

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

**“ESTUDIO DE LA REDUCCION DE DOSIS DE HERBICIDAS  
POSTEMERGENTES UTILIZADAS EN EL CULTIVO DE  
CAÑA DE AZUCAR (Saccharum spp.)”.**

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

**TESIS**

**POR**

**LIGIA MARIBEL MONTERROSO LOPEZ**  
**EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO**  
**INGENIERA AGRONOMA**

**EN**

**SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA**  
**EN EL GRADO ACADEMICO DE**  
**LICENCIADA**

**GUATEMALA, FEBRERO DE 2,000.**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**RECTOR**  
**Ing. Agr. EFRAIN MEDINA GUERRA.**

**JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA**

<b>DECANO</b>	<b>Ing. Agr. Edgar Oswaldo Franco Rivera</b>
<b>VOCAL PRIMERO</b>	<b>Ing. Agr. Walter Estuardo García Tello</b>
<b>VOCAL SEGUNDO</b>	<b>Ing. Agr. William Roberto Escobar López</b>
<b>VOCAL TERCERO</b>	<b>Ing. Agr. Alejandro Arnoldo Hernández Figueroa</b>
<b>VOCAL CUARTO</b>	<b>MPU. Jacobo Bolvito Ramos</b>
<b>VOCAL QUINTO</b>	<b>Br. José Domingo Mendoza Cipriano</b>
<b>SECRETARIO</b>	<b>Ing. Agr. Edil René Rodríguez Quezada</b>

Guatemala, enero de 2,000.

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

Respetables señores:

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

**"ESTUDIO DE LA REDUCCION DE DOSIS DE HERBICIDAS  
POSTEMERGENTES UTILIZADOS EN EL CULTIVO DE  
CAÑA DE AZUCAR (Saccharum spp.)"**

Trabajo que presento como requisito previo a optar por el título de Ingeniera Agrónoma en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado Académico de Licenciada.

A espera de una resolución favorable me suscribo de ustedes.



---

Ligia Maribel Monterroso López.

## ACTO QUE DEDICO

**A:**

**Jehová Dios:**

*Yo conozco que todo lo puedes, y que no hay pensamiento que se esconda de Ti. Antes creí conocerte porque de oídas te había oído, pero ahora después de estar conmigo en medio de la tormenta: Mis ojos te ven. Por tanto mientras tenga vida de Ti no me apartaré para que sepan todos que eres el arquitecto de mis días.*

**Mis Señores Padres:**

**Marta Alicia López Aifán**

**Jorge Herlindo Monterroso Gómez**

*Quiénes me ayudaron a recorrer la etapa del camino en la vida, que Dios les concedió y por quienes nunca escatimaré esfuerzos por honrar.*

**Mis Hermanos:**

**Marta Maritza, Sergio Alejandro y Jorge Armando, especialmente a Sandra Patricia :** *por su apoyo incondicional. Como una muestra de amor y respeto.*

**Mis sobrinitos:**

**Javier Alejandro Monterroso López y Andrea Maritza Martínez Monterroso.**

*Quienes con su ternura e inocencia me inspiran Fe y Esperanza.*

**Mi amiga y eterna compañera:**

**Mayra Leifcia González Sagui:** *Si siempre me has ayudado a cargar con tristezas y desalientos, toma hoy la parte que te corresponde del triunfo alcanzado, y considéralo tuyo también.*

**Mis amigos:**

*Rony Chali, Ana Mercedes Sánchez, Nelly Rodríguez, Mónica Acajabón, Carlos Gordillo, Juan Pablo Guzmán, Lorena Córdova, Amando Menéndez, Jacobo Bolvito, Selvin Maldonado, Henry España, José Domingo Mendoza, Luis Felipe León, Diego Cholofío, Ing. Agr. Gustavo Alvarez, Fernando Hernández, Fredy Guerra, Edy López, Leonel Ramírez, Ligia Aguirre, Nora Bautista, Febe Bautista, Raquel Grajeda, Kelly Cordero, Karina Ronquillo, Mirza Aguirre, Iris Higueros e Irma Trujillo.*

**A mi primo Hugo Bautista.** *Con cariño y respeto.*

**A mi familia en general.** *Como una muestra de sincero agradecimiento por el amor, respeto y apoyo siempre recibido.*

**TESIS QUE DEDICO****A:****Guatemala****La masa anónima de campesinos de Guatemala:*****Quienes bajo todos los cielos y sobre todos los suelos se afanan por suministrar alimento a la humanidad.*****La mujer estudiante de Agronomía:*****Solidaridad en la búsqueda del desarrollo agrícola de Guatemala.***

## AGRADECIMIENTOS

Sincero agradecimiento a mis asesores Msc. Víctor Manuel Alvarez Cajas y Msc. Manuel de Jesús Martínez Ovalle , por sus oportunas y acertadas correcciones, sin la ayuda de quienes no hubiese podido culminar exitosamente la investigación .

Al Ing. Agr. Alvaro Leonardo e Ing. Agr. Julio Catalán quienes inicialmente plantearon el proyecto de esta investigación, permitiéndome llevarla a cabo y asesorándome .

Al Coordinador del Programa de Agronomía de CENGICAÑA, Msc. Ovidio Pérez, por haberme permitido realizar la investigación conjuntamente con las actividades de E.P.S. Así mismo a su asistente Fernando Hernández, por su apoyo en la realización del presente documento.

Al Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar de Guatemala CENGICAÑA<sup>4</sup>, por el apoyo logístico y financiero en la realización de la presente investigación.

# CONTENIDO

INDICE DE CUADROS	1
INDICE DE FIGURAS	3
RESUMEN	4
<b>1 INTRODUCCION</b>	<b>1</b>
<b>2 DEFINICION DEL PROBLEMA</b>	<b>3</b>
<b>3 MARCO TEORICO</b>	<b>4</b>
3.1 Marco conceptual	4
3.1.1 Definición de maleza	4
3.1.2 Daños ocasionados por malezas al cultivo de caña de azúcar	4
3.1.3 Métodos químicos del manejo de malezas	5
3.1.4 Herbicidas postemergentes	5
3.2 Determinación del valor de importancia en una comunidad vegetal	7
3.3 Calibración del equipo de aplicación de herbicidas	8
3.4 Dosificación	8
3.5 Epoca crítica de competencia	9
<b>4 MARCO REFERENCIAL</b>	<b>10</b>
4.1 Ubicación del área de estudio	10
4.1.2 Extensión	10
4.1.3 Evaluación climatológica	10
4.1.4 Condiciones de suelo	11
4.2 Características de la variedad CP 722086	11
4.3 Estudios anteriores relacionados con reducción de dosis de herbicidas utilizados en postemergencia.	12
4.4 Herbicidas utilizados en el ensayo	14
4.4.1 Sal Isopropil Amina de Glifosato	14
4.4.2 Paraquat+Diurón	15
4.4.3 Hexazinona	15
4.4.4 Glufosinato de Amonio	16
4.5 Dosificación	17
4.5.1 Dosificación base	17
4.5.2 Reducción de dosis de herbicida	17
4.5.3 Dosificaciones de cultivos en masa	17
4.5.4 Selección de productos herbicidas y dosis	18
<b>5 OBJETIVOS</b>	<b>19</b>
<b>6 HIPOTESIS</b>	<b>20</b>
<b>7 METODOLOGIA</b>	<b>21</b>
7.1 Diseño experimental	21
7.1.2 Modelo estadístico	24
7.2 Manejo del experimento y variables de respuesta	24
7.3 Análisis de la información	25
<b>8 RESULTADOS Y DISCUSION DE RESULTADOS</b>	<b>26</b>
8.1 Determinación de la flora natural	26
8.2 Efecto herbicida de los tratamientos sobre ( <i>Rottboellia cochinchinensis</i> )	27
8.3 Efecto herbicida de los tratamientos sobre ( <i>Panicum fasciculatum</i> )	28
8.4 Efecto herbicida de los tratamientos sobre ( <i>Croton lobatus</i> )	29
8.5 Comportamiento de la cobertura total	29
8.5.1 Efecto herbicida de los productos utilizados 15 días después de la aplicación	30

8.5.2 Lectura de acción herbicida a los 45 días después de la aplicación	32
8.5.3 Comportamiento de la cobertura de malezas (%) 60 días después de la aplicación	34
8.5.3.1 Efecto herbicida del Paraquat + diurón	35
8.5.3.2 Efecto herbicida de la Sal Isopropil Amina de Glifosato	36
8.5.3.3 Efecto herbicida del Glufosinato de Amonio	36
8.5.3.4 Efecto herbicida de la Hexazinona	36
8.5.3.5 Efecto herbicida de los productos con respecto a dosis aplicadas.	37
8.5.3.6 Efecto de la reducción de dosis de herbicida postmergentes sobre el rendimiento de caña de azúcar/ha.	38
8.6 Análisis Económico	41
9 CONCLUSIONES	43
10 RECOMENDACIONES	44
11 BIBLIOGRAFIA	45
12 ANEXOS	44

## INDICE DE FIGURAS

<b>1</b>	<b>Comportamiento de la cobertura de malezas total antes de la aplicación de los productos herbicidas y dosis.</b>	<b>30</b>
<b>2</b>	<b>Cobertura total de malezas (%) presentes en el área de aplicación 15 días después de haberla realizado.</b>	<b>31</b>
<b>3</b>	<b>Cobertura de malezas presentes en el área de aplicación 45 días después de haberla realizado.</b>	<b>33</b>
<b>4</b>	<b>Cobertura de malezas (%) total, 60 días después de la aplicación</b>	<b>34</b>
<b>5</b>	<b>Biomasa de malezas presentes en el surco de aplicación 60 días después de haberla realizado.</b>	<b>39</b>

## INDICE DE CUADROS

1	Análisis de suelo, finca Camantulul, Ingenio Madre Tierra.	11
2	Resultados de los Análisis físico-químicos de suelos de la finca Camantulul, Ingenio Madre Tierra.	11
3	Tratamientos evaluados en estudio de "Reducción de dosis de herbicidas postemergentes para el control de caminadora".	13
4	Costos parciales para el control de caminadora en caña soca.	13
5	Tratamientos evaluados en estudio "Reducción de dosis de herbicidas postemergentes utilizados en el cultivo de caña de azúcar"	21
6	Especies de malezas presentes en el área de aplicación.	26
7	Cobertura de <i>Rottboellia cochinchinensis</i> por metro cuadrado antes y 10 días después de la aplicación de tratamientos.	27
8	Cobertura de malezas de <i>Panicum fasciculatum</i> antes y 10 días después de la aplicación de tratamientos.	28
9	Cobertura de <i>Croton lobatus</i> antes y 10 días después de la aplicación de los tratamientos.	29
10	Resumen del Análisis de Varianza aplicado a la variable respuesta cobertura total de malezas (%) 15 días después de la aplicación de tratamientos.	30
11	Resumen de Análisis de Varianza aplicado a la variable respuesta cobertura total de malezas (%) 45 días después de la aplicación de tratamientos.	32
12	Prueba Tukey para factor B. Dosis de herbicida postmergente.	33
13	Resumen del Análisis de Varianza aplicado a la variable respuesta cobertura total de malezas (%) 60 días después de la aplicación de los tratamientos.	34
14	Resumen aplicado a la variable respuesta Biomasa presente en el surco de aplicación 60 días después de haber sido realizada.	38
15	Prueba de medias para interacción Dosis-Herbicida.	38
16	Resumen aplicado a la variable respuesta Rendimiento de caña de azúcar por hectárea (en peso).	40
17	Prueba de medias para el factor A. Herbicida aplicado.	41
18	Presupuesto Parcial de ensayo "Reducción de dosis de herbicidas postemergentes utilizados en el cultivo de caña de azúcar".	41
19	Análisis de dominancia de ensayo de "Reducción de dosis de herbicidas postemergentes utilizados en el cultivo de caña de azúcar".	42
20	Análisis Marginal para los productos herbicidas Paraquat+Diurón y Hexazinona en dosis comercial y reducida.	42

**"ESTUDIO DE LA REDUCCIÓN DE DOSIS DE HERBICIDAS POSTEMERGENTES UTILIZADOS EN EL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum spp*)"**

**"ASSESSMENT OF POSTEMERGENT HERBICIDE RATE REDUCTION IN SUGARCANE (*Saccharum spp*)"**

Las pérdidas económicas y la disminución de la producción en el cultivo de caña de azúcar debidos a la presencia de malezas son, en la actualidad consideraciones principales en la zona cañera de Guatemala.

