido con cada uno de los tratamientos evaluados	58
2	Rendimiento en Kilogramos de azúcar por tonelada de caña, obtenido con cada uno de los tratamientos evaluados	59
3	Altura de plantas en cms. 30 días después de la siembra	60
4	Altura de plantas en cms. al momento de la cosecha	61
5	Largo de entrenudos al momento de la cosecha	62
6	Diámetro de plantas al momento de la cosecha	63
7	Comparación de medias de altura de plantas del sexto al noveno mes	64
8	Comparación de medias de largo de entrenudos del sexto al noveno mes	65
9	Comparación de medias del diámetro de plantas del sexto al noveno mes	66
10	Tamaño de la unidad experimental	67

## INDICE DE CUADROS

Cuadro No.	Descripción	pag.
1	Dosis de i.a. po Ha. utilizadas y los respectivos días que cada una de las mezclas evaluadas controla la maleza	35
2	Costo por aplicación por Ha. y costo por día de control de cada una de las mezclas evaluadas	36
3	Rendimiento en Toneladas por Ha. de caña de azúcar	37
4	Componentes de varianza del rendimiento en toneladas por Ha. de caña	38
5	Comparación de medias del rendimiento en toneladas por Ha. de caña	39
6	Componentes de varianza del diámetro de plantas en cms.	41
7	Componentes de varianza de altura de plantas en cms. 30 días después de la primera aplicación	42
8	Componentes de varianza de altura de plantas en cms.	43
9	Comparación de medias de altura de plantas en cms.	44
10	Componentes de varianza de largo de entrenudos	45
11	Comparación de medias de largo de entrenudos	46
12	Componentes de varianza del rendimiento en Kilogramos de azúcar por tonelada de caña	47
13	Medias del rendimiento en Kilogramos de azúcar por tonelada de caña	48
14	Valores de la Tasa Marginal de Retorno	49



"EVALUACION DE 8 MEZCLAS DE HERBICIDAS Y SU EFECTO SOBRE EL RENDIMIENTO DE LA CAÑA DE AZUCAR (Saccharum officinarum L.), EN LA FINCA CAMANTULUL, MUNICIPIO DE SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA ESCUINTLA"

EVALUATION OF EIGHT HERBICIDE MIXTURES AND ITS EFFECT ON THE SUGAR CANE YIELD (Saccharum officinarum L.), FINCA CAMANTULUL, MUNICIPIO OF SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA, ESCUINTLA

#### RESUMEN

Dada la importancia que tiene el método químico para el control de malezas en caña de azúcar y consistiendo éste básicamente en la utilización de mezclas de productos químicos (herbicidas), se realizó la presente investigación con el objetivo de generar información relacionada con el uso de estos productos.

Dentro de los objetivos específicos, estuvo el de encontrar una o algunas de las ocho mezclas, que presenten importancia económica, cuando se utilicen en un campo de cultivo de caña de azúcar, con fines de controlar malezas, por lo menos para el área en donde se realizó el presente trabajo.

Estudios similares a éste permitirán determinar otras mezclas que también presenten importancia desde el punto de vista económico, esto permitirá en el futuro hacer un estudio, comparando solamente aquellas mezclas que tienen importancia económica.

El presente estudio se realizó en la Finca Camantulul del municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa departamento de Escuintla. Se utilizó un diseño en bloques al azar con 3 repeticiones y 10 tratamientos, dentro de los que se incluye el testigo (sin ningún control), la limpia manual con machete y las 8 mezclas.

Las variables de respuesta fueron las siguientes: altura a la primera lígula (altura de plantas), largo de entrenudos, diámetro de plantas, producción en toneladas de caña por Hectárea y Kilogramos de azúcar por tonelada de caña. Se realizó un análisis de varianza para cada una de las variables anteriores, determinándose diferencias altamente significativas para altura de plantas, largo de entrenudos y producción en toneladas de caña por Hectárea, no existiendo diferencias significativas para el diámetro y Kilogramos de azúcar por tonelada de caña. También se realizó un análisis de correlación entre altura de plantas vrs. producción (ton/Ha), largo de entrenudos vrs. producción, diámetro vrs. producción y cada una de las variables anteriores vrs. Kilogramos de azúcar por tonelada de caña, encontrándose alta correlación positiva únicamente entre altura de plantas vrs. producción y largo de entrenudos vrs. producción.

Al final mediante un análisis de presupuestos parciales, se determinó la Tasa Marginal de Retorno, encontrándose que dentro de todos los tratamientos el que produjo la mas alta corresponde al testigo, con un valor de 805 %. Sin embargo, por diversas razones, no puede estar un cañal enmalezado al momento de su cosecha, se recomienda considerar el valor que le sigue que corresponde al tratamiento Ametrina + Atrazina + 2,4-D con un valor de 467 %.

## 1. INTRODUCCION

Dadas las características bajo las cuales se cultiva actualmente la caña de azúcar (Saccharum officinarum L.) en Guatemala, los métodos de control de malezas utilizados son: químico y mecánico, descartándose casi por completo el control cultural en algunos casos y el control biológico que sigue siendo amplio campo de investigación y no llega a ser una alternativa. El método mecánico que en la mayoría de los casos consiste en la limpia manual con machete, arranque manual o bien haciendo uso de implementos de labranza como cultivadoras de diversos tipos haladas por un tractor y el método químico que consiste básicamente en la utilización de mezclas de productos químicos (herbicidas) aplicados con distintos equipos.

Considerándose actualmente el método químico importante para el control de malezas en éste cultivo y específicamente la utilización de mezclas es necesario generar información relacionada con la utilización de las mismas.

El presente trabajo estuvo encaminado a describir el comportamiento de cada una de las mezclas evaluadas, tanto en el control de malezas que cada una de ellas ejerza, como en el rendimiento en ton/mz. y libras de azúcar/tonelada en el área en donde se llevó a cabo el estudio, así también que éste trabajo sirva de base para otros trabajos similares tendientes a mejorar no solo el control de las malezas si no también las investigaciones que se realicen en este campo.

Para definir las mezclas a evaluar se seleccionaron algunas que se utilizan en la finca actualmente, otras que se utilizan en otras fincas aledañas al area y otras que se consideran promisorias sin que hasta el momento las estén utilizando en gran escala.

Con el presente trabajo se pudo demostrar que algunas de las mezclas afectan el crecimiento y desarrollo del cultivo y por consiguiente la producción en toneladas de caña por Hectárea. Aunque el rendimiento en Kilogramos de azúcar por tonelada de caña no se vio afectado directamente, en base al análisis de varianza realizado para dicha variable, se puede decir que en forma indirecta sí afecta grandemente, viéndolo desde el punto de vista de la cantidad de azúcar producida (Kilogramos totales) con cada uno de los tratamientos evaluados. hasta el momento no se tenía información, si existen o no diferencias significativas, entre utilizar una u otra mezcla en relación al rendimiento. Por otro lado una mezcla puede ejercer un control parcial de las malezas sin que los rendimientos se vean afectados negativamente dando como resultado una tasa marginal de retorno mayor que en el caso anterior.

El trabajo se realizó en la finca Camantulul del municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa, departamento de Escuintla.

## 1. INTRODUCCION

Dadas las características bajo las cuales se cultiva actualmente la caña de azúcar (Saccharum officinarum L.) en Guatemala, los métodos de control de malezas utilizados son: químico y mecánico, descartándose casi por completo el control cultural en algunos casos y el control biológico que sigue siendo amplio campo de investigación y no llega a ser una alternativa. El método mecánico que en la mayoría de los casos consiste en la limpia manual con machete, arranque manual o bien haciendo uso de implementos de labranza como cultivadoras de diversos tipos haladas por un tractor y el método químico que consiste básicamente en la utilización de mezclas de productos químicos (herbicidas) aplicados con distintos equipos.

Considerándose actualmente el método químico importante para el control de malezas en éste cultivo y específicamente la utilización de mezclas es necesario generar información relacionada con la utilización de las mismas.

El presente trabajo estuvo encaminado a describir el comportamiento de cada una de las mezclas evaluadas, tanto en el control de malezas que cada una de ellas ejerza, como en el rendimiento en ton/mz. y libras de azúcar/tonelada en el área en donde se llevó a cabo el estudio, así también que éste trabajo sirva de base para otros trabajos similares tendientes a mejorar no solo el control de las malezas si no también las investigaciones que se realicen en este campo.

Para definir las mezclas a evaluar se seleccionaron algunas que se utilizan en la finca actualmente, otras que se utilizan en otras fincas aledañas al área y otras que se consideran promisorias sin que hasta el momento las estén utilizando en gran escala.

Con el presente trabajo se pudo demostrar que algunas de las mezclas afectan el crecimiento y desarrollo del cultivo y por consiguiente la producción en toneladas de caña por Hectárea. Aunque el rendimiento en Kilogramos de azúcar por tonelada de caña no se vio afectado directamente, en base al análisis de varianza realizado para dicha variable, se puede decir que en forma indirecta si afecta grandemente, viéndolo desde el punto de vista de la cantidad de azúcar producida (Kilogramos totales) con cada uno de los tratamientos evaluados. hasta el momento no se tenía información, si existen o no diferencias significativas, entre utilizar una u otra mezcla en relación al rendimiento. Por otro lado una mezcla puede ejercer un control parcial de las malezas sin que los rendimientos se vean afectados negativamente dando como resultado una tasa marginal de retorno mayor que en el caso anterior.

El trabajo se realizó en la finca Camantulul del municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa, departamento de Escuintla.

## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:

Uno de los principales problemas que presenta actualmente el control de malezas por el método Químico es la falta de disponibilidad de un Herbicida o una mezcla de los mismos que reúna las siguientes características:

- a) bajo costo por día de control
- b) que controle malezas de diversos tipos (incluyendo anuales, bianuales, monocotiledoneas, dicotiledoneas, etc.)
- c) que no sea tóxico para el cultivo
- d) que la utilización de la misma no baje el rendimiento del cultivo
- e) que sea biodegradable en el suelo y por lo tanto no dañe la flora ni la fauna microbiana

Esto ha dado como resultado la existencia de una gran cantidad de mezclas que han surgido como producto de la investigación empírica, tratando de encontrar alguna que reúna las condiciones ideales antes mencionadas.

A pesar de la gran cantidad de mezclas existentes o que pueden formularse actualmente, existe muy poca o ninguna información relacionada con la utilización de las mismas. Algunas ejercen un excelente control de las malezas, sin embargo dañan severamente el cultivo, como las mezclas conteniendo glifosato, otras mezclas se cree que no dañan el cultivo a pesar de controlar bien las malezas, pero el costo de utilización es alto, (Paraquat + Diuron + Pendimetalina + 2,4-D), otras controlan bien las malezas tienen bajo costo por aplicación en relación a otras, sin embargo los rendimientos del cultivo en ton/Ha. se cree que son afectados negativamente (Terbutrina + 2,4-D).

Esto constituye un verdadero problema al momento de determinar la mezcla ó las mezclas que han de utilizarse cuando se quiere controlar las malezas en un campo de cultivo de caña de azucar.

Por todo lo anterior se llevó a cabo la presente investigación, tratando de determinar cuales de las mezclas evaluadas presentan importancia económica y que por lo tanto valga la pena seguir generando más información relacionada con la utilización de las mismas.



### 3. MARCO TEORICO:

#### 3.1. Marco Conceptual:

##### 3.1.1. Definición de maleza:

Según Klingman et al (7) una maleza es una planta que crece donde no se desea; o una planta fuera de lugar. De esa forma, una espiga de centeno dentro de un campo de trigo es una maleza.

Godínez citado por Paz (9) revisando autores define a las malezas de la siguiente manera:

Muchas especies de plantas se les considera malezas o malas hiervas cuando estorban y perjudican la producción agrícola y ganadera pues disminuyen los rendimientos y calidad de los productos de cultivos y forrajes. Es toda aquella planta creciendo en situación agrícola pero no plantada por el hombre. Interfiriendo con la utilización de las tierras por el hombre para un proceso específico o bajo del punto de vista agrícola.

Según Martínez citado por Martínez (8) una maleza puede ser definida de diferente manera, según la ciencia que la estudie. En criterio agronómico se define como planta no deseable, que crece en competencia con el cultivo, ajeno al cultivo. La ecología dice que no hay malezas y botanicamente son plantas que todavía no se les ha dado la oportunidad de ser de alguna utilidad para el hombre.

### 3.1.2. Clasificación general de las malezas en los campos de caña de azúcar:

En forma general las malezas en los campos de caña de azúcar se pueden clasificar de la siguiente manera:

#### 3.1.2.1. Según el tipo de hoja: (1)

- Hierbas de hoja ancha (Dicotiledoneas)
- Hierbas de hoja angosta (Monocotiledoneas)

Las primeras son generalmente plantas anuales de ciclo vegetativo corto, se reproducen por semilla, iniciando su germinación masiva al inicio del invierno, crecen con rapidez y mueren en el verano, las semillas depositadas en el suelo quedando en estado de vida latente hasta la siguiente temporada de lluvias, aunque algunas especies pueden germinar el mismo año. Este tipo de maleza es más fácil de controlar con herbicidas que las gramíneas y las ciperáceas.

Las hierbas de hoja angosta pertenecen al grupo de plantas bianuales y perennes ya que la mayoría no mueren durante el primer año.

