

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

EVALUACION DE OCHO MEZCLAS DE HERBICIDAS Y SU EFECTO SOBRE EL  
RENDIMIENTO DE LA CAÑA DE AZUCAR (Saccharum officinarum L.)  
EN LA FINCA SAN BERNARDO, INGENIO CONCEPCION, ESCUINTLA.

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

TESIS  
POR  
LUIS ARTURO MENDEZ  
EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO  
INGENIERO AGRONOMO

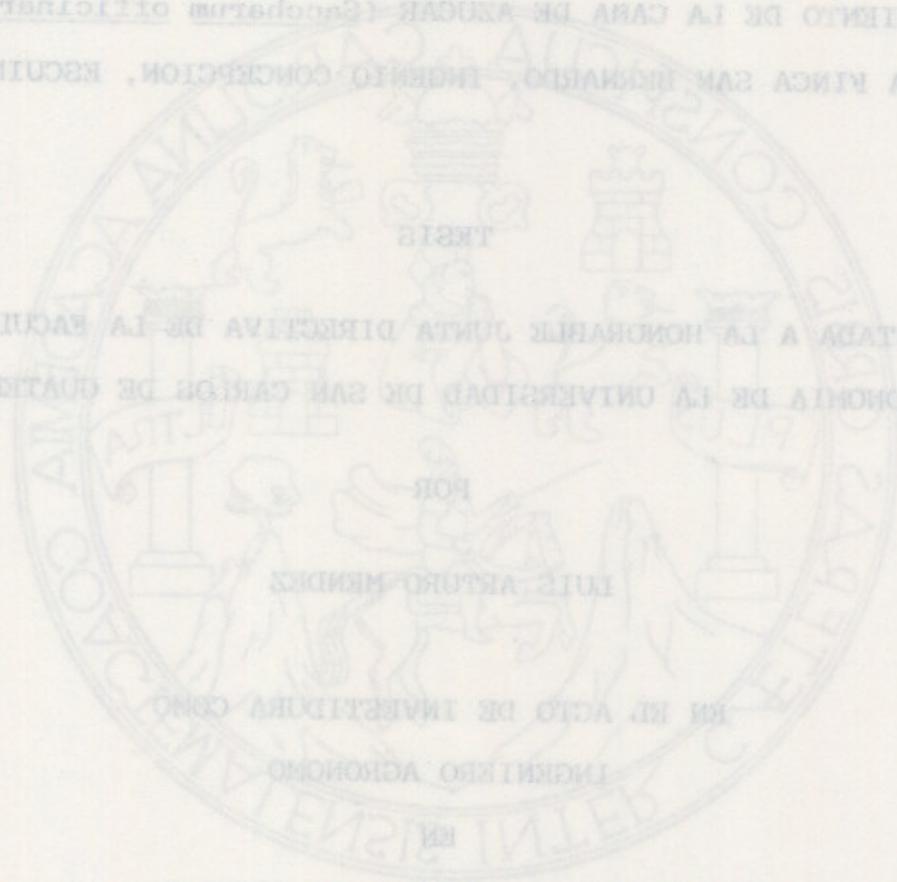
EN  
SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA  
EN EL GRADO ACADEMICO DE  
LICENCIADO

Guatemala, Septiembre de 1,994

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

EVALUACION DE OCHO MEZCLAS DE HERBICIDAS Y SU EFECTO SOBRE EL  
RENDIMIENTO DE LA CABA DE AZÚCAR (*Saccharum officinarum* L.)  
EN LA FINCA SAN BERNARDO, INGENIO CONCEPCION, ESCUINTLA.

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



TESIS

LUIS ARTURO MENDIZ

POR

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO  
INGENIERO AGRONOMO

SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA  
EN EL GRADO ACADÉMICO DE  
LICENCIADO

Guatemala, Septiembre de 1984

PROBADO DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central

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

EVALUACION DE OCHO MEZCLAS DE HERBICIDAS Y SU EFECTO SOBRE EL  
RENDIMIENTO DE LA CAÑA DE AZUCAR (*Saccharum officinarum* L.)  
EN LA FINCA SAN BERNARDO, INGENIO CONCEPCION, ESCUINTLA.

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

TESIS  
POR  
LUIS ARTURO MENDEZ

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO  
INGENIERO AGRONOMO

EN  
SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA  
EN EL GRADO ACADEMICO DE  
LICENCIADO

Guatemala, Septiembre de 1,994



DL  
01  
T(1492)

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. EFRAIN MEDINA GUERRA
VOCAL PRIMERO	Ing. Agr. MAYNOR ESTRADA ROSALES
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. WALDEMAR NUFIO REYES
VOCAL TERCERO	Ing. Agr. CARLOS ROBERTO MOTTA DE PAZ
VOCAL CUARTO	Prof. GABRIEL AMADO ROSALES
VOCAL QUINTO	Br. AUGUSTO SAUL GUERRA GUTIERREZ
SECRETARIO	Ing. Agr. MARCO ROMILIO ESTRADA MUY



Guatemala,  
Septiembre de 1,994.

HONORABLE JUNTA DIRECTIVA  
HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
PRESENTE

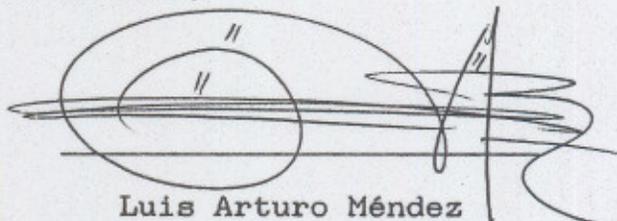
De conformidad a lo establecido en la ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado:

**"EVALUACION DE OCHO MEZCLAS DE HERBICIDAS Y SU EFECTO  
SOBRE EL RENDIMIENTO DE LA CASA DE AZUCAR  
(*Saccharum officinarum* L.) EN LA FINCA SAN  
BERNARDO, INGENIO CONCEPCION, ESCUINTLA"**

Presentándolo como requisito previo a obtener el título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola en el grado académico de Licenciado.

Sin otro particular y en espera de una resolución favorable, me suscribo de ustedes.

Atentamente,



Luis Arturo Méndez



## TESIS QUE DEDICO

- A DIOS: Divino creador que me ha permitido alcanzar un peldaño mas en la vida
- A MI MADRE: FRANCISCA ACEVEDO  
Por haberme enseñado el verdadero camino de la vida
- A MI HIJO: MARLON JOSUE MENDEZ G.  
Con mucho amor
- A MIS HERMANOS,  
ESPECIALMENTE A: MANUEL ANTONIO AGUIRRE ( Q.E.P.D )  
CARLOS HUMBERTO ACEVEDO MENDEZ
- A MIS CUÑADOS  
Y SOBRINOS: CON CARINO
- A EL AMATILLO,  
IPALA, CHIQUIMULA: LUGAR DONDE CRECI
- A LA FACULTAD  
DE AGRONOMIA
- A MIS AMIGOS: EN GENERAL



## AGRADECIMIENTO

Quiero hacer patente mi agradecimiento a quienes de una u otra forma colaboraron en el desarrollo y elaboración de la presente, principalmente:

A:

El personal de la Unidad de Planeamiento y Programación del INTA, especialmente a las Jefaturas de las Secciones que conforman la misma.

Por su apoyo moral y material que desinteresadamente me brindaron.

Ing. Agr. MANUEL DE JESUS MARTINEZ  
Ing. Agr. JUAN JOSE CASTILLO

Por su asesoría incondicional.

CENTRO GUATEMALTECO DE INVESTIGACION Y CAPACITACION  
DE LA CASA DE AZUCAR ( CENGICA )

Por haber permitido desarrollar la presente, dentro de sus programas de Investigación.

Todas aquellas personas que en un momento dado fueron partícipes del desarrollo de la Investigación.



## INDICE GENERAL

	Página
INDICE DE CUADDROS	
RESUMEN.....	i
1. INTRODUCCION.....	1
2. DEFINICION DEL PROBLEMA.....	3
3. JUSTIFICACION.....	4
4. MARCO TEORICO.....	5
4.1 Marco Conceptual.....	5
4.2 Marco Referencial.....	9
5. OBJETIVOS.....	5
6. HIPOTESIS.....	6
7. MATERIALES Y METODOS.....	26
7.1. Localización y Características.....	26
7.2. Recursos utilizados.....	26
7.3. Manejo del Experimento.....	27
7.4. Metodología Experimental.....	29
- Diseño Experimental.....	29
- Modelo Estadístico.....	30
- Tratamientos utilizados.....	30
- Aplicación de Tratamientos.....	31
- Variables Respuesta.....	32
7.6. Toma de Datos.....	32
- Control de malezas.....	32
- Altura de plantas.....	26
- Largo de Entrenudos.....	33



- Producción en Toneladas Métricas de Caña/Ha...	33
- Rendimiento en Kilogramos de azúcar por Tonelada Métrica de caña.....	34
7.7. Análisis de datos.....	34
- Análisis Estadístico.....	34
- Análisis Económico.....	34
8. PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS.....	35
8.1. Efectividad de control de malezas.....	35
8.2. Producción en Toneladas Métricas de Caña/Ha.....	45
8.3. Rendimiento en Kilogramos de Azúcar por Tonelada Métrica de Caña.....	47
8.4. Altura de plantas Y Longitud de Entrenudos.....	49
8.5 Análisis Económico.....	50
9. CONCLUSIONES.....	54
10. RECOMENDACIONES.....	56
11. BIBLIOGRAFIA.....	57
12. APENDICE.....	61



## INDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Descripción de los tratamientos utilizados.....	31
Cuadro 2. Resultados del control de malezas a los 15 días de aplicados los tratamientos.....	35
Cuadro 3. Componentes de varianza del control de malezas a los 15 días de aplicados los tratamientos....	36
Cuadro 4. Comparación de medias del control de malezas a los 15 días de aplicados los tratamientos....	36
Cuadro 5. Resultados del control de malezas a los 30 días de aplicados los tratamientos.....	37
Cuadro 6. Componentes de varianza del control de malezas a los 30 días de aplicados los tratamientos...	37
Cuadro 7. Comparación de medias del control de malezas a los 30 días de aplicados los tratamientos....	38
Cuadro 8. Resultados del control de malezas a los 45 días de aplicados los tratamientos.....	39
Cuadro 9. Componentes de varianza del control de malezas a los 45 días de aplicados los tratamientos...	39
Cuadro 10. Comparación de medias del control de malezas a los 45 días de aplicados los tratamientos....	40
Cuadro 11. Resultados del control de malezas a los 60 días de aplicados los tratamientos.....	41



Cuadro 12. Componentes de varianza del control de malezas a los 60 dias de aplicados los tratamientos....	41
Cuadro 13. Comparación de medias del control de malezas a los 60 dias de aplicados los tratamientos....	42
Cuadro 14. Resultados de la Producción en Toneladas Métricas de caña por Ha. de los tratamientos.....	46
Cuadro 15. Componentes de varianza para la producción en Toneladas Métricas de caña/Ha. de los tratamientos.....	46
Cuadro 16. Comparación de medias de la producción en Toneladas Métricas de caña/Ha. de los tratamientos.....	47
Cuadro 17. Resultados del Rendimiento en Kilogramos de azúcar por Tonelada Métrica de caña de los tratamientos.....	48
Cuadro 18. Componentes de varianza para el Rendimiento en Kilogramos de azúcar por Tonelada Métrica de caña.....	48
Cuadro 19. Resumen de la significancia observada para las variables Altura de Plantas y Longitud de entrenudos de acuerdo al número de días despues de aplicados los Tratamientos.....	49
Cuadro 20. Costos Variables de Producción por Hectárea de cada tratamiento evaluado.....	52
Cuadro 21. Análisis de Dominancia de los Tratamientos Evaluados.....	53



Cuadro 22. Tasa de Retorno Marginal de los Tratamientos Evaluados.....	53
Cuadro 23"A". Reporte del Análisis de Suelo, antes de aplicados los tratamientos.....	63
Cuadro 24"A". Reporte del Análisis de Suelo, después de Aplicados los Tratamientos y previo a la cosecha.....	64



EVALUACION DE 8 MEZCLAS DE HERBICIDAS Y SU EFECTO SOBRE EL  
RENDIMIENTO DE LA CAÑA DE AZUCAR (*Saccharum officinarum* L.)  
EN LA FINCA SAN BERNARDO, INGENIO CONCEPCION, ESCUINTLA.

EVALUATION OF EIGHT HERBICIDAL MIXES AND THEIR EFFECT IN THE  
YIELD OF SUGAR CANE (*Saccharum officinarum* L.)  
SAN BERNARDO FARM, CONCEPCION SUGAR MILL, ESCUINTLA.

R E S U M E N

La Industria Azucarera constituye una de las actividades agrícolas que proporciona en gran escala satisfactores de tipo socioeconómico al país, ya que su funcionamiento genera ingresos por concepto de divisas, siendo a la vez una importante fuente de empleo.

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en la finca San Bernardo, Ingenio Concepción, jurisdicción municipal y departamental de Escuintla, evaluandose 8 mezclas de herbicidas en el cultivo de la Caña de Azúcar, con la finalidad de determinar la ó las mezclas que mostraron mejor eficiencia en el control de las malezas que compiten con el cultivo y el efecto que dicho control reflejó en la producción y rendimiento del mismo, tomando en cuenta el costo que implicó la utilización de cada una.

Se utilizó un diseño en bloques al azar con 4 repeticiones y 10 tratamientos, de los cuales 8 correspondieron a mezclas de productos químicos (herbicidas), un testigo mecánico (limpias manuales) y un testigo absoluto (enmalezado).

La estimación del control de las malezas por los tratamientos se hizo mediante la observación visual en forma directa, tomando porcentajes de cobertura de malas hierbas a los 15, 30, 45 y 60 días después de aplicados los herbicidas.

Se realizó un análisis económico de cada tratamiento evaluado, para lo cual fue necesario haber llevado registro de todas las actividades involucradas en el proceso de cultivo, cuantificándose con ello principalmente los costos variables de producción por hectárea de cada uno, para finalmente determinar la Tasa de Retorno Marginal que generó cada tratamiento.

De acuerdo a la eficiencia en el control de malas hierbas, la mezcla constituida por Hexazinona + Metsulfuron-methyl, fue la que produjo los mejores resultados ya que hasta los 60 días de evaluación, el porcentaje de cobertura de malezas fue mínimo, esto ocasionó que la interferencia con el cultivo fuera insignificante y por ende obtener la mayor producción en peso; económicamente el tratamiento se ubicó dentro de los que poseen el menor costo de utilización, generando todo esto la mayor tasa de retorno entre los tratamientos evaluados.

La mezcla química formada por Ametrina-terbutrina + Atrazina + 2,4-D, mostró el mejor control de malezas luego de la anterior, no así en el tonelaje, y el costo de emplearlo es 70% mayor, por lo que su Tasa de Retorno Disminuyó.

Con base al Análisis Económico, y de acuerdo a la Tasa de Retorno Marginal obtenida, tomando en cuenta el período de acción herbicida y los subsiguientes beneficios que dicho efecto generan, así como las condiciones prevalecientes en el área de estudio, se recomienda utilizar la mezcla de herbicidas constituida por Hexazinona + Metsulfuron-methyl.

## 1. INTRODUCCION

Siendo Guatemala un país cuya economía depende básicamente de cultivos de gran comercio en el mercado internacional, tales como Café, Banano y Caña de Azúcar, es importante señalar que hay que producir en forma mas rentable para un mejor aprovechamiento de los recursos involucrados en la producción agrícola.

El cultivo de la caña de azúcar ejerce gran influencia en el movimiento económico del país, debido a que, además de ser un producto de consumo interno, constituye uno de los rubros mas importantes en la exportación.

Actualmente existe la tendencia de un incremento continuo de los costos de producción en el cultivo de la caña de azúcar, motivando ello la búsqueda de alternativas tecnológicas que proporcionen un aumento en la productividad de los cañaverales y que se traduzca en obtener un mayor beneficio agroeconómico.

Una de esas alternativas claves lo constituye el control de malezas, ya que el cultivo se ve seriamente afectado por la competencia que efectúan las malas hierbas por humedad, luz, espacio y nutrientes.

El control de malezas se basa fundamentalmente en el principio de crear condiciones de ambiente y suelo favorables al cultivo y no a las malas hierbas, con lo cual se logra aprovechar al máximo el potencial de rendimiento de las diferentes variedades de caña de azúcar cultivadas.

Es un hecho reconocido que el uso de productos químicos para el control de malas hierbas constituye uno de los más notables avances en la agricultura moderna. Años atrás las malezas han sido eliminadas por métodos manuales ó mecánicos, sin embargo, por muchos factores favorables, el control químico de malezas se ha vuelto una práctica común para obtener mejores resultados de producción del cultivo.