El uso de herbicidas postemergentes en el combate de malezas es imprescindible. Sin embargo en muchos casos son utilizados inadecuadamente, provocando contaminación de fuentes de agua y suelo, intoxicaciones agudas y aceleración del proceso de resistencia de malezas. Así mismo representan un gasto desmesurado en insumos por lo que actualmente deben buscarse alternativas que permitan el uso eficiente de estos herbicidas.

La presente investigación fue realizada en el Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar (CENGICAÑA) con el objetivo de evaluar una metodología de control de malezas en postemergencia total, donde se hiciera uso efectivo de los herbicidas utilizados comercialmente. Esto al hacer efectiva el área de aplicación tomando en cuenta el área que ocupaba la cepa de caña de azúcar al momento de la aplicación y hacer una reducción de la dosificación comercialmente utilizada, proporcional a este valor.

De esta manera se logró reducir la dosis de 3 productos herbicidas utilizados comúnmente en la zona cañera en el control de malezas (Sal Isopropil Amina de Glifosato, Hexazinona y Paraquat+ Diurón) y un producto utilizado comercialmente en el control de malezas en el cultivo de banano (Glufosinato de Amonio), en un 40 % y que el control de malezas fuera igualmente efectivo.

Se comprobó que aplicar el 100% (dosis comercial) o el 60 % (dosis comercial reducida) de dosis recomendadas de herbicidas postemergentes, produjeron iguales efectos herbicidas sobre el control de malezas, desde el punto de vista agronómico.

En el aspecto económico la utilización de los productos herbicidas Hexazinona y Paraquat + Diurón en dosis comercial reducida fueron los que presentaron mayor Tasa de Retorno Marginal ( 10,649 y 2,087 respectivamente ) por lo que la utilización de los mismos en dichas dosis es la más recomendada, en vista que ejercen igual tipo de control sobre las malezas predominantes en la zona. De tal manera que las dosis reducidas equivalen aproximadamente al 65 % del costo-aplicación de las dosis comerciales. Obteniendo un ahorro del 35 % en el manejo de malezas. Considerando que actualmente alrededor de 185,000 hectáreas se encuentran ocupadas con el cultivo de caña de azúcar, y que el costo de malezas representa el 40 % del costo de mantenimiento, el ahorro obtenido con la aplicación de las dosis reducidas de herbicidas postemergentes es significativo.

Siendo estos los resultados de una investigación de seguimiento, deben someterse a pruebas a nivel Semi- comercial, utilizando otros productos herbicidas y en otros estratos altitudinales, donde la presión de malezas sea diferentes para confirmar la autenticidad de los mismos.

## 1. INTRODUCCION

De acuerdo a información obtenida de la zafra 96/97 alrededor de 180,000 hectáreas son cultivadas con caña de azúcar. Se ha reportado que las pérdidas ocasionadas por la presencia de malezas en los primeros tres meses, oscilan entre 30-40 % en caña soca, Buenaventura (3).

Actualmente la agroindustria azucarera atraviesa por una severa crisis económica, producto de una serie de factores problema, entre los que destaca el constante cambio de precio, en el mercado mundial y en el ambiente. Por lo tanto la empresa azucarera depende de la maximización de la producción agrícola. Esta se fundamenta en la utilización de paquetes tecnológicos donde los herbicidas constituyen un factor esencial dentro de los mismos.

En muchos casos los herbicidas postemergentes son utilizados sin asesoría técnica calificada, sin prever las consecuencias que provocarían el uso inadecuado de los mismos. Resultantes de esta situación se pueden mencionar problemas de contaminación de fuentes de agua y suelo; intoxicaciones agudas y crónicas; aceleración del proceso de resistencia de las malezas.

En las fincas cañeras del país se aplican herbicidas en pre y postemergencia en dosificaciones y mezclas diversas. Las dosificaciones utilizadas comúnmente son aquellas que están indicadas en las etiquetas de los productos herbicidas.(de acuerdo a encuestas realizadas previamente).

En trabajos que se han realizado anteriormente en el ingenio Madre Tierra se logró reducir las dosis comerciales en un 30 % sin que esto afectará el control sobre *Rottboellia cochinchinensis*, según Maldonado (12)

En la presente investigación se pretendió reducir las dosis de herbicidas postemergentes, haciendo efectiva el área de aplicación. Dicha reducción fue proporcional al área ocupada por la cepa de caña de azúcar al momento de la aplicación. Al realizar dicha medición se confirmó que el área ocupada era el 40 % del área total, por lo que la reducción fue proporcional a éste valor.

Los datos de campo fueron sometidos al Análisis Estadístico correspondiente, evaluando como variables respuesta la cobertura de malezas y biomasa de malezas

presente en el surco 60 días después de la aplicación (efecto herbicida) . Así mismo se realizó un análisis de dominancia aplicando la metodología de presupuesto parcial.

Para comprobar si dicha alternativa es efectiva, se realizó un estudio de este tipo en la Finca Camantulul con el asesoramiento del Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar (**CENGICAÑA**) ubicado en Santa Lucía Cotzumalguapa.

## 2. DEFINICION DEL PROBLEMA

El daño que causa la presencia de las malezas en el cultivo de caña de azúcar es igual a la suma de los daños causados por plagas insectiles y enfermedades fungosas representando el 30% de mantenimiento de caña soca, Buenaventura (2).

Hace algunos años cuando el cultivo de la caña de azúcar permitía márgenes de ganancia muy superiores al 100%, el gasto desmesurado en insumos no significaba ningún problema en la agroindustria azucarera. Por lo que en muchas fincas cañeras el control de malezas estaba basado en mezclas "sobredosificadas" que resultaban ser eficaces desde el punto de vista de control, pero económicamente ineficientes. Sin embargo actualmente se enfrenta una crisis económica que obliga a los técnicos a buscar alternativas que permitan el uso de insumos utilizados en la producción de caña de azúcar de manera eficiente y eficaz.

De acuerdo a encuestas realizadas por fitotecnistas del área se determinó que para el caso de aplicaciones de herbicidas postemergentes, se utilizan las dosificaciones comerciales indicadas en las recomendaciones para cada producto. En la presente investigación se pretendió reducir dichas dosis proporcionalmente al área ocupada de la cepa de caña de azúcar al momento de la aplicación.

Siendo éste el fundamento de dicha reducción, fue necesario medir con cinta métrica el área ocupada por la cepa de caña al momento de la aplicación (2 meses después del corte). Determinando que ocupaba el 40 % del total del área, por lo que la dosis reducida correspondía al 60 % de la dosis comercial.

De esta manera se pretendió tener dosis que fueran menores, por lo tanto de un costo-aplicación menor, pero que fueran igualmente efectivas en el control de malezas. Los productos herbicidas utilizados, fueron aquellos reportados en las encuestas como los utilizados con mayor frecuencia.

### 3. MARCO TEORICO

#### 3.1. Marco Conceptual:

##### 3.1.1 Maleza:

La definición de maleza no es tan simple; las características más comunes encontradas en 30 definiciones de maleza la describen como:

"Una planta fuera del lugar que crece en una localidad no deseada; competitiva y agresiva; de crecimiento abundante y espontáneo; persistente y resistente a medios de control o erradicación; perjudicial al hombre, a los animales y a los cultivos", de la Faz (8).

##### 3.1.2 Daños ocasionados por las malezas al cultivo de la caña de azúcar :

Los daños ocasionados por las malezas en el cultivo de la caña de azúcar pueden resumirse de la siguiente forma:

1. Compiten con el cultivo de la caña al beneficiarse de alimentos que debieran ser aprovechados por aquel, el cultivo se desarrolla mal y rinde poco, si las malas hierbas crecen en exceso, disminuyen la luz solar y perjudican al cultivo.
2. Dificultan las labores habituales de los cultivos.
3. Hay contaminación del cultivo por malezas en la cosecha, provocando problemas al momento del corte. Muchos cortadores se niegan a cosechar en campos infestados con malezas.
4. Son huéspedes temporales de plagas y enfermedades que pasan luego a los cultivos. El ejemplo clásico es la caminadora (*Rottboellia cochinchinensis*) quien es hospedero natural de la chinche salivosa (*Aeneolamia sp.*).

En plantilla, suelen ser más agresivas debido a que un alto número de siembras estimulan la germinación de un alto porcentaje de malezas. Emergiendo estas antes que el brote de la caña de azúcar. Así mismo el problema se intensifica en las variedades tardías.

Si la competencia por nutrimentos fuera el único efecto perjudicial de las malezas, se podría entonces aplicar una cantidad suficiente de fertilizante para satisfacer las necesidades del cultivo y de las malezas. Pero evidentemente las malezas compiten también por agua, luz y espacio, además bajan la calidad de los productos y dificultan las cosechas, Soto (18).

### 3.1.3 Métodos químicos del manejo de malezas :

El método de control químico consiste en la utilización de productos químicos en la destrucción de las malezas.

En la aplicación de los herbicidas, según De la Faz, (8) es necesario formular una estrategia a seguir, de manera de garantizar, hasta donde sea posible, la efectividad de los tratamientos. Esta estrategia se puede resumir en los 4 pasos siguientes:

- Primero : Aplicar el producto preciso.
- Segundo : Aplicar en el lugar preciso.
- Tercero : Aplicar la dosis exacta.
- Cuarto : Aplicarlo en el momento oportuno.
- Quinto : Emplear el método adecuado de aplicación.

### 3.1.4 Manejo de malezas utilizando herbicidas postemergentes:

Los factores que influyen sobre el tratamiento postemergente, son los siguientes :

**Con respecto a las plantas :**

- a) **Condiciones de humedad:** Si las células están turgentes, se facilita la ósmosis y la difusión (penetración del producto). Las condiciones climáticas que tienden a aumentar esta turgencia, favoreciendo la penetración y acción del herbicida son: grandes reservas de agua en el suelo y humedad atmosférica elevada.
- b) **La cutícula o epidermis:** La cutícula cerosa que recubre las hojas, constituye una protección natural de la planta. El espesor de esta cutícula cerosa varía según determinadas circunstancias puede ser más fina en las condiciones

atmosféricas de humedad o durante el período de crecimiento; puede, por el contrario, esperarse, durante el tiempo seco o cuando el crecimiento está detenido. Mientras que en las primeras condiciones la penetración del herbicida puede ser fácil, en las condiciones segundas ofrece resistencia a la penetración del producto.