Las Estoloníferas como la "grama" (Cynodon dactylon) y el pará (Panicum purpurescens) y las rizomáticas como el Jhonson (Sorghum halapense) son las más difíciles de controlar porque aún cuando se extermine la parte aérea de la planta, los rizomas abajo del suelo permanecen vivos y pronto vuelven a brotar. El combate de malezas de hoja angosta es difícil, costosa y requiere del empleo de herbicidas selectivos para lograr buenos resultados.

Según Ranero (10) las hierbas de hoja ancha y los zacates son los dos grupos principales de especies vegetales que comúnmente compiten con la caña de azúcar.

3.1.2.2. Según el tiempo que necesitan para completar su ciclo vegetativo:

Arriaga citado por Santos (12) las clasifica en anuales, bianuales y perennes.

A) Anuales:

Se desarrollan, dan flores y fructifican en un solo período y se reproducen únicamente por semillas. Para combatirlas bastará con interrumpir el ciclo.

B) Bianuales:

Son las que necesitan dos períodos que generalmente son de 2 años, para su desarrollo.

C) Perennes ó vivaces:

Tienen una mayor propagación, pues lo hacen por rizomas, raíces, partes vegetables y semillas.

3.1.3. Importancia del estudio de las malezas:

Las malezas causan pérdidas considerables en las producciones de cultivos (9).

Humbert citado por Paz (9) anota que la pérdida anual de los Estados Unidos a causa de las malas hierbas se ha estimado conservadoramente en

3,000 millones de dólares.

Martínez (8) indica que si la competencia por nutrimentos fuera el único efecto perjudicial de las malezas, se podría entonces aplicar una cantidad suficiente de fertilizante para satisfacer las necesidades del cultivo y las malas hierbas, con lo que se permitiría el normal crecimiento del cultivo. Pero evidentemente las malezas compiten también por agua, luz y espacio, además bajan la calidad de los productos y dificultan la cosecha.

Klingman (7) dice: "Las malezas afectan a todos, inclusive a quienes residen en la ciudad, éstas afectan directamente el costo de los alimentos, así como la salud y el bienestar de la gente. Las pérdidas ocasionadas por las malezas hacen sentir sus efectos en cualquier sitio agrícola como en la industria al aire libre"

#### 3.1.4. Métodos de control de malezas:

Según Klingman (7) existen seis métodos principales para el control de las malezas: mecánico, siembra por competencia, rotación de cultivos, biológico, el fuego y el químico.

Según Paz (9) los principales métodos para el control de malezas son: el cultural, el biológico, el mecánico y el químico.

La selección del método por aplicar dependerá de varios factores entre los que se encuentran: tipo de cultivo y maleza, condiciones de clima y suelo, topografía, costos y capacidad económica y tipo de agricultor. El

control mecánico que se basa en el arranque de las malezas a mano o con la iniciativa del hombre de cultivar.

Según Flores citado por Martínez (8) bajo las condiciones actuales, tal como se cultiva la caña en las fincas de Guatemala, el control de las malezas en los campos de caña que se siembra de noviembre a febrero, no representan ningún problema porque corresponde a la época seca del año cuando hay menos condiciones favorables para el desarrollo de las hierbas; además, en cualquier momento se puede utilizar los implementos mecánicos dando labores superficiales de rastra entremedio de los surcos y destruirlas oportunamente. Para cuando las lluvias se presenten en el mes de mayo, la caña ha cerrado el campo por completo.

Por lo que respecta a las socas se acostumbra conservar la basura. (hojas y cogollos de la caña recién cosechada) en el suelo, acomodándola en surcos alternados: uno con y otro sin basura. Como uno de los entresurcos queda cubierto o arropado, entonces la población de malezas solo prolifera en el surco libre el cuál se puede cultivar con implementos mecánicos durante los meses secos y la caña alcanza a crecer sin competencia; solamente en los campos que se cosechan en mayo, al principio de la temporada de lluvias, el control deberá efectuarse con herbicidas (método químico).

### 3.1.5. Período Crítico de competencia de malezas en caña de azúcar:

Según Martínez citado por Paz (9) la duración del período crítico de competencia de malezas está relacionado con la variedad de acuerdo a que

sean precoces, tardías o a que el cultivo sea en retoño o en siembra (soca y plantía respectivamente), ya que en retoño el desarrollo es más rápido, mientras que en siembras se estimula la germinación de un alto número de semillas de malezas las que emergen antes de que germine la caña de azúcar. Se puede decir que, hasta que la caña haya alcanzado una altura de 90 cms. y desarrollado una copa de 8 hojas hay competencia de malezas, ya que de allí en adelante la sombra que da al suelo y su rápido desarrollo posterior, impide que en los meses siguientes progresen las malezas.

Paz (9) concluye que para el municipio de siquinalá, existe un período crítico de interferencia de malezas bien definido que afecta desfavorablemente el rendimiento de la caña de azúcar en plantía, el cuál está comprendido entre los 42 a 75 días después de la siembra. El punto crítico de interferencia se estableció a los 57 días iniciales del ciclo del cultivo.

3.1.6. Características de los herbicidas utilizados en la formulación de las mezclas:

#### 3.1.6.1. PENDIMETALINA:

Es el nombre común del N-(1-etilpropil)-2,6-dinitro-3,4-xilidina. (7) Según la Sociedad Mexicana de la Ciencia de la Maleza (15) el nombre común de éste compuesto es Pendimethalin.

A) Nombre Comercial:

Penoxalin; herbadox; prowl; stomp.

**B) Clasificación: (7,15)**

Es un compuesto de las dinitroanilinas usado como herbicida de contacto que se aplica en forma preemergente y presiembra al cultivo.

**C) Características Físicas y Químicas:**

Su peso molecular es de 281.3 es un cristal de color naranja a marrón. Es casi insoluble en agua (0.5 ppm a una temperatura de 23 °C) pero soluble en solventes orgánicos, su estabilidad mínima a 25 °C es de 18 meses.

**D) Dosis:**

Depende de la textura del suelo, materia orgánica y el espectro de malezas. Van de 0.6 a 2.5 kg. de i.a./Ha.

**E) Aplicación:**

La aplicación puede ser en preemergencia o presiembra incorporada dependiendo del cultivo. Se puede utilizar equipo aéreo o terrestre.

**F) Modo de Acción:**

El Pendimethalin tiene un efecto básicamente de contacto distinguiéndose su acción en las raíces primarias en las malezas que aún no han emergido y sobre los meristemas en aquellas malezas que no tengan más allá de tres hojas.

**G) Comportamiento en la planta y en el suelo:**

Su absorción foliar es más limitada en monocotiledoneas que en dicotiledoneas. Solo se trasloca en muy pequeñas cantidades. Su mecanismo de acción inhibe la división celular. Se adsorbe fuertemente a la materia

orgánica y a las arcillas, las pérdidas por degradación microbiana son insignificantes. Está sujeto a degradación por fotodescomposición y muy poca debido a volatilización, su persistencia depende de las condiciones y características del lugar donde se aplicó, pero si se usa de acuerdo a las instrucciones de la etiqueta no existe problema para el medio ambiente y el siguiente cultivo.

#### H) Precauciones:

No debe haber charcos o excesos de humedad para evitar problemas de fitotoxicidad.

Es compatible con diferentes plaguicidas.

#### I) Toxicidad:

Su LD 50 es de 1,250 mg/kg. No se conoce antídoto específico y el tratamiento médico es sintomático.

#### 3.1.6.2. ATRAZINA:

Es el nombre común del 2-cloro-4-(etilamino)-6-(isopropilamino)-s-triazina.(7)

#### A) Nombre Comercial:

Gesaprim, Prinatol, AAtrenex, Atred, Vectal, Atramex, Candex, Cekuzina-T, Furamin, Inakor, Radazin, Zeazin, Azirotex.

#### B) Clasificación:

Pertenece al grupo de las triazinas y es un herbicida selectivo pre y post-emergente.



C) Características Físicas y Químicas:

Su peso molecular es de 215.69, su estado físico es un sólido cristalino blanco. Su solubilidad en 100 ml. de agua a una temperatura de 20 °C es de 33 mg. Es muy estable en condiciones de pH neutro.

D) Dosis:

Para el control selectivo de 0.5 a 4 kg/Ha.

E) Modo de Acción:

Penetra a través de raíz y hojas, se absorbe principalmente por raíz y transportándose por vía xilema, hasta llegar a los meristemos apicales y a las hojas, lugares en donde se acumula. Interfiere con la fotosíntesis y otros procesos enzimáticos en la planta.

F) Comportamiento en la planta y en el suelo:

Se absorbe a través de la raíz y follaje, ésta última ocurre en plantas pequeñas bajo condiciones de campo, dependiendo de la especie y el medio ambiente. La lluvia puede lavar el herbicida del follaje disminuyendo su eficiencia.

La Atrazina baja su selectividad en la metabolización del herbicida a hidroxy-triazina y aminoácidos conjugados. En las plantas sensibles se acumula en los puntos de crecimiento, causando clorosis y posteriormente la muerte.

En el suelo se absorbe fácilmente en suelos franco arcillosos, arcillosos y con alto contenido de materia orgánica, la absorción y

desabsorción ocurren con facilidad dependiendo de la temperatura, humedad y pH. La descomposición en el suelo es sobre todo microbiana. La residualidad de la Atrazina a las dosis recomendadas depende del tipo de suelo y de las condiciones ecológicas permitan una actividad biológica microbiana.

La vida media en el suelo es de 6 a 10 semanas.

G) Precauciones:

No se debe aplicar a un cultivo sensible.

H) Toxicidad:

Su LD 50 es de 1869 mg/kg. Puede causar irritación en ojos y piel. En caso de ingestión accidental induzca el vómito ó el lavado gástrico. Llame al médico. No se conoce antídoto específico, el tratamiento es sintomático.

3.1.6.3. AMETRINA:

Es el nombre común del 2-(etilamino)-4-(isopropilamino)-6-metiltio-s-triazina.(7)

A) Nombre Comercial:

Evik, Gesapax, Ametrex, Proplant.

B) Clasificación:

Pertenece al grupo de las triazinas.

C) Características Físicas y Químicas:

Su peso molecular es de 227.33 del estado físico, ingrediente activo es un cristal blanquecino. Es estable en soluciones ácidas y se descompone

muy lentamente por rayos ultravioleta.

D) Dosis:

Para caña de azúcar y piña aproximadamente 1.5 hasta 6 Kg. de i.a./Ha.

E) Modo de acción:

Se absorbe a través de las hojas y raíces. Interfiere con la fotosíntesis y otros procesos enzimáticos.

F) Comportamiento en la planta y en el suelo:

La Ametrina penetra rápidamente al follaje minimizando la remoción por lluvia después de aplicada. Se trasloca a través del xilema acumulándose en los meristemas apicales. Dentro de las plantas sensibles interfiere la fotosíntesis; en las plantas resistentes sucede un proceso de formación de hidroxí-atrazina como primer resultado lo que protege a la planta.

La ametrina es adsorbida en suelos arcillosos, franco arcillosos y con alto contenido de materia orgánica. Su movimiento en este tipo de suelos es muy pequeño. La acción microbiana descompone la Ametrina rápidamente debido a la utilización del nitrógeno presente en su molécula.

Su descomposición por volatización ó fotodescomposición es insignificante. Su persistencia en el suelo a las dosis recomendadas es por varios meses (de 3 a 4).

G) Precauciones:

No pastorear áreas tratadas.

H) Toxicidad:

Su LD 50 es de 1000 mg/kg. Si existe contacto con ojos y piel causa irritación.

## 3.1.6.4. TERBUTRINA:

Es el nombre común del 2-(ter-butilamino)-4-(etilamino)-6-(metiltio)-s-triazina. Es un sólido cristalino de color blanco con una solubilidad en el agua de 58 ppm y presentado como polvo humectante. Su dosis oral aguda LD 50 es de 2,400-2,980 mg/kg.

El terbutrin es un herbicida selectivo usado para el control de malezas anuales gramíneas o de hojas anchas, puede ser aplicado antes o después de que emerja el tallo. Los tratamientos de postemergencia deben ser aplicados antes de que las rosetas de las malezas alcancen 3 plg. de diámetro o 4 plg. de altura. Pertenece al grupo de las triazinas.(7)

A) Nombre comercial: Igran

## 3.1.6.5, PARAQUAT:

Es el nombre común del ión 1,1'-dimetil-4,4'-bipiridinio. Los nombres comerciales son Ortho, Paraquat y Gramoxone. Según la Sociedad Mexicana de la ciencia de la Maleza (15) existen otros nombres comerciales: Ce kuquat; Criaquat, Dextrone-X; Paracol; Sweep y Tiansquat.

La sal de cloro pura es un sólido blanco soluble en agua, pero forma soluciones acuosas de un rojo oscuro. La dosis LD 50 es aproximadamente de 150 mg/kg. El paraquat también puede ser absorbido a través de la piel; la dosis cutánea LD 50 para el conejo es de 240 mg/kg. Es importante evitar respirar el rocío fumigado, y evitar el contacto prolongado con la piel u ojos.