En el medio nacional, actualmente se le está dando gran importancia al control de malezas mediante la utilización de productos químicos (herbicidas) ya sea en forma individual ó bien por mezclas de los mismos, por el constante problema que representan no sólo las malas hierbas en sí, sino también por el uso de gran cantidad de mano de obra que conlleva dicha labor al realizarla manualmente.

El estudio se desarrolló en la Finca San Bernardo, Ingenio Concepción, jurisdicción municipal y departamental de Escuintla, y se pretendió, al finalizar la investigación, describir el comportamiento de cada una de las mezclas evaluadas, tanto en el control de malezas que cada una de ellas ejerce, como en la producción en toneladas métricas de caña por hectárea y kilogramos de azúcar por tonelada métrica de caña, así como de acuerdo a la Tasa de Retorno que cada una generó.

Actualmente existe la tendencia de un incremento continuo de los costos de producción en el cultivo de la caña de azúcar, motivando en la búsqueda de alternativas tecnológicas que proporcionen un aumento en la productividad de los cañavales y que se traduzcan en obtener un mayor beneficio agroeconómico.

Una de esas alternativas claves lo constituye el control de malezas, ya que el cultivo se ve seriamente afectado por la competencia que ejercen las malas hierbas por humedad, luz, espacio y nutrientes.

El control de malezas se basa fundamentalmente en el principio de crear condiciones de ambiente y suelo favorables al cultivo y no a las malas hierbas, con lo cual se logra aprovechar al máximo el potencial de rendimiento de las diferentes variedades de caña de azúcar cultivadas.

Es un hecho reconocido que el uso de productos químicos para el control de malas hierbas constituye uno de los más notables avances en la agricultura moderna. Años atrás las malezas han sido eliminadas por métodos manuales o mecánicos, sin embargo, por muchos factores favorables, el control químico de malezas se ha vuelto una práctica común para obtener mejores resultados de producción del cultivo.

En el medio nacional, actualmente se le está dando gran importancia al control de malezas mediante la utilización de productos químicos (herbicidas) ya sea en forma individual o bien por asociación de los mismos, por el constante problema que representan no sólo las malas hierbas en el año también por el uso de gran cantidad de mano de obra que conlleva dicho labor al realizarla manualmente.

## 2. DEFINICION DEL PROBLEMA

El control de las malezas en los campos de caña de azúcar, constituye uno de los problemas importantes que confrontan los agricultores, y requiere atención inmediata para evitar el efecto de competencia que sucede durante el ciclo del cultivo. Sin embargo, conociendo el efecto negativo que causan las malas hierbas al mismo, muy poco se ha hecho para resolver dicho problema.

La práctica del control de malezas implica la inversión de fuertes cantidades de dinero en mano de obra, insumos, material y equipo, lo cual aumenta los costos de producción y por ende disminuye la rentabilidad del cultivo. El problema anterior se agrava aún mas si el manejo de las malas hierbas se realiza sin ninguna base técnica.

Otro problema importante que causan las malezas en un cañaveral se refleja en la dificultad de realizar algunas labores de cultivo como la fertilización, el control de plagas y enfermedades, pero el problema toma mayores proporciones cuando es época de cosecha, debido a que los cortadores se niegan a trabajar en un cañaveral con alto grado de infestación de malezas, ya que la cantidad que se puede cortar es menor que en uno que se encuentra libre de ellas.

El uso de productos químicos (herbicidas) y mezclas de éstos, juntamente con la utilización de poca mano de obra que conlleva la aplicación de los mismos en el control de malezas, pretende reducir los costos de producción y por ende hacer mas rentable el cultivo en sí.

Sin embargo, hasta la fecha no se tiene información si existe ó no diferencias significativas entre utilizar una u otra mezcla en relación al rendimiento y producción.

### 3. JUSTIFICACION

El rendimiento de la caña de azúcar es afectado en gran medida por la interferencia de las malezas que crecen y se desarrollan en los terrenos dedicados al mismo, ya que compiten en el suministro de agua, nutrientes, luz y espacio, además de ser hospedantes de plagas y enfermedades, albergar roedores y dificultar la cosecha, influyendo todos éstos factores directa ó indirectamente en la producción, tal como lo prueban algunos experimentos realizados con anterioridad, los cuales han demostrado que un campo totalmente enmalezado puede disminuir su producción hasta en 45 toneladas métricas por hectárea; es por esto la importancia del control químico de las mismas.

Las malezas afectan tanto al productor por los bajos rendimientos que provocan, como a los cortadores de caña, ya que les dificultan mucho su trabajo, por lo tanto, es necesario que el agricultor conozca ya aplique herbicidas adecuados al cultivo de la caña de azúcar, constituyendo esto una alternativa prometedora en el control de malas hierbas, para lo cual el presente trabajo pretendió ser una fuente generadora de información científico-técnica a la que podrá recurrir toda persona dedicada a dicho cultivo.

Uno de los principales problemas que se tiene actualmente en el control químico de malezas es la no disponer de una mezcla de productos químicos que sea de bajo costo, selectiva y que al utilizarla no disminuya la producción y el rendimiento del cultivo.

Actualmente existe poca ó ninguna información relacionada con utilización de mezclas de herbicidas, ya que unas pueden controlar excelentemente las malezas pero el daño al cultivo es severo, otras no dañan al cultivo pero el costo de su utilización es elevado, otras cumplen las características anteriores pero el tiempo que controlan a las malezas es tan corto que es necesario recurrir ó realizar aplicaciones frecuentes, con lo cual los costos de producción se incrementan.

En tal sentido, en la presente investigación se evaluaron 8 mezclas de herbicidas y se determinaron las mejores alternativas tanto en la eficiencia del control de malezas como de acuerdo a los resultados económicos obtenidos de cada uno, utilizándose productos que han sido muy empleados en los últimos años en el área cañera, así como algunos de los mas prometedores que ya se han utilizado comercialmente.

#### 4. MARCO TEORICO

##### 4.1 Marco Conceptual

##### 4.1.1 Definición de Malezas:

Existen muchas definiciones sobre malas hierbas ó malezas, Flores, citado por Aceituno (1), define como maleza a toda planta o vegetal de cualquier especie que crece en un lugar no deseado y requiere labores de cultivo dentro del campo para poder exterminarla.

Según Dávila, citado por Chávez Amado (9), el término malas hierbas, no existe botánicamente, el cual tiene un significado muy relativo, puesto que las plantas que cultivamos pueden ser malas hierbas en ciertas circunstancias, a veces una planta que se cultiva en un sitio, no es más que una mala hierba en otro, en general, "mala hierba" es una planta que crece en donde no es deseada".

Martínez Ovalle (25), considera que una maleza puede ser definida de diferentes maneras, según la ciencia que la estudie. En criterio agronómico se define como planta no deseada, que crece en competencia con el cultivo. La ecología dice que no hay malezas y botánicamente son plantas que todavía no se les ha dado la oportunidad de ser de alguna utilidad para el hombre.

El término maleza es económico, surge cuando el hombre selecciona especies de plantas que le benefician y dedica a ellas grandes extensiones para su cultivo (31).

Las malas hierbas son plantas adventicias que entorpecen el libre desarrollo de los cultivos. Se benefician de los nutrientes y agua que debería ser aprovechada por las plantas cultivadas, alteran y dificultan las labores de cultivo, alojan plagas y enfermedades que pueden posteriormente atacar al cultivo, contaminan la cosecha con sus semillas, disminuyen el valor de la misma y como consecuencia, disminuyen la cosecha (35).

Aguilera, citado por Paz Chávez (29), menciona que las malas hierbas son plantas indeseables que interfieren con la utilización de la tierra por el hombre para un proceso específico ó bajo el punto de vista agrícola.

Así mismo, se dice que las malezas son plantas autóctonas que se han adaptado en el transcurso de miles de años al hábitat. Son muy perjudiciales ya que compiten con los cultivos a los cuales aventajan, pues tienen rápido crecimiento, debido a lo cual la competencia inicia

en la raíz y continúa luego en la parte aérea, su área foliar es mayor, lo que les permite realizar mayor fotosíntesis y con ello tienen mejor aprovechamiento de nutrientes, agua, luz y espacio. Poseen profusa producción de semillas, las que tienen alta longevidad y latencia, son resistentes a factores ambientales adversos, sirven de hospederos de plagas y enfermedades, obstaculizan la cosecha y disminuyen la calidad del producto (35).

#### 4.1.2 Importancia del estudio de las malezas:

Helgeson (20), indica que las malas hierbas, por los perjuicios que ocasionan en los cultivos y por las múltiples formas en que interfieren con el aprovechamiento de tierras, figuran entre los enemigos más temibles de la agricultura.

Es más, las malezas son un grave obstáculo para la producción agrícola a escala mundial, y representan un impedimento para las actividades humanas en general (8).

La competencia entre las plantas cultivadas y las malezas es una limitante para la producción de cosechas útiles, por lo que se deben efectuar investigaciones que tiendan a estudiar con mayor profundidad las malezas con el fin de determinar el control más eficiente que proporcione altos rendimientos a bajos costos (29).

Según Rodríguez, citado por Paz Chávez, señala que las malezas causan los mayores daños a los cultivos durante los primeros 30 a 40 días de su ciclo.

Por su parte Rojas, citado por Zapparolly (29), señala los siguientes principios de competencia que deben ser tomados en cuenta en el estudio de las malezas:

- a: La competencia es más crítica durante las primeras 5 a 6 semanas.
- b: La competencia es más intensa entre especies afines.
- c: El primer ocupante tiende a excluir a las otras especies.
- d: Las especies recién inmigradas son potencialmente muy peligrosas debido a que se encuentran libres de enemigos específicos.
- e: En igualdad de circunstancias, las especies más peligrosas son las que producen mayor número de semillas y las que tienen reproducción vegetativa.
- f: En general, las malezas son dominadas por la vegetación perenne nativa.

Chávez Amado (9), indica que la época crítica de competencia de

las malezas con los cultivos es uno de los principios mas importantes y muy poco conocidos. Se sabe que la presencia de malezas es más nociva en ciertas épocas que en otras; usualmente se encuentra que la maleza que se deja crecer durante las primeras 4 semanas del cultivo, reduce grandemente los rendimientos finales.

Cuando la competencia temprana no se controla, la fase del ciclo vegetativo ó de crecimiento de un cultivo es definitivamente restringida (21).

Para determinar los daños ocasionados por la competencia de malas hierbas, es bueno que la plantación crezca con prácticas culturales que permitan su mejor crecimiento. Teniendo en cuenta variedades adaptadas, debidamente manejadas y con eficientes programas de nutrición y control de plagas y enfermedades (17).

La lucha contra las malezas es una parte del problema del manejo de la vegetación, con el cual se quieren crear condiciones favorables a las plantas deseables y suprimir, al mismo tiempo, las no deseables (8).

Por su parte Furtick y Romanowski (18), mencionan que las pérdidas económicas son, en la actualidad, consideraciones principales para muchos países en el desarrollo de la autosuficiencia agrícola y en la liberación de las cargas económicas relacionadas.

#### 4.1.3 Control de Malezas:

Según Furtick y Romanowsky (17), las investigaciones en el control de malezas existen solamente por los beneficios potenciales que pueden generar para los agricultores al producir cosechas mas económicamente. La meta de los productores es una mayor retribución por su inversión, y las medidas mejoradas en el control de malezas pueden redundar en mejores rendimientos; pero el costo de los herbicidas puede descartar la práctica como antieconómica.

Rulfo, citado por Oliva Morales (28) menciona que los métodos que se emplean para el control de malezas debe fundamentarse en sus hábitos de desarrollo y su modo de reproducción y más que todo en su ciclo biológico.

Portillo (30), haciendo referencia a Furtick y Romanowsky, indica

que los agricultores están interesados en obtener el máximo rendimiento sobre el dinero que invierten con el cultivo agrícola. Se interesan por cualquier programa de control de malezas que proporcione la destrucción máxima de éstas, mientras provoque un efecto mínimo sobre la cosecha.

Investigaciones científicas (26) han demostrado que el deshierbo con algunos productos químicos, resulta ser una utilización mas eficiente que la fuerza laboral disponible, reduce los costos de producción y; lo mas importante, aumenta el rendimiento y productividad de los cultivos.

#### 4.1.4 Breve historia de los Herbicidas:

Según Flores, citado por Zaparolly Torres (35), se entiende por herbicida a todo compuesto que se usa para matar ó interrumpir el crecimiento de una planta. Los métodos de combate químico de malezas se iniciaron en Francia a principios del siglo XX con soluciones a base de Sulfato de Cobre ó Acido Sulfúrico.

Más tarde, en 1935 aparecieron los primeros compuestos orgánicos Adimitros, considerándose estos como sustancias cáusticas sin traslocación. En 1945, salieron al mercado los compuestos fenoxiacéticos, entre ellos el 2,4-D y sus derivados. Este herbicida tiene una gran selectividad al atacar únicamente a las hierbas de hoja ancha.

Selectividad es la característica de un herbicida de alcanzar e interrumpir las funciones de una planta (la maleza) y no de otra (el cultivo); la selectividad es relativa, pues si dichos productos se aplican en concentraciones excesivas, el cultivo resultará tan dañado como las malezas (8).

Helgeson (20), por su parte indica que la selectividad bioquímica se basa en la variación de tolerancia de las células de la planta a los preparados químicos tóxicos, permitiendo así la destrucción de las malezas susceptibles en los cultivos tolerantes sin que estos sufran daño alguno.

El descubrimiento de los herbicidas de acción selectiva aumentó

tremendamente el interés en los productos químicos para el combate de las malezas, al grado que en el transcurso de los últimos 25 años, los nuevos productos químicos han revolucionado el combate de las malas hierbas en el campo, debido a la facilidad de su aplicación, la seguridad que ofrecen de no dañar el cultivo comercial, su efectividad en el control y además porque muchas veces resulta ser el método más económico de control de malezas (1).

## 4.2 Marco Referencial:

### 4.2.1 Las Malezas en la Caña de Azúcar:

Según Ranero (32) las hierbas de hoja ancha y los zacates son los dos grupos principales de especies vegetales que comúnmente compiten con la caña de azúcar.

Las hierbas de hoja ancha son generalmente las plantas anuales de ciclo vegetativo corto, se reproducen por semilla, iniciando su germinación masiva al principio de la temporada de lluvias, crecen con rapidez en el verano, las semillas depositadas en el suelo quedan en estado de vida latente hasta la siguiente temporada de lluvia, aunque algunas especies pueden germinar el mismo año. Este tipo de malezas es más fácil de controlar con herbicidas que las gramíneas y cyperáceas.

Las estoloníferas y las rizomáticas son las más difíciles de controlar porque, aun se extermina 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, costoso y requiere del empleo de herbicidas selectivos para lograr buenos resultados (28).

Arriaga, citado por Santos Echeverría (35), dice que según el tiempo que necesiten para completar su ciclo vegetativo, las malezas se pueden clasificar en Anuales, Bianuales y Perennes. Las anuales se desarrollan, dan flores y fructifican en un solo periodo y se reproducen únicamente por semilla. Para combatirlas bastará con interrumpir el ciclo. Las bianuales son las que necesitan dos periodos que generalmente son de 2 años para su desarrollo. Las perennes ó viváceas tienen una mayor propagación, pues lo hacen por

rizomas, raíces, partes vegetales y semillas.

Dentro de las malezas de hoja ancha que más frecuentemente se establecen con facilidad en los cañaverales son: Melampodium sp. (flor amarilla), Mimosa pudica (zarza dormilona), Ipomoea sp. (batatilla), etc. Por su parte, entre las malezas de hoja angosta se mencionan: Digitaria sanguinalis (hierba de conejo), Leptochloa filiformis (pajilla), Cynodon dactylon (bermuda), Paspalum sp. (grama), Rottboelia cochinchinensis (caminadora), etc.

Humbert, citado por Paz Chávez (29), estima que cuando la competencia temprana no se controla, la fase del ciclo vegetativo ó de crecimiento de la caña es definitivamente restringida, ocasionando pérdidas en peso y contenido de azúcar.

La caña de azúcar es normalmente de un crecimiento lento inicial, por esa razón requiere evitar la competencia con malezas durante ésta etapa. Cuando la planta de caña desarrolla follaje se transforma en un competidor activo de la maleza. Además cuando la caña logra un desarrollo de unos 3 pies de altura y una sepa de 8 a 10 hojas, su crecimiento adquiere un ritmo mayor (21).