- c) **Abertura de los estomas:** Los estomas son las puertas de entrada para el producto ; se pueden abrir o cerrar según las condiciones atmosféricas. Durante un tiempo seco se cierran para evitar pérdidas excesivas de agua por transpiración, mientras que se abren totalmente durante el tiempo húmedo.
- d) **Dilución del producto:** Disminuyendo la cantidad de agua en la mezcla del producto se aumenta la concentración y, por consiguiente, su presión osmótica. Esto dificulta la penetración del producto a través de la cutícula.
- e) **Epoca de la aplicación:** El momento ideal para estas aplicaciones es el comienzo y durante la estación de las lluvias, por ser entonces máxima la actividad interna de las plantas, facilitando el traslado del herbicida (en el caso de acción sistémica) a todas las zonas del crecimiento del vegetal. Además el hecho de ser muy exuberante la emisión de follaje en esta época, aumenta considerablemente el número de hojas, con lo cual es mucho mayor la superficie de contacto que ofrece el vegetal al herbicida y será, por tanto mayor la cantidad de tóxico que entrará a la planta y su sistema orgánico.
- f) **La humedad del suelo:** Es un factor importante para el éxito de la aplicación, ya que en suelos secos de las malas hierbas resisten mejor al herbicida, a causa de que disminuyen, considerablemente, sus procesos de asimilación y biosíntesis, procesos éstos muy ligados a la acción de los herbicidas, sobre todo si son hormonales.
- g) **Temperaturas :** Las temperaturas altas o bajas retardan el efecto de muchos herbicidas. La temperatura ideal oscila entre 20 °C y 30 °C. En tiempo cálido, con sol brillante y temperaturas superiores a 20 °C se obtienen mejores resultados.
- h) **Vientos:** Los herbicidas no se deben aplicar con velocidades de viento superiores a: 3m / s en aplicaciones aéreas y 6 m / s en aplicaciones terrestres.

- i) **Lluvias:** Una lluvia que caiga antes de cumplirse 2 horas después de haberse aplicado un herbicida sistémico del tipo 2,4 D, afectará grandemente el tratamiento. En otros tipos de herbicidas, como las triazinas, una lluvia antes de cumplirse las 6 horas después de aplicado el producto puede originar baja en la eficiencia por el lavado del producto de las hojas, Flores(10) .

### 3.2 Determinación del Valor de Importancia en una Comunidad Vegetal:

En cualquier comunidad vegetal siempre van a existir diferente número de especies ( con abundancia variable) que caracterizan a la misma, pero cada una de ellas compite en luz, CO<sub>2</sub>, agua , nutrientes, espacio y otros principalmente. Las especies que sean más eficientes en lograr aprovechar esta energía serán las dominantes, ya que tendrán bajo su control el sistema, teniendo a su disposición los factores antes mencionados, asegurando su sobrevivencia. Entonces, cada una de las especies que conforman dicha comunidad en forma descendente, serán incluidas desde las más eficientes hasta las menos eficientes, en aprovechar la energía del sistema. La forma práctica de determinar este comportamiento ecológico en las comunidades es, por medio de la obtención de valores de importancia según Cottam de cada una de las especies que componen a la comunidad.

El valor de importancia de Cottam es la suma de : la frecuencia relativa, la densidad relativa y la cobertura o área basal relativa de cada especie.

Este valor revela la importancia ecológica relativa de cada especie mejor que cualquiera de sus componentes y el valor máximo de éste es de 300. ( F.Relativa % + D.Relativa % + C.Relativa )

#### A. FRECUENCIA (Fi) :

La frecuencia se expresa como porcentaje del número de unidades muestrales en las que la especie aparece ( mi ) en relación con el número total de muestreos (M)

$$Fi = ( mi / M ) * 100$$

B. **DENSIDAD (D) :** La densidad es el número de individuos (N), en un área determinada (A) :

$$D = N/A * 100$$

**C. COBERTURA ( C ):** Es el área ( $A_i$ ) de terreno en porcentaje, ocupada por la proyección perpendicular de las partes aéreas de los individuos de las especie considerada en relación con el área de la unidad muestral ( $A$ )

$$C = ( A_i/A ) * 100$$

### 3.3 Calibración del equipo de aplicación de herbicidas:

El término calibración significa estimar a partir de un área menor el volumen de mezcla adecuado a descargar en una aplicación de plaguicidas para un área mayor. En la estimación de dicho cálculo se utiliza únicamente agua y se asume que va incluido el plaguicida.

En aspectos agrícolas al referirse a calibración se menciona la necesidad de utilizar un " volumen de mezcla adecuado ". Esto significa que no debe haber exceso ni austeridad en la mezcla a utilizar, al realizar una aplicación. Lo que se pretende es mejorar la eficiencia de cobertura al follaje.

Existen dos factores determinantes para lograr dicha eficiencia: el primero es utilizar la boquilla adecuada y el segundo, poseer una buena técnica de aplicación, ésta última es de mayor importancia en la utilización de equipo de aplicación manual.

### 3.4 Dosificación:

De acuerdo a su definición, dosificar es determinar la cantidad proporcional de una solución. Al mencionar proporcional quiere decir que existe una relación de cantidades entre dos o más cosas. En este caso en especial sería una proporción entre el plaguicida a utilizar y el agua, que actúa como vehículo de transporte del mismo.

La dosificación viene presentada en varias formas:

- ⇒ Dosis general
- ⇒ Dosis por aspersora
- ⇒ Dosis por volumen
- ⇒ Dosis por área.

**3.4.1 Dosificación base :** Es la dosis general, ya que es en función de la concentración recomendada.

**3.4.2 Concentración :** Relación entre la cantidad de un cuerpo disuelto y la cantidad total de la disolución.

**3.4.3 Dosificación base:**

La dosificación "base" a utilizar es la primera o sea la dosis general, ya que es en función de la concentración recomendada que debería realizar una dosificación.

**3.5 Epoca Crítica de Competencia:**

El momento más crítico de competencia entre las malezas y el cultivo, ocurre en la etapa de macollamiento. El período crítico en caña plantilla ocurre entre los 20 y 100 días después de la siembra y para socas entre 30 y 90 días después del corte, Morales (16).

A partir de los 90 – 100 días el cultivo por la sombra que produce el follaje es autosuficiente para controlar las malezas, salvo algunas excepciones como es el caso de la caminadora (*Rottboellia cochinchinensis* (Lour)).

## 4. MARCO REFERENCIAL

### 4.1 Ubicación del área de estudio:

El estudio se realizó en la Estación Experimental CENGICAÑA, en la finca Camantulul, Santa Lucía Cotzumalguapa a 92 Km. De la ciudad de Guatemala y 34 km. del departamento de Escuintla. A 14 ° 19 ' de latitud Norte y 91 ° 03 ' de longitud Oeste, a una altura sobre el nivel del mar de 280 metros.

( IGM, 1985 )

### 4.1.2 Extensión:

La estación experimental de la finca Camantulul tiene un área aproximada de 80 hectáreas, equivalente a 1,8 caballerías, las cuales en su totalidad poseen el cultivo de la caña de azúcar.

### 4.1.3 Evaluación climatológica:

De acuerdo a información obtenida de la Estación Meteorológica de la Finca Camantulul, se establece dicha región se encuentra ubicada dentro de la Zona de Vida Bosque Muy Húmedo. Con una precipitación promedio anual de 3,577.57 mm. Con una temperatura promedio de 24.84 °C. Manteniéndose dicha zona con una Humedad Relativa de 80.5 %.

### 4.1.4 Condiciones de suelo :

El estudio semidetallado de suelos de la zona cañera de Guatemala ( CENGICAÑA, 1994 ) ubica a estos suelos según la taxonomía de suelos, en el orden Andisoles, los cuales ocupan el 25.5 % de los suelos de la región cañera y se encuentran en el cuerpo y ápice de los abanicos al pie de la cadena montañosa, conformada por materiales de origen volcánico, cenizas y pomas. El relieve varía desde ligero a fuertemente ondulado en las partes más altas y ligeramente inclinadas en el cuerpo de los abanicos.

Los Andisoles son suelos poco evolucionados, de colores muy oscuros con altos contenidos de materia orgánica, de baja densidad aparente, de consistencia friable a suelta, desarrolladas principalmente sobre materiales amorfos, son de reacción ácida a ligeramente ácida y de alta capacidad de retención de fósforo. Las texturas predominantes en estos suelos son franco y franco-arenosos.

**Cuadro 1. Análisis de Suelo, finca Camantulul**

Ap. 0-20 cm	Color pardo muy oscuro ( 10 YR 3/2 ); textura franco-arcillosa; sin estructura ( grano suelto ); consistencia en húmedo suelta, en mojado ligeramente pegajosa y no plástica; abundantes poros; abundante actividad de macroorganismos; abundantes raicillas; no hay reacción al fluoruro de sodio; limite claro y plano.
A 20-47 cm	Color pardo oscuro ( 7.5 YR 3/2 ); textura franca; estructura en bloques subangulares medias y débiles; consistencia en húmedo muy friable, en mojado ligeramente pegajosa, no plástica; abundantes poros finos y medios; abundante actividad de macroorganismos; abundantes raicillas; limite gradual y ondulado.
B w1 47-75 cm	Color pardo oscuro ( 10 YR 3/3 ); textura franco-arcillosa; estructura en bloques subangulares moderados finos; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; poros abundantes; poca actividad de macroorganismos; escasas raicillas; limite gradual y ondulado.
B W 2 75-115 cm	Color pardo rojizo ( 5 YR 7/4 ); textura arcillosa; estructura en bloques subangulares grandes y fuertes; consistencia en húmedo firme, en mojado muy pegajosa y muy plástica; abundantes poros finos; poca actividad de macroorganismos; escasas raicillas; limite difuso y ondulado.
C 115-150 cm	Color pardo rojizo ( r YR 4/3 ); textura arcillosa; sin estructura masivo; consistencia muy firme; abundantes poros; no hay macroorganismos; no hay raicillas.

**Cuadro 2. Resultados de análisis Físico. Químicos de suelos, Finca Camantulul, Ingenio Madre Tierra. (Julio 1996)**

Profundidad	Granulom.			Textura	PH	% M.O	ppm	ppm	ppm	ppm
cm.	Arena	Limo	Arcilla				Cu.	Fe.	Mn.	Zn.
0-20	61.26	28.16	10.57	F. Arenosa	5.87	8.14	< 0.5	3.99	23.95	1.2
20-47	56.88	38.72	4.40	F. Arenosa	5.94	7.16				
47-75	44.10	47.29	8.61	F. Limoso	5.89	6.11				
75-115	40.03	38.87	21.10	F. Limoso	6.35	2.76				
115-150	37.64	34.87	24.79	F. Limoso	6.62	2.20				

Fuente. CENGICANA, (4).

#### 4.2 Características generales de la variedad de caña de azúcar utilizada en el ensayo CP 722086:

La variedad Canal Point. 72-2086 tiene color amarillo verdoso, posee buen vigor y es de buen cierre de calle. Su crecimiento es erecto y no posee afate. Es una variedad muy floreadora. Es suave para el corte y además desbajera bien. Tiene muy buen retoño. Es resistente al carbón, pero susceptible al mosaico, aunque en % bajos en lo que respecta a su madurez es altamente floreadora ( más del 90 % ) lo que implica que es una variedad temprana.

Posee nudo obconoidal, anillo de crecimiento prominente y yemas de forma redonda con poro germinativo central ( forma de globo ). La ligula al nivel del último cuello visible es de forma creciente con centro ancho. Esta variedad se

reconoce a cierta distancia durante la etapa de su crecimiento por un color verde claro rojizo presente sobre la vaina de las hojas.

A nivel comercial ha destacado por sus altos tonelajes. En el campo y elevadas producciones de azúcar en fábrica, en zafra 91-92 con un rendimiento de 166.39 Ton. Caña / ha. Y de 207 libras Azúcar / tonelada de caña, para producir la cantidad de 1.443 Ton. Az / ha. Mes, CENGICAÑA (5).