La ingestión oral del paraquat significa que no se ha empleado

adecuadamente; sin embargo, los daños causados por la ingestión merecen especial atención. Se han reportado varios envenenamientos y muertes a consecuencia de ingerir, accidental o intencionalmente, cantidades relativamente pequeñas del concentrado líquido. Las muertes provienen principalmente de la fibrosis pulmonar progresiva asociada con daño al hígado y al riñón. La muerte puede tardar de 2-3 semanas después de la ingestión. No se conoce cura contra la ingestión de una cantidad letal.

El diquat y el paraquat se estudian juntos debido a que muchas de sus propiedades son similares. Ambos son considerados como herbicidas de contacto. Para ciertos cultivos de granos tales como la alfalfa, el trébol, el sorgo y el frijol de soya el diquat se usa como un desecante antes de la siega. También se emplea para control de malezas acuáticas, para el control de malezas en caña de azúcar y como un inhibidor de flores en la misma caña de azúcar.

El paraquat se usa como rocío directo para controlar las malezas que emergen entre muchos árboles sembrados y se usa en tratamientos de preplantación o de preemergencia (para el sembradío). Pertenece al grupo de los bipyridilos.(7)

Para el control en presiembrado de malezas gramíneas anuales se utiliza una dosis de 0.5 kg de i.a./Ha. Para desecación de 0.25 a 0.85 kg. de i.a. Para control general de malezas de 0.5 a 1 kg. de i.a./Ha.

#### 3.1.6.6. DIURON:

Es el nombre común del 3-(3,4-diclorofenil)-1,1-dimetilurea.(7). Los nombres comerciales del Diuron son los siguientes: DCMU, Diater, Di-on,

Direx, Diurol, DMU, Dynex, Karmex, Marmer, Unidron. (15). Es un sólido cristalino de color blanco cuya solubilidad en el agua es de 42 ppm. Su fórmula se presenta como un polvo humectante y como un líquido en suspensión. Su LD 50 es de 3,400 mg/kg.

Los usos del diurón sobre tierras cultivadas y sobre tierras no cultivadas son numerosos y se puede combinar con otros herbicidas. El diurón se emplea principalmente para controlar malezas anuales sean gramíneas o de hojas anchas antes de la emergencia; sirve por lo menos en 19 cultivos, para este empleo selectivo, se debe aplicar en cantidades relativamente bajas, generalmente de 1-4 lb/acre. Esta proporción varía según los diferentes cultivos y los diferentes tipos de suelo.

El diurón también puede ser usado en forma no-selectiva para el control total de la vegetación en tierras sin cultivar. En este caso la proporción debe ser de 4-16 lb/acre. Cuando se pretende controlar malezas perennes con diurón, se requieren proporciones muy elevadas como de 16 a 40 lb/acre.

El diurón por sí solo posee muy poca actividad foliar en la mayoría de las plantas. Sin embargo, añadiendo ciertos surfactantes a la solución fumigadora, se obtiene una considerable toxicidad foliar. De ese modo, mediante fumigación directa pueden ser controladas en varios cultivos, tanto las malezas anuales que han emergido como las plántulas que germinan. Pertenece al grupo de las ureas sustituidas.

#### 3.1.6.7. 2,4-D (7)

Es el nombre común del ácido (2,4-diclorofenóxido) acético. (7) Es un

sólido cristalino de color blanco con una solubilidad en el agua de aproximadamente 600 ppm. Sin embargo, sus sales (de sodio, de litio y amina) son bastante solubles en agua, y la LD 50 de sus varias formulaciones oscila entre 300 y 1,000 mg/kg.

La fórmula del 2,4-D se presenta en forma de emulsión ácida, sales aminas, sales minerales y como esterce. Los esterce son solubles en aceite y emulsificables en agua.

A) 2,4-D ácido (7,15)

Por lo general la forma ácida del 2,4-D no se usa comercialmente debido a que es sólo ligeramente soluble en agua. La fórmula de emulsión concentrada del 2,4-D ácido se emplea principalmente para controlar las malezas perennes de hojas anchas que son difíciles de matar.

La concentración básica de todos los herbicidas fenóxicos se expresa en forma de ácidos equivalentes, en libras por galón. Las recomendaciones también se hacen de acuerdo a estas bases. El equivalente ácido de cada fórmula se refiere a aquella parte que teóricamente puede ser convertida en ácido.

Las sales aminas del 2,4-D son las formas del 2,4-D usadas más comúnmente, generalmente son líquidas y no representan riesgos de volatilidad para las plantas sensibles.

Las aminas son solubles en agua a cualquier proporción, y por lo tanto se adaptan bien al equipo de fumigación de bajo galonaje, aun a escalas

elevadas de aplicación. La mayoría de las sales aminas del 2,4-D se disuelven en agua formando una solución clara, aunque ésta puede ser coloreada. La mayoría de las sales aminas no son solubles en los aceites de petróleo.

Sin embargo la excepción es la sal N-oleil-1,2-propilenediamina del 2,4-D; que es soluble en aceite y totalmente insoluble en agua.

Los estarce del 2,4-D son líquidos incoloros. Al contrario de las aminas, los estarce son insolubles en agua. La síntesis de los estarce del 2,4-D se logra gracias a una reacción efectuada entre el ácido 2,4-D y un alcohol, al ser eliminada una molécula de agua. El grupo alcalino del alcohol reemplaza al hidrógeno del grupo carboxilo del ácido 2,4-D.

El ester del 2,4-D se puede identificar según el nombre del alcohol usado. Los alcoholes más abundantes y baratos son los comúnmente usados, como metil (un carbón), etil (dos carbonos) y butil (cuatro carbonos). Sin embargo, los alcoholes de cadena larga, aun cuando son más caros, son cada vez más importantes.

Los estarce del 2,4-D son ligeramente solubles en agua, pero son solubles en algunos aceites de petróleo. Con frecuencia el ester es ligeramente diluido en aceite, después de lo cual se le agrega un agente emulsificante. Generalmente los estarce se venden en forma de líquido. Cuando son mezclados con agua, el agente emulsificante mantiene las pequeñas gotas parecidas al aceite suspendidas por un tiempo, en la misma forma en que la grasa de mantequillas es suspendida en la leche. El agua se



encuentra en fase continua mientras que las gotas se encuentran dispersas; por lo tanto, es una emulsión de tipo aceite en agua. (o/w)

Cuando se mezcla con agua la emulsión del 2,4-D toma una apariencia lechosa. Si el ester se encuentra propiamente emulsificado, puede mezclarse en cualquier proporción con el agua; de lo contrario, serán separadas las gotas de aceite. La acción de mezclar reformará la emulsión. Una vez que ha sido aplicada, las gotas de aceite no son fácilmente lavadas por la lluvia. Las características de las formas ester que son parecidas a las del aceite hacen difícil la limpieza del equipo de fumigación.

Hemos considerado ampliamente la emulsión o/w. Pero si el aceite se encuentra en la fase continua y el agua en la fase dispersa, la emulsión es entonces de tipo agua en aceite (o/w). Esta con frecuencia se conoce como emulsión inversa.

Las formulaciones esterce del 2,4-D son, generalmente, consideradas como las más tóxicas para las plantas. Por lo menos existen tres explicaciones posibles: 1) la volatilidad permite la absorción de los gases a través de los estomas; 2) la acción humectante del ester parecido al aceite y el vehículo del mismo pueden realmente ayudar a la penetración de los estomas; y 3) las formas esterce, con su baja polaridad, son compatibles con la cutícula ayudando a la penetración directa a través de la cutícula.

Por lo general, debido a su enorme toxicidad la forma ester es más efectiva sobre las especies resistentes, especialmente sobre plantas leñosas. Cuando se aplica en grandes cantidades, hay más posibilidades de

dañar las plantas del cultivo. En un tratamiento de postemergencia para las plantas del cultivo, es preferible usar estearce de 2,4-D a niveles más bajos (aproximadamente dos terceras partes cuando mucho) que los usados en las sales.

Si el átomo de hidrógeno del grupo carboxilo del 2,4-D ácido es reemplazado por sodio, se produce la sal de sodio del 2,4-D. Es un sodio cristalino de color blanco. Las sales de litio, de potasio y de amonio del 2,4-D han sido fabricadas pero ya no se usan en la actualidad y la sal de sodio tiene un uso limitado.

La sal de sodio se vende en forma de polvo soluble en agua. Para lograr que forme parte de la solución generalmente se requiere de algún batido o mezcla. No es lo suficientemente soluble en agua como para ser aplicado, con un equipo de bajo galonaje, a elevadas escalas de aplicación. Se parece a las sales de amina. Las sales aminas han ido reemplazando gradualmente a otras sales debido a que las aminas se disuelven mas fácilmente en agua. (7)

#### 3.1.6.8. ALACLOR:

Es encontrado bajo los nombres comerciales de: Lasso, Alanex, Pillarzo, se clasifica dentro de las Acetanilidas.

#### A) Características Físicas y Químicas: (15)

El ingrediente activo es de color amarillo a rojo, en forma de cristales, soluble en agua; muy estable en presencia de luz y calor y dura por largos períodos de almacenamiento. su peso molecular es 269.8

B) Dosis:

Las dosis van de 1.68 a 4.5 kg de i.a./Ha.

C) Comportamiento en la planta y en el suelo:

Se absorbe a través de semillas germinadas y raíces secundarias, dentro de la planta se concentra en las partes vegetativas y en menor proporción en las áreas reproductivas. Su persistencia en las plantas es de 10 días aproximadamente.

Dentro del suelo es adsorbido por los coloides del suelo. Es descompuesto en el suelo en un 90 % por actividad microbiana y el resto por reacciones químicas. Además tiene un alto grado de fotodescomposición y volatilización. Su persistencia a las dosis recomendadas es de 6 a 10 semanas y se reduce en suelos arcillosos y/o con alto contenido de materia orgánica. (15)

3.1.6.9. GLIFOSATO:

A) Características Físicas y Químicas: (7,15)

Su peso molecular es de 169.08 es un sólido blanco sin olor. El producto comercial no sufre alteraciones después de dos años de almacenamiento a temperaturas de 60 °C. La formulación de sal puede reaccionar con lámina galvanizada o contenedores de acero y producir hidrógeno el cual es altamente flamable. Su solubilidad en agua a 25 °C es de 1 %. Las sales amina de Glifosato son muy solubles en agua.

B) Dosis:

Las dosis varían de acuerdo a las especies de malezas a controlar, de 0.336 a 1.12 kg. de i.a./Ha. en el caso de malezas anuales. En el caso de malezas perennes de 1 4.5 kg. de i.a./Ha.

## C) Modo de Acción:

Es un herbicida sistémico, no selectivo, que se absorbe a través de las hojas y partes verdes de la planta actuando a nivel de varios sistemas enzimáticos. Interfiere en la formación de aminoácidos y otras sustancias químicas importantes se trasloca rápidamente de la parte aérea a las raíces, estolones y rizomas.

## D) Nombres comerciales:

Faena, Roundup, Sting, Kleunup, Rodeo.

#### 4. OBJETIVOS.

##### 4.1. Generales:

Generar información sobre el uso de mezclas de productos químicos (herbicidas) con fines de controlar malezas.

##### 4.2. Específicos:

- A) Seleccionar por lo menos una de las mezclas evaluadas que ejerza un buen control de las malezas a un costo razonable.
  
- B) determinar el efecto de los tratamientos sobre el diámetro, altura @ plantas y largo de entrenudos, tratando de encontrar relación entre estas variables y el rendimiento en toneladas de caña por Hectárea así como Kilogramos de azúcar por tonelada, al final mediante un análisis de presupuestos parciales obtener la Tasa Marginal de Retorno.

## 5. HIPOTESIS

Al menos una de las mezclas evaluadas controla las malezas en el area de estudio obteniéndose mayor altura de plantas, diámetro y largo de entrenudos, como consecuencia se produce un buen rendimiento en toneladas de caña por Hectárea y Kilogramos de azúcar por tonelada, con una tasa marginal de retorno mayor.

## 6. METODOLOGIA

### 6.1. Localización:

El estudio se realizó en la finca Camantulul del municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa, Departamento de Escuintla, a 14°19' de latitud y 91°03' de longitud, a una altura sobre el nivel del mar de 280 metros.

#### 6.1.1. Tipo de clima:

Se tiene una temperatura máxima promedio de 32.24 °C y una mínima promedio de 19.50 °C. La precipitación promedio al año de 1,972 para 1,991 es de 3,614.115 mm.

#### 6.1.2. Tipo de suelo:

Según Simmons (13) la finca se encuentra situada sobre los suelos de la serie Camantulul ( C1 ), originados de ceniza volcánica cementada de color claro, relieve fuertemente ondulado, drenaje interno moderado, con un color café oscuro a café muy oscuro, textura franco arcillosa, consistencia friable y un espesor aproximado de 25 centímetros.

### 6.2. Diseño experimental:

Se utilizó un diseño de bloques al azar con 10 tratamientos y 3 repeticiones, los tratamientos quedaron de la siguiente manera:

- 1.- Terbutrina + 2,4-D
- 2.- Limpia Manual
- 3.- Paraquat + Diuron + Pendimetalina + 2,4-D
- 4.- Ametrina + Atrazina + 2,4-D

- 5.- Testigo (sin ningún control, enmalezado todo el ciclo)
- 6.- Glifosato + Pendimetalina + 2,4-D
- 7.- Hexazinona + Diuron + 2,4-D
- 8.- Ametrina + Diuron + 2,4-D
- 9.- Glifosato + Alaclor + 2,4-D
- 10.- Glifosato + 2,4-D.