Barnes, citado por Ranero (32) enfatiza además que la reducción en la producción en peso de la caña de azúcar por la infestación de malas hierbas se combina con el aumento de problemas en la cosecha, los cortadores se niegan a cortar la caña infestada de malezas porque les disminuye su rendimiento de trabajo.

Además, se puede decir que, hasta que la caña haya alcanzado una altura de 0.9 metros y desarrollado una copa de 8 hojas hay competencia de malezas ya, que de ahí en adelante la sombra que da al suelo y su rápido desarrollo posterior, impiden que en los meses siguientes progresen las malezas (23).

Según Martínez, citando por Paz Chávez (29), el cultivo de la caña de azúcar inicia su desarrollo con mucha lentitud y, si durante los primeros estados de crecimiento no se eliminan las malezas, se registrará una disminución de tallos en la producción y un descenso hasta de un 60% en la producción final.

Dávila (12), citando a Aldrich, indica que "si la competencia por nutrientes 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 y no solo por principios nutritivos. Además, si se dejara crecer libremente a las malezas se tendría una enorme producción de semillas que no solo se multiplicaría el problema para los años subsiguientes por su gran adaptación al medio desde antes de germinar, sino que desmejoraría grandemente la calidad del producto y dificultaría la cosecha".

Los experimentos que se han conducido para cuantificar las pérdidas indican que un campo totalmente enhierbado puede causar mermas hasta de 45 toneladas de caña por manzana. Por falta de atención oportuna en ciclo de plantía (16).

Martínez, citado por Paz Chávez (29), concluye en su investigación que la competencia de malezas tiene un efecto muy marcado sobre el número de tallos, diámetro, altura y la producción de caña de la variedad investigada.

#### 4.2.1 Control de malezas en Caña de Azúcar:

El control de las malezas en los campos de caña de azúcar constituye uno de los problemas mas importantes que confrontan los agricultores y requiere la atención inmediata para evitar el efecto de competencia que realizan durante los 3 primeros meses.

La gran población de malezas que crece dentro del terreno causa disminución de la producción de caña al robar los nutrientes, la humedad del suelo, la luminosidad y el espacio vital (10).

Los principales métodos para el control de maleza son:

El cultural, el biológico, el químico y el mecánico. La selección del método por aplicar dependerá de varios factores, entre los que se encuentran: tipo de cultivo y maleza, condiciones de clima y maleza, topografía, costos, capacidad económica y tipo de agricultura (9).

Según Robbins, citado por Martínez Grajeda (24), el método mas económico para combatir con éxito las malas hierbas en las tierras de cultivo, suelen ser, el empleo de labores de cultivo solas o

combinadas con la producción de determinadas cosechas, el empleo de productos químicos es algunas veces un mal sustituto de las labores de cultivo adecuadas. Para el control de las malezas, la mano de obra puede ser el punto de partida principal en los países menos desarrollados.

Así mismo, según el centro internacional de protección vegetal (8), el control químico de las malezas no es el control por autonomasia ni debe ser considerado como el único posible, integrándolo con otros métodos se obtienen resultados mas eficaces que dependerán de las condiciones agro y socioeconómicas.

El cultivo solo ó en combinación con los herbicidas, a menudo es el método mas económico para el control de las malas hierbas. El cañero que de manera invariable sigue buenas prácticas agrícolas, por lo regular no tiene problemas con las malas hierbas, que pueden disminuir materialmente sus rendimiento (21).

Helgeson, citado por Ranero (32), indica que la lucha contra las malezas con sustancias químicas se debe considerar como un complemento pero nunca como sustituto de las labores y prácticas culturales en forma ordenada y adecuada; así mismo, es importante considerar a los factores climáticos, por tener un marcado efecto sobre la eficacia de los herbicidas. En tal sentido, las condiciones del tiempo al momento de la aplicación e inmediatamente después, tienen un efecto pronunciado en el éxito o el fracaso de una aplicación de herbicidas. Las lluvias fuertes que caen poco después de la labor de aspersión ó espolvoreo, limitan la efectividad de las aplicaciones. La humedad alta por lo general ocasiona una mayor efectividad puesto que con días secos y ventosos el asperjado cristaliza en la superficie de las hojas y es fácilmente arrastrado ó sacudido por el viento que mueve las hojas, la humedad relativa influye también en las aspersiones ya que aumenta ó disminuye la evaporación del líquido de la superficie de las hojas.

Flores (16), describe los pasos a seguir en un experimento de control de malas hierbas por medios químicos, de la siguiente manera:

a. Diseño Experimental: Se utiliza un diseño de bloques al azar con 4 repeticiones, las dimensiones de la parcela serán de 6 surcos de 10

metros de longitud. La parcela útil estará constituida por los 4 surcos centrales.

b. Cálculo de los herbicidas: Se calcula la cantidad de herbicidas con un 20% de excedentes para prever la pérdida ocasionada por el lógico manipuleo de pequeñas cantidades de productos.

c. Preparación de los herbicidas: Con la debida anticipación, se debe pesar o medir el herbicida, colocándose en bolsas de polietileno.

Dado que se manejan cantidades ó volúmenes pequeños, es indispensable disponer de una balanza de buena aproximación y de probetas de plástico o vidrio con graduación en milímetros.

d. Aplicación de los herbicidas: Para los fines experimentales se recomienda usar bombas aspersoras ó rociadoras de mochila, manuales, equipadas con manómetro.

El buen éxito de la aplicación estriba en lograr una distribución uniforme de los productos químicos en el terreno, para lo cual se necesita que todo el personal que participa se familiarice con el uso de aspersoras. Deben hacer varios ensayos con agua hasta conocer el volumen de la misma a utilizar, en función del paso (velocidad) del aplicador y la presión requerida. Generalmente se utilizan 30 libras de presión, y la cantidad de agua con los herbicidas varía de 250 a 400 litros por hectárea. La aplicación preemergente del herbicida se deberá efectuar cuando existan buenas condiciones de humedad en el suelo.

e. Evaluación de las malas hierbas: Deben clasificarse de acuerdo a sus características y efectuar conteos periódicos con el objeto de determinar el grado de infestación.

f. Cosecha de los lotes: La cosecha es importante realizarla correctamente para medir los valores obtenidos en toneladas de caña por hectárea y el costo para lograrlo, normará el criterio que marque la pauta para el uso de los herbicidas de acuerdo con el análisis estadístico y económico.

Los herbicidas deben compararse en términos de costo y rendimiento con las practicas corrientes que comúnmente realiza el productor, tales como el deshierbe manual, la labranza, etc, tomando en cuenta todos los gastos invertidos (17).

#### 4.2.3 Características de los herbicidas utilizados en la formulación de las mezclas.

##### 4.2.3.1 ATRANEX (nombre comercial) (10).

Es un herbicida selectivo que se puede utilizar en pre y postemergencia, que pertenece al grupo de las triazinas.

\* Nombre Técnico: Atrazina

\* Fórmula química: 2-cloro-4-(etilamino)-6-(isopropilamino)-s-triazina.

\* Otros nombre comerciales: Gesaprim, Prinatol, Atred, Vectal, Candex, Furamin, Radazin, etc.

\* Características físicas y químicas: Su peso molecular es de 215.69, su estado físico es sólido cristalino blanco, su solubilidad en 100 mililitros de agua a una temperatura de 20 grados centígrados es de 33 mg. Es muy estable en condiciones de pH neutro.

\* Dosis: Para el control selectivo es de 0.5-4 kg/Ha.

\* Modo de acción: Penetra a través de la raíz y hojas, se absorbe principalmente por la raíz y se trasloca por vía xilemal, hasta llegar a los meristemos apicales en donde se acumula. Interfiere con la fotosíntesis y otros procesos enzimáticos en la planta.

\* Comportamiento en la planta y en el suelo: Se absorbe por 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 sobre todo en los franco-arcillosos, arcillosos y con alto contenido de materia orgánica; la absorción y desabsorción ocurre con facilidad dependiendo de la temperatura, humedad y pH. La descomposición en el suelo es sobre todo de tipo microbiana. La residualidad de la atrazina a las dosis recomendadas depende del tipo de suelo y de las condiciones ecológicas

permitiendo una actividad biológica microbiana. La vida media en el suelo es de 6 a 20 semanas.

\* Toxicidad: Su DL50 es de 1,869 mg/kg. puede causar irritación en ojos y piel. En caso de ingestión accidental inducir el vomito ó lavado gástrico.

#### 4.2.3.2 AMETREX (nombre comercial) (10).

Pertenece al grupo de las triazinas.

- \* Nombre Técnico: Ametrina
- \* Fórmula química: 2-(etilamino)-4-(isopropilamino)-6-metiltio-s-triazina.
- \* Otros nombres comerciales: Proplant, Gesapax, Evik, etc.
- \* Características físicas y químicas: Su peso molecular es de 227.33 el ingrediente activo es un cristal blanquecino. Es estable en soluciones ácidas y se descompone muy lentamente por rayos ultravioleta.
- \* Dosis: Para el cultivo de la caña de azúcar es de 4 - 5 litros/Ha.
- \* Modo de acción: Actúa principalmente a través de las raíces cuando es aplicado en preemergencia y a través de las raíces y hojas cuando es aplicado en postemergencia.

La acción de contacto se incrementa con temperaturas altas y decrece cuando baja la temperatura. Como todas las triazinas, inhibe el proceso de fotosíntesis sin impedir ni la germinación ni la emergencia. Su bajo índice de lixiviación y fuerte absorción en el suelo permite que permanezca en la capa superficial y no profundiza con lo que se consigue para muchos cultivos, una buena selectividad posicional.

Se absorbe a través de las hojas y raíces; interfiere con la fotosíntesis y otros procesos enzimáticos. La ametrina penetra en el follaje rápidamente minimizando la remoción por lluvias después de la aplicación. Se trasloca a través del xilema acumulándose en los meristemos apicales.

Dentro de las plantas sensibles interfiere en la fotosíntesis; en las plantas resistentes sucede un proceso de formación de Hdroxyatrazina 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. La acción microbiana descompone la ametrina rápidamente debido a la utilización del nitrógeno presente en su molécula. Su descomposición por volatilización ó fotodescomposición es insignificante. Su persistencia en el suelo a las dosis recomendables es por varios meses, que va de 3 a 4 (1).

\* Toxicidad: Su DL50 es de 1,100 mg/kg. causa irritación si existe contacto con ojos y piel.

#### 4.2.3.3 IGRAN (nombre comercial) (10).

\* nombre técnico: Terbutrina

\* Fórmula química: 2-(ter-butilamino)-4-(etilamino)-6-(metiltio)-s-triazina.

\* Otros nombres comerciales: Terbutrex

\* Dosis: de 4 - 5 litros por hectárea

\* Características físicas y químicas: Es un sólido cristalino de color blanco, con una solubilidad en el agua de 59 ppm y presentado como polvo humectable.

\* Modo de acción: La acción de contacto se incrementa a medida que se eleva la temperatura, inhibe la fotosíntesis y por su buena selectividad es recomendable para cultivos de gramíneas.

\* Toxicidad: Su dosis oral aguda (DL50) es de 2,000 a 2,980 mg/kg.

La terbutrina es un herbicida selectivo usado para el control de malezas anuales gramíneas o de hoja ancha, puede ser aplicado antes ó después de que emerge el tallo. Los tratamientos de postemergencia deben ser aplicados antes de que las rosetas de las malezas alcancen 3 pulgadas de diámetro ó 4 pulgadas de altura (1).

#### 4.2.3.4 PROWL (Nombre comercial) (3)

\* Nombre Técnico: Pendimetalina

\* Formula Química: N-(1-etilpropil)-2,6-dinitro-3,4-xilidina.

\* Otros nombres comerciales: Penoxalin, hebadox, stomp, etc.

\* Características físicas y químicas:

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

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

\* Dosis:

Depende de la textura del suelo, materia orgánica y el espectro de malezas; pero oscila de 0.6 a 2.5 kilogramos de i.a./Ha.

\* Modo de Acción:

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

\* Comportamiento en la Planta y en el Suelo:

Su absorción foliar es limitada en monocotiledóneas que en dicotiledóneas; 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.

\* Toxicidad:

Su DL50 es de 1,250 miligramos por kilogramos de peso. No se conoce antídoto específico y el tratamiento médico es sintomático.

#### 4.2.3.5 GRAMURON (Nombre comercial) (28)

Gramuron contiene como ingredientes activos a una mezcla de

Paraquat más una baja concentración del inhibidor de la fotosíntesis, Diurón.

La baja concentración de Diurón en dicho producto, ejerce un efecto retrasando la acción rápida del paraquat, lo que permite más movimiento de este último en la planta, proporcionando un control todavía mejor de las malezas.

Los dos productos químicos formulados juntos en uno solo proporcionan un control de las malezas que dura más tiempo que el de uno u otro producto por separado, es decir, son sinérgicos.

El Diurón sinérgico contenido en el gramurón, se emplea en pequeñísimas cantidades, tan pequeñas que no tiene actividad herbicida. Como promedio un programa de tratamiento con gramurón emplearía menos del 10 por ciento del Diurón, como herbicida residual.

Gramurón puede usarse en la mayoría de los cultivos y situaciones en que se puede emplear el paraquat. Siempre se debe verificar la recomendación local para el uso que viene contenida en la etiqueta de presentación.

Gramurón consiste en paraquat formulado con una suspensión muy finamente molida de Diurón sinérgico.

\* Dosis:

Cuando se realiza aplicación con tractor, se debe utilizar de 1 a 2.5 litros en 200 a 400 litros de agua por manzana y al realizarla mecánicamente usando aplicación con mochila debe usarse de 100 a 200 cc en 20 litros de agua.

Gramurón es particularmente eficaz cuando cae una lluvia poco después de la aplicación. El Diurón intensifica sinérgicamente la acción herbicida del paraquat lo cual mejora de la misma manera la eficiencia contra las malezas perennes (1).

4.2.3.6 2,4-D (Nombre comercial) ( 2 )

Es un herbicida utilizado para malezas de hoja ancha, hormonal, controla un buen número de malezas cuando estas se encuentran en su mayor etapa de crecimiento.

\* Nombre Técnico: 2,4-D

\* Fórmula Química: CC(=O)OC1=CC=C(C=C1)C2=CC=CC=C2Cl

\* Otros nombres comerciales: Dicamina, Esteron, Fórmula 44, Hedonal.

\* Características Físicas y Químicas:

Es un sólido cristalino blanco, con una solubilidad en el agua de aproximadamente 600 ppm; pero sus sales son bastante solubles en agua.

\* Dosis: Se recomienda utilizar de 2 a 3 litros por manzana.

\* Modo de Acción:

El primer síntoma observado en plantas tratadas es la distorsión del crecimiento, lo que ocurre en toda la planta aunque el producto haya tocado solo algunas hojas.

La absorción y traslocación de los fenoxi-compuestos depende en gran parte de la ionización, lo cual está en relación con el pH de la disolución.

Cuando la temperatura ambiental se incrementa, este producto se volatiliza, siendo menor en la formulación amina, por ésta razón los ésteres que son menos estables se usan con menor frecuencia y preferentemente en épocas frías para no dañar los cultivos. Puede mezclarse con herbicidas que controlen gramíneas.

\* Toxicidad:

Su DL50 es de 300 a 1200 mg/kg, según la formulación.

#### 4.2.3.7 LATIGO (Nombre comercial) (27)

Es un herbicida sistémico de amplio espectro diseñado para el control efectivo de toda clase de malezas; es un herbicida orgánico, nitrogenado, no heterocíclico.

\* Nombre Técnico: Glifosato

\* Fórmula Química: NC(C)COP(=O)(O)C1=CC=CC=C1

\* Otros nombres comerciales: Faena, Roundop, Sting, Kleunop, Rodeo.

\* Características Físicas y Químicas:

Es un sólido blanco inodoro, su peso molecular es de 169.08, el producto comercial no sufre alteraciones después de dos años de

almacenamiento a temperaturas de 60 grados centígrados. 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 grados centígrados es de 1 por ciento; las sales de amina de glifosato son muy solubles en agua. El glifosato puede mezclarse con algunos herbicidas, pero con ciertos polvos mojables puede presentar antagonismo.

\* Dosis:

Varia de acuerdo a las especies de malezas a controlar, pero en general se recomienda utilizar 3 litros por manzana.

\* 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.

\* Comportamiento en la Planta y el Suelo:

Es traslocable y no tiene actividad en el suelo, por lo que solo actúa en malezas ya germinadas que hayan salido a la superficie del suelo.

Varios autores citados por Arias (4), coinciden en que el glifosato se mueve hacia las áreas de alta actividad metabólica, donde ocurre la mayor acumulación de productos, lo cual sugiere que esas partes son el sitio primario de acción de los herbicidas.