#### **4.3 Estudios anteriores relacionados con reducción de dosis de herbicidas postemergentes utilizados en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum spp*).**

##### **Reducción de dosis de herbicida postmergente para el control de caminadora (*Rottboellia cochinchinensis*) en caña de azúcar . Ingenio Tierra Buena.**

Varios autores coinciden en que una de las malezas más agresivas en el cultivo de caña de azúcar es sin duda *Rottboellia cochinchinensis*, Guatemala no escapa a tal problemática y ya se han realizado varios estudios para solucionarla. Este trabajo se desarrolló en el Ingenio Tierra Buena, evaluando la mezcla herbicida utilizada en caña plantilla desde hace 5 años, en dosificaciones de 100, 90, 70 y 50 % de la dosis comercial, pero la aplicación fue realizada en caña soca en banda sobre el surco, la variable respuesta fue el peso de biomasa encontrada en el surco a los 60 días después del corte. Los datos de campo fueron sometidos a análisis estadísticos para encontrar la relación entre dosis aplicada y cantidad de malezas 40 días después de haber realizado la aplicación, encontrando diferencias significativas entre tratamientos y una excelente correlación entre la variable dependiente biomasa de malezas en el surco a los 60 días después del corte y la variable independiente dosis de herbicida, al finalizar el estudio permitió determinar la efectividad de la práctica de aplicación en banda y determinar la dosis más económica, así mismo otras ventajas como la reducción de costos totales en el control integrado de malezas.

Para ello se empleó la siguiente metodología: Se realizaron pruebas en Finca Barranquilla, Finca Acaigua y Finca La Perla. La aplicación fue dirigida al surco, alrededor de los 20 días después del corte, el volumen de mezcla fue de 150 lts por hectárea, utilizando corrector de pH de agua a razón de 1 cc/ litro.

El equipo básico de aplicación utilizado consistió en bombas aspersoras manuales de 16 l. boquillas de abanico plano TJ 8002 con filtros de 50 mesh-

El riego por razones de equipo fue realizado antes o después de la aplicación, cuando las condiciones de humedad lo requirieron.

Para realizar este estudio, se utilizó un diseño de bloques al azar, con cinco tratamientos y ocho repeticiones. Los tratamientos fueron 100, 90, 70, 50 y 0 % de la mezcla utilizada en forma comercial para las renovaciones del Ingenio Tierra Buena desde hace 5 años, la cual es :

Pendimethalina (Prowl 500 EC)	2.00 l/ha
Atrazina (Gesaprim 90 WDG)	1.36 kg/ha
Hexazinona (Velpar 90 sp)	0.18 kg/ha

Las repeticiones o bloques fueron lotes seleccionados en las tres fincas por tener historial de infestación con caminadora, los lotes seleccionados se dividieron en 5 secciones para la aplicación de los tratamientos al azar, el tamaño de la unidad experimental varió en cada bloque debido a que estos no tienen la misma área.

Se realizaron lecturas visuales a los 20 y 40 días después de la aplicación y a los 60 días después del corte se pesó la biomasa de malezas presente en el surco.

**Cuadro 3 . Tratamientos Evaluados en estudio de Reducción de Dosis de herbicidas postemergentes para el control de caminadora.**

Mezcla utilizada	Tratamientos				
	0%	50%	70%	90%	100%
Pendimethalina 500 EC l/ha	0	1.00	1.40	1.80	2.00
Atrazina 90 WDG kg/ha	0	0.68	0.95	1.22	1.36
Hexazinona 90 SP kg/ha	0	0.09	0.13	0.16	0.18
Corrector l/ha	0	0.15	0.15	0.15	0.15

**Cuadro 4 . Costos parciales para el control de caminadora en caña soca.**

Producto o Actividad	Costo por hectárea en (Q.)				
	Testigo	50%	70%	90%	100%
Pendimethalina 500 EC.	0	57.50	80.50	103.50	115.00
Atrazina 90 WDG kg/ha	0	23.55	32.97	42.39	47.10
Hexazinona 90 SP.	0	28.67	40.14	51.61	57.35
Corrector l.	0	1.43	1.43	1.43	1.43
<b>COSTO DE PRODUCTOS</b>	0	111.64	155.74	199.83	221.87
Arranque manual de caminadora	190.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Limpia manual	185.25	185.25	185.25	61.75	61.75
Aplicación de herbicida cierre	200	200	200	200	200
Costo por ha	Q575.25	Q496.90	Q540.99	Q461.58	Q483.62
Disminución en costo/ha	Q0.00	Q78.35	Q34.26	Q113.67	Q91.63

Se obtuvo las siguientes conclusiones: La dosis de 90% permitió eliminar el 83 % de las malezas en el surco de caña soca a los 60 días después del corte, disminuyendo Q 113.67 por ha. en el control de malezas en campos infestados por caminadora.

Aplicando un 90% de la dosis se obtuvo la mayor disminución del costo de control de malezas ( Q 113.67) en caña soca ( cuadro 2 ), observándose una disminución de 0.59 ton. De biomasa dentro del surco cuando se capara este tratamiento contra el testigo. Maldonado (12).

#### **4.4 Herbicidas utilizados en la investigación:**

##### **4.4.1 Sal Isopropil Amina de Glifosato:**

Pertenece al grupo químico de inhibidores de la síntesis de aminoácidos. Es un herbicida no-residual, formulado como concentrado soluble en agua para el control postemergente de la mayoría de las malezas, gramíneas, ciperáceas y de hoja ancha, tanto anuales como perennes.

Se recomienda para el control general de malezas antes de la siembra de cultivos anuales y perennes, control dirigido de malezas en cultivos perennes, madurante en caña de azúcar, acelerante del secado de los granos de sorgo antes de la cosecha y control general de malezas en sistemas de riego y áreas no cultivadas.

1. Nombre Común: Glifosato
2. Nombre Químico: N- ( Fosfometil ) Glicina,
3. Nombre Comercial: Roundup (Sal. Isopropilamina de Glifosato )
4. Peso Molecular: 169.1
5. Estado Físico: Sólido Blanco Inodoro
6. Densidad : 0.5 gm/ cc para compuesto puro
7. Punto de Fusión: 200 °C.
8. Solubilidad en agua: 1.2 % ó 12,000 ppm a 25 °C.
9. Otros solventes: Ninguno

**Selectividad:** No es selectivo a los cultivos cuando la aspersion toca el follaje o las partes verdes del tallo. Es sistémico de aplicación postemergente, que penetra en las plantas a través de las hojas y otras partes fotosintéticamente activas.

**Mecanismo de Acción:** Es un producto altamente sistémico que penetra a través de la cutícula cerosa de las hojas y traspasa las paredes y membranas celulares para ponerse en circulación por el floema junto con los productos de la fotosíntesis.

**Aparición de los síntomas:** En las malezas anuales ocurre entre los dos a cuatro días después del tratamiento y en las malezas perennes se manifiestan a los cinco a siete días. Los síntomas se manifiestan por 1. Amarillamiento progresivo. 2.

Necrosis o muerte de la parte aérea y subterránea de las plantas a los 15 y 20 días del tratamiento.

**Dosis utilizada convencionalmente:** La mayoría de malezas anuales son susceptibles a dosis que varían entre 1.5 y 3.0 litros de producto comercial por hectárea. La mayoría de las malezas perennes son efectivamente controladas con dosis entre 3.0 y 6.0 litros de producto comercial por hectárea, dependiendo de las especies.

**Susceptibilidad de malezas:** Este herbicida No- Selectivo controla una amplia gama de malezas anuales y perennes, tanto gramíneas y ciperáceas como de hoja ancha.

#### 4.4.2 Paraquat + Diurón:

Casa Productora ICI Panamericana, S.A. con el nombre comercial de Gramurón X.  
**Substancia Activa:** 3- ( 3,4 diclorofenil ) -1,1.dimetil urea + sal 1,1 dimetil-4,4'-biripicillica.

**Formulación y presentación;** Gramurón X, es una formulación estabilizada en suspensión concentrada, que contiene Paraquat formulado con Diurón, en 200 gr. i.a. de Paraquat/ litro y 100 gr. de i.a. de Diurón/ litro. Se presenta en envases de 1 y 5 galones.

**Epoca de Aplicación:** En post-emergencia, cuando la maleza tenga de 10-20 cm. de altura, o una semana después de cortar con el machete, sobre cualquier rebrote que aparezca. Dosis de 1.5 -3.00 litros por hectárea.

#### 4.4.3 Hexazinona :

A principios de los ochenta surgió la Hexazinona, segunda generación de las triazinas, con un gran efecto tanto en hoja ancha como en gramíneas. Se recomienda usarse a bajas dosis ya que puede ser tóxico a la caña de azúcar, sobre todo en suelos arenosos donde el producto llega más rápidamente y se hace más disponible al sistema radicular.

**Casa Productora:** DU- PONT, Con el nombre comercial de VELPAR 90.

**Sustancia Activa:** Hexazinona : 3-cicloexil.6 ( dimetilamina ).1 metil. 1,3,5.triazina.2,4 ( 1H, 3 H ).diona.

**Formulación y presentación:** polvo soluble que contiene el 90 % de sustancia activa. 900 gr. de i.a / kg. Bolsas de 10 y 50 libras.

**Epoca de Aplicación:** pre y postemergente, cuando las malezas tengan de 10 a 15 cm. de altura.

**Dosis:** de 0.45. 0.90 lb / mz. Ó 0.30. 0.60 kg. / ha.

El producto es absorbido a través del sistema radicular y del follaje, mostrando a la vez una alta actividad residual y de contacto. Una buena humedad de los suelos es un factor importante de los resultados finales del tratamiento. Debe asegurarse una correcta calibración de los equipos de aspersión y un volumen adecuado de agua, de manera tal que el follaje de la maleza quede bien cubierto con la mezcla herbicida.

Necesariamente los volúmenes de agua empleados en los tratamientos de postemergencia son mayores que los de pre-emergencia; tanto para caña plantilla como para caña soca, siempre son convenientes las aplicaciones dirigidas. La Hexazinona es el nombre común del 3- Cicloexil-6-(dimetilamina) 1,3,5-triazina-2,4-(1H) diona. La toxicidad en peces y vida silvestre es muy baja, es moderadamente tóxico.

**Acción Fisiológica :** La acción es la del grupo, se absorbe por raíz y hojas. Es más soluble que el Diurón. Es útil en suelos semi-húmedos y húmedos. Tiene una vida media de 70 días.

#### **4.4.4 Glufosinato de Amonio :**

**Casa Productora:** Hoechst AG.

**Otros Nombres:** Basta, Buster, Challengue, Conquest, Dash, Final, Finale, Harvest, Ignite.

**Nombre Común:** Glufosinato de Amonio.

#### **Propiedades físico químicas del ingrediente activo:**

**Peso molecular:** 198.19

**Aspecto :** Polvo cristalino

**Color :** Blanco o levemente amarillo

**Olor :** Ligeramente picante

**Mecanismo de acción :** Penetra vía foliar, no es absorbido a través de raíces. Actúa interfiriendo la acción de la enzima glutamina sintetasa la cual cataliza la síntesis del aminoácido glutamina. Por otra parte, se aumentan en forma anormal, los niveles de amonio y las células mueren intoxicadas por él. La fotosíntesis sufre un bloqueo como consecuencia del proceso anterior.

**Usos :** El glufosinato de amonio es un herbicida postemergente no selectivo de acción total, pero con efecto sobresaliente sobre algunas especies difíciles. En Colombia tiene registro para diferentes cultivos : arroz, café, banano, plátano, algodón, vid, cítricos, áreas industriales, palma africana y papa. La dosis varía de

1.00 - 4.00 litros por hectárea dependiendo del cultivo y de la maleza problema. (Boletas con instrucciones de uso correcto de cada herbicida).

#### **4.5 Dosificación:**

De acuerdo a su definición, dosificar es determinar la cantidad proporcional de la solución.

La fuente más fidedigna de información que se puede tener acerca de un plaguicida, se encuentra en la etiqueta y normalmente es en el panel o lado derecho de la misma en donde se encuentran las dosificaciones recomendadas.

##### **4.5.1 Dosificación base:**

La dosificación "base" a utilizar es la primera o sea la dosis general, ya que es en función de la concentración recomendada que debería realizar una dosificación.

##### **4.5.2 Reducción de dosis de herbicidas:**

Todos los técnicos que están relacionados con la producción de herbicidas, las normas técnicas editadas periódicamente por la Dirección Nacional de Sanidad Vegetal, las instrucciones técnicas demandadas de dicha dirección o de los grupos de técnicos de cultivos, y, en general, el intenso trabajo diario de protección de plantas está presidido por dos elementos fundamentales: las dosificaciones de los productos y las calibraciones de las máquinas.