#### 6.2.1. Tamaño de la unidad experimental:

Se tomó por unidad experimental 6 surcos de 10 metros de largo con una distancia entre surcos de 1.50 metros para hacer una area de 75 metros cuadrados. Las unidades experimentales dentro de cada bloque quedaron en forma continua dejando en la primera y en la última un espacio de 1.50 metros para contrarrestar el efecto de bordes y cabeceras.

Véase Figura 10 (Anexos página 64).

Los bloques fueron trazados en forma perpendicular a la pendiente del terreno, dejando un surco muerto entre cada bloque. El area total del experimento fue de 3,244.5 metros cuadrados.

#### 6.2.2. Modelo Estadístico:

$$Y_{ij} = \bar{0} + \bar{\tau}_i + T_j + E_{ij}$$

donde:

$Y_{ij}$  = Variable respuesta observada en el bloque  $i$  con tratamiento  $j$ .



$\bar{\mu}$  = Efecto de la media general

$\bar{\mu}_i$  = Efecto de la i-ésima repetición.

$T_j$  = Efecto del j-ésimo tratamiento

$E_{ij}$  = Error Experimental asociado a la ij-ésima unidad experimental.

### 6.3. Manejo del experimento:

#### 6.3.1. Preparación del terreno:

- Un paso de arado
- Dos pasadas de rastra
- Surqueo a 1 pie de profundidad y 1.5 metros entre cada surco
- La siembra se realizó posteriormente utilizando el sistema paqueteado, siendo éste un sistema de siembra introducido de Colombia el cual consiste básicamente en lo siguiente:
- Al tener el surqueo, se colocan estacas a cada 8.4 metros de distancia. Esto se realiza en el primer surco y se repite la operación a cada 15 surcos
- En cada uno de los espacios de 8.4 metros deberá distribuirse la semilla (secciones de tallo) que conforma un paquete. Es decir que el vehículo que reparte la semilla, encontrará en la orilla de la calle, en la primer estaca, una etiqueta con el número de paquetes que deberá dejar, éste número es igual al número de

estacas que hay en ese surco multiplicado por 15.

-Posteriormente los sembradores agarran los paquetes y colocan la semilla en su sitio correspondiente.

6.3.2. Variedad utilizada: CP-722086

6.3.3. Aplicación de los tratamientos:

Las diferentes mezclas se aplicaron en post-emergencia temprana de la maleza, con una altura menor o igual a 5 centímetros. La limpia manual se realizó en base al criterio utilizado en la finca respecto al momento de controlar la maleza con el método de la limpia manual.

6.3.4. Variables de respuesta:

-Altura a la primera lígula

-Largo de los entrenudos

-Diámetro

-Rendimiento de la caña en toneladas/Hectárea y Kilogramos de azúcar por tonelada.

-Tiempo desde la aplicación hasta que existiera el 50 % de cobertura.

6.3.4.1. Altura:

Midiendo desde el suelo hasta la última lígula.

Para poder realizar ésta medición fue necesario seleccionar 20 plantas dentro de cada parcela de la siguiente manera:

-Se tomaron los 2 surcos del centro dejando 2 surcos de cada lado.

-En los extremos de los surcos dentro de cada parcela se dejó un borde de 1 metro.

-En cada uno de los 2 surcos seleccionados se eligieron al azar 10 tallos colocándoles un identificador de Nylon para realizar las mediciones a los mismos en cada oportunidad.

#### 6.3.4.2. Largo de entrenudos:

Esta se realizó midiendo tres entrenudos de la parte media del tallo, obteniendo al final la media aritmética para cada uno de los tallos seleccionados.

#### 6.3.4.3. Diámetro:

Para realizar esta medición se utilizó un vernier, obteniendo la lectura directa para cada uno de los tallos seleccionados.

Para la medición tanto de la altura como largo de entrenudos se usó un metro de metal.

#### 6.3.4.4. Producción en Toneladas de caña/Ha.

Para medir la producción en toneladas de caña por Hectárea y en Kilogramos de azúcar por tonelada fue necesario esperar que la caña estuviera lista para su cosecha. Por ser ésta una variedad temprana fue a los 9 meses de sembrada.

COMUNIDAD DE LA CIUDAD DE SAN CARLOS DE GUAYAMA

Se cosecharon los dos surcos en los que se seleccionaron los 20 tallos para hacer las lecturas de altura, largo de entrenudos y diámetro, que hacen un area de 24 metros cuadrados. El peso de la caña cosechada en la parcela neta se determinó por medio de una báscula portátil tipo Romana.

#### 6.3.4.5. Rendimiento en Kilogramos de azúcar por tonelada:

En uno de los dos surcos seleccionados se cosechó 1.5 metros cuadrados para formar la muestra que se envió al laboratorio del Ingenio Madre Tierra, ésta muestra se pesó y posteriormente se sumó al resto de la caña para determinar la producción en toneladas/ Ha.

#### 6.3.4.6. Tiempo desde la aplicación hasta que existiera el 50 % de cobertura:

Para determinar los días de control de malezas de cada una de las mezclas evaluadas, se visitó el area de estudio cada semana anotando las observaciones respectivas. Cuando las mezclas de herbicidas dejaron de funcionar, es decir que se dió el aparecimiento de malezas, a tal punto en el que de acuerdo a el departamento de control de malezas del Ingenio Madre Tierra, debe realizarse el control de las mismas, se determinó la cobertura, utilizando un marco de 1 metro cuadrado y el porcentaje determinado fue el 50%.

#### 6.3.4.7. Recursos:

##### A) Humanos:

-2 fumigadores

-Mayordomo de campo de la finca

-Tractorista.

-Jefe del departamento de control de malezas del Ingenio

## B) Insumos:

- 2 bombas de mochila de 4 galones
- 2 recipientes (cubetas graduadas en litros)
- Herbicidas
- Area sembrada con la variedad CP-722086
- Balanza analítica del laboratorio del Ingenio
- Probeta
- Tractor
- 1 cilindro con agua (7 toneles)
- Vehículo
- Calculadora
- Computadora.

## 6.3.4.8. Análisis de la información:

## A) Análisis Económico:

El objetivo principal de éste análisis fue encontrar la tasa marginal de retorno, mediante un análisis de presupuestos parciales.

## B) Análisis Estadístico:

- a) -Análisis de varianza para cada una de las variables cuantitativas.
- b) -Prueba de Tukey para aquellas variables que presentaron diferencias significativas entre tratamientos
- c) -Correlaciones:
  - altura de plantas vrs. rendimiento (Kgs. azúcar/ton. de caña)
  - diámetro vrs. rendimiento
  - largo de entrenudos vrs. rendimiento

- altura de plantas vrs. producción (Ton/Ha)
  - largo de entrenudos vrs. producción
  - diámetro vrs. producción
-

## 7. PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS

## 7.1.- Efectividad de control de malezas:

Pudo comprobarse que las ocho mezclas evaluadas son efectivas para el control de las diferentes especies de malezas presentes en el area de estudio, sin embargo es importante considerar que la residualidad de las mismas es diferente, ya que difieren en los días de control que cada una ejerce sobre las malezas, algunas mezclas causaron daño al cultivo, conllevando a obtener diferente producción en toneladas de caña por Hectárea para cada uno de los tratamientos evaluados. En el cuadro 1 se aprecian los días de control de cada una de las mezclas.

Cuadro 1 Dosis de i.a. por Ha. utilizadas y los respectivos días que cada una de las mezclas evaluadas controla la maleza. Finca Camantulul 1,994.

No.	Tratamiento	Dosis Por Hectarea	Dias De Control
1	Terbutrina + 2,4-D	2,500 gr + 1080 gr	60
2	Limpia Manual	-----	18
3	Paraquat+Diuron+Pendimetalina+2,4-D	300gr+150gr+1000gr+1080gr	20
4	Ametrina + Atrazina + 2,4-D	1273 gr + 1432 gr + 1080gr	30
5	Testigo	-----	-----
6	Glifosato + Pendimetalina + 2,4-D	538 gr + 1000 gr + 1080 gr	40
7	Hexazinona + Diuron + 2,4-D	369 gr + 1250 gr + 1080 gr	60
8	Ametrina + Diuron + 2,4-D	1273 gr + 1250 gr + 1080gr	35
9	Glifosato + Alaclor + 2,4-D	538 gr + 1920 gr + 1080 gr	25
10	Glifosato + 2,4-D	538 gr + 1080 gr	25

Los días que cada una de las mezclas evaluadas controló la maleza permitió determinar el costo por día de control. Si todas las mezclas evaluadas hubiesen ejercido el mismo efecto sobre el crecimiento y desarrollo del cultivo y por consiguiente sobre la producción en toneladas de caña por Hectárea, se hubiese podido recomendar aquel tratamiento con un costo por día de control menor, sin embargo, algunos tratamientos sí produjeron efecto negativo en el crecimiento y desarrollo del cultivo por lo que la producción obtenida con cada uno de ellos fue diferente, creando la necesidad de realizar otro tipo de análisis que permita tener un mejor criterio en la toma de decisiones para controlar malezas. En el cuadro 2 se presentan los costos determinados a partir del costo de los herbicidas que componen las mezclas evaluadas, puestos en el lugar en donde se llevó a cabo el estudio.

Cuadro 2 Costo por aplicación por hectarea y costo por día de control por Hectarea de cada una de las mezclas. Finca Camantulul 1,994.

No.	Tratamiento	Costo Aplicación Por Hectarea			Costo Por Día Control
		Herbici.	Mano O.	Total	
1	Terbutrina + 2,4-D	231.85	22.40	254.25	4.24
2	Limpia Manual	0.00	179.20	179.20	9.96
3	Paraquat+Diuron+Pendimetalina+2,4-D	165.14	22.40	187.54	9.38
4	Ametrina + Atrazina + 2,4-D	149.23	22.40	171.63	5.72
5	Testigo	0.00	0.00	0.00	0.00
6	Glifosato + Pendimetalina + 2,4-D	188.54	22.40	210.94	5.27
7	Hexazinona + Diuron + 2,4-D	202.13	22.40	224.53	3.74
8	Ametrina + Diuron + 2,4-D	124.97	22.40	147.37	4.21
9	Glifosato + Alaclor + 2,4-D	189.60	22.40	212.00	8.48
10	Glifosato + 2,4-D	90.60	22.40	113.00	4.52



## 7.2.- Producción de caña de azúcar (ton/Ha)

En el cuadro 3 se presentan los resultados obtenidos en toneladas por Hectárea de caña para cada uno de los tratamientos evaluados. La producción mas alta se obtuvo con el tratamiento correspondiente a ametrina + atrazina + 2,4-D, seguido de ametrina + diuron + 2,4-D, hasta llegar al tratamiento con el cual se obtuvo la más baja producción, que corresponde a glifosato + alaclor + 2,4-D. Puede observarse además que los 3 tratamientos químicos conteniendo glifosato dieron como resultado una producción más baja que la que se obtuvo con el testigo que estuvo enmalezado todo el ciclo.

Cuadro 3 Rendimiento en Toneladas / Ha. de Caña de Azúcar.  
Finca Camantulul 1,994.

No.	Tratamiento	Bloques			Media
		I	II	III	
1	Terbutrina + 2,4-D	60.42	70.52	47.60	59.51
2	Limpia Manual	77.81	53.96	53.23	61.67
3	Paraquat+Diuron+Pendimetalina+2,4-D	40.52	65.83	26.56	44.30
4	Ametrina + Atrazina + 2,4-D	82.60	56.35	54.79	64.58
5	Testigo	34.86	32.39	38.44	35.23
6	Glifosato + Pendimetalina + 2,4-D	23.33	24.89	13.54	20.59
7	Hexazinona + Diuron + 2,4-D	59.89	47.29	44.37	50.52
8	Ametrina + Diuron + 2,4-D	80.00	67.92	45.42	64.45
9	Glifosato + Alaclor + 2,4-D	15.73	25.10	16.04	18.96
10	Glifosato + 2,4-D	53.85	28.44	13.75	32.01

El análisis de varianza determinó diferencias altamente significativas entre bloques así también entre tratamientos (cuadro 4). Mediante la prueba de tukey se pudo determinar que las tres mezclas conteniendo Glifosato se comportaron diferente a los otros tratamientos en relación a la producción en toneladas de caña por Hectárea.

Como se puede observar en el cuadro No. 5 el tratamiento que presentó mejores resultados fue Ametrina + Atrazina + 2,4-D, Dicho tratamiento superó incluso a la limpia manual, debiéndose probablemente a que con las labores de limpia se cortan algunos tallos, principalmente cuando malezas del tipo gramíneas nacen y crecen muy cerca de la cepa. Otro tratamiento que presentó muy buenos resultados fue Ametrina + Diuron + 2,4-D, dando aproximadamente la misma producción en ton/Ha. Seguidamente se encuentran los tratamientos correspondientes a la limpia manual, terbutrina + 2,4-D.

Cuadro 4 Componentes de Varianza De La Producción en Toneladas/Ha. de Caña de Azúcar Fina Camantulul 1,994.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.
Bloques	2	1,601.371	800.686	6.994 **
Tratamientos	9	8,456.781	939.642	8.208 **
Error	18	2,060.598	114.478	
Total	29	12118.75		

C.V. = 23.6811 %

\*\* = Alta Significancia al 1 % de probabilidad

En el cuadro 5 se puede apreciar que los tratamientos que contienen Glifosato, incluyendo al testigo, son diferentes a los otros tratamientos en relación a la producción en toneladas de caña por Hectárea, y entre los tratamientos, en los cuales no existieron diferencias significativas, desde el punto de vista estadístico, se observan algunas diferencias importantes desde el punto de vista económico.