\* Toxicidad:

Es de 4,900 mg/kg para los humanos y animales de sangre caliente.

4.2.3.8 DIUREX (Nombre comercial) (4)

\* Nombre Técnico: Karmex

\* Fórmula Química: 3-(3,4-diclofenil)-1,1-dimetilurea

\* Otros nombres comerciales: Diurón, Telvar

\* Dosis: 1.5 a 2 Kg./Ha.

\* Modo de Acción:

Posee acción de contacto en las plantas jóvenes, es absorbido a

través de las raíces y traslocado por el xilema. Forma conjugados con fracciones protéicas. Inhibe la reacción de Hill, impidiendo la fotosíntesis.

\* Comportamiento en el suelo:

Se distribuye en el suelo en forma uniforme, posee acción residual. El lavado por el agua de riego o lluvia es poco significativo.

4.2.3.9 **VELPAR** (Nombre comercial) ( 13 )

\* Nombre técnico: Hexazinona

\* Fórmula Química: 3-ciclohexil-6-(dimetilamino)-1-metil-1,3,5,-triazina-2,4(1H,3H)-diona.

\* Otros Nombres comerciales: Velpar 90, Velpar K-3.

\* Dosis:

Tanto en caña soca como plantía se recomienda utilizar de 4 a 5 kilogramos por hectárea.

\* Características físicas y químicas:

Es un polvo mojable, sólido, blanco, cristalino, que se recomienda aplicarlo cuando el suelo esté húmedo y preferiblemente cuando las malezas tengan menos de 30 centímetros de altura. Puede mezclarse fácilmente con el 2,4-D.

\* Modo de acción:

Es un inhibidor de la fotosíntesis; penetra a través del sistema radicular, desde donde es traslocado a las zonas de actividad clorofílica para interferir la función fotosintética.

También tiene efecto de contacto aplicado foliarmente. Su acción de contacto es más fuerte bajo condiciones de alta temperatura y de alta humedad relativa. Los mejores efectos se obtienen sobre malezas en activo crecimiento con buena humedad del suelo al momento de la aplicación y una lluvia de 10 a 20 mm, dentro de la semana siguiente a la aplicación.

\* Comportamiento en el suelo;

La hexazinona es moderadamente absorbida por la arcilla y la materia orgánica, por eso permanece en la zona de raíces de las

malezas con poca predisposición para ser lixiviado.

4.2.3.10. **AMIGAN** (Nombre comercial) (4)

\* Nombre técnico: Ametrina + Terbutrina

\* Fórmula Química: 2-(etilamino)-4-(isopropilamino)-6-metiltio-s-triazina + 2-(ter-butilamino)-4-(etilamino)-6-(metiltio)-s-triazina.

Es un herbicida selectivo para caña de azúcar, usado en preemergencia y postemergencia temprana en el control de malezas gramíneas y hoja ancha. Pertenece al grupo de las triazinas que reúne singulares características debido al efecto sinérgico de la Ametrina y la Terbutrina. Amigan puede mezclarse con facilidad con la mayoría de herbicidas.

\* Dosis:

Se recomienda utilizar de 2 a 3 litros dependiendo de la textura del suelo y de las condiciones de humedad.

\* Modo de Acción:

Es absorbido por la planta a través de las raíces y del follaje. Rápidamente traslocable, factor que minimiza la pérdida en caso de lluvia inmediata a la aplicación.

Amigán se acumula en el meristemo apical e inhibe la fotosíntesis causando la muerte de planta. Asimismo impide la emergencia de las malezas gramíneas y de hoja ancha por un período prolongado.

Amigán usado en postemergencia posee alta selectividad y ausencia de fitotoxicidad hacia la caña de azúcar. En postemergencia ha mostrado selectividad a la caña, aunque debe observarse el cuidado con variedades muy susceptibles. Una lluvia posterior a la aplicación activa el herbicida; si no hay lluvia, un riego favorece su acción.

6.2.3.11 **ALLY** (Nombre comercial) (14).

\* Nombre técnico: Metsulfuron-methyl

\* Fórmula química: Methyl2-({{((4-methoxy-6-methyl-1,3,5-triazin2-Y-L)- amino) (atomyl) amino) sulfunil) enzoate

\* Otro nombre comercial: ESCORT

Es un herbicida que se utiliza en post-emergencia en varios cultivos como la caña de azúcar para el control selectivo de malezas de hoja ancha. Tratamientos en postemergencia temprana producen los mejores resultados y pueden realizarse con equipo terrestre ó aéreo.

Tiene actividad sobre malezas de hoja ancha y algunas hierbas anuales. Cultivos como trigo, avena, cebada y centeno son selectivos a dicho producto y cultivos como la remolacha azucarera son completamente sensibles al mismo. El vehículo usualmente utilizado para su dispersión es el agua y de ser posible se recomienda utilizar un surfactante. Puede mezclarse fácilmente con otros productos como chlorsulfuron, glifosato, difenzoate e inclusive fertilizantes líquidos.

\*Dosis: Desarrolla su máxima efectividad sobre malezas jóvenes en activo crecimiento (no mayores de 8 cm. de altura) y debe aplicarse sobre suelo húmedo.

Se recomienda utilizar de 6 a 8 gramos por manzana ó bien de 10 a 12 gramos por hectárea.

\* Características Físicas:

Es un herbicida sistémico, no hormonal que pertenece al grupo de las Sulfonilureas, formulado en gránulos dispersables a una concentración del 60% para ser asperjado en agua facilitando su dispersión total.

Es un sólido color blanco a amarillo pálido.

\* Modo de Acción:

El producto es absorbido a través de las hojas y el sistema radicular. Se trasloca a los puntos de crecimiento, causando la muerte de las plantas susceptibles. Su principal efecto consiste en inhibir el proceso de división celular. Aparte de ser un producto herbicida también tiene funciones de regulador del crecimiento.

A los 3-5 días de aplicación aparece una clorosis en las hojas y puntos de crecimiento de las plantas susceptibles, que mueren a los 15-21 días de la aplicación, dependiendo de su estado de desarrollo.

## 5. OBJETIVOS

### General:

Generar información básica respecto a la utilización de mezclas de productos químicos (herbicidas) con fines de control de malezas en el cultivo de la caña de azúcar.

### Específicos:

1. \* Evaluar el control en porcentaje que sobre las malezas ejercen las distintas mezclas de herbicidas utilizadas en caña de azúcar, y seleccionar la ó las mejores de acuerdo a su eficiencia y costos, para su posterior recomendación.
2. \* Determinar el efecto de cada una de las mezclas sobre la producción de la caña de azúcar en toneladas métricas por hectárea y el rendimiento en kilogramos de azúcar por tonelada métrica de caña.
3. \* Realizar un análisis económico de cada tratamiento para determinar la Tasa de Retorno Marginal que genera cada uno.

7.1 Localización y Caracterización:

El ensayo experimental se llevó a cabo en la finca San Bernardo, Insua, Concepción, Jurisdicción municipal y departamental de Escuintla, localizada a 14° 19' de latitud y 90° 47' de longitud, a una altura sobre el nivel del mar de 345 metros.

6. HIPOTESIS

Según el INSTITUTE (19), se tiene una temperatura máxima promedio de 36° Centígrados y una mínima promedio de 25° C. La precipitación varía de 2.138 a 4.327 mm, promediando 3.284 mm anuales.

- 1. \* Por lo menos una de las mezclas evaluadas afecta el largo de los entrenudos de la caña de azúcar y la altura de plantas.
- 2. \* De las mezclas evaluadas al menos una produce efecto negativo sobre la producción de la caña de azúcar en toneladas métricas por hectárea y el rendimiento en kilogramos de azúcar por tonelada métrica de caña.
- 3. \* Al menos una de las mezclas evaluadas controla las malezas en el área de estudio.

7.2 Recursos Utilizados:

- \* Humanos:
  - 8 investigadores
  - mayordomo de campo
- \* Materiales:
  - herbicidas en cantidades diferentes
  - escacas de madera
  - bombas manuales de 4 galones
  - cinta métrica
  - bolsones plásticos
  - machetes
  - muestra de caña variedad HX 6823
- \* Equipo de laboratorio:
  - balanza graduada
  - tarjetas de identificación
  - conos plásticos
  - Vehículos
  - botas de diferente modelo
  - recipientes varios (papas)
  - gradadas en litro

## 7. MATERIALES Y METODOS

### 7.1 Localización y Características:

El ensayo experimental se llevó a cabo en la finca San bernardo, Ingenio Concepción, jurisdicción municipal y departamental de Escuintla, localizada a 14° 19' de latitud y 90° 47' de longitud, a una altura sobre el nivel del mar de 345 metros.

Según el INSIVUMEH (19), se tiene una temperatura máxima promedio de 30° Centígrados y una mínima promedio de 25° C. La precipitación varía de 2,136 a 4,327 mm, promediando 3,284 mm anuales.

La zona de vida de acuerdo al sistema de clasificación de Holdridge (11), es Bosque muy húmedo subtropical cálido [bmh-s(c)], ésta zona de caracteriza por poseer los mejores suelos del país y la vegetación natural predominante es una de las mas ricas en su composición florística.

De acuerdo a la clasificación de suelos de Simmons (34), la finca se encuentra situada sobre los suelos de la serie Escuintla (Es), que se caracterizan por ser suelos profundos, que se han desarrollado sobre lodo volcánico ó en tufa en un clima cálido, húmedo-seco; poseen relieves suaves a elevaciones moderadamente bajas, la textura predominante corresponde a franco-arcillosa.

### 7.2 Recursos Utilizados:

#### \* Humanos:

- 6 fumigadores
- mayordomo de campo

#### \* Físicos:

- |                                       |  |
|---------------------------------------|--|
| - herbicidas en cantidades diferentes | - balanza de laboratorio                           |
| - estacas de madera                   | - probeta graduada                                 |
| - bombas manuales de 4 galones        | - tarjetas de identificación                       |
| - cinta métrica                       | - toneles plásticos                                |
| - bolsas plásticas                    | - Vehículos  |
| - machetes                            | - boletas de diferente modelo                      |
| - semilla de caña variedad MEX 68p23  | - recipientes varios (cubetas graduadas en litros) |

\* Características de la Variedad MEX 68P23:

Los tallos son cilíndricos y de color amarillo maráceo cuando jóvenes (1 a 6 meses) luego se tornan amarillo-verdoso, en regiones arriba de 700 msnm adquiere una coloración verde-rosácea. La caña tiene hábito de crecimiento erecto, pero se postra con el viento debido a su condición de caña pesada, con un buen cierre de calles y con una susceptibilidad mediana a los herbicidas., no posee raíces aéreas y es suave para el corte.

Una característica importante para su identificación es la coloración roja de la lígula llegando a un vino tinto. Es una variedad que responde muy bien al riego a un nivel cercano al PMP.

Es una variedad resistente al carbon, con un 0% de inoculación natural y presenta 1.6-2% de carbon por medio de inoculación artificial. Altamente resistente a la roya y resistente al mosaico aunque a nivel comercial se ha encontrado un 4%, susceptible al muermo rojo aunque no le causa un daño económico por que casi no penetra al tallo, susceptible a pudrición del tallo por bacteriosis (Pseudomonas y Xantomonas).

Presenta Podda boeng (fusarium) pero se recupera sin llegar a dañar el tallo.

Es un variedad que generalmente no florece por lo tanto no concentra azúcares tempranamente, es decir Nov.-Dic., su óptimo de corte se encuentra en el mes de Marzo, por lo tanto se considera como medianamente tardía. Experimentalmente a producido 225 libras de azúcar por tonelada de caña, muy similar a la Q-102, la cual está siendo sustituida por dicha variedad, con un tonelaje entre 100 -140 toneladas de caña por Ha. pero en algunas zonas se incrementa.

### 7.3 Manejo del Experimento:

El área experimental fue sometida al manejo completo que se realiza en el ingenio cuando se trata de caña plantía, en tal sentido, se efectuaron las siguientes labores de cultivo:

\* RUMA

Consistió en la limpia o recolección de materiales que puedan dañar la maquinaria, como piedras, restos de vegetales, y otros.

\* SUBSOLEO:

Con un subsolador a una profundidad de 30 centímetros.

\* VOLTEO:

Consistió en el paso de una rastra de 16 discos de 32 pulgadas, con el objeto de desmenuzar las porciones de suelo que quedaron luego de realizar el subsoleo.

\* PULIDO:

Como su nombre lo indica, consistió en pulir el suelo para preparar la cama del mismo para la siembra, se utilizó una rastra pequeña de 24 discos de 24 pulgadas.

\* SURQUEO:

Empleando un surqueador de 2 puntos y dándole un distanciamiento de 1.5 metros.

\* SIEMBRA:

Se realizó empleando el método de paqueteado, y se utilizó la variedad MEX 68P23, la cual tiene un tiempo de maduración de 13 meses, catalogada como medianamente tardía.

\* RIEGO DE GERMINACION:

Para este caso se utilizó una motobomba para accionar la distribución de los aspersores.

\* LIMPIAS:

Las limpias se realizaron manualmente utilizando machete, la desventaja que tiene utilizar dicho instrumento es la pronta recuperación de las malezas. Se efectuaron 3 limpias, la primera fue general para toda el área experimental y se hizo con el fin de homogenizar el estado de las malezas al momento de aplicar los tratamientos; las otras 2 se efectuaron directamente sobre el tratamiento testigo mecánico.

\* RONDEOS MANUALES Y CON CHAPEADORA:

Consistió en realizar limpias manuales alrededor de toda el área experimental, y para el presente caso se efectuaron 2 rondes manuales y uno con chapeadora.

**\* FERTILIZACIONES:**

Se realizaron 2 fertilizaciones, en la primera se aplicó 5 quintales por Ha. de Triple Super Fosfato y se efectuó manualmente al momento de la siembra, en la segunda se aplicó 8 quintales por Ha. de Sulfato de Amonio, empleando para éste caso un tractor y una fertilizadora, realizando la misma a los 3 meses de sembrada la caña.

**\* APLICACION DE LOS TRATAMIENTOS:**

Se aplicaron en post-emergencia temprana de la maleza y para ello, de las 6 calles que constó cada unidad experimental, se aplicaron los herbicidas en 5 de ellas dejando la sexta sin aplicar, esto con el fin de evitar el efecto de deriva y para utilizarla como un comparador dentro de cada parcela.

**\* RIEGOS POR ASPERSION:**

Utilizando una motobomba y un sistema de aspersores.

**\* CONTROL DE PLAGAS:**

Lo único que se realizó fue control de plagas del suelo y para ello se utilizó 18.18 Kgs. de insecticida por Ha. aplicados al momento de la siembra. No se efectuó control de plagas del follaje ni enfermedades porque la variedad utilizada es resistente a ellas.

**\* COSECHA:**

Primeramente se realizó el muestreo pre-cosecha, luego la ronda ó brecha corta fuegos y posteriormente la quema. El corte fue el tradicional, utilizando el machete tipo Australiano.

**7.4 Metodología Experimental:**

**\* Diseño Experimental:**

Para la realización del estudio se utilizó un diseño de bloques al azar con 10 tratamientos y 4 repeticiones. El tamaño de cada unidad experimental consistió de 6 surcos de 10 metros de largo cada

uno y distanciados a 1.5 metros, teniendo un área de 90 metros cuadrados respectivamente. Entre cada bloque se trazaron calles de 2 metros, siendo el área total del ensayo 4,140 metros cuadrados.

**\* Modelo Estadístico:**

El modelo estadístico utilizado fue el siguiente:

$$Y_{ij} = M + R_i + T_j + E_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = Variable respuesta observada en la repetición  $i$  con tratamiento  $j$ .

$M$  = Efecto de la media general

$R_i$  = Efecto de la  $i$ -ésima repetición

$T_j$  = Efecto del  $j$ -ésimo tratamiento

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

**\* Tratamientos:**

Se evaluaron 10 tratamientos, 8 correspondieron a tratamientos con mezclas de herbicidas, uno consistió de limpiezas manuales (testigo mecánico) y el otro sirvió de testigo absoluto quedando completamente enmalezado.

Los tratamientos que se utilizaron se enumeran en el cuadro 1.

Cuadro 1. Tratamientos utilizados en la evaluación del control de malezas.