##### **4.5.3 Casos que se pueden presentar en las dosificaciones de plaguicidas:**

En las dosificaciones de los plaguicidas se pueden presentar dos casos:

###### **a. Dosificaciones para cultivos en masa:**

Se refiere a aquellos cultivos tales, como la papa, frijol, fresa, etc. En donde cuando se trata de dosificar productos químicos para aplicar a éstos cultivos, las dosificaciones se realizarán en función de una unidad de área, por ejemplo: tantos galones o libras de un producto por acre, o tantos litros o kilogramos de un producto por hectárea. Esto se aplica en forma general a las hortalizas y otros cultivos de tipo herbáceo.

###### **b. Dosificaciones para cultivos en línea o de plantas aisladas:**

Fundamentalmente se refiere a los cultivos de tipo arbustivo o arbóreo, tales como plantaciones de frutales en forma general, cultivo del plátano, cultivo de la caña de azúcar. En estos casos las dosificaciones se expresan como soluciones finales al tanto por ciento, sin tener en cuenta área alguna.

La razón fundamental para que las dosificaciones para este tipo de cultivos se expresen de ésta manera, está en que los parámetros de siembra de estos cultivos varían con la especie de que se trate y con el grado de desarrollo de la plantación. Al cambiar éstos, la cantidad de plantas por unidad de área varía considerablemente, haciendo por tanto inoperante una dosificación en función del área. Por ello las dosificaciones deben estar en función del grado de desarrollo, es decir del área que ocupen en el momento de realizarse las aplicaciones, De la Faz (8).

#### **4.5.4 Selección de Productos Herbicidas y Dosis:**

La naturaleza del problema (tipos de maleza dominantes, su estado, el suelo, cultivos vecinos, etc.), son las que definen los herbicidas a usar. El transplante de recomendaciones de una región a otra sin que obedezcan a la misma naturaleza del problema puede llevar a errores graves.

Se requiere una permanente vigilancia sobre las poblaciones de malezas, ya que éstas no son estáticas sino dinámicas. Esta dinámica con el uso de herbicidas es mayor porque conlleva al fenómeno de presión selectiva, es decir, la proliferación de especies que escapan y que al no tener competencia incrementan su población. Además, la presencia de biotipos resistentes puede conducir a conclusiones erróneas. La dosis viene como resultado de las investigaciones y experiencia de campo y están asociadas principalmente a los siguientes factores:

- » En las aplicaciones preemergentes (a la maleza) los suelos pesados y con alto contenido de materia orgánica debido a los fenómenos de absorción coloidal en el suelo.
- » En las aplicaciones postemergentes (a la maleza) el tipo de suelo y la materia orgánica ya no es tan importante como la densidad, cobertura, tipo y grado de desarrollo de las malezas.
- » El requerimiento de residualidad alta, implica dosis mayores y viceversa.

## 5. OBJETIVOS

### GENERAL:

Hacer uso efectivo de los herbicidas utilizados en postemergencia total en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum spp.*) Al hacer efectiva el área de aplicación.

### ESPECIFICOS

1. Determinar el efecto de la reducción de dosis de herbicida postemergente en el control de malezas en el cultivo de caña de azúcar.
2. Determinar el efecto de la reducción de dosis de herbicida postemergente en el rendimiento de caña en peso.
3. Determinar el producto herbicida y dosis que sea más eficiente en términos de control de malezas y que tenga una mayor tasa de retorno marginal.

## 6. HIPOTESIS

1. Los herbicidas postemergentes utilizados en el ensayo (Hexazinona, Sal Isopropil Amina de Glifosato, Glufosinato de Amonio y Paraquat + Diurón) permitirán la misma efectividad en el control de malezas.
2. Las dosis reducidas de los herbicidas evaluados, tendrán la misma efectividad en el control de malezas, que las dosis comerciales.
3. La aplicación de las dosis reducidas de cualquiera de los herbicidas postemergentes evaluados en el ensayo, presentarán una tasa de retorno marginal mayor que la obtenida con la aplicación de herbicidas postemergentes en dosis comerciales.

## 7. METODOLOGIA

### 7.1 Diseño Experimental:

El diseño usado fue el de bloques al azar con arreglo de parcelas divididas con ocho tratamientos y cuatro repeticiones. En la parcela grande se ubicaron los herbicidas; y en la parcela pequeña se distribuyeron las dos dosis utilizadas en el experimento, Dosis Comercial y Dosis Reducida.

La dosis reducida correspondió al 60 % de la dosis utilizada en forma comercial. Esto debido a que al momento de la aplicación se encontró que el desarrollo normal de la cepa de caña de azúcar ocupó el 40 % del total del área.

**Cuadro 5. Tratamientos evaluados en el estudio "Reducción de dosis de herbicidas postemergentes utilizados en el cultivo de caña de azúcar".**

Tratamiento	Parcela Grande. Herbicida	Parcela Pequeña Dosis aplicada
1	Hexazinona	Dosis Comercial
2	Hexazinona	Dosis Reducida
3	Sal Isopropil Amina de Glifosato	Dosis Comercial
4	Sal Isopropil Amina de Glifosato	Dosis Reducida
5	Glufosinato de Amonio	Dosis Comercial
6	Glufosinato de Amonio	Dosis Reducida
7	Paraquat + Diurón	Dosis Comercial
8	Paraquat + Diurón	Dosis Reducida

Las dosis comerciales utilizadas fueron:

Hexazinona	2.2	kg/hectárea.
Sal Isopropil Amina de Glifosato	1.5	l/hectárea.
Glufosinato de Amonio	3.0	l/hectárea.
Paraquat + Diurón	1.75	l/hectárea.

*Nota:* Los productos herbicidas utilizado en el ensayo, se encuentran dentro del grupo de aquellos utilizados comercialmente en la zona cañera de Guatemala, excepto el Glufosinato de Amonio, cuya introducción en el manejo de malezas está siendo evaluada actualmente.

El modelo estadístico empleado en el análisis fue el siguiente :

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_i + \alpha_j + \epsilon_{ij} + \tau_k + \alpha_{tjk} + \epsilon_{tjk}$$

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

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

$$k = 1, 2.$$

Donde:

$Y_{ijk}$  = Efecto de la variable respuesta.

$\mu$  = Efecto de la media general

$\beta_i$  = Efecto del  $i$ ...ésimo bloque

$\alpha_j$  = Efecto del  $j$ ...ésimo producto herbicida..

$\epsilon_{ij}$  = Error asociado al efecto de la parcela grande.

$\tau_k$  = Efecto de la  $k$ ...ésima dosis aplicada.

$\alpha_{tjk}$  = Efecto de la interacción entre herbicida y dosis.

$\epsilon_{tjk}$  = Error asociado al efecto de la parcela pequeña.

#### Prueba de Medias:

Se realizó la prueba de medias TUKEY para todas aquellas variables con diferencia significativa.

#### 7.1.2 Manejo del experimento :

El manejo del experimento fue el mismo que para las plantaciones comerciales, cultivadas con la variedad CP 722086. Las labores realizadas fueron las siguientes:

##### Deshasurado y requema :

Fue realizado 5 días después del corte de la caña. Eliminando de esta manera los excesos de basura en el campo de cultivo.

##### Fertilización :

De acuerdo a estudios de suelos realizados por CENGICAÑA, para la Estación experimental, el nutrimento que necesariamente tuvo que ser aplicado fue el nitrógeno en forma de urea, (330 g / surco de 10 m) . Esta aplicación fue realizada cuando la caña soca tenía dos meses de crecimiento (después de la aplicación de herbicidas). Estas aplicaciones fueron manuales.

##### Control de malezas:

No se realizó ninguna aplicación preemergente, para permitir la observación del efecto de las dosis recomendadas y recomendadas reducidas en postemergencia (tratamientos). Así mismo se controló manualmente la

caminadora (*Rottboellia cochinchinensis*) que apareció dentro del surco, como se hace normalmente.

#### Riegos:

Se realizó un riego profundo, utilizando el método de aspersion. No hubo necesidad de realizar más riegos debido a que las condiciones prevalecientes en la finca Camantulul fueron de alta humedad, al iniciar las lluvias a mediados de abril.

#### Roedores:

No hubo necesidad de realizar ningún tipo de control. Esto debido a que la rata cañera (*Sitomys hispidus*) ocasiona mayores problemas en el estrato altitudinal medio, que es donde se encuentra la finca Camantulul.

#### Aplicación de madurantes:

No hubo necesidad de realizarla debido a que la variedad utilizada en el ensayo fue CP 722086; variedad de maduración temprana, por lo que no necesita de la aplicación de madurantes.

#### Cálculo de los herbicidas:

En función de la dosis y el experimento se calculó la cantidad de producto químico necesario para el desarrollo de la investigación. Se dió un margen de 20 % en virtud de que se manejan porciones muy pequeñas y fácilmente se tienen pérdidas en el manejo de los mismos.

Este cálculo de los herbicidas se hizo de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\text{C.H.P} = \frac{\text{Dosis de herbicida/ha.} \cdot \text{Superficie Total a asperjar}}{10,000}$$

#### Calibración del equipo y determinación de la dosis a utilizar:

La calibración del equipo se realizó utilizando la metodología tradicional, en donde se determinó una distancia prudencial, en este caso fueron 50 metros sobre un surco a tratar y se calculó el caudal asperjado.

Posteriormente se relacionó el volumen asperjado en esa área y se trasladan los datos a la que se gastaría por hectárea. Con estos datos se conoció cuantas bombas se utilizarían por hectárea distribuyendo la dosis base, proporcionada por la casa comercial entre la cantidad de bombas a usar.

Dicho procedimiento se llevó a cabo utilizando boquilla tipo abanico TJ 80002.

Considerando que las dosis de herbicidas están dadas por unidad de superficie, regularmente una hectárea, y que el área a cubrir no es una hectárea debido a que parte de la superficie había sido ocupada por el material vegetativo proveniente del desarrollo normal de la caña de azúcar la dosis a evaluar en cada uno de los herbicidas, fue la dosis base proporcionada por la casa comercial y la dosis reducida proporcional y porcentualmente al área ocupada por la cepa de caña.

De esta manera se pudo evaluar una reducción significativa en la dosis proporcionada por la casa comercial y una variación considerable en los volúmenes de mezcla a utilizar por unidad de superficie, sin embargo por razones de manejo del ensayo, el volumen se mantuvo constante y la aplicación fue dirigida al surco limpio. Tal como se hace comúnmente al realizar aplicaciones de herbicidas postemergentes.

#### **Hora de aplicación de los tratamientos:**

La hora de aplicación fue entre las 6 y 9 AM. Debido a que durante este período las condiciones del ambiente son favorables.

#### **Aplicación en las parcelas:**

Luego de haber realizado la calibración del equipo manual de aspersión y el cálculo de la dosis reducida proporcionalmente al área ocupada por la cepa de caña al momento de la aplicación, como también la aleatorización de los tratamientos. Se aplicó en cada unidad experimental, se utilizaron bombas de mochila y boquillas de abanico plano TJ 8002, procurando que la mezcla herbicida preparada fuera distribuida homogéneamente sobre las mesas ( entresurco ). Procurando de la misma forma no tocar la cepa de caña para no dañarla.

#### **7.2 Variables de Respuesta:**

##### **1. Cobertura de Malezas antes de la aplicación :**

Se refiere a la cobertura del total de malezas en 1 m<sup>2</sup> en cada unidad experimental (en %) antes de la aplicación del producto herbicida. La recopilación de la información de esta variable, se hizo mediante la observación. Determinando el valor de importancia de cada especie de maleza, por el Método de Cottam.