Puede observarse que la producción obtenida con el tratamiento Ametrina + Atrazina + 2,4-D fue de 64.58 toneladas por Hectárea, mientras que para el tratamiento Paraquat + Diuron + Pendimetalina + 2,4-D fue de 44.30 toneladas por Hectárea.

Cuadro 5 Comparación de Medias de Producción en Ton./Ha. de Caña de de Azúcar Finca Camantulul 1,994.

Tratamiento	$\bar{X}$	Nivel de Significancia 0.01%
Ametrina + Atrazina + 2,4-D	64.58	a
Ametrina + Diuron + 2,4-D	64.45	ab
Limpia Manual	61.67	abc
Terbutrina + 2,4-D	59.51	abod
Hexazinona + Diuron + 2,4-D	50.52	abode
Paraquat+Diuron+Pendimetalina+2,4-D	44.30	abodef
Testigo	35.23	efg
Glifosato + 2,4-D	32.01	efgh
Glifosato + Pendimetalina + 2,4-D	20.59	ghi
Glifosato + Alaclor + 2,4-D	18.96	ghij

Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales

### 7.3.- Sobre el daño al cultivo:

Los principales síntomas de daño causado por las mezclas fueron observados en aquellos tratamientos conteniendo glifosato. Daños principales fueron el achaparramiento (falta de crecimiento y desarrollo), algunos focos con amacollamiento excesivo, en otros baja población como consecuencia de la muerte del cultivo, dando lugar a un crecimiento más vigoroso de las malezas, número considerable de lalas (lo que en la zona comúnmente llaman mal de la piña) y otros.

En el cuadro No.3 puede observarse que con la utilización de glifosato + alaclor, se obtuvo un 65 % menos en rendimiento en relación al testigo (enmalezado todo el ciclo). Estas diferencias se aprecian mejor en la figura 1 (Anexos pág. 58)

El tratamiento correspondiente a paraquat + diuron + pendimetalina, produjo algunos síntomas similares como por ejemplo achaparramiento, con la diferencia que éste achaparramiento fue superado por el cultivo, es decir, después de la segunda aplicación se observó la muerte de tejidos fotosintéticos. Posteriormente la planta produjo nuevos tejidos (nuevos brotes), superando favorablemente el daño causado, obteniéndose al final una baja del rendimiento del 12 % en relación al testigo.

En cuanto al tratamiento químico que mostró ser menos dañino al cultivo fue Ametrina + Atrazina + 2,4-D, observándose un crecimiento y desarrollo normal, obteniéndose al final, en relación a los otros tratamientos, la más alta producción en toneladas de caña por hectárea.

7.4. Sobre el diámetro, altura de plantas y largo de entrenudos:

En lo que respecta al diámetro de plantas no existieron diferencias significativas tanto entre bloques como entre tratamientos tal y como se puede apreciar en el cuadro No. 6, figura 6 (Anexos pág. 63) por lo que las ocho mezclas evaluadas no ejercieron ningún efecto sobre esta variable.

Cuadro 6 Componentes de Varianza del Diametro de Plantas en cms.  
Finca Camantulul 1,994.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.
Bloques	2	0.446350	0.223	1.353 N.S.
Tratamientos	9	2.107086	0.234	1.420 N.S.
Error	18	2.968445	0.165	
Total	29	5.521881		

C.V. = 14.8789 %

N.S. = No Significativo

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
BIBLIOTECA

En relación a la altura de plantas pudo comprobarse que a los 30 días después de la siembra no existieron diferencias significativas entre tratamientos, únicamente entre bloques. Lo que indica que sí existió algún tipo de efecto influenciado por los bloques Cuadro 7, Figura 3 (Anexos pág. 60). Esto se debió a que la primera aplicación se realizó en preemergencia del cultivo y en postemergencia temprana de la maleza, bajo estas condiciones las ocho mezclas no produjeron resultados negativos en el crecimiento del cultivo. Sin embargo al momento de la cosecha los resultados presentaron diferencias altamente significativas entre bloques así como entre tratamientos, de aquí que una vez halla germinado el cultivo, la segunda aplicación, para algunos de los tratamientos produjo resultados negativos. Figura 4 (Anexos pág. 61).

Cuadro 7 Componentes de Varianza De Altura de Planta 30 días despues de la primera aplicación. Finca Camantulul 1,994.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.
Bloques	2	44.7168	22.358	3.388 **
Tratamientos	9	111.1475	12.350	1.872 N.S.
Error	18	118.7700	6.598	
Total	29	274.6343		

C.V. = 15.8694 %

\*\* = Alta Significancia al 1% de Probabilidad

N.S. = No Significativo

En el cuadro 8 se presentan los componentes de varianza de altura de plantas en cms. presentando alta significancia tanto entre bloques como entre tratamientos, de aquí que por lo menos una de las mezclas evaluadas produjo algún tipo de efecto sobre el crecimiento del cultivo.

Cuadro 8 Componentes de Varianza de la Altura de Plantas en cms.  
Finca Camantulul 1,994.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.
Bloques	2	6,251.750	3,125.875	12.909 **
Tratamientos	9	68,349.500	7,594.389	31.364 **
Error	18	4,358.500	242.139	
Total	29	78,959.750		

C.V. = 11.5634 %

\*\* = Alta Significancia al 1 % de probabilidad

Una comparación de medias de altura de plantas permitió determinar que el tratamiento con el cuál se obtuvo el mayor crecimiento fue ametrina + atrazina + 2,4-D, y por el contrario el tratamiento que más afectó el crecimiento fue glifosato + pendimetalina. Puede apreciarse en el cuadro 9 que los primeros 7 tratamientos son estadísticamente iguales, sin embargo con fines de alcanzar una mayor producción estas diferencias son importantes, ya que de acuerdo al análisis realizado, existe alta correlación positiva entre altura de plantas vrs. producción en toneladas por Ha.

Cuadro 9 Comparación de Medias de Altura de Plantas en cms.  
Finca Camantulul 1,994.

Tratamiento	$\bar{X}$	Nivel de Significancia 0.01%
Ametrina + Atrazina + 2,4-D	185.57	a
Limpia Manual	183.77	ab
Ametrina + Diuron + 2,4-D	182.47	abc
Terbutrina + 2,4-D	179.90	abod
Hexazinona + Diuron + 2,4-D	171.27	abode
Testigo	140.32	abodef
Paraquat+Diuron+ Pendimetalina + 2,4-D	132.70	abodefg
Glifosato + Alaclor + 2,4-D	89.43	fgh
Glifosato + 2,4-D	86.03	fghi
Glifosato + Pendimetalina + 2,4-D	86.03	fghij

Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales



El largo promedio de entrenudos presentó diferencias altamente significativas tanto entre bloques como entre tratamientos véase cuadro No. 10 figura 5 (Anexos pág. 62), mediante una comparación de medias se pudo determinar que los tratamientos que afectaron esta variable fueron los que contienen Glifosato, los otros tratamientos no presentaron diferencias desde el punto de vista estadístico. (cuadro 11)

Cuadro 10 Componentes de Varianza Del Largo de Entrenudos.  
Finca Camantulul 1,994.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.
Bloques	2	18.1169	9.058	9.887 **
Tratamientos	9	157.0271	17.447	19.044 **
Error	18	16.4912	0.916	
Total	29	191.6352		

C.V. = 9.6788

\*\* = Alta Significancia al 1 % de probabilidad

En el cuadro 11 se presenta la comparación de las medias largo de entrenudos en donde el tratamiento correspondiente a la limpia manual, produjo el promedio mayor, seguido por ametrina + atrazina. Por el contrario el menor promedio correspondió al tratamiento glifosato + alaclor + 2,4-D.

Cuadro 11 Comparación de Medias de Largo de Entrenudos.  
Finoa Camantulul 1,994.

Tratamiento	$\bar{X}$	Nivel de Significancia 0.01%
Limpia Manual	13.14	a
Ametrina + Atrazina + 2,4-D	11.94	ab
Ametrina + Diuron + 2,4-D	11.62	abc
Testigo	11.40	abod
Terbutrina + 2,4-D	10.96	abode
Hexazinona + Diuron + 2,4-D	10.58	abodef
Paraquat+Diuron+ Pendimetalina + 2,4-D	8.98	abcdefg
Glifosato + 2,4-D	7.26	fgh
Glifosato + Pendimetalina + 2,4-D	6.58	fghi
Glifosato + Alaclor + 2,4-D	6.44	fghij

Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales

7.5. Sobre el rendimiento en Kilogramos de azúcar por tonelada de caña:

De acuerdo al análisis de varianza (cuadro 12), no existen diferencias significativas entre bloques así como entre tratamientos. Sin embargo, se debe de tener presente que una libra mas de azúcar por tonelada que se logre alcanzar con una determinada mezcla puede contribuir a que se recomiende el uso de la misma, por lo que en el cuadro 13 se presentan los resultados de las medias del rendimiento para cada uno de los tratamientos en donde se aprecian diferencias muy importantes bajo del punto de vista económico y tomando en cuenta la cantidad de toneladas de caña molidas por zafra a nivel nacional. Véase Figura 2 (Anexos pág. 59).

Cuadro 12 Componentes de Varianza Del Rendimiento en Kg de Azúcar/Ton. De Caña Fina Camantulul 1,994.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.
Bloques	2	130.1875	65.094	0.783 NS
Tratamientos	9	306.0938	34.010	0.409 NS
Error	18	1,497.0000	83.167	
Total	29	1,933.2813		

C.V. = 8.5659 %

N.S. = No Significativo al 1% de Probabilidad

Dada la importancia que tiene la variable Kilogramos de azúcar por tonelada de caña, en el cuadro 13 se presentan las medias del rendimiento. Aunque el análisis de varianza no determinó diferencias significativas, se observan algunas diferencias al azar, sin descartarse por completo la posibilidad, que algunos de los productos químicos evaluados, ejerza algún efecto negativo sobre ésta variable.

Cuadro 13 Medias del Rendimiento en Kgs. de azúcar por tonelada de caña.  
Finca Camantulul 1,994.

No.	Tratamiento	Medias Del Rendimiento En Kgs. De Azucar Por Tonelada
1	Terbutrina + 2,4-D	106.61
2	Limpia Manual	109.20
3	Paraquat+Diuron+Pendimetalina + 2,4-D	101.92
4	Ametrina + Atrazina + 2,4-D	107.72
5	Testigo	108.04
6	Glifosato + Pendimetalina + 2,4-D	108.96
7	Hexazinona + Diuron + 2,4-D	110.92
8	Ametrina + Diuron + 2,4-D	100.03
9	Glifosato + Alaclor + 2,4-D	106.29
10	Glifosato + 2,4-D	104.96

### 7.6. Sobre el análisis económico:

En el cuadro 14 se puede ver que el tratamiento que produjo la más alta Tasa Marginal de Retorno fue el testigo, sin embargo para llegar a una conclusión en base a un análisis de este tipo se deben de considerar otros aspectos muy importantes como los problemas que presenta un cañal al momento de la cosecha, cuando está totalmente enmalezado, de acuerdo a la experiencia práctica en la empresa, se ha observado una baja en los rendimientos de corte/hombre, incremento en el riesgo a los accidentes, principalmente heridas hechas con el instrumento de corte e incrementos en el precio de la tonelada cortada, incremento en la cantidad de materiales extraños que ingresan a la fábrica como basura que entra sin azúcar y sale dulce bajando los rendimientos en Kilogramos de azúcar por tonelada de caña molida etc.

Por todo lo anterior, es importante considerar el tratamiento que le sigue, que además de tener limpio el cañal da como resultado la más alta Tasa Marginal de Retorno de todos los tratamientos químicos evaluados, dicho tratamiento corresponde a Ametrina + Atrazina + 2,4-D.

Cuadro 14 Valores de la Tasa Marginal de Retorno en %  
Finoa Camantulul 1,994.

No.	Tratamiento	Tasa Marginal De Retorno	%
4	Ametrina + Atrazina + 2,4-D	4.67	467.00
8	Ametrina + Diuron + 2,4-D	2.01	201.00
7	Hexazinona + Diuron + 2,4-D	2.44	244.00
3	Paraquat+Diuron+Pendimetalina+2,4-D	0.36	36.00
5	Testigo	8.05	805.00
6	Glifosato + Pendimetalina + 2,4-D	2.74	274.00
9	Glifosato + Alaolol + 2,4-D		

En el cuadro anterior se puede observar que el tratamiento correspondiente a la limpia manual no aparece, esto se debe a que resultó ser uno de los tratamientos dominados en el análisis de dominancia realizado para obtener al final solamente aquellos tratamientos que resultaron ser no dominados, es decir los que aparecen en el cuadro 14.

Dentro de las razones por las que el tratamiento correspondiente a la limpia manual no resultó ser el mejor se puede mencionar:

- a) La frecuencia con que tiene que realizarse
- b) El costo que representa cada limpia manual

Esto hace que el costo de producción con éste método sea alto, sin que exista un incremento significativo en la producción.