Tratamientos	Productos	Dosis por Hectárea
1	Testigo Absoluto	
2	Testigo Mecánico	
3	Latido (Glifosato)	4.3 litros
	Prowl (Pendimetalina)	2.86 litros
	2,4-D (2,4-D)	1.43 litro
4	Atranex (Atrazina)	2.86 litros
	Ametrex (Ametrina)	2.86 litros
	2,4-D (2,4-D)	1.43 litros
5	Velpar (Hexazinona)	0.65 Kgs.
	Diurex (Karmex)	2.86 litros
	2,4-D (2,4-D)	1.43 litros
6	Igran (Terbutrina)	4.3 litros
	2,4-D (2,4-D)	1.43 litros
7	Gramurón (Karmex-Paracuat)	1.43 litros
	Prowl (Pendimetalina)	2.86 litros
	2,4-D (2,4-D)	1.43 litro
8	Diurex (Karmex)	2.86 litros
	Ametrex (Ametrina)	2.86 litros
	2,4-D (2,4-D)	1.43 litros
9	Velpar (Hexazinona)	0.65 Kgs.
	Ally (Metsulfuron-methyl)	0.01 Kgs.
10	Amigan (Ametrina-Terbutrina)	3.57 Kgs.
	Atranex (Atrazina)	2.86 litros
	2,4-D (2,4-D)	1.43 litros

( ) = Nombre Técnico

**\* Aplicación de los tratamientos:**

Los diferentes tratamientos fueron aplicados en postemergencia temprana de la maleza, cuando ésta se encontraba con una altura no mayor de 5 centímetros.

Se realizaron 2 limpiezas manuales sobre el testigo mecánico durante el período de evaluación, la primera a los 5 días de aplicados los tratamientos y la segunda a los 35, dejando un tiempo entre una y otra de 30 días, ya que es el criterio que maneja el ingenio.

Se aplicaron los tratamientos en 5 calles de cada unidad experimental y se dejó una calle sin aplicar, esto con el fin de evitar el efecto de deriva y para utilizarlo como un comparativo dentro de cada una en cuanto al control de malezas.

**\* Variables respuesta:**

- Cobertura de malezas
- Altura de la plantas a la primera lígula
- Longitud del cuarto y quinto entrenudo
- Producción de la caña de azúcar en TM/Ha.
- Rendimiento de la caña de azúcar en Kgs. de azúcar por tonelada métrica de caña.

**7.5 Toma de datos:**

**\* Control de malezas:**

Las lecturas para evaluar el control que ejercieron los distintos tratamientos sobre las malezas, se efectuaron cada 15 días a partir de la aplicación de los mismos, hasta alcanzar un período de 60 días. El criterio que se utilizó fue el de porcentaje de cobertura de malezas sobre el suelo existente en cada período determinado, ésta se efectuó en forma visual, empleando la calle que no se le aplicó tratamiento como un comparativo dentro de la misma unidad experimental. Para recabar ésta información se usó una boleta en la que se anotaron por orden de predominancia las malezas existentes luego de realizar cada lectura correspondiente.

**\* Altura de Plantas:**

Las lecturas para altura de plantas se iniciaron a los 60 días después de aplicados los tratamientos, esto con el fin de evitar que con el pisoteo del suelo se perdiera el efecto de los herbicidas, ya

que en dicho periodo se observó directamente el comportamiento de las malezas.

Las lecturas se efectuaron cada 30 días, realizándose solamente 5 lecturas respectivas, ya que el incremento en altura fue homogéneo en forma general y no justificó continuar registrándola.

Para realizar éstas mediciones fue necesario seleccionar 10 tallos dentro de cada unidad experimental de la manera siguiente:

- se tomaron los 3 surcos centrales de cada unidad experimental, dejándose 2 calles de cada lado.
- En los extremos de los surcos seleccionados se dejó un borde de 1 metro para evitar el efecto de bordes y cabeceras.
- en cada uno de los surcos seleccionados, se eligieron al azar 4 tallos en el central y 3 en cada uno de los otros dos restantes, los cuales fueron identificados con pintura especial para localizarlos con facilidad en las posteriores lecturas.

**\* Largo de Entrenudos:**

A los mismos tallos seleccionados e identificados anteriormente, se les realizó la medición de longitud del cuarto y quinto entrenudo, efectuándose cada 30 días, iniciando a los 120 días de aplicados los tratamientos ya que hasta ese tiempo quedaron completamente definidos y diferenciados los citados entrenudos.

Unicamente se hicieron 3 lecturas, ya que el incremento longitudinal no varió significativamente entre tratamientos, lo cual no justificó continuar.

**\* Producción en Toneladas Métricas de caña por Hectárea:**

Para cuantificar la producción en tonelaje por Hectárea, fue necesario esperar que el cultivo estuviera listo para la cosecha.

A los 3 surcos seleccionados para medir altura y longitud entrenudos, se les realizó conteo de tallos, para luego haber determinado el número promedio de tallos por surco y finalmente por unidad experimental.

La producción en peso se determinó al haber extraído 50 tallos de cada unidad experimental dentro de los surcos seleccionados, luego se realizaron conversiones para cuantificarlo por unidad experimental y posteriormente por hectárea. Para realizar la actividad de pesado se utilizó una balanza tipo romana.

**\* Rendimiento en Kilogramos de azúcar por Tonelada Métrica de caña:**

En los 3 surcos seleccionados de cada unidad experimental, se tomaron 5 tallos cañas al azar y se formó la muestra que se envió al laboratorio del ingenio Concepción para su respectivo análisis de rendimiento de azúcar, luego se efectuaron conversiones para determinar el contenido por tonelada métrica de caña.

**7.6 Análisis de Datos:**

**\* Análisis Estadístico:**

Para la efectividad del control de malezas por parte de cada tratamiento evaluado, se realizó análisis de varianza por lectura y se sometieron los promedios a una comparación múltiple de medias, utilizando para el efecto la prueba de Tukey. Para el caso de la producción en toneladas métricas de caña por hectárea, se realizó igualmente un análisis de varianza y prueba de medias para cada tratamiento; mientras que para el rendimiento en kilogramos de azúcar por tonelada métrica de caña, altura de plantas y longitud de entrenudos, se efectuó únicamente análisis de varianza y no así prueba de medias por no haber existido significancia.

**\* Análisis Económico:**

A cada tratamiento se le realizó un análisis económico, con la finalidad de determinar mejores alternativas para el cañicultor; para ello fue necesario llevar un registro de todas las actividades involucradas en el proceso de cultivo, a fin de cuantificar el costo variable de producción de cada tratamiento por hectárea, para finalmente determinar la Tasa de Retorno Marginal que cada uno generó.

## 8. PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS

### 8.1. EFECTIVIDAD DE CONTROL DE MALEZAS:

Los datos del cuadro 2 corresponden a los resultados de la primera lectura sobre cobertura total de malezas observada a los 15 días después de aplicados los tratamientos, como puede notarse, los tratamientos químicos números 5,6,7,8,9 y 10 resultaron completamente limpios, mientras que el N. 3 y 4, presentaron un porcentaje bajo de cobertura total, no así en los testigos, que mostraron un porcentaje relativamente alto.

Según el Análisis de Varianza (cuadro 3), muestra que existen diferencias significativas entre tratamientos, pero esto está referido a los tratamientos en general, incluyendo los testigos; pero la prueba de medias por Tukey demuestra que entre tratamientos químicos no hay significancia y que todos se comportan de la misma manera.

La comparación de medias del control total de malezas a los 15 días (cuadro 4) muestra que existen diferencias significativas al 5% de probabilidad entre los testigos y los tratamientos químicos.

Como se indicó anteriormente los tratamientos químicos N. 5,6,7,8,9 y 10 mostraron un control completo (100%) de las malezas y los tratamientos empleados como testigos presentan las medias mas altas de cobertura de malezas.

Cuadro 2. Resultados de cobertura de malezas observados a los 15 días después de aplicados los tratamientos.

TRATAMIENTOS	I	II	III	IV	$\bar{X}$
1	30	40	45	40	38.75
2	30	35	35	30	32.5
3	10	10	0	10	7.5
4	0	10	5	20	8.75
5	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0

1= Testigo absoluto, 2= Testigo mecánico, 3= Glifosato + Pendimetalina + 2,4-D, 4= Atrazina + Ametrina + 2,4-D, 5= Hexazinona + Karmex + 2,4-D, 6= Terbutrina + 2,4-D, 7= Paraquat-Karmex + Pendimetalina + 2,4-D, 8= Karmex + Ametrina + 2,4-D, 9= Hexazinona + Metasulfuron-methyl, 10= Ametrina-terbutrina + Atrazina + 2,4-D.

Cuadro 3. Componentes de varianza de la cobertura de malezas observados a los 15 días de aplicados los tratamientos

FV	GL	SC	CM	Fc
Bloques	3	52.5		**
Tratamientos	9	7,700	855.56	60
Error	27	385	14.26	
Total	39	8,137.5		

CV = 43.16 %

\*\* = Altamente significativo

Cuadro 4. Comparación de medias de cobertura de malezas observadas a los 15 días de aplicados los tratamientos, mediante la prueba de Tukey al 5 % de significancia.

TRATAMIENTOS	$\bar{X}$	5 % de significancia
1	38.75	a
2	32.5	a
4	8.75	b
3	7.5	b
5	0	b
6	0	b
7	0	b
8	0	b
9	0	b
10	0	b

1= Testigo absoluto, 2= Testigo mecánico, 3= Glifosato + Pendimetalina + 2,4-D, 4= Atrazina + Aesetrina + 2,4-D,

5= Hexazinona + Karax + 2,4-D, 6= Terbutrina + 2,4-D, 7= Paraquat-Karax + Pendimetalina + 2,4-D, 8= Karax + Aesetrina + 2,4-D, 9= Hexazinona + Metsulfuron-methyl, 10= Aesetrina-terbutrina + Atrazina + 2,4-D.

En cuanto al control de malezas a los 30 días después de aplicados los tratamientos, se observa ya una diferencia entre los tratamientos evaluados, incluyendo los químicos, esto probablemente se debió a que hubo reaparecimiento de malezas que al momento de la aplicación escaparon de ser asperjadas ó porque el efecto herbicida de algunos productos inició a declinar; entre éstas malezas se pudo observar *Phyllodendrum* sp, que es una maleza muy difícil de

desarraigar, también se pudo observar otras malezas predominantes como *Panicum fasciculatum* e *Ipomoea* sp pero su presencia no fue abrumadora.

El cuadro 5, muestra el resultado de cada tratamiento a los 30 días de aplicados.

El Análisis de Varianza (cuadro 6), de los valores correspondientes sobre cobertura de malezas a los 30 días de aplicados los mismos muestra diferencias significativas entre tratamientos en general, y esto lo comprueba la prueba de medias por Tukey (cuadro 7) donde los tratamientos químicos que mejor se comportaron son el N. 9, 10 y 5, ya que tienen las medias más altas de control de malezas, mientras que los tratamientos usados como testigos poseen las medias más bajas de dicho control.

Cuadro 5. Resultados de cobertura de malezas observados a los 30 días después de aplicados los tratamientos.

TRATAMIENTOS	I	II	III	IV	$\bar{X}$
1	40	45	50	50	46.25
2	40	40	45	40	41.25
3	20	20	20	20	20
4	5	15	10	20	12.5
5	5	5	5	0	3.75
6	5	5	5	5	5
7	10	5	10	10	11.25
8	5	5	5	5	5
9	5	0	5	0	2.5
10	5	5	5	0	3.75

1= Testigo absoluto, 2= Testigo mecánico, 3= Glifosato + Pendimetalina + 2,4-D, 4= Atrazina + Asetrina + 2,4-D, 5= Hexazinona + Karax + 2,4-D, 6= terbutrina + 2,4-D, 7= Paraquat-Karax + Pendimetalina + 2,4-D, 8= Karax + Asetrina + 2,4-D, 9= Hexazinona + Metsulfuron-methyl, 10= Asetrina-terbutrina + Atrazina + 2,4-D.

Cuadro 6. Componentes de varianza de la cobertura de malezas observada a los 30 días de aplicados los tratamientos

FV	GL	SC	CM	Fc
Bloques	3	21.88		**
Tratamientos	9	9,280.62	1,031.18	102.4
Error	27	271.88	10.07	
Total	39	9,574.38		

CV = 20.98 %

\*\* = Altamente significativo

Cuadro 7. Comparación de medias de cobertura de maleza observadas a los 30 días de aplicados los tratamientos, mediante la prueba de Tukey al 5 % de significancia.

TRATAMIENTOS	$\bar{X}$	5 % De significancia
1	46.25	a
2	41.25	a
3	20	b
4	12.5	b
7	11.25	c
6	5	c
8	5	c
5	3.75	d
10	3.75	d
9	2.5	d

1= Testigo absoluto, 2= Testigo mecánico, 3= Glifosato + Fendimetalina + 2,4-D, 4= Atrazina + Ametrina + 2,4-D, 5= Hexazinona + Karnex + 2,4-D, 6= Terbutrina + 2,4-D, 7= Paraquat-Karnex + Fendimetalina + 2,4-D, 8= Karnex + Ametrina + 2,4-D, 9= Hexazinona + Metsulfuron-methyl, 10= Ametrina-terbutrina + Atrazina + 2,4-D.

La tercera lectura de cobertura de malezas por cada tratamiento se efectuó a los 45 días después de aplicados, y al igual que la anterior lectura, hubo diferencias marcadas entre tratamientos químicos y testigos en cuanto al control de malas hierbas, según se observa en el cuadro 8, el poder activo de cada herbicida disminuyó a medida que pasó el tiempo de exposición al mismo y por lo tanto inició la aparición de otras malezas tales como *Rottboelia cochinchinensis*, *Anagalis arvensis*, etc. La variación entre tratamientos nos la muestra el Análisis de Varianza (cuadro 9) donde se observa que existen diferencias altamente significativas entre tratamientos y la prueba de medias por Tukey al 5 % de probabilidad indica que los tratamientos químicos 9,5 y 10 tuvieron siempre predominio en el control de malezas al contener las medias mas bajas de cobertura de malas hierbas y por consiguiente los testigos (enmalezado y control manual) continuaron con la mayor cobertura de malezas (cuadro 10.)

Es de hacer notar que a pesar que investigaciones de Bullon citado por Oliva Morales (28) indican que la mayoría de herbicidas

pierden su poder fitotóxico alrededor de los 40 días después de su aplicación, en el presente caso, al menos con los tratamientos 9, 5, y 10 no se presentó lo enunciado y continuaron con su efecto positivo sobre controlar malezas.

Cuadro 8. Resultados de cobertura de malezas observados a los 45 días después de aplicados los tratamientos.

TRATAMIENTOS	I	II	III	IV	$\bar{X}$
1	70	60	50	60	60
2	45	50	50	60	51.25
3	30	30	30	25	28.75
4	5	15	15	25	15
5	5	5	10	10	7.5
6	10	10	10	10	10
7	20	20	20	20	20
8	15	10	10	10	11.25
9	5	5	0	5	3.75
10	5	5	10	5	6.25

1= Testigo absoluto, 2= Testigo mecánico, 3= Blifosato + Pendimetalina + 2,4-D, 4= Atrazina + Ametrina + 2,4-D, 5= Hexazinona + Karnex + 2,4-D, 6= Terbutrina + 2,4-D, 7= Paraquat-Karnex + Pendimetalina + 2,4-D, 8= Karnex + Ametrina + 2,4-D, 9= Hexazinona + Metsulfuron-methyl, 10= Ametrina-terbutrina + Atrazina + 2,4-D.

Cuadro 9. Componentes de varianza de la cobertura de malezas observada a los 45 días de aplicados los tratamientos

FV	GL	SC	CM	Fc
Bloques	3	36.88		**
Tratamientos	9	13,780.62	1,531.18	71.05
Error	27	581.88	21.55	
Total	39	14,399.38		

CV = 21.71

\*\* = Altamente significativa

Cuadro 10. Comparación de medias de cobertura de malezas observadas a los 45 días de aplicados los tratamientos, mediante la prueba de Tukey al 5 % de significancia.

TRATAMIENTO		$\bar{X}$	5 % De Significancia
1		60	a
2	VI	51.25	a
3		28.75	b
7		20	b
4		15	c
8		11.25	c
6		10	c
10		7.5	d
5		6.25	d
9		3.75	d

1= Testigo absoluto, 2= Testigo mecánico, 3= Glifosato + Pendimetalina + 2,4-D, 4= Atrazina + Ametrina + 2,4-D, 5= Hexazinona + Karmex + 2,4-D, 6= Terbutrina + 2,4-D, 7= Paraquat-Karmex + Pendimetalina + 2,4-D, 8= Karmex + Ametrina + 2,4-D, 9= Hexazinona + Metsulfuron-methyl, 10= Ametrina-terbutrina + Atrazina + 2,4-D.