##### **2. Cobertura total de las tres especies dominantes en el área:**

Se refiere a la cobertura (%) de las tres especies de malezas con mayor Valor de Importancia antes de la aplicación de tratamientos. La recopilación de la información de esta variable fue por medio de la observación.

3. **Cobertura total de malezas después de la aplicación de tratamientos:**

Se refiere a la cobertura (%) del total de malezas en  $1\text{m}^2$  en cada unidad experimental 15,30,45 y 60 días después de la aplicación de los tratamientos. Utilizando el método de la observación.

4. **Cobertura total de las tres especies de malezas predominantes, después de la aplicación de los tratamientos:**

Se refiere a la cobertura (%) de las tres especies de malezas con mayor V.I después de la aplicación de tratamientos. Utilizando el método de la observación.

5. **Biomasa :**

Biomasa presente en el surco de aplicación 60 d.d.a. Para ello se utilizó bolsas de papel donde se recolectó la biomasa, y luego fue sometida a alta temperatura para que perdiera toda la humedad.

6. **Rendimiento en toneladas de caña por hectárea:**

En cada unidad experimental se registró la producción obtenida al término del ciclo de cultivo, en función del peso de los tallos presentes, registrándose el valor de toneladas por hectárea.

7. **Análisis de la información:**

**Análisis Estadístico:**

A los resultados obtenidos en todas las variables de respuesta, se les aplicó un análisis de varianza, correspondiente al diseño de bloques al azar con arreglo en parcelas divididas.

**Prueba de medias :**

Se realizó la prueba de medias Tukey, para encontrar las diferencias entre las medias que presenten significancia dentro de los factores, después de efectuado el análisis de varianza.

**Análisis económico:**

El análisis económico consideró un análisis de dominancia aplicando la metodología de presupuesto parcial. Así mismo se determinó la tasa marginal de retorno para los tratamientos que resultaron no dominados.

## 8. RESULTADOS Y DISCUSION

### 8.1 Determinación de la flora natural:

A continuación el listado de las especies de malezas presentes en el área antes de la aplicación de las dosis de herbicidas.

**Cuadro 6:** Especies de malezas presentes en el área de aplicación.

No.	Nombre Científico	Nombre Común	V.I. *
1	<i>Rottboellia cochinchinensis</i>	Caminadora	144
2	<i>Panicum fasciculatum</i>	Pajilla	131
3	<i>Croton lobatus</i>	Papayita	113
4	<i>Eleusine indica</i>	Pata de gallina	112
5	<i>Cynodon dactylon</i>	Bermuda	111
6	<i>Cyperus rotundus</i>	Coyolillo coquito	108
7	<i>Ipomoea nil</i>	Bejuco	85
8	<i>Euphorbia heterophylla</i>	Pascuilla	82
9	<i>Melampodium divaricatum</i>	Flor amarilla	61
10	<i>Hybanthus attenuatus</i>	Ivantis	60
11	<i>Colocassia esculenta</i>	Malanguilla	56
12	<i>Euphorbia graminea</i>	Lechosa	48
13	<i>Euphorbia protata</i>	Golondrina	45
14	<i>Sida rhombifolia</i>	Escobo	43
15	<i>Oxalis neaei</i>	Chicha fuerte	37
16	<i>Ixophorus unisetus</i>	Zacate	35
17	<i>Amaranthus spinosus</i>	Bledo común	26
18	<i>Anthephora hermafrodita</i>	Falsa caminadora	25
19	<i>Portulaca oleracea</i>	Verdolaga común	25
20	<i>Sorghum halapense</i>	Pasto Jhonson	24
21	<i>Panicum trichoides</i>	Pelo de conejo	22
22	<i>Cyperus odoratus</i>	Coyolillo común	20

\* V.I. = Valor de Importancia.

En el cuadro 2 se presentan las 22 especies de malezas encontradas en el área de aplicación. Esto antes de que fueran aplicados los productos herbicidas en ambas dosis. Esto fue necesario para poder observar con objetividad el efecto herbicida de cada uno de los productos herbicidas y dosis aplicadas en la presente investigación. De las 22 especies de malezas encontradas 8 pertenecen a la familia Poácea. Entre ellas las especies *Rottboellia cochinchinensis* ( caminadora ), *Panicum fasciculatum* ( pajilla ) han sido reportadas en estudios anteriores como las que causan mayores problemas en el área donde se realizó el estudio. Estas presentaron los Valores de Importancia más altos (144 y 131 respectivamente). Estos resultados concuerdan con resultados obtenidos en estudios anteriores realizados por Martínez, (15) donde se

establecen las especies de malezas predominantes en cada estrato altitudinal de la zona cañera de Guatemala.

La caminadora es una de las especies más agresivas de la zona, debido a la similitud fisiológica que tiene con el cultivo de la caña de azúcar. Mientras que la pajilla (*Panicum fasciculatum*) y la papayita (*Croton lobatus*) también han sido reportadas en muchas fincas cañeras de la zona con altos porcentajes de incidencia, según Morales (16). Por lo anteriormente descrito el efecto herbicida de cada uno de los productos herbicidas y dosis aplicadas fue evaluado sobre la cobertura total de malezas en forma general y específicamente sobre aquellas 3 que presentaron mayor valor de importancia antes de la aplicación de los herbicidas.

### 8.2 Efecto herbicida de los productos utilizados y dosis sobre *Rottboellia cochinchinensis*:

**Cuadro 7:** Cobertura (%) de *Rottboellia cochinchinensis* por metro cuadrado (caminadora) antes y 10 días después de la aplicación de los productos herbicidas en diferentes dosis.

TRATAMIENTOS	Cobertura (%) a.a	Cobertura (%) d.d
Hexazinona Comercial	20	0.25
Hexazinona Reducida	13	0
Glifosato Comercial	17	0
Glifosato Reducida	29	1
Glufosinato Comercial	9	0
Glufosinato Reducida	15	0
Paraquat + D. Comercial	15	0
Paraquat + D. Reducida	23	0.25

a.a= Antes de la aplicación de los tratamientos.

d.d= Después de la aplicación de los tratamientos.

*Rottboellia cochinchinensis* es la gramínea más agresiva en la zona media debido a su similitud con el cultivo de la caña de azúcar. En el área muestreada presentó con un promedio de aproximadamente el 18 % de cobertura, antes de la aplicación. Después de la misma se redujo a un promedio de 0.10 % por lo que de acuerdo a la escala utilizada (Cuadro A), el control de malezas fue excelente.

La Hexazinona y la Sal Isopropil Amina de Glifosato han sido reportados en estudios anteriores, entre los herbicidas postemergentes más efectivos en el control de la caminadora, Maldonado (12) y Monsanto (13) y en el presente estudio controlaron efectivamente las malezas. No existió diferencia entre el efecto herbicida de la dosis comercial y la dosis reducida (60% de la dosis comercial).

Esto es probable debido a que al momento de la aplicación las condiciones de luminosidad y temperatura fueron excelentes, por lo que los productos herbicidas

trabajaron bien en ambas dosis. Así mismo no hubo lluvia 48 horas después de la aplicación de tratamientos. El efecto herbicida de cada uno de los productos herbicidas fue similar, esto debido a que fueron elegidos por ser los más utilizados en la zona cañera debido a la efectividad comprobada de los mismos. Sin embargo tampoco existió diferencia significativa entre las dosis aplicadas, por lo que existe evidencia, que es posible reducir la dosis-herbicida ya que el control sobre caminadora fue similar.

Otra explicación lógica al buen control de malezas ejercido por la dosis reducida en el caso de la Hexazinona podría atribuirse a que los suelos del área donde fue establecido en ensayo son de textura franca ; sin estructura y consistencia en húmedo, suelta, según el Estudio Semidetallado de Suelos de la Zona Cañera del Sur de Guatemala (6). Debido a esto los suelos presentan regular capacidad de adsorción por lo que el producto actuó bastante bien en ambas dosis (la Hexazinona es absorbida por el sistema radicular y el follaje ), al no haber sido retenido en el suelo. En la práctica hay que ajustar las dosis de herbicidas a la capacidad de adsorción de los suelos, así mismo es necesario tomar en cuenta las condiciones climáticas según Monsanto (13) . El buen efecto herbicida de las dosis reducidas de la Sal Isopropil Amina de Glifosato, Glufosinato de Amonio y Paraquat + diurón fue favorecido por las buenas condiciones ambientales persistentes durante la aplicación de los tratamientos.

### 8.3 Efecto herbicida de los productos utilizados y dosis sobre *Panicum fasciculatum*:

**Cuadro 8:** Cobertura (%) de *Panicum fasciculatum* por metro cuadrado , antes y 10 días después de la aplicación de los productos herbicidas en diferentes dosis.

TRATAMIENTOS	Cobertura (%) a.a	Cobertura (%) d.d
Hexazinona Comercial	21	0.5
Hexazinona Reducida	15	0
Glifosato Comercial	19	0
Glifosato Reducida	12	1.25
Glufosinato Comercial	15	0
Glufosinato Reducida	22	0
Paraquat + D. Comercial	19	0.5
Paraquat + D. Reducida	13	0

a.a = Antes de la aplicación de herbicidas  
d.d= Después de la aplicación.

*Panicum fasciculatum* es otra gramínea de suma agresividad. En el área muestreada se presentó con un promedio de 17 % de cobertura. Fue controlada prácticamente por completo por el Glufosinato de Amonio en ambas dosis , esto

debido a que la fórmula química de este producto herbicida postemergente de acción total, que penetra vía foliar. Los demás productos herbicidas y dosis se comportaron de similar manera con un control superior al 95 %.

#### 8.4 Efecto herbicida de los productos utilizados y dosis sobre Croton lobatus:

**Cuadro 9:** Cobertura (%) de Croton lobatus por metro cuadrado antes y 10 días después de la aplicación de herbicidas.

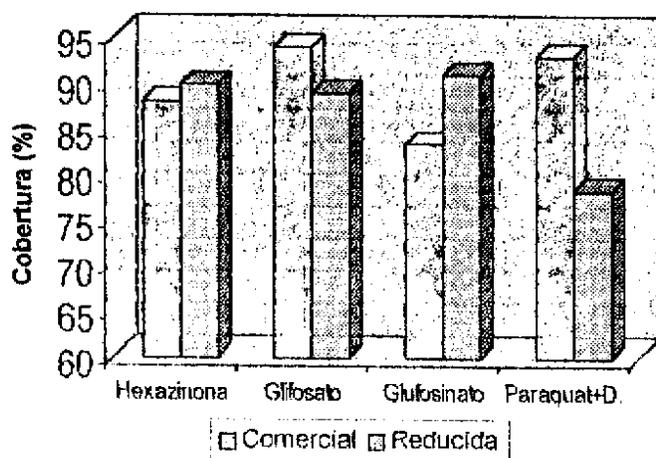
TRATAMIENTOS		Cobertura (%) a.a	Cobertura (%) d.d
Hexazinona	Comercial	18	0
Hexazinona	Reducida	28	0
Glifosato	Comercial	11	0
Glifosato	Reducida	16	0
Glufosinato	Comercial	20	0
Glufosinato	Reducida	19	0
Paraquat + D.	Comercial	15	0
Paraquat + D.	Reducida	14	0

Croton lobatus es una especie de hoja ancha predominante en la zona.

En el área muestreada se presentó con una cobertura promedio de 18 % antes de la aplicación de herbicidas. Después de la misma hubo control total en todas las dosis y productos herbicidas utilizados en el experimento. El Paraquat+ Diurón y el Glufosinato de Amonio actuaron como herbicidas de contacto, provocando en un inicio clorosis y finalmente necrotizando las plantas pertenecientes a esta especie de maleza. Esto gracias a que estos herbicidas penetran vía foliar, siendo esta maleza una especie de hoja ancha existió mayor porcentaje de área de contacto. La Hexazinona y la Sal Isopropil Amina de Glifosato en ambas dosis fueron igualmente efectivas. Ambos productos penetran vía foliar inhibiendo la síntesis de aminoácidos por lo que la fotosíntesis se vio bloqueada.