#### 7.7. Sobre el análisis de correlación

En este análisis se pudo comprobar que existe correlación positiva entre altura de plantas vrs. producción y largo de entrenudos vrs. producción, no así para diámetro de plantas vrs. producción. Esta misma tendencia se presentó en el análisis de varianza, en donde se obtuvieron diferencias altamente significativas para las variables altura de plantas y largo de entrenudos. El diámetro de plantas no presentó diferencias significativas. En relación al rendimiento en Kilogramos de azúcar por tonelada de caña no existo correlación, entre ésta y las demás variables consideradas, (altura de plantas, largo de entrenudos y diámetro de plantas).

## 7.8. Sobre las malezas observadas:

Las malezas encontradas en el testigo fueron:

Rottboellia cochinchinensis (caminadora)

Phyllanthus niruri (flor escondida)

Desmodium sp. (frijolillo)

Ipomoea sp. (vejuco)

Cassia sp. (mania)

Ageratum conyzoides (mejorana)

Commelina sp. (pasto de conejo)

Euphorbia hypericifolia (golondrina)

Euphorbia hirta (golondrina)

Euphorbia postrata (golondrina)

Crotom hirtus (flor amarilla)

## 8. CONCLUSIONES:

-Las 8 mezclas de herbicidas son efectivas para controlar malezas en el area de estudio, sin embargo, difieren en los días de control que cada una ejerce, así como en la producción obtenida con la utilización de cada una de ellas.

-Las mezclas que contienen Glifosato fueron las que afectaron al cultivo, obteniéndose al final 18.96 toneladas por Hectárea con el tratamiento correspondiente a Glifosato + Alaclor + 2,4-D, 20.59 toneladas por Hectárea con el tratamiento Glifosato + Pendimetalina + 2,4-D, y 32.01 toneladas por Hectárea con el tratamiento Glifosato + 2,4-D. En comparación con el testigo con el cuál se obtuvo 35.23 toneladas por Hectárea, y el tratamiento con el cual se obtuvo la más alta producción que fue ametrina + Atrazina + 2,4-D con 64.58 toneladas por Hectárea.

-El tratamiento que produjo la más alta Tasa Marginal de Retorno fue el testigo, con un valor de 805 %, seguido del tratamiento químico Ametrina + Atrazina + 2,4-D, con un valor de 467 %.

-Las variables altura de plantas y largo de entrenudos fueron afectadas por los tratamientos que contienen Glifosato, no así para la variable diámetro de plantas, en el que el análisis de varianza no reportó diferencias significativas entre tratamientos.



- El rendimiento en Kilogramos de azúcar por tonelada de caña no fue afectado por ninguno de los tratamientos.
- Existe correlación positiva entre las variables, altura de plantas vrs. producción, largo de entrenudos vrs. producción. No así para las variables diámetro de plantas vrs. producción. La variable Kilogramos de azúcar por tonelada de caña no tuvo relación con las variables altura de plantas, largo de entrenudos y diámetro de plantas.

## 9. RECOMENDACIONES:

En base al análisis económico, a la importancia que tiene un cañal limpio (sin malezas) al momento de la cosecha, en la importancia que tienen los subproductos de la fabricación de azúcar como la fibra (bagazo), que es un importante combustible en tal proceso y que ahora viene a cobrar más importancia con el proceso de cogeneración de energía eléctrica, puesto que es utilizado como combustible en la generación de dicha energía.

- se recomienda el uso de la mezcla Ametrina + Atrazina + 2,4-D, ya que éste tratamiento produjo la más alta producción en toneladas de caña por Hectárea, la más alta Tasa Marginal de Retorno después del testigo. Además de lograrse un cañal limpio al momento de la cosecha.
  
- No usar ninguna mezcla que contenga Glifosato, cuando el objetivo sea controlar malezas en un campo de cultivo de caña de azúcar una vez el cultivo halla germinado, pues los daños que ocasiona son importantes, bajando considerablemente la producción de caña de azúcar en toneladas por Hectárea.
  
- Realizar un estudio comparando todas la mezclas que han presentado importancia Económica en ensayos como éste.

## 10. BIBLIOGRAFIA.

- 1.- ACEITUNO JUAREZ, M.T. 1983. Estudio del control químico de malezas en caña de azúcar, (Saccharum officinarum), en el municipio de San Antonio Suchitepéquez usando seis herbicidas en 3 dosificaciones. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 43 p.
- 2.- CHAVEZ AMADO, R.R. 1977. Determinación de la época crítica de competencia de malezas-maíz (Zea maíz L.) en el parcelamiento La Máquina. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 35 p.
- 3.- FURTICK W.R.; ROMANOWSKI, R.R. 1971. Manual de métodos de investigación de maleza. México, AID. 82 p.
- 4.- GODINEZ GODINEZ, V.C. 1985. Determinación del período crítico de competencia de malezas en un cultivo de leucaena (Leucaena leucocephala Lam) de WT. bajo las condiciones de hacienda Verapaz, Tiquisate, Escuintla. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 35 p.
- 5.- HELGESON, E.A. 1957. La lucha contra las malas hierbas. Roma, FAO. 205 p.
- 6.- HUMBERT, R. 1974. El cultivo de la caña de azúcar. México, CECOSA. 719 p.
- 7.- KLINGMAN, G.C.; ASHTON, F.M. 1989. Estudio de las plantas nocivas. México, LIMUSA. 449 p.
- 8.- MARTINEZ GRAJEDA, J.C. 1988. Determinación del período crítico de interferencia malezas-caña de azúcar (Saccharum officinarum) en la unidad docente productiva Sábana Grande, Escuintla. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 55 p.
- 9.- PAZ CHAVEZ, M.V. 1989. Determinación del período crítico de interferencia de las malezas en el cultivo de la caña de azúcar (Saccharum officinarum L.) en plantía en el municipio de Siquinalá, Escuintla. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 45 p.
- 10.-RANERO CABARRUS, H.E. 1976. Determinación de la época crítica de control de malas hierbas en caña de azúcar (Saccharum officinarum) y su incidencia en el rendimiento. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 50 p.
- 11.-RODRIGUEZ ALVAREZ, H. 1975. Control de malezas en el cultivo del arroz secano (Oriza sativa L.) en el parcelamiento La Máquina. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 72 p.

- 12.-SANTOS ECHEVARRIA, N.A. 1975. Efecto del control de malezas con ametrina en plantaciones de caña de azúcar (Saccharum officinarum), bajo condiciones de la finca Sábana Grande. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 48 p.
- 13.-SIMMONS, CH.; TARANO, J.M.; PINTO, J.H. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José de Pineda Ibarra. 1000 p.
- 14.-SITUN ALVIZURES, M. 1984. Determinación del período crítico de interferencia de malezas-tomate (Lycopersicon sculentum L.) en la región de Bárcena, Villa Nueva. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 30 p.
- 15.-SOCIEDAD MEXICANA DE LA CIENCIA DE LA MALEZA. 1986. Manual de herbicidas. Mexico. v.1, 116 p.
- 16.-TUCHEZ OROZCO, J.O. 1985. Determinación del período crítico de interferencia malezas-ajonjolí (Sesamun indicum L.) en el parcelamiento La Blanca, Ocós, San Marcos. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 33 p.

*Vo. Bo. Quiam De la Roca*



11. A E X O S:

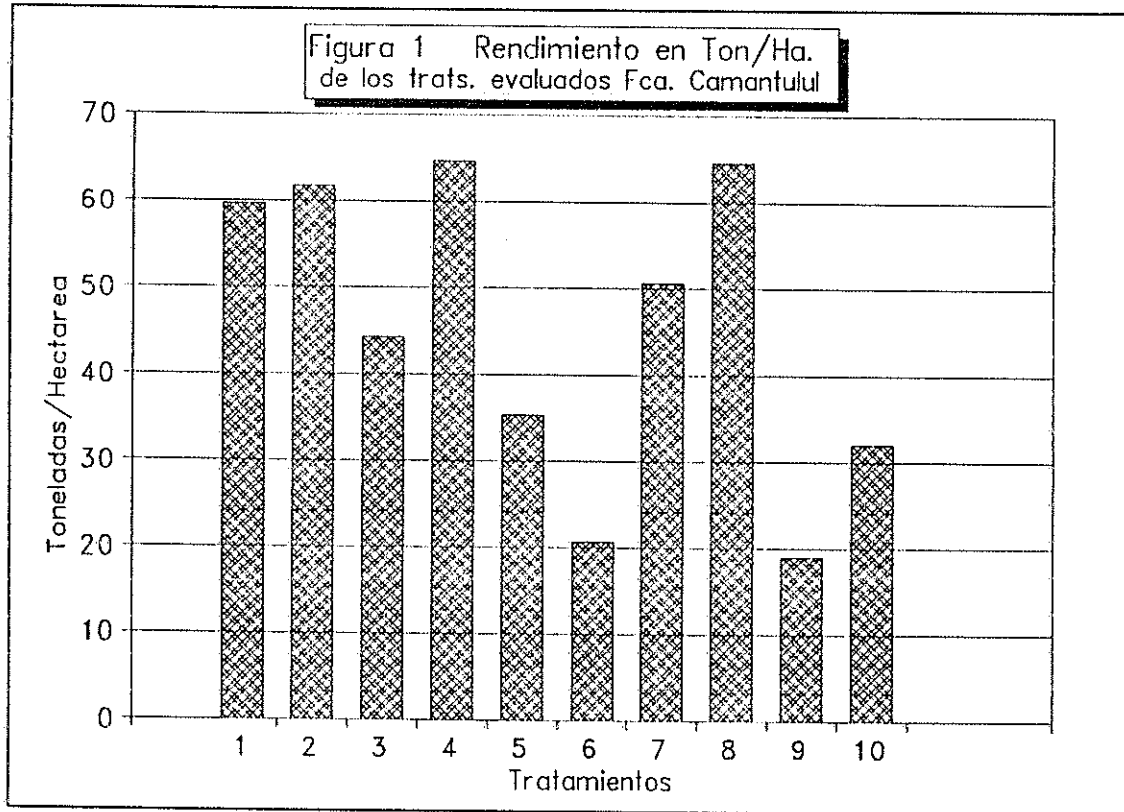


Figura 1 Rendimiento en Toneladas de Caña Por Ha. Obtenida con cada uno de los tratamientos evaluados. Finca Camantulul 1,994.

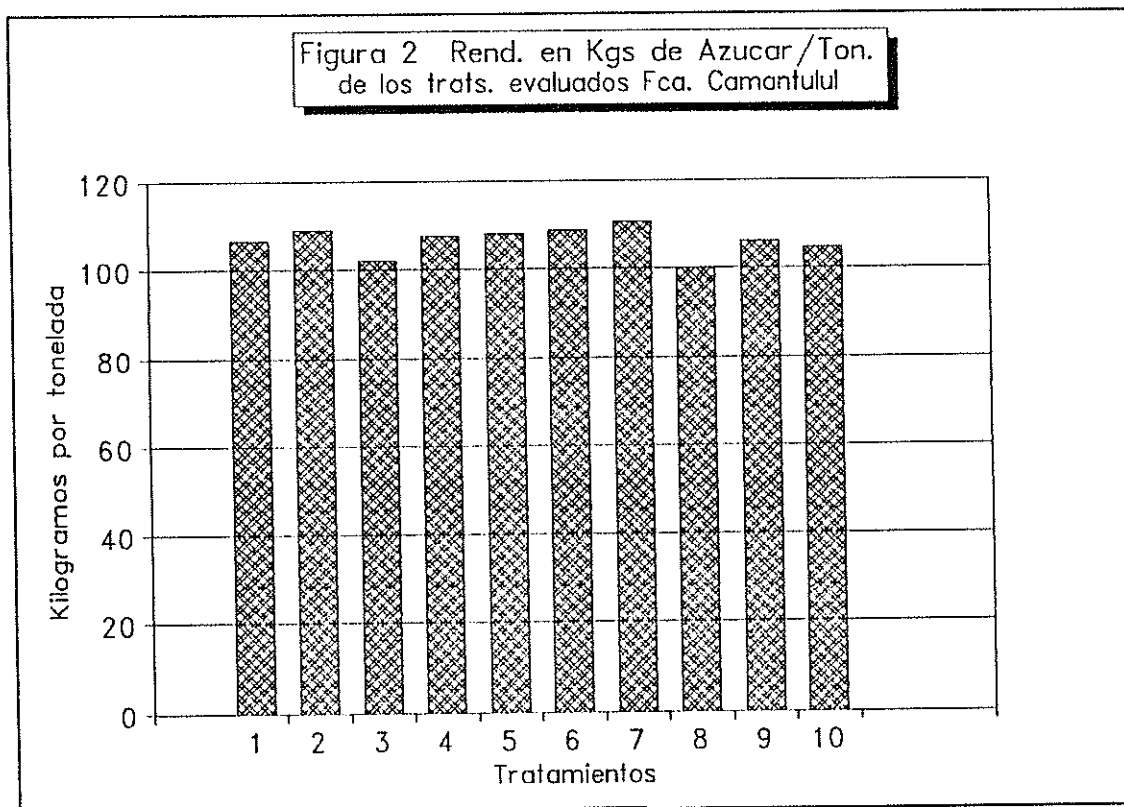


Figura 2 Rendimiento en Kgs. de Azúcar por tonelada de caña obtenido con cada uno de los tratamientos evaluados. Finca Camantulul 1,994.