La cuarta lectura y última sobre cobertura de malezas por tratamiento fue efectuada a los 60 días después de aplicados los mismos y como se observa en el cuadro 11, se marcaron siempre diferencias entre tratamientos en cuanto a la efectividad de control de malas hierbas. Esto queda comprobado según el Análisis de Varianza (cuadro 12) donde existen diferencias altamente significativas entre tratamientos y por la prueba de medias de Tukey al 5 % de probabilidad (cuadro 13), el tratamiento nueve (Hexazinona + Metsulfuron-methyl) fue el que mejor se comportó en el control de malezas, ya que a los 60 días, únicamente presentó un 5 % de cobertura total de malas hierbas; el tratamiento 10 (Ametrina-Terbutrina + Atrazina + 2,4-D) fue el que secundariamente controló las malezas hasta los 60 días, mientras que el tratamiento enmalezado presentó la mayor cobertura de malas hierbas.

Cuadro 11. Resultados de cobertura de malezas observados a los 60 días después de aplicados los tratamientos.

TRATAMIENTOS	I	II	III	IV	$\bar{X}$
1	85	85	90	90	87.5
2	70	80	80	70	75
3	35	50	45	45	43.75
4	5	15	25	25	17.5
5	15	10	10	15	12.5
6	20	20	20	20	20
7	25	20	25	20	22.5
8	20	25	20	20	22.5
9	5	5	5	5	5
10	15	5	15	5	10

1= Testigo absoluto, 2= Testigo mecánico, 3= Glifosato + Pendimetalina + 2,4-D, 4= Atrazina + Asetrina + 2,4-D, 5= Hexazinona + Karmex + 2,4-D, 6= Terbutrina + 2,4-D, 7= Paraquat-Karmex + Pendimetalina + 2,4-D, 8= Karmex + Asetrina + 2,4-D, 9= Hexazinona + Metsulfuron-methyl, 10= Asetrina-terbutrina + Atrazina + 2,4-D.

Cuadro 12. Componentes de varianza de la cobertura de malezas observados a los 60 días de aplicados los tratamientos.

FV	GL	SC	CM	Fc
Bloques	3	80		**
Tratamientos	9	28,872.5	3,208.06	142.58
Error	27	607.5	22.5	
Total	39	29,560		

CV = 15.06

\*\* = Altamente significativo

Cuadro 13. Comparación de medias de cobertura de malezas observadas a los 60 días de aplicados los tratamientos, mediante la prueba de Tukey al 5 % de significancia.

TRATAMIENTOS		$\bar{X}$	5 % De Significancia
1	VI	87.5	a
2		75	b
3	00	43.75	c
7	70	22.5	d
8	45	21.25	d
6	35	20	d
4	15	17.5	d
5	30	12.5	d
10	30	10	e
9	30	5	f

1= Testigo absoluto, 2= Testigo mecánico, 3= Glifosato + Pendimetalina + 2,4-D, 4= Atrazina + Ametrina + 2,4-D, 5= Hexazinona + Karmex + 2,4-D, 6= Terbutrina + 2,4-D, 7= Paraquat-Karmex + Pendimetalina + 2,4-D, 8= Karmex + Ametrina + 2,4-D, 9= Hexazinona + Metsulfuron-methyl, 10= Ametrina-terbutrina + Atrazina + 2,4-D.

A los 15 días de aplicados los tratamientos fue clara la diferencia en el control de malezas de los tratamientos químicos sobre los testigos, ya que según se observa en los respectivos cuadros, los tratamientos químicos presentan porcentajes nulos y bajos de cobertura de malezas, lo cual indica que los herbicidas se encuentran dentro del período activo de efecto sobre el control de las mismas, mas sin embargo, algunos tratamientos como Glifosato + Pendimetalina + 2,4-D y Atrazina + Ametrina + 2,4-D, son los que mostraron porcentajes bajos de cobertura, indicando esto que las malezas manifiestan relativa resistencia en corto tiempo a dichos productos, lo que se debe a que los herbicidas en mención son los que tradicionalmente se han utilizado en los últimos años para contrarrestar el daño directo ocasionado por las malas hierbas.

Los tratamientos químicos a los 30 días de aplicados marcaron diferencias entre ellos en el control de malezas, en tal sentido, que Hexazinona + Metsulfuron-methyl, Ametrina-terbutrina + Atrazina + 2,4-D y Hexazinona + Karmex + 2,4-D, fueron los que mejor se comportaron en dicho control, así mismo, el testigo manejado mecánicamente (limpias manuales) mostró alto porcentaje de malas hierbas lo cual indica que éstas son muy agresivas y tienen alta capacidad de recuperación en corto tiempo, ya que no son destruidas en su totalidad, máximo los que se reproducen vegetativamente. El porcentaje de no control se debió a la presencia de la maleza *Phyllodendrum* sp y otras como *Panicum fasciculatum*.

A los 45 días se mantuvo la predominancia de los mismos tratamientos mejor comportados en la lectura anterior sobre el control de malezas, indicando esto que a pesar que investigaciones mencionan que alrededor de los 40 días todo herbicida se encuentra en su período de pérdida del efecto de control, para el caso de los productos enumerados no ocurrió así, indicando esto que a partir de ese período ya se pueden tener tendencias a preferir dichos productos en cuanto al poder herbicida que muestran. La maleza predominante que se mostró completamente recuperada a los 45 días es *Phyllodendrum* sp por lo que anticipadamente habrá que dedicarle atención en investigaciones posteriores; otras malezas presentes aunque en pequeña proporción fueron *Rottboelia cochinchinensis* y *Anagalis arvensis*.

A los 60 días se observó mayor cobertura de malezas en la mayoría de tratamientos químicos, sin embargo, se diferenció el poder herbicida del tratamiento con Hexazinona + Metsulfuron-methyl, el cual predominó en el control de malezas desde los 30 días de aplicados, por lo tanto nos indica que refiriéndose al combate de malas hierbas dicho tratamiento fue el que mejor se comportó. El tratamiento 10 (Ametrina-terbutrina + Atrazina + 2,4-D) es el que secundariamente se comportó mejor en controlar malas hierbas y la diferencia con el anterior es relativamente pequeña por lo que dependiendo del análisis económico se podrá tomar una decisión sobre cual utilizar.

En cobertura de malezas fue claramente la diferencia de los testigos comparados con los tratamientos químicos; incluso entre los

tratamientos completamente enmalezado y deshierbado manualmente, fue poca la diferencia que se observó durante todo el período de evaluación debido a que las malezas se recuperan y desarrollan rápidamente.

*Phyllodendrum* sp fue la maleza completamente recuperada y presente en todos los tratamientos, especialmente en los que mejor se comportaron, así mismo, hubo presencia de *Ipomoea* sp, *Anagalis arvensis*, *Rottboelia cochinchinensis*, *Panicum fasciculatum*, *Tridax procumbens*, *Phyllanthus niruri*, pero la población de las mismas fue muy baja.

El tratamiento químico con Glifosato + Pendimetalina + 2,4-D fue el que menor control de malezas ejerció durante el período de evaluación, debiéndose posiblemente a que las malezas muestran resistencia a dichos productos ó porque el efecto de los mismos disminuyó en poco tiempo y la población de malezas dominó y doblegó dicha acción.

Según Marzocca (26), no existe un herbicida totalmente selectivo, ya que siempre la población de malezas que se presenta en los campos agrícolas es bastante compleja y en el presente caso se puso en evidencia lo anterior.

El tratamiento testigo absoluto sirvió para observar el grado ó porcentaje en que aumentó la cobertura de malas hierbas en el mismo y las que predominaron a medida que transcurría el tiempo, y con ello poder criticar el control ejercido por cada tratamiento que se evaluó. También sirvió para analizar las pérdidas en la producción en peso que ocasionaron las malezas, ya que como lo enumera Litsenberger, citado por Oliva Morales (28), las malezas que persisten en los cultivos ocasionan perdidas considerables en las producciones, y en éste caso, se obtuvo una diferencia en la producción de 39.26 TM/Ha entre el tratamiento químico que produjo el tonelaje mas alto y el testigo enmalezado que tuvo menor producción, comprobándose con esto las pérdidas por la interferencia de las malezas.

El tratamiento testigo manual sirvió para realizar una comparación en cuanto al nivel de gastos involucrados por unidad de área que conlleva realizar el desmalezado utilizando mano de obra para

realizarla manualmente y el uso de herbicidas para controlarlas químicamente; además, por la poca interferencia que ejercen las malezas que se recuperan rápidamente, la producción disminuyó y en éste caso la diferencia fue de 34.09 TM/Ha. comparado con el tratamiento químico que tuvo mayor producción.

En síntesis, todas las mezclas tuvieron un efecto sobre el control de las malezas, ya sea en mayor o menor proporción, pero si hubo control, lo que varió fue el tiempo que tardó dicha acción, por lo tanto se toma como aceptada la hipótesis número 3.

1	110.71	148.78	157.08	148.78
2	110.71	148.78	157.08	148.78
3	110.71	148.78	157.08	148.78
4	110.71	148.78	157.08	148.78
5	110.71	148.78	157.08	148.78
6	110.71	148.78	157.08	148.78
7	110.71	148.78	157.08	148.78
8	110.71	148.78	157.08	148.78
9	110.71	148.78	157.08	148.78
10	110.71	148.78	157.08	148.78

8.2 PRODUCCION EN TONELADAS METRICAS DE CAÑA POR HECTAREA:

En el cuadro 14 se presentan los resultados obtenidos en toneladas métricas de caña/Ha. para cada uno de los tratamientos evaluados y como puede observarse varía la producción para cada uno, tal como lo muestra el Análisis de Varianza en el cuadro 15,, en el que se determinan diferencias altamente significativas para ésta fuente de variación.

Según el cuadro 14, el tratamiento 9 (Hexazinona + Metsulfuron-methyl) es el que produjo los mejores resultados en cuanto a la producción, seguido del tratamiento 5 (Hexazinona + Karmex + 2,4-D), mientras que entre los testigos evaluados, como fue lógico esperar, el absoluto ó enmalezado produjo la menor producción en peso, disminuyendo en pequeña cantidad la producción del testigo manual ya que éste siempre tuvo presencia de malezas que de cualquier manera produjeron interferencia con el cultivo.

CV = 8.38  
Alineamiento significativo

El cuadro 15 indica que los tratamientos 9, 5, 4, 10, 8 y 7 son los mejores ya que se comportaron estadísticamente iguales a un nivel de

Cuadro 14. Resultados de la producción en Toneladas Métricas de Caña por Ha. observados en los tratamientos.

TRATAMIENTOS	I	II	III	IV	$\bar{X}$
1	99.18	107.45	107.45	107.45	105.38
2	115.71	99.18	111.57	115.71	110.55
3	148.75	132.24	128.11	124.27	133.35
4	140.5	119.84	124.27	136.36	130.25
5	148.76	140.05	132.24	128.11	137.40
6	136.36	107.45	107.45	115.71	116.75
7	148.76	99.18	132.24	107.45	121.91
8	132.24	107.45	140.5	115.71	123.97
9	148.76	157.03	132.24	140.5	144.64
10	140.5	123.97	115.71	123.97	126.04

1= Testigo absoluto, 2= Testigo mecánico, 3= Glifosato + Pendimetalina + 2,4-D, 4= Atrazina + AETRINA + 2,4-D, 5= Hexazinona + Karax + 2,4-D, 6= Terbutrina + 2,4-D, 7= Paraquat-Karax + Pendimetalina + 2,4-D, 8= Karax + AETRINA + 2,4 D, 9= Hexazinona + Metsulfuron-methyl, 10= AETRINA-terbutrina + Atrazina + 2,4-D.

El cuadro 15 muestra los resultados del Análisis de Varianza en el que se observa que hay diferencias altamente significativas entre tratamientos, realizándose la respectiva prueba de medias por Tukey que se muestra en el cuadro 16.

Cuadro 15. Componentes de varianza para la producción en toneladas métricas de caña por Ha. observados en los tratamientos.

FV	GL	SC	CM	Fc
Bloques	3	2,011.49	670.5	**
Tratamientos	9	6,338.78	704.3	5.41
Error	27	3,512.56	130.09	
Total	39	11,862.83		

CV = 8.29

\*\* = Altamente significativo

El cuadro 16 indica que los tratamientos 9,5,3,4,10,8 y 7 son los mejores ya que se comportaron estadísticamente iguales a un nivel de

significancia de 5 % de probabilidad.

Estadísticamente también se comprueba que el testigo absoluto (enmalezado) es el que tiene la menor producción lo cual es debido a la interferencia y competencia que ejercieron las malezas con el cultivo. El tratamiento químico que produjo la menor producción es Terbutrina + 2,4-D, debido posiblemente a que pudo haber afectado el desarrollo del cultivo.

Cuadro 16. Comparación de medias de la producción en toneladas métricas de caña por Ha. de los tratamientos mediante la prueba de tukey al 5 % de significancia.

TRATAMIENTOS	$\bar{X}$	5 % de significancia
9	144.64	a
5	137.4	a
3	133.25	a
4	130.25	a
10	126.04	a
8	123.97	a
7	121.91	a
6	116.75	b
2	110.55	c
1	105.38	d

1= Testigo absoluto, 2= Testigo mecánico, 3= Bifosato + Pendimetalina + 2,4-D, 4= Atrazina + Anetrina + 2,4-D, 5= Hexazinona + Karax + 2,4-D, 6= Terbutrina + 2,4-D, 7= Paraquat-Karax + Pendimetalina + 2,4-D, 8= Karax + Anetrina + 2,4-D, 9= Hexazinona + Metksulfuron-methyl, 10= Anetrina-terbutrina + Atrazina + 2,4-D.

Como puede observarse en el cuadro 16 y 14, el tratamiento químico N. 6 (Terbutrina + 2,4-D) tiene la menor producción en peso (116.75 TM/Ha.), a pesar que ejerció un control regular de malezas comparado con el mejor tratamiento (9), afectó el desarrollo del cultivo produciendo por lo consiguiente la menor media.

### 8.3 RENDIMIENTO EN Kgs. DE AZUCAR POR TONELADA METRICA DE CAÑA:

El cuadro 17 contiene los resultados del análisis de laboratorio respecto al rendimiento en Kgs. de azúcar por tonelada métrica de caña de cada tratamiento y como puede observarse en las medias de rendimiento de cada uno, no existen grandes diferencias, lo cual se

comprueba en el cuadro 18 donde el análisis de varianza indica que no existe significancia entre tratamientos.

Esto señala que el efecto de los productos químicos no tuvo ninguna influencia directa sobre el contenido de azúcar que pudo rendir cada tratamiento, ya que incluso el mismo fue mayor en los testigos que en unos tratamientos químicos, por lo tanto, la influencia en sí, se dirigió hacia el control de las malezas, de donde se concluye que a mayor combate de malas hierbas hay menor interferencia de las mismas con el cultivo y por lo tanto mayor producción en peso de cada tratamiento. Indicando esto que el efecto directo se vió reflejado sobre la producción en tonelaje y no en rendimiento por lo tanto se acepta parcialmente la hipótesis N. 2.

Cuadro 17. Resultados del rendimiento en Kgs. de azúcar/TM de caña de los tratamientos evaluados.

TRATAMIENTOS	I	II	III	IV	$\bar{X}$
1	96.59	93.78	98.38	89.24	94.49
2	98.08	93.2	96.3	89.08	94.16
3	87.83	85.63	86.15	89.58	87.29
4	92.19	93.07	76.19	90.12	87.89
5	86.89	92.67	93.51	97.21	92.57
6	95.45	88.26	89.56	97.92	92.8
7	95.47	92.01	87.09	98.45	93.25
8	87.79	95.63	95.18	99.87	94.62
9	93.95	86.15	98.72	88.61	91.86
10	98.03	100.88	98.55	96.15	98.4

1= Testigo absoluto, 2= Testigo mecánico, 3= Glifosato + Pendimetalina + 2,4-D, 4= Atrazina + Ametrina + 2,4-D, 5= Hexazinona + Karnex + 2,4-D, 6= Terbutrina + 2,4-D, 7= Paraquat-Karnex + Pendimetalina + 2,4-D, 8= Karnex + Ametrina + 2,4-D, 9= Hexazinona + Metsulfuron-methyl, 10= Ametrina-terbutrina + Atrazina + 2,4-D.

Cuadro 18. Componentes de varianza para el rendimiento en Kgs. de azúcar/TM de caña de los tratamientos evaluados.

FV	GL	SC	CM	Fc
Bloques	3	96.51		NS
Tratamientos	9	1,836.79	204.09	1.77
Error	27	3,112.93	115.29	
Total	39	5,046.23		

CV = 5.26 %

NS = No Significante

#### 8.4 ALTURA DE PLANTAS Y LONGITUD DE ENTRENUDOS:

El efecto de los tratamientos sobre la altura de plantas y longitud de entrenudos, específicamente el cuarto y quinto, se resume en el cuadro 19, donde se observa que no existen diferencias significativas entre uno y otro tratamiento respecto a dichas variables, ya que el comportamiento del crecimiento altitudinal y el largo de entrenudos se mantuvo más o menos homogéneo durante todas las lecturas realizadas. Esto indica que los herbicidas que controlaron en mayor o menor proporción las malezas, no ejercieron influencia sobre las variables en mención, ya que incluso los tratamientos empleados como testigos mostraron la misma tendencia.

Cuadro 19. Resumen de la significancia observada para las variables Altura de Plantas y Longitud de Entrenudos, de acuerdo al número de días después de aplicados los tratamientos.

Días después de la aplicación	V A R I A B L E S								
	ALTURA			CUARTO ENTRENUDO			QUINTO ENTRENUDO		
	Fc	Signi- fican- cia	CV (%)	Fc	Signi- fican- cia	CV (%)	Fc	Signi- fican- cia	CV (%)
60	0.32	NS	11.65						
90	0.30	NS	7.78						
120	0.54	NS	3.84	0.98	NS	6.33	0.77	NS	7.1
150	0.89	NS	2.57	1.08	NS	6.12	1.06	NS	6.0
180	0.85	NS	2.56	0.84	NS	6.46	0.82	NS	6.2

CV = Coeficiente de Variación

NS = No Significante

Como se menciona anteriormente, se observó un crecimiento similar de ambas variables en todos los tratamientos, mas sin embargo, es de hacer notar que el mayor incremento general en altura ocurrió a los 120 días de haber aplicado los tratamientos, el cual fue de 1.10 metros aproximadamente, durante el resto de lecturas antes y después

de la mencionada, el incremento promedio observado fue de 0.35 metros aproximadamente en todas las unidades experimentales.

Respecto a la longitud de entrenudos, fue el quinto entrenudo el que mostró mayor incremento de los 2 tomados, y se observó hasta los 150 días cuando aumentó alrededor de 3 centímetros en longitud, en el resto de lecturas, tanto del mismo como del cuarto entrenudo, el crecimiento longitudinal osciló entre 1 y 1.25 centímetros en todos los tratamientos.

Las anteriores variables discutidas (altura y entrenudos), no fueron afectadas por acción de los diferentes tratamientos, esto indica que tanto la interferencia de malezas en los 2 testigos como los herbicidas aplicados, no marcaron diferencias significativas para dichas fuentes de variación, no así en la producción en peso, donde sí hubo diferencias entre tratamientos, por lo tanto, el efecto de ambos (malezas y herbicidas) se traduce en producir mayor ó menor peso en tonelaje, y si no hubo efecto sobre altura de plantas ni longitud de entrenudos, dicha variación pudo estar reflejada en el diámetro de tallos como fuente de origen de tal diferencia.

#### 8.5 ANALISIS ECONOMICO:

Todo lo discutido anteriormente se fundamenta en el comportamiento de cada uno de los tratamientos en cuanto a mayor ó menor control de malezas y el efecto de los mismos sobre la producción, el rendimiento y variables como la altura de plantas y la longitud de entrenudos. Sin embargo, en cualquier empresa productiva siempre es importante y necesario establecer un análisis económico y tomar las decisiones mas adecuadas, para hacer que una empresa sea económicamente rentable. Para el presente caso, en el cuadro 20 se describen los costos variables de producción por hectárea de cada tratamiento y en el cuadro 21 se muestra el análisis de dominancia de los tratamientos evaluados, donde se describen las alternativas no dominadas de acuerdo al comparador Costo Variable Total, mientras que en el cuadro 22 se observa la Tasa de Retorno Marginal que genera cada

tratamiento, mostrando las alternativas que mejores opciones económicas presentan al cañicultor.

Como se observa en el cuadro 22, el tratamiento químico N. 9 (Hexazinona + Metsulfuron-methyl) es el que genera la mayor Tasa de Retorno Marginal, indicando dicho valor que por cada unidad mas (quetzales) invertida en el costo variable de dicho tratamiento, se recupera una tasa de 38.8 unidades (quetzales). Luego del mencionado tratamiento, el que genera la segunda Tasa Retorno Marginal mas alta es el constituido por Terbutrina-ametrina + Atrazinaa + 2,4-D.

El tratamiento químico con Hexazinona + Metsulfuron-methyl se caracterizó por producir en primer lugar, el mejor control de malezas durante los 60 días, luego, del mismo se obtuvo la producción en tonelaje mas alta, lo que originó por consiguiente que el beneficio neto observado sea el mayor de todos los tratamientos evaluados.

Algo importante de mencionar es que el costo por concepto de utilizar y aplicar los productos que formaron el tratamiento mencionado se encuentra dentro de los mas bajos, por lo que resulta ser el mas económico y el mas eficiente en cuanto a su función directa y reflejada ésta en la producción obtenida, recomendándose de antemano que a dicha mezcla se le dé importancia en posteriores investigaciones.

10.000,0	11.000,0	12.000,0	13.000,0	14.000,0	15.000,0	16.000,0	17.000,0	18.000,0	19.000,0	20.000,0
20.000,0	21.000,0	22.000,0	23.000,0	24.000,0	25.000,0	26.000,0	27.000,0	28.000,0	29.000,0	30.000,0

1 = Terbutrina + ametrina + atrazinaa + 2,4-D  
 2 = Hexazinona + Metsulfuron-methyl + atrazinaa + 2,4-D  
 3 = Hexazinona + Metsulfuron-methyl + atrazinaa + 2,4-D + 2,4-D  
 4 = Hexazinona + Metsulfuron-methyl + atrazinaa + 2,4-D + 2,4-D + 2,4-D  
 5 = Hexazinona + Metsulfuron-methyl + atrazinaa + 2,4-D + 2,4-D + 2,4-D + 2,4-D  
 6 = Hexazinona + Metsulfuron-methyl + atrazinaa + 2,4-D + 2,4-D + 2,4-D + 2,4-D + 2,4-D  
 7 = Hexazinona + Metsulfuron-methyl + atrazinaa + 2,4-D + 2,4-D + 2,4-D + 2,4-D + 2,4-D + 2,4-D  
 8 = Hexazinona + Metsulfuron-methyl + atrazinaa + 2,4-D  
 9 = Hexazinona + Metsulfuron-methyl + atrazinaa + 2,4-D  
 10 = Hexazinona + Metsulfuron-methyl + atrazinaa + 2,4-D + 2,4-D

CUADRO 20. COSTOS VARIABLES DE PRODUCCION EN BUETZALES POR HA. DE CADA TRATAMIENTO EVALUADO.

PRESUPUESTO PARCIAL

CONCEPTO	TRATAMIENTOS									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Rendimiento medio TM azúcar por Ha.	9.96	10.41	11.64	11.45	12.72	10.83	11.37	11.73	13.29	12.4
Precio medio TM azúcar (0)	2,420	2,420	2,420	2,420	2,420	2,420	2,420	2,420	2,420	2,420
Beneficio Bruto.	24,096.8	25,190.72	28,169.09	27,703.37	30,780.27	26,219.25	27,510.82	28,306.7	32,153.65	30,013.65
<b>COSTO VARIABLE</b>										
- Preparación de la tierra	124.1	124.1	124.1	124.1	124.1	124.1	124.1	124.1	124.1	124.1
- Siembra	75.88	75.88	75.88	75.88	75.88	75.88	75.88	75.88	75.88	75.88
- Riego de Germinación	35.24	35.24	35.24	35.24	35.24	35.24	35.24	35.24	35.24	35.24
- Prácticas Culturales										
- Limpia General	170.72	170.72	170.72	170.72	170.72	170.72	170.72	170.72	170.72	170.72
- Rondeos	85.87	85.87	85.87	85.87	85.87	85.87	85.87	85.87	85.87	85.87
- Riego por Aspersión	202.83	202.83	202.83	202.83	202.83	202.83	202.83	202.83	202.83	202.83
- Limpias Manuales		269.63								
- Insumos										
- Semilla de Caña	111.2	111.2	111.2	111.2	111.2	111.2	111.2	111.2	111.2	111.2
- Insecticida-Nematicida	143.84	143.84	143.84	143.84	143.84	143.84	143.84	143.84	143.84	143.84
- Fertilizantes y aplicación.	172	172	172	172	172	172	172	172	172	172
- Herbicidas y aplicación			460.36	250.07	406.18	254.14	299.47	440.47	260.90	444.01
- Cosecha										
- Corte	1,194.02	1,245.92	1,474.03	1,443.71	1,515.5	1,300.17	1,359.98	1,300.66	1,500.19	1,401.44
- Alce Mecánico	267.67	200.8	330.71	330.04	349	296.55	309.65	314.00	367.39	320.14
- Transporte y Maquinaria	1,294.07	1,357.55	1,637.54	1,599.47	1,607.27	1,433.69	1,497.05	1,522.35	1,776.18	1,547.77
- Post Cosecha										
- Molido y Fabricación	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
<b>TOTAL COSTOS VARIABLES</b>	<b>3,007.44</b>	<b>4,205.50</b>	<b>5,043.12</b>	<b>4,756.57</b>	<b>5,009.63</b>	<b>4,424.23</b>	<b>4,597.83</b>	<b>4,790.04</b>	<b>5,124.14</b>	<b>4,045.04</b>
<b>BENEFICIO NETO</b>	<b>20,209.36</b>	<b>20,905.14</b>	<b>23,125.97</b>	<b>22,946.8</b>	<b>25,690.64</b>	<b>21,795.02</b>	<b>22,912.99</b>	<b>23,596.66</b>	<b>27,029.51</b>	<b>25,168.61</b>

1 = Testigo Absoluto

3 = Glifosato + Pendimetalina + 2,4-D

5 = Hexazinona + Karmex + 2,4-D

7 = Paraquat-karmex + Pendimetalina + 2,4-D

9 = Hexazinona + Metsulfuron-methyl

2 = Testigo Mecánico

4 = Atrazina + Ametrina + 2,4-D

6 = Terbutrina + 2,4-D

8 = Karmex + Ametrina + 2,4-D

10 = Ametrina-terbutrina + Atrazina + 2,4-D

CUADRO 21. Análisis de Dominancia de los tratamientos evaluados

TRATAMIENTOS	BENEFICIO NETO (BN)	COSTO VARIABLE (CV)
9	27,029.51	5,124.14
5	25,690.64	5,089.63
10	25,168.61	4,845.04
8	23,596.86	4,790.04
3	23,125.97	5,043.12
4	22,946.80	4,756.57
7	22,912.99	4,597.83
6	21,795.02	4,424.23
2	20,905.14	4,285.58
1	20,209.36	3,887.44

1= Testigo absoluto, 2= Testigo mecánico, 3= Glifonato + Pendimetalina + 2,4-D, 4= Atrazina + Ametrina + 2,4-D, 5= Hexazinona + Karamez + 2,4-D, 6= Terbutrina + 2,4-D, 7= Paraquat-Karamez + Pendimetalina + 2,4-D, 8= Karamez + Ametrina + 2,4-D, 9= Hexazinona + Metsulfuron-methyl, 10= Ametrina-terbutrina + Atrazina + 2,4-D.

Cuadro 22. Tasa Marginal de Retorno (TRM) de los Tratamientos Evaluados

Tratamientos	BN	CV	Incremento BN	Incremento CV	TRM
9	27,029.51	5,124.14	1,338.87	34.51	38.80
5	25,690.64	5,089.63	522.03	244.59	2.13
10	25,168.61	4,845.04	1,571.95	55.0	28.58
8	23,596.66	4,790.04	649.86	33.47	19.42
4	22,946.8	4,756.57	33.81	158.74	0.21
7	22,912.99	4,597.83	1,117.97	173.96	6.44
6	21,795.02	4,424.23	889.88	138.65	6.42
2	20,905.14	4,285.58	695.78	398.14	1.75
1	20,209.36	3,887.44			

1= Testigo absoluto, 2= Testigo mecánico, 3= Glifonato + Pendimetalina + 2,4-D, 4= Atrazina + Ametrina + 2,4-D, 5= Hexazinona + Karamez + 2,4-D, 6= Terbutrina + 2,4-D, 7= Paraquat-Karamez + Pendimetalina + 2,4-D, 8= Karamez + Ametrina + 2,4-D, 9= Hexazinona + Metsulfuron-methyl, 10= Ametrina-terbutrina + Atrazina + 2,4-D.

## 9. CONCLUSIONES

De conformidad con los resultados expuestos y bajo las condiciones en que se desarrolló el presente estudio, se concluye con lo siguiente:

9.1 De los tratamientos químicos que se evaluaron, el constituido por Hexazinona + Metsulfuron-methyl es el que produjo la mejor eficiencia en el control de malezas, la mayor producción en tonelaje y por consiguiente el mayor beneficio neto. A éste le siguieron los tratamientos formados por Ametrina-terbutrina + Atrazina + 2,4-D y por Hexazinona + Karmex + 2,4-D.

9.2 El costo financiero mas bajo por concepto de usar y aplicación de tratamientos corresponde a:

N. 4:	Atrazina + Ametrina + 2,4-D	= Q 250.87/Ha.
N. 6:	Terbutrina + 2,4-D	= Q 254.14/Ha.
N. 9:	Hexazinona + Metsulfuron-methyl	= Q 260.9/Ha.

9.3 De los tratamientos evaluados ninguno afectó significativamente el largo de entrenudos y altura de plantas, por lo que se rechaza la hipótesis N. 1

9.4 El sistema de control químico ofrece la alternativa mas rentable y eficiente para el control de malezas, bajo las condiciones en que se llevó a cabo el estudio, aceptando por lo tanto la hipótesis N. 3

9.5 En el presente ensayo, los tratamientos que dieron las producciones mas altas fueron :

N. 9:	Hexazinona + Metsulfuron-methyl	= 144.64 TM/Ha.
N. 5:	Hexazinona + Karmex + 2,4-D	= 137.40 TM/Ha.

y en los que se produjo menos son:

N. 1:	Testigo Enmalezado	= 105.38 TM/Ha.
N. 2:	Testigo Mecánico	= 110.55 TM/Ha.

- 9.6 De acuerdo al análisis económico, el tratamiento 9 (Hexazinona + Metsulfuron-methyl) es el que genera la mayor Tasa de Retorno Marginal; luego se encuentran los tratamientos 10 (Ametrina-terbutrina + Atrazina + 2,4-D) y 8 (Karmex + Ametrina + 2,4-D) respectivamente.
- 9.7 El efecto de los tratamientos sobre el rendimiento en Kilogramos de azúcar por tonelada métrica de caña no fue significativo.
- 9.8 Aparte del control de malezas, el efecto de los tratamientos se reflejó en la producción en peso (toneladas métricas/Ha.) y no así en las demás variables evaluadas.

## 10. RECOMENDACIONES

Con base a los resultados expuestos, lo concluido y a las condiciones prevalecientes en el área de estudio, se formulan las siguientes recomendaciones:

- 10.1 Utilizar la mezcla de herbicidas constituida por Hexazinona + Metsulfuron-methyl en dosis de 0.65 Kgs. y 0.01 Kgs. por hectárea de acuerdo a su capacidad herbicida y a la Tasa de Retorno Marginal generada.
- 10.2 Secundariamente se recomienda utilizar en el combate de malezas, las siguientes mezclas de herbicidas:
  - \* Ametrina-terbutrina + Atrazina + 2,4-D, en dosis de:  
3.57 Kgs/Ha, 2.86 litros/Ha. y 1.43 litros/Ha.
  - \* Karmex + Ametrina + 2,4-D, en dosis de:  
2.86 litros/Ha, 2.86 litros/Ha. y 1.43 litros/Ha.
- 10.3 Evaluar el efecto de las mezclas empleadas en la presente investigación, sobre el diámetro de plantas de caña de azúcar, ya que se obtuvieron diferencias en peso y no así en altura de plantas y largo de entrenudos.

1. ACEITUNO JUARES, M.T. 1,983. Estudio del control químico de malezas en caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), en el municipio de San Antonio, Suchitepéquez, usando seis herbicidas en tres dosificaciones. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 49 p.
2. AGRIBODEGAS (Gua). 1,994. Manual técnico de productos agrícolas para caña de azúcar. Guatemala. 36 p.
3. AMERICAN CIANAMID COMPANY (EE.UU). 1,992. Prowl, herbicida. New Jersey, EE.UU. 30 p.
4. ARIAS, R. 1,977. Dosis y tiempo de traslocación del glifosato en el coyolillo. Tesis Ing. Agr. Costa Rica, Universidad Nacional, Facultad de Agronomía. 61 p.
5. AZURDIA PEREZ, C.A. 1,984. La otra cara de las malezas. Revista Tikalia (Gua) 3(2): 5-23
6. BARBERA, C. 1,976. Pesticidas agrícolas. Barcelona, Omega. 569 p.
7. CALDERON, J.M. 1,978. Administración de empresas agrícolas. Guatemala, Centro Universitario Ciudad Vieja. V.2, p. 32-135
8. CENTRO INTERNACIONAL DE PROTECCION VEGETAL (Italia). 1,987. Manejo de malezas; manual del instructor. Roma. 160 p.
9. CHAVES AMADO, R.R. 1,977. Determinación de la época crítica de competencia malezas-maíz (*Zea mays*) en el parcelamiento la máquina. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 65 p.
10. CIBA GEIGY (Gua). 1,994. División química agrícola, información técnica. Guatemala. 15 p.
11. CRUZ, J.R. DE LA. 1,982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.

12. DAVILA MONZON, A. 1,977. Control químico de malezas en maíz (*Zea mays*) y evaluación de su efecto sobre el ajonjolí (*Sesamum indicum*) en el parcelamiento la máquina. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 65 p.
13. DUPUNT. (Col). 1,980. Recomendaciones para el uso del velpar en caña de azúcar. Colombia. 21 p.
14. \_\_\_\_\_ (Gua). 1,992. Ally, herbicida; información técnica. Guatemala. 1 p.
15. FLORES, S. 1,972. Metodología experimental en caña de azúcar. México, Comisión Nacional de la Industria Azucarera. p. 27-33
16. \_\_\_\_\_ 1,976. Manual de caña de azúcar. Guatemala, Instituto Técnico de Capacitación y Productividad. 172 p.
17. FURTICK, W; ROMANOWSKI, R. 1,971. Manual de métodos de investigación de maleza. México, Centro Regional de Ayuda Técnica, Agencia para el Desarrollo Internacional. p 3-22
18. GODINEZ GODINEZ, V. 1,985. Determinación del periodo crítico de malezas en un cultivo de leucaena (*Leucaena leucocephala*) bajo las condiciones de hacienda Verapaz, Tiquisate, Escuintla. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 35 p.
19. GUATEMALA. INSTITUTO NACIONAL DE SISMOLOGIA, VULCANOLOGIA, METEOROLOGIA E HIDROLOGIA. Registro de datos climáticos de la estación de Escuintla. no. 3.1.2. Sin publicar.
20. HELGESON, E.A. 1,957. La lucha contra las malas hierbas. Roma, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 205 p.
21. HUMBERT, R. 1,974. El cultivo de la caña de azúcar. México, CECSA. 719 p.

22. LOPES CASTILLO, J. 1,986. Comparación del método manual con el uso de herbicidas en el control de malezas en cardamomo (*Elettaria cardamomum*). Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 67 p.
23. MARTINEZ, CH. 1,983. Época crítica de competencia de malezas en caña de azúcar en Cali. Boletín Técnico, ATAGUA (Gua) 4(2): 2-17.
24. MARTINEZ GRAJEDA, J. 1,988. Determinación del período crítico de interferencia malezas-caña de azúcar en la unidad docente productiva, Sábana Grande, Escuintla. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 55 p.
25. MARTINEZ OVALLE, M. 1,990. Curso de control de malezas. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. s.p.
26. MARZOCCA, A. 1,976. Manual de malezas. Buenos Aires, Hemisferio Sur. 564 p.
27. MONSANTO (Gua). 1,984. Control de malezas anuales en café utilizando el sistema de bajo volumen con el herbicida roundup. Guatemala. 8 p.
28. OLIVA MORALES, H. 1,988. Evaluación de tratamientos químicos y mecánicos en el control de malezas en el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L) en el valle de Rabinal, Baja Verapáz. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 42 p.
29. PAZ CHAVEZ, M. V. 1,989. 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. 48 p.
30. PORTILLO, P.M. 1,984. Comparación del método manual de control de malezas en café (*Coffea arabica*) con el uso de herbicidas con alto y bajo volumen de aspersión. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 75 p.

31. RAMOS, J. 1,982. Estudio de las malezas en el cultivo del café en el municipio de San Rafael Pie de la Cuesta. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 153 p.
32. RANERO CABARRUS, H.C. 1,976. 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.
33. SANTOS ECHEVERRIA, N.A. 1,975. Efecto del control de malezas con Ametrina en plantaciones de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) bajo las condiciones de la finca Sábana Grande. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 48 p.
34. SIMMONS, CH.; TARANO, J. M.; PINTO, J. H. 1,959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Traducido por Pedro Tirano Sulsona. Guatemala, Ed. José de Pineda Ibarra. 1,000 p.
35. ZAPAROLLY TORRES, E.R. 1,983. Comparación de once métodos para determinar el grado de control de malezas a través de la evaluación de 6 herbicidas en caña de azúcar (*Saccharum officinarum*). Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 98 p.



Vo. Bo.  
Patualle

INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE SUELO

Efecto de las herbicidas sobre la reaccion del suelo

Para evaluar el efecto de los productos quimicos utilizados principalmente sobre el pH del suelo, se realizaron 2 analisis del mismo, uno antes de efectuar la aplicacion (cuadro 22) y otro previo a la cosecha (cuadro 23), con ello se pudo comparar el existieron cambios significativos.

Se tom6 como base el grado de acidez o alcalinidad ya que es uno de los factores mas importantes respecto a la disponibilidad de nutrientes para las plantas, y en efecto, como se observa en los respectivos cuadros, dicho factor se mantiene dentro del rango en el cual segun Donatus es el existe alta disponibilidad de nutrientes tanto primarios como secundarios para las plantas, indicando dichos autores que cuando el pH es inferior a 5.5 o superior a los 8.5 hay que poner especial atencion a la reaccion del suelo, especialmente en la utilizacion de fertilizantes quimicos comerciales. Es as, el que el pH es menor dentro de dicho rango (5.5-6.5) indica tambien que no existe ningun riesgo de tener toxicidades por Al, Fe y Mn.

El cambio en el valor del pH del suelo analizado previo a la aplicacion de los productos quimicos en los cuadros de aplicados los mismos (previo a la cosecha) no fue tan diferente a efecto de las herbicidas ya que dentro de todos los productos los productos contra malezas son los que poseen menor tiempo de accion en el suelo, no afectan la flora microbiana de este, no son residuales y son facilmente descomponidos, por lo que su influencia en general en el aspecto quimico del suelo es minima.

12. APENDICE

Lo mas l6gico es suponer que el valor diferente de pH se debe a que el suelo no es un sistema exactamente homog6neo aun dentro de una misma unidad de superficie aunque haya sea pequena, y que variaciones siempre existen, pero en este caso lo importante es que el factor en cuestion no varia significativamente.

Los resultados del laboratorio para ambos analisis de suelo reportan que el contenido de materia orgánica en ambos se mantiene casi igual y que éste se encuentra en un buen porcentaje, indicando esto que dicho suelo posee buena estructura con lo que no se presentan problemas relacionadas con aireación, porosidad, infiltración de agua, compactación, desestructuración, etc. con lo cual se facilitan las actividades de labranza.

Segun la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) de suelos analisis, dicho suelo tiene buena capacidad para retener nutrientes y nutrientes disponibles con facilidad a las plantas. La Capacidad de Intercambio Catiónico adecuada o normal para un suelo con textura dentro de la categoria franco, oscila entre 5-30 y para este caso, en suelos es superior, por lo que no se presentan problemas relacionados con el intercambio de cationes provenientes de las fertilizaciones o del mismo suelo.

## INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE SUELO

### Efecto de los herbicidas sobre la reacción del suelo:

Para evaluar el efecto de los productos químicos utilizados, principalmente sobre el pH del suelo, se realizaron 2 análisis del mismo, uno antes de efectuar la aplicación (cuadro 32) y otro previo a la cosecha (cuadro 33), con ello se pudo comparar si existieron cambios significativos.

Se tomó como base el grado de acidez ó alcalinidad ya que es uno de los factores mas importantes respecto a la disponibilidad de nutrientes para las plantas, y en efecto, como se observa en los respectivos cuadros, dicho factor se mantiene dentro del rango en el cual según Donahue et al existe alta disponibilidad de nutrientes tanto primarios como secundarios para las plantas, indicando dichos autores que cuando el pH es inferior a 5.5 ó superior a los 6.5 hay que poner especial atención a la reacción del suelo, especialmente en la utilización de fertilizantes químicos comerciales. Es mas, el que el pH se enmarque dentro de dicho rango (5.5-6.5) indica también que no existe ningún riesgo de tener toxicidades por Al, Fe y Mn.

El cambio en el valor del pH del suelo analizado previo a la aplicación de los productos así como después de aplicados los mismos (previo a la cosecha) no puede atribuirse directamente a efecto de los herbicidas ya que dentro de todos los pesticidas los productos contra malezas son los que poseen menor tiempo de acción en el suelo, no afectan la flora microbiana de éste, no son residuales y son fácilmente degradados, por lo que su influencia en general en el aspecto químico del suelo es mínima.

Lo mas lógico es suponer que el valor diferente de pH se debe a que el suelo no es un sistema exactamente homogéneo aún dentro de una misma unidad de superficie aunque ésta sea pequeña, ya que variaciones siempre existen, pero en éste caso lo importante es que el factor en mención no varía significativamente.

Los resultados del laboratorio para ambos análisis de suelo reportan que el contenido de materia orgánica en ambos se mantiene casi igual y que éste se encuentra en un buen porcentaje, indicando esto que dicho suelo posee buena estructura con lo que no se presentan problemas relacionados con aireación, porosidad, infiltración de agua, compactación, desarrollo radicular, etc, con lo cual se facilitan las actividades de labranza.

Según la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) de ambos análisis, dicho suelo tiene buena capacidad para retener nutrientes y hacerlos disponibles con facilidad a las plantas. La Capacidad de Intercambio Catiónico adecuada ó normal para un suelo con textura dentro de la categoría Franca, oscila de entre 5-30 y para ésta caso, en ambos es superior, por lo que no se presentan problemas relacionados con el intercambio de Cationes provenientes de las fertilizaciones ó del mismo suelo.

Cuadro 23 "A". Análisis de suelo previo a la aplicación de los tratamientos.

REPORTE LABORATORIO SUELOS. CENGICA

Fecha: 10 de Febrero 1,993

Rep. No. 1

# LABORATORIO: CEN 93-182 IDENTIFICACION: 0-20 San Bernardo

pH Fluoruro de Sodio	10.20	0.66
pH 2:1	5.87	0.06
H. Res. %	20.51	
M.O. %	11.30	0.0
CIC. Meq/100	39.06	0.52

Na (ppm)*	0.01	0.0
Mg (ppm)	1.22	0.01
Ca (ppm)	8.93	0.03
K (ppm)	0.26	0.05

\* = Ext. Acetato Amonio

K (ppm) (disponible)*	1.08	0.01
P205 (ppm) (disponible)*	< 0.1	
B. (ppm)		
Al. % **		
Fe. % **		
Silicio. % **		

\* = Ext. Sol. Car. Norte

\*\* = Ext. Oxalato ácido de Amonio

Cu (ppm)*	0.40	0.0
Fe (ppm)	1.60	0.0
Mn (ppm)	4.80	0.0
Zn (ppm)	3.60	0.0

\* = Ext. con Hcl 0.1 N

Clase Texturial.	Franca
Arcilla %	12.4
Limo %	40.15
Arena %	47.45

LABORATORIO SUELOS  
Dr. Enrique Acevedo  
10a. Calle 1-36, zona 1, Escuintla.  
Tel. 0880861, 0881124

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central

Cuadro 24 "A". Análisis de suelo después de aplicados los tratamientos, previo a la cosecha.

REPORTE LABORATORIO SUELOS. CENGICA

Fecha: 4 Marzo 1,994  
REP. No. 2

# LABORATORIO: CEN 94-1 IDENTIFICACION: 0-30 San Bernardo

pH Floruro de Sodio.	9.32	0.30
pH. 2:1	6.33	0.02
H. Res. %	14.09	0.03
M.O. %	10.47	0.0
CIC. Meq/100	37.38	0.11

Na (ppm)*	0.13	0.0
Mg (ppm)	1.23	0.0
Ca (ppm)	9.01	0.32
K (ppm)	0.34	0.05

\* = Ext. Acetato Amonio

K (ppm) (disponible)*	0.26	0.0
P205 (ppm) (disponible)*	< 0.1	
B. (ppm)		
Al. % **		
Fe. % **		
Silicio % **		

\* = Ext. Sol. Car. Norte  
\*\* = Ext. Oxalato ácido de Amonio

Cu (ppm)	0.40	0.0
Fe (ppm)	1.00	0.28
Mn (ppm)	4.00	0.0
Zn (ppm)	3.60	0.0

\* = Ext. con Hcl 0.1 N.

Clase texturial	Franca
Aracilla %	10.28
Limo %	32.55
Arena %	57.17

LABORATORIO SUELOS  
Dr. Enrique Acevedo  
10a. Calle 1-36 zona 1, Escuintla.  
Tel. 0880861, 0881124



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

Ref. Sem.025-94

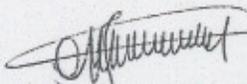
LA TESIS TITULADA: "EVALUACION DE OCHO MEZCLAS DE HERBICIDAS Y SU EFECTO SOBRE EL RENDIMIENTO DE LA CAÑA DE AZUCAR (Saccharum officinarum L.) EN LA FINCA SAN BERNARDO, INGENIO CONCEPCION, ESCUINTLA".

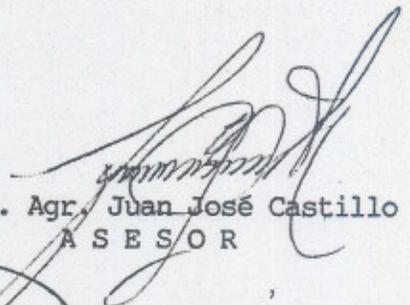
DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: LUIS ARTURO MENDEZ

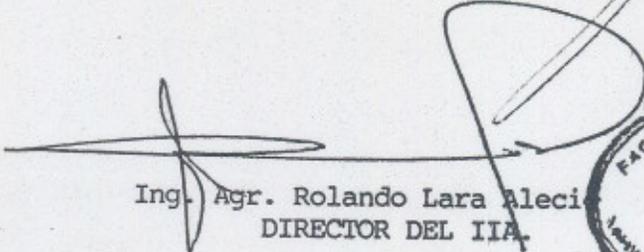
CARNET No. 8816942

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Víctor Hugo Méndez  
 Ing. Agr. Ernesto González  
 Ing. Agr. César Castañeda

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.

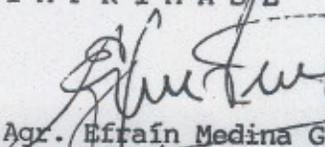
  
 Ing. Agr. Manuel de Jesús Martínez  
 ASESOR

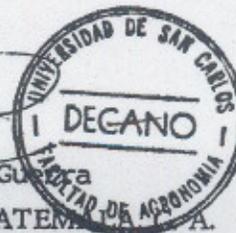
  
 Ing. Agr. Juan José Castillo  
 ASESOR

  
 Ing. Agr. Rolando Lara Aleci  
 DIRECTOR DEL IIA



IMPRIMASE

  
 Ing. Agr. Efraín Medina Guerra



c.c.Control Académico  
 Archivo

APARTADO POSTAL 1545 • 01901 GUATEMALA A.  
 TELEFONO: 769794 • FAX (5022) 769675



LA TESIS TITULADA: "EVALUACION DE CUBO MEXICAS DE HEREDIDAD Y SU EFECTO SOBRE EL REQUIMIENTO DE LA GAMA DE NITROGENO (SACCHARUM OLICINARUM L.) EN LA TIENDA SAN ESTEBAN, MUNICIPIO DE CAYAMA, BOLIVIA."

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: LUIS ANTONIO MENDOZA

CARNET No. 8816842

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Victor Hugo Mendoza, Ing. Agr. Esteban Gonzalez, Ing. Agr. Oscar Gonzalez

Los docentes y las autoridades de la facultad de agronomía, hacen constar que ha con- gido con las normas universitarias y reglamentos de la facultad de agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Ing. Agr. Juan José Castillo ASesor

Ing. Agr. Manuel de Jesús Martínez ASesor



Ing. Agr. Rolando Lara Alvarado DIRECTOR DEL IIA



INSTRUMENTO

Ing. Agr. Esteban Gonzalez

APARTADO POSTAL 1542 - CAYAMA GUATEMALA TELEFONO: 78794 + FAX (302) 78872

c.c. Control Académico Archivo