#### 8.5 Comportamiento de la cobertura total:

El muestreo previo a la aplicación de los productos herbicidas en dosis comercial y comercial reducida fue necesario para evaluar objetivamente el efecto herbicida de cada uno de los mismos (Ver figura 1) muestra que el área donde se realizaría la aplicación presentaba cobertura de malezas promedio de 86%.



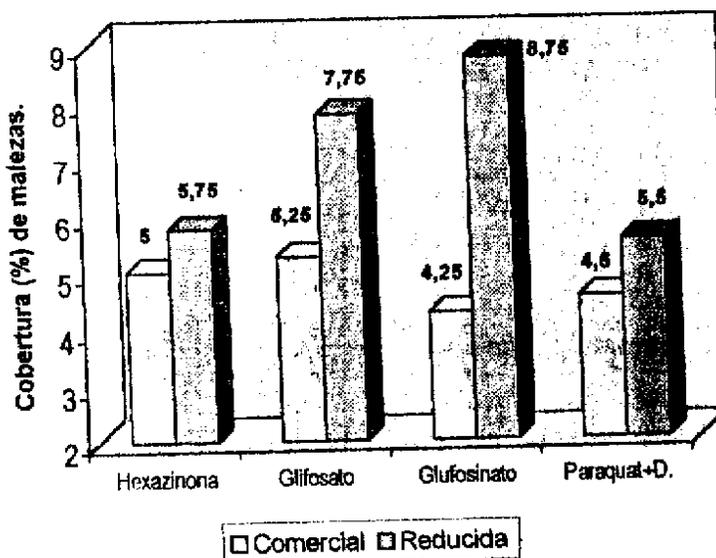
**FIGURA 1:** Comportamiento de la cobertura de malezas total antes de la aplicación de los productos herbicidas y dosis.

Este alto porcentaje de maleza permitió observar fácilmente el efecto herbicida de cada uno de los herbicidas postemergentes utilizados en el ensayo y dosis aplicadas en el mismo. La gráfica muestra las condiciones del área de aplicación con respecto a cobertura de malezas antes de aplicar los productos herbicidas en la dosis comercial y la reducida (60% de la dosis comercial). Esta cobertura es total, incluye a todas las especies existentes (enumeradas en el cuadro 6). Las malezas se encontraban en una fase de crecimiento activo. Aproximadamente y en forma general median de 10-15 cm. de altura. Ninguna de las especies presentes presentaba ningún tipo de floración. En forma general el área total presentó una cobertura total superior al 85 %.

**Cuadro 10:** Resumen del Análisis de Varianza aplicado a la variable cobertura total de malezas (%) 15 días después de la aplicación de los productos herbicidas.

Fuentes de variación	g.l	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor de F	Pr > F
Error tipo b.	12	211.3750	17.6146		
Total Corregido	31	470.2188	15.1683		
Fuentes de variación	g.l	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor de F	Pr > F
Repetición	3	31.3438	10.4479	0.59	0.6313
Herbicida	3	14.3438	4.7813	0.27	0.8438
Dosis	1	38.2813	38.2813	2.17	0.1662
Herbicida*Dosis	3	17.8438	5.9479	0.34	0.7985
Bloque*Herbicida	9	157.0313	17.4479	0.99	0.4939
Error tipo a.					

En el cuadro 2 de Anexos y en el presente cuadro de Análisis de Varianza puede observarse que no existe diferencia estadísticamente significativa tanto para el factor A: Herbicida como para el factor B: Dosis, ni en la interacción de los anteriores. En el caso de las Dosis el valor de F es 0.1662 muy superior al valor crítico, por lo que se acepta la  $H_0$  que indica que ambas dosis tendrían igual efecto herbicida (evaluado según % de Cobertura de malezas).



**Figura 2 : Cobertura total de malezas (%) presente en el área de aplicación 15 días después de haberla realizado.**

En la presente gráfica puede observarse que la Hexazinona y el Paraquat+Diurón fueron los que eliminaron el mayor porcentaje de la maleza existente.

El efecto de la Hexazinona se pudo observar a partir de los cinco días posteriores a la aplicación. La inactivación de las malezas fue percibida, de manera inicial con síntomas de toxicidad. Estos fueron visibles en el follaje de las plantas, principalmente en las hojas de la parte inferior. La sintomatología consistió en una clorosis. Esta comenzó en los bordes de las hojas y avanzó hacia el centro del limbo. Seguidamente el tejido se necrosó. Posteriormente ocurrió un retardo de crecimiento que dio lugar a la muerte de las malezas. La dosis reducida fue igualmente efectiva que la dosis comercial, porque la diferencia en el porcentaje de malezas eliminadas, fue estadísticamente no significativo. Esto demostró que es posible reducir la dosis comercial utilizada comúnmente hasta en un 40 % y que el efecto herbicida sea el mismo que el obtenido con la aplicación de herbicidas postemergentes en dosis comerciales.

El efecto herbicida del Glifosato fue más lento, esto debido a que es un herbicida sistemático que se transloca a los puntos de crecimiento, donde inhibe la producción de ácidos aromáticos, esto ocurre en un promedio de 10 días posteriores a la aplicación.

El Glufosinato de Amonio actuó como quemante necrotizando la maleza. Esto debido a que el producto penetra vía foliar interfiriendo con la enzima glutamina. Considerando que al momento de la aplicación las malezas se encontraban en un período de crecimiento activo, el producto actuó de manera efectiva. Este producto aumenta de forma anormal los niveles de amonio y las células mueren intoxicadas por el, según información obtenida en el panfleto del producto. Con respecto a las dosis existe diferencia, pero ésta no es significativa.

El Paraquat +Diurón causó una rápida desecación del follaje, esta fue seguida de necrosis. El efecto herbicida de este producto fue inmediato. Esto ocurrió debido a la pérdida de la membrana celular y del cloroplasto. En las aplicaciones al follaje (en postmergencia) tal como en la presente investigación ocurre un transporte limitado vía apoplasto, según De la Faz (9). Tanto la dosis comercial como la reducida en los cuatro productos herbicidas evaluados, pueden catalogarse con un tipo de control excelente, en base a tabla de Evaluación de efecto herbicida (Cuadro 1 A).

### 8.5.2 Lectura de Acción Herbicida a los 45 días después de la aplicación:

Esta lectura permite evaluar el efecto herbicida a través del tiempo, siendo la lectura intermedia, de las realizadas durante la presente investigación.

**Cuadro 11:** Resumen del Análisis de Varianza aplicado a la variable cobertura de malezas (%) 45 día después de la aplicación de los tratamientos.

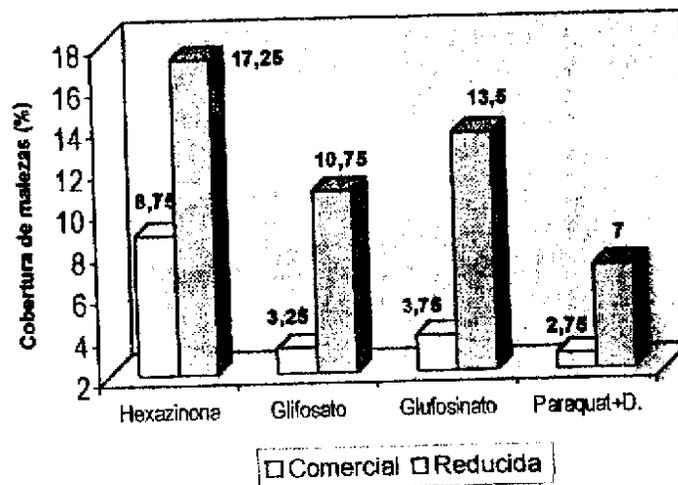
Fuentes de variación	g.l	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor de F	Pr > F
Error tipo b	12	597.7500	49.8125		
Total Corregido	31	1745.500	56.3065		
Fuentes de variación	g.l	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor de F	Pr > F
Repetición	3	59.00	19.6667	0.39	0.7591
Herbicida	3	284.7500	94.9167	1.91	0.1926
Dosis	1	450.0000	450.0000	9.03	0.0110*
Herbicida*Dosis	3	33.2500	11.0833	0.22	0.8789
Bloque*Herbicida	9	320.7500	35.6389	0.72	0.6875
Error tipo a					

El Análisis de Varianza muestra existen diferencias significativas en el factor B: Dosis de herbicida aplicada. A continuación los resultados de la Prueba TUKEY realizada.

**Cuadro 12: Prueba Tukey para factor B Dosis-Herbicida utilizado:**

Dosis	Valor medio de Cobertura de malezas	Grupo TUKEY
Reducida	12.125	a
Comercial	4.625	b

El área que fue asperjada con los productos herbicidas postemergentes en dosis reducidas fue la que presentó mayor porcentaje de malezas. Presentando la dosis reducida un 12 % de malezas y la comercial un 5 %. Esto a los 45 días después de la aplicación. Siendo ésta una lectura intermedia, no es determinante, pues únicamente es útil para observar el efecto herbicida a través del tiempo. Los resultados definitivos de modo inmediato son los obtenidos 15 días después de la aplicación de los productos y herbicidas y a los 60 días después de la aplicación de los productos herbicidas y dosis comercial y comercial reducida. Esto pues dentro de este período de tiempo se presenta el período crítico de interferencia de las malezas con el cultivo de la caña de azúcar, según Morales (16).

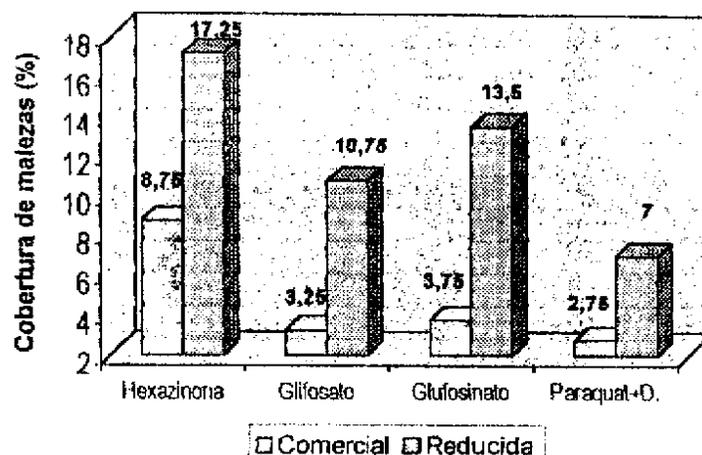


**FIGURA 3: Cobertura de malezas presentes en el área de aplicación 45 días después de la misma.**

### 8.5.3 Comportamiento de la cobertura de malezas (%) 60 días después de la aplicación de productos herbicidas:

**Cuadro 13:** Resumen del Análisis de Varianza aplicado a la variable cobertura de malezas (%) 60 días después de la aplicación de los tratamientos.

Fuentes de variación	g.l	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor de F	Pr > F
Error tipo b.	12	783.7500	65.3125		
Total Corregido	31	1881.5000	60.6935		
Fuentes de variación	g.l	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor de F	Pr > F
Repetición	3	222.5000	74.1667	1.14	0.3739
Herbicida	3	136.7500	45.5833	0.70	0.5710
Dosis	1	128.0000	128.0000	1.96	0.1869
Herbicida*Dosis	3	139.2500	46.4167	0.71	0.5641
Bloque*Herbicida	9	471.2500	52.3611	0.80	0.6232
Error tipo a.					



**FIGURA 4 .** Cobertura de malezas (%) total 60 días después de la aplicación.

El efecto herbicida total de cada uno de los productos utilizados y en este caso de las dosis, se evalúa generalmente a los 60 días después de la aplicación ( Morales, (15) ). El Análisis de Varianza aplicado a la variable respuesta (cobertura de malezas) muestra que no existe diferencia significativa en el Factor A (Producto herbicida utilizados en el ensayo: Hexazinona, Sal Isopropil Amina de Glifosato, Glufosinato de Amonio y Paraquat + Diurón ) ni en el factor B (Dosis-Herbicida, dosis Comercial y Comercial Reducida).

Sin embargo aunque la diferencia sobre el efecto herbicida de éstos productos no fue significativa la gráfica muestra que el Paraquat + Diurón fue el que controló a

mayor porcentaje de malezas, que el resto de productos herbicidas. Seguido por el efecto herbicida de la Sal Isopropil Amina de Glifosato. El Glufosinato de Amonio y la Hexazinona fueron los que permitieron el mayor porcentaje de cobertura de malezas.

En forma general el efecto herbicida de los cuatro productos utilizados en la investigación fue excelente ( Anexos, Tabla 1. ) esto porque todos controlaron a más del 80 % de la cobertura de malezas.

A continuación se describe, en orden de importancia, el efecto herbicida de cada uno de los productos utilizados en la investigación.

#### 8.5.3.1 Efecto herbicida del Paraquat + Diurón:

Fue el herbicida que controló a mayor porcentaje de malezas. El modo de acción de este herbicida fue quemante, causando una rápida desecación del follaje de las malezas, sobre las cuales fue aplicado. Actúo efectivamente sobre las malezas de hoja angosta, aún sobre aquellas que predominaban en el área y que fueron reportadas con mayor Valor de Importancia, por su agresividad en la zona. Siendo estas Rottboellia cochinchinensis y Panicum Fasciculatum. El efecto herbicida del Paraquat+ Diurón sobre las especies de hoja ancha fue similar. Quemó completamente la parte aérea de las malezas. Croton lobatus que en un inicio fue la especie de hoja ancha con mayor Valor de Importancia por su agresividad, fue eliminada. El resto de especies de hoja ancha presentaron síntomas de necrosis localizada y a los 60 días después de la aplicación de los herbicidas el bajo porcentaje de malezas sobreviviente, correspondió a plantas de las especies de Colocassia esculenta (malanguilla) y especies rastreras tal como Anagallis arvensis (ficha). Esta última por ser rastrera no ocasiona daño tan drástico como lo podrían ocasionar especies de hoja angosta, quienes gracias a la similitud fisiológica y requerimientos nutricionales con el cultivo de la caña de azúcar, podrían competir más agresivamente.

#### 8.5.3.2 Efecto Herbicida de la Sal Isopropil Amina de Glifosato:

El efecto herbicida de la Sal Isopropil Amina de Glifosato fue mejor en las especies de hoja angosta ( Rottboellia cochinchinensis, Panicum fasciculatum y Cyperus rotundus) en un inicio se observó clorosis generalizada y a los 60 días después de la aplicación las malezas de hoja angosta habían sido necrotizadas completamente (parte aérea y raíz). Al momento de esta lectura no fueron observadas plantas de Rottboellia cochinchinensis, debido a que fue eliminada cuando se encontraba en la etapa de crecimiento activo y aún no había producido semilla. De

esta forma fue imposible que pudieran reproducirse. Tampoco se observó rebrote de especies de hoja angosta que se reproducen por rizomas tal como Cyperus rotundus y Cynodon dactylon.

Esto porque el Glifosato actúa traslocándose a los puntos de crecimiento activo y provoca necrosis o muerte de la parte aérea y subterránea. (Monsanto,13), eliminando la posibilidad de rebrote. Con las malezas de hoja ancha fue menos agresivo, permitiendo la sobrevivencia de algunas especies tales como: Colocassia esculenta (malanguilla) y algunas otras como Anagallis arvensis (ficha). Sin embargo como se explicó anteriormente, éstas especies no son muy agresivas, debido al bajo porcentaje sobreviviente después de la aplicación.

#### **8.5.3.3 Efecto Herbicida del Glufosinato de Amonio:**

Aunque fue el tercero en actuar más efectivamente, ya se explicó que esta diferencia es no significativa, pues controló a más del 80 % de malezas presentes en el área de aplicación. Actuó sobre las malezas de hoja ancha y hoja angosta con un efecto quemante. El ingrediente activo del Glufosinato de Amonio actuó vía foliar necrotizando las malezas. Los síntomas iniciaron con el desarrollo de decoloración (amarillo clara) de las partes verdes las plantas. Las malezas se marchitaron, se secaron y murieron en el término de 1 a 2 semanas, por lo que al momento de la presente lectura existía mínimo porcentaje de ellas.

Bajo condiciones normales el amoniaco producido durante varios procesos metabólicos en las células de las plantas ( reducción de nitratos, fotorespiración y metabolismo de los aminoácidos) se une al ácido glutámico para formar glutamina. Este proceso es catalizado por la enzima glutaminasintetasa. El Glufosinato de amonio inhibió la actividad de esta enzima. Como resultado, el metabolismo del amonio en la planta fue perturbado poco después de la aplicación del producto y el amoníaco (NH<sub>3</sub>), el cual es una fuerte fitotoxina, que se acumuló en las células de las malezas y las destruyó. Simultáneamente la fotosíntesis se vió también severamente inhibida. Debido a que al momento de la aplicación la caña de azúcar medía menos de 50 cm. de altura, permitía que las malezas fueran expuestas a la luz del sol, esta aceleró el desarrollo de los síntomas fitotóxicos.

#### **8.5.3.4 Efecto Herbicida de la Hexazinona:**

El efecto de la Hexazinona pudo observarse a partir de los 5 días después de la aplicación. En la parte inferior de las hojas de las malezas se observó clorosis (amarillamiento) que se extendió a toda la planta. Esto dió lugar a la necrotización de todo el tejido vegetal de las malezas, de hoja ancha y angosta. La Hexazinona tiene

una alta actividad residual y de contacto (Duwest, 9) por lo que también es absorbido por las raíces. Fue efectivo contra las especies ciperáceas más agresivas de la zona así como contra Rottboellia cochinchinensis. Esto confirma los resultados obtenidos en el Ingenio Madre Tierra. (Maldonado, 12). Contra las malezas de hoja ancha fue igualmente efectivo. Esto fue demostrado por el bajo porcentaje de cobertura de malezas encontrado 60 días después de la aplicación de tratamientos.

#### 8.5.3.5 Efecto Herbicida de los productos , con respecto a las dosis aplicadas Dosis Comercial y Dosis Reducida :

Con respecto a las dosis aplicadas, puede observarse que no existieron diferencias estadísticamente significativas entre ambas. Esto demuestra que el considerar el área ocupada por la cepa de caña al momento de la aplicación, permite tener una dosis reducida que es igualmente efectiva.

Tal como indica De la Faz, en aplicaciones de herbicidas a cultivos de tipo de la caña de azúcar, cuya cepa puede ocupar un área considerada, arbustivo y arbóreo como los árboles frutales, es necesario considerar al momento de la aplicación el área total que ocupan los mismos. Esto porque dependiendo del desarrollo que presenten al momento de la aplicación, de la manera como fue sembrada y de la especie de planta, el área total que ocupan variará considerablemente. Aunque el herbicida postemergente no se aplica sobre el cultivo (caña de azúcar), es obvio que el área que ocupa al aplicar cuando han transcurrido 15 días después del corte es diferente al área que ocupa cuando han transcurrido 2 meses (como es el caso de la presente investigación. Tomando en cuenta este factor, se determinó que el área que ocupaba la cepa de caña de azúcar al momento de la aplicación era del 40 % del área total, por lo que el área efectiva de aplicación correspondió al 60 % del área total de aplicación. De ésta manera las dosis reducidas correspondían al 60 % de la dosis comercial. Mostrando los análisis de varianza que no existe diferencia significativa entre las dosis aplicadas, con respecto a la variable respuesta cobertura de malezas 60 días después de la aplicación se demostró que se están utilizando dosis que podrían estar por encima de lo necesario, de acuerdo a las condiciones del presente estudio.

Considerando la reducción de la dosis en un 40 % , se ahorraría grandes sumas, debido a que el Manejo de malezas representa el 40 % del costo de mantenimiento en caña soca, Buenaventura (3).

El efecto herbicida de la dosis reducida, se vió directamente favorecido por la oportuna época de aplicación de los tratamientos, de tal forma que fue tan efectiva como la dosis comercial. Esto es atribuido a que las malezas en estados iniciales de desarrollo cuentan con pocas pilosidades, ceras y en general poseen un tipo de

estructura más fácilmente penetrable. Así mismo no habían acumulado suficientes reservas energéticas como para la producción de semillas, lo que evitó posteriores reinfestaciones (en el caso de las especies de malezas que se reproducen por semilla, entre las más agresivas la *Rottboellia cochinchensis*). De esta manera a los 60 días después de la aplicación de los productos herbicidas y dosis, el porcentaje sobreviviente de malezas se encontraba por debajo del 15 %. Otros factores que contribuyeron a que la dosis reducidas fueran tan efectivas como la dosis comerciales de productos herbicidas utilizados en el ensayo, pudieron ser los factores ambientales que predominaron durante la aplicación de los tratamientos (descritos con anterioridad) y el hecho que la fertilización de la cepa de caña de azúcar fue realizada posteriormente a la aplicación de los herbicidas. Se ha demostrado que las malezas son más especializadas que los cultivos, sobreviviendo en ambientes agrestes y aprovechando de mejor manera los nutrientes, Martínez (15).

**Cuadro 14:** Resumen del Análisis de Varianza aplicado a la variable respuesta Biomasa presente en el surco de aplicación 60 días después de haber sido realizada.

Fuentes de variación	g.l	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor de F	Pr > F
Error tipo b	12	20.8377	1.7365		
Total Corregido	31	76.7166	2.4747		
Fuentes de variación	g.l	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor de F	Pr > F
Repetición	3	0.6438	0.2146	0.12	0.9444
Herbicida	3	24.6544	8.2181	4.73	0.0211*
Dosis	1	0.3591	0.3591	0.21	0.6574
Herbicida*Dosis	3	20.8953	6.9651	4.01	0.0343*
Bloque*Herbicida	9	9.3262	1.0362	0.60	0.7777
Error tipo a.					

En el presente cuadro puede observarse que existe diferencia estadísticamente significativa para la interacción entre los productos herbicidas utilizados (Factor A) y las dosis aplicadas (Factor B). Se realizó la prueba de medias Tukey para dicha interacción, obteniendo los siguientes resultados:

**Cuadro 15:** Prueba de medias para interacción Dosis-Herbicida.

Herbicida/dosis.	Media	Grupo Tukey
Glufosinato R.	2.1455	a
Glufosinato C.	1.998	ab
Glifosato R.	1.998	ab
Glifosato C.	1.978	b
Paraquat+ D. R.	1.642	bc
Paraquat+ D. C.	1.623	bc
Hexazinona C.	1.025	c
Hexazinona R.	1.022	c

La prueba de medias muestra que el mejor efecto herbicida, con respecto a biomasa de malezas presentes en el surco 60 días después de la aplicación, fue el de la interacción entre la Hexazinona y la dosis reducida, siendo estadísticamente igual al efecto de la Hexazinona en dosis comercial. El efecto herbicida de la Hexazinona también fue mejor al valorarlo en cobertura de malezas presente en el surco de aplicación 60 días después de la misma. Así mismo entre el efecto herbicida del Paraquat + diurón en dosis comercial y reducida no existe diferencia significativa. En el área donde se aplicó Glufosinato de Amonio en dosis comercial fue donde se encontró mayor biomasa de malezas.

Las lecturas correspondientes a cobertura y biomasa de malezas presentes en el área de aplicación, 60 días después de la misma, son definitivas al concluir sobre el efecto herbicida total de cada uno de los tratamientos. En ninguno de los dos casos se presentó diferencia estadísticamente significativa para dosis aplicada. Esto demuestra que para las condiciones agro-climáticas bajo las cuales fue realizado el presente estudio es posible reducir