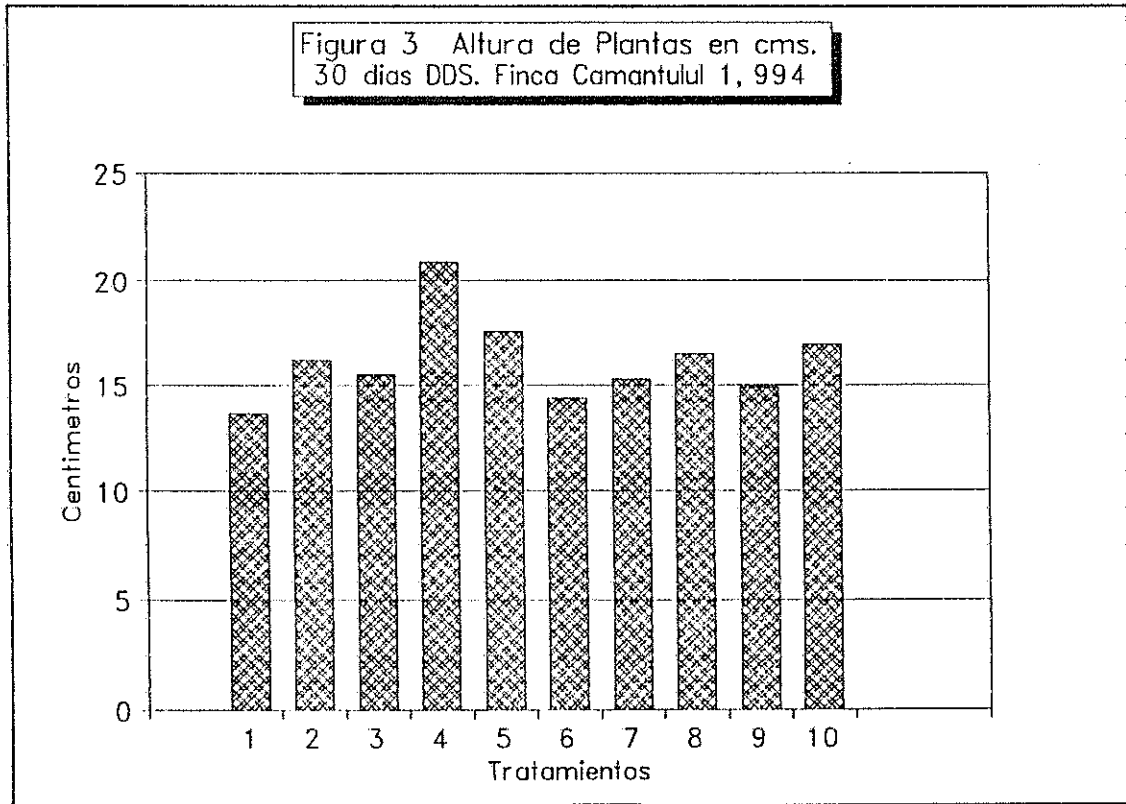


Figura 3 Altura de plantas en cms. 30 días después de la siembra.  
Finca Camantulul 1,994.



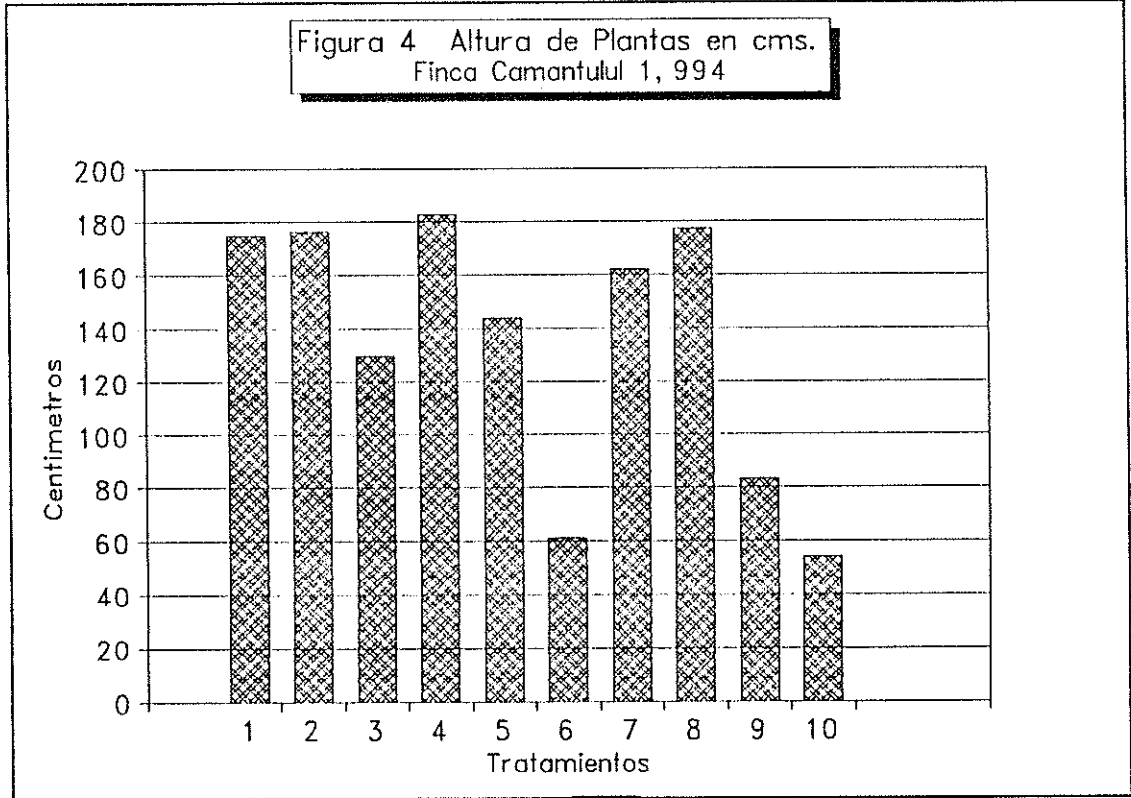


Figura 4 Altura de plantas en cms. al momento de la cosecha.  
Finca Camantulul 1,994.

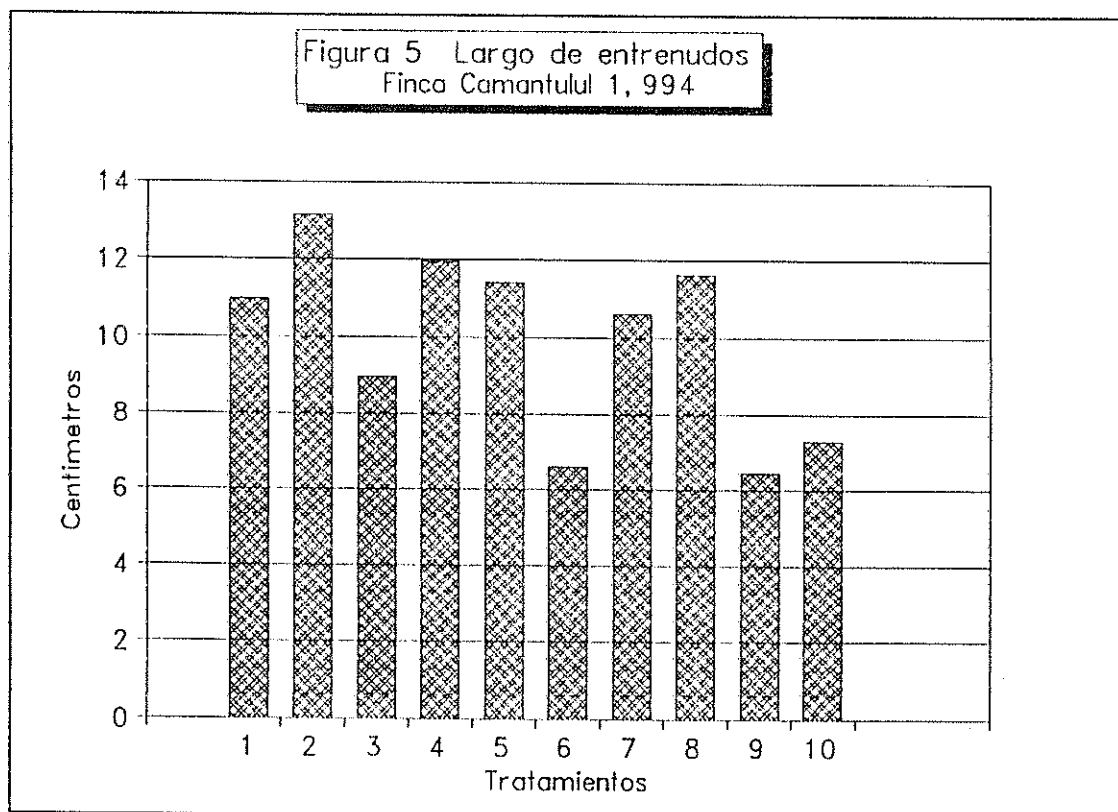


Figura 5 Largo De Entrenudos al momento de la cosecha.  
Finca Camantulul 1, 994.

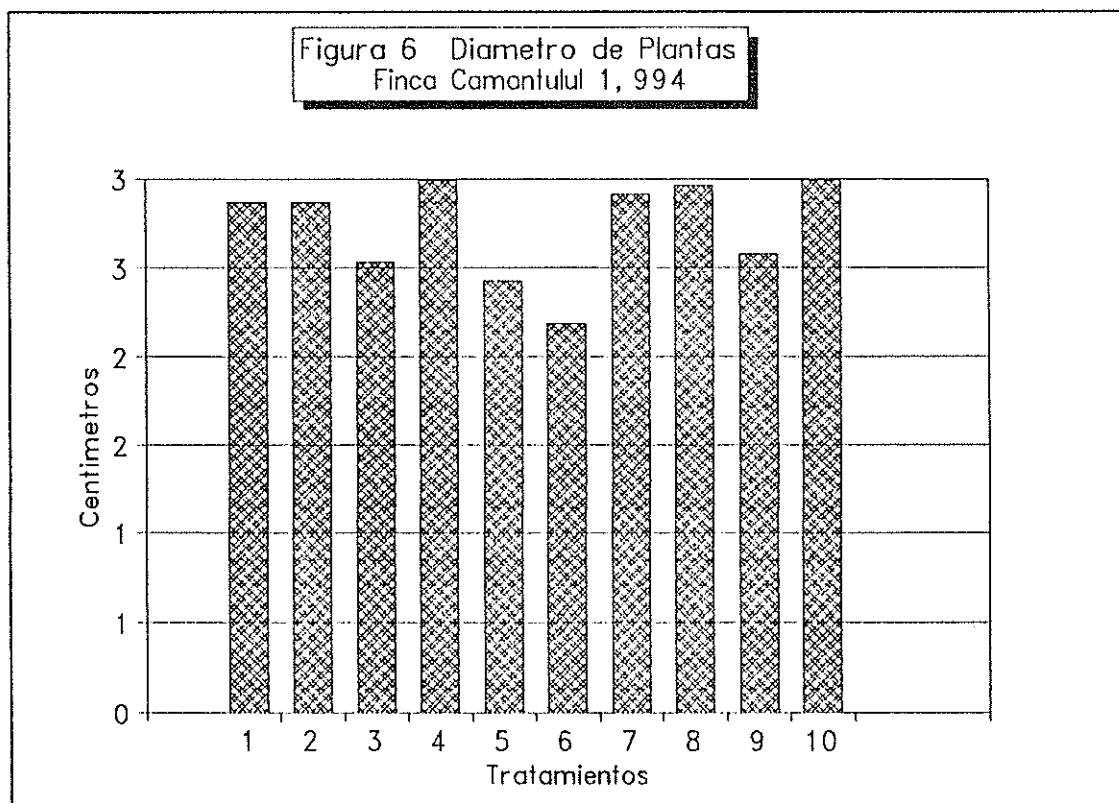


Figura 6 Diámetro de Plantas al momento de la cosecha.  
Finca Camantulul 1,994.

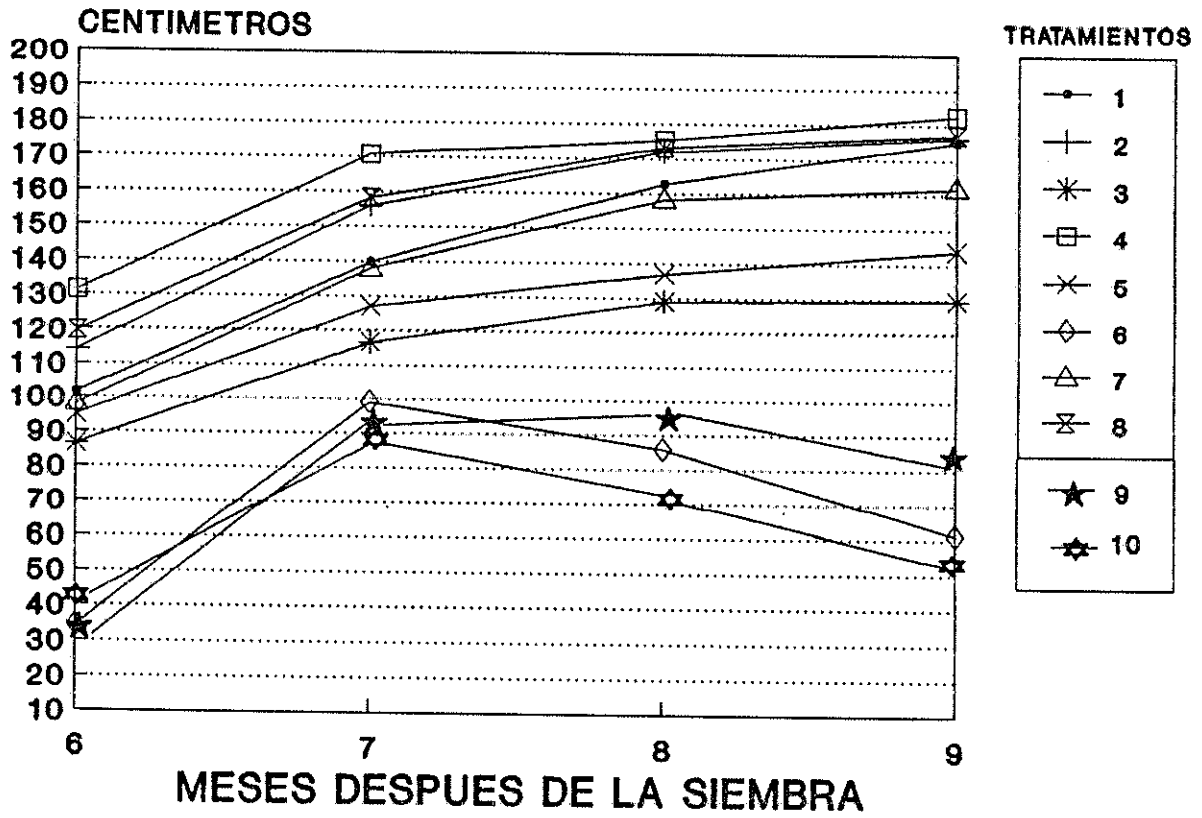
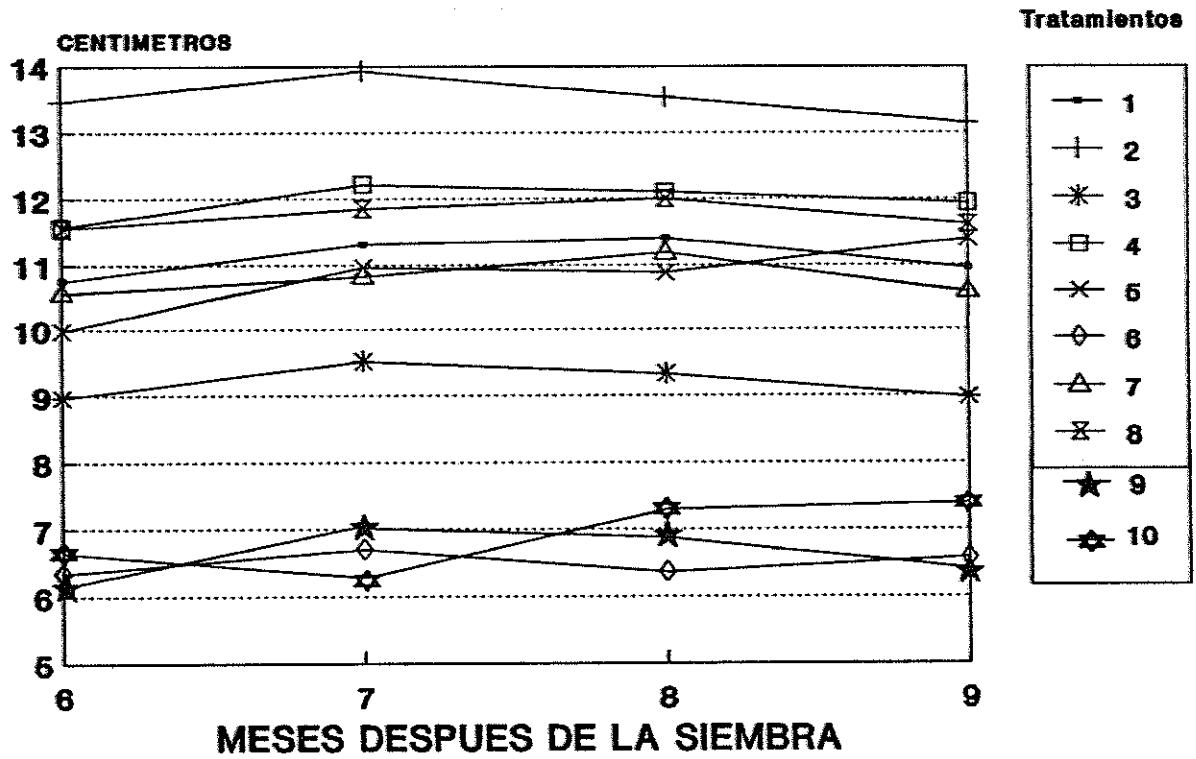


Figura 7 Comparación de medias de altura de plantas del sexto al noveno mes. Finca Camantulul 1,994.



**Figura 8** Comparación de medias de largo de entrenudos, del sexto al noveno mes, de los tratamientos evaluados. Finca Camantulul 1,994.

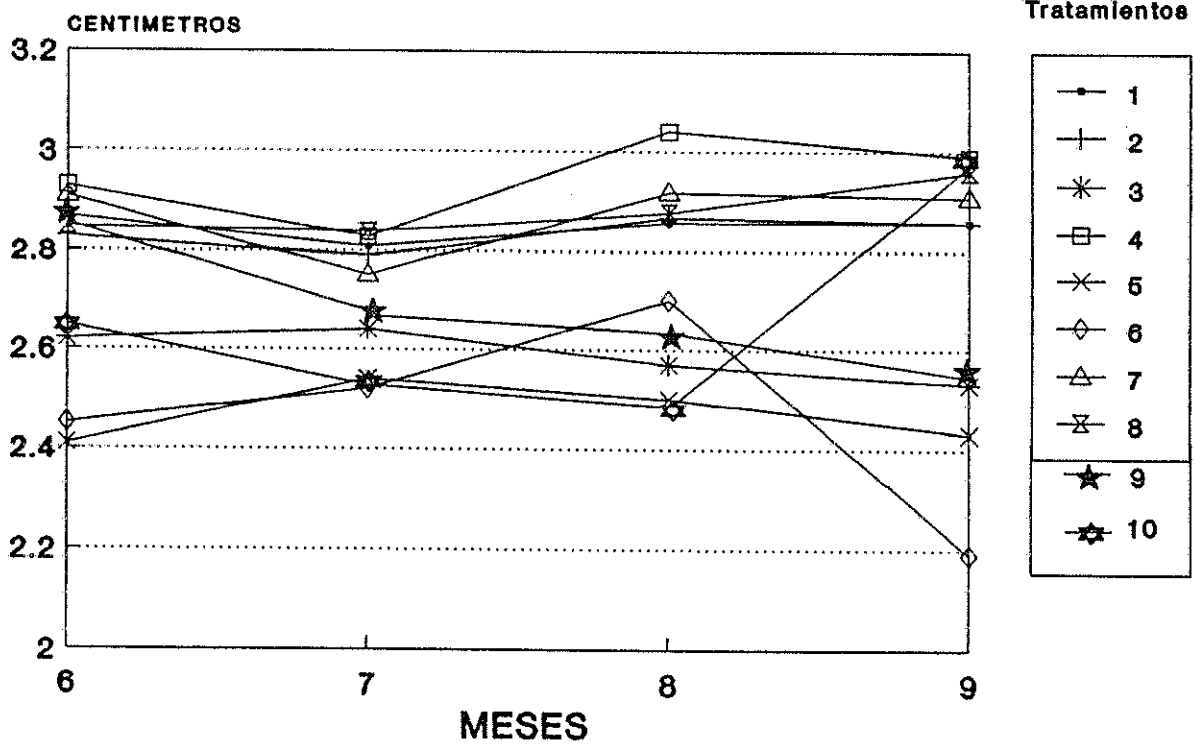


Figura 9 Comparación de medias del diámetro de plantas del sexto al noveno mes. Finca Camantulul 1,994.

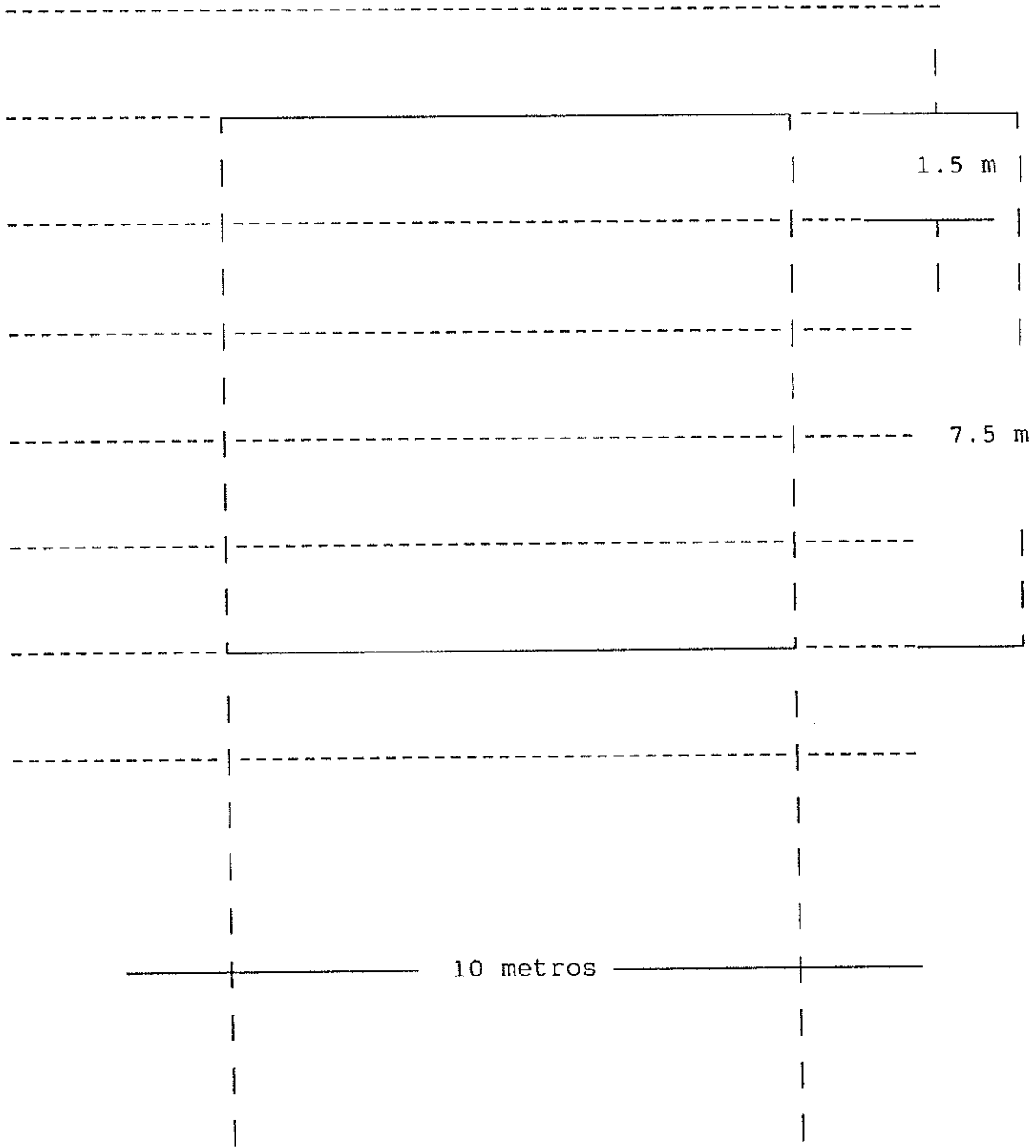


Figura 10

TAMAÑO DE LA UNIDAD EXPERIMENTAL







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

Ref. Sem.024-95

LA TESIS TITULADA: "EVALUACION DE 8 MEZCLAS DE HERBICIDAS Y SU EFECTO SOBRE  
 EL RENDIMIENTO DE LA CAÑA DE AZUCAR (Saccharum officinarum  
 L.), EN LA FINCA CAMANTULUL, DEL MUNICIPIO DE SANTA LUCIA  
 COTZUMALGUAPA, DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA"

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: JULIO REINALDO MORALES MORALES

CARNET No: 8716226

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Amanda Chacón  
 Ing. Agr. Ernesto González  
 Ing. Agr. Francisco Vásquez  
 Ing. Agr. Víctor Cabrera

El Asesor y las Autoridades de la Facultad de Agronomía, hacen constar que ha cum-  
 plido con las normas universitarias y reglamentos de la Facultad de Agronomía de la  
 Universidad de San Carlos de Guatemala.

Ing. Agr. M.Sc. Manuel Martínez  
 ASESOR



Ing. Agr. Rolando Lara Alecio  
 DIRECTOR DEL IIA.

I M P R I M A S E

Ing. Agr. Efraín Medina Guerra  
 DECANO



c.c. Control Académico  
 Archivo  
 RL/prr.

APARTADO POSTAL 1545 • 01091 GUATEMALA, C. A.

TELEFONO: 769794 • FAX: (5022) 769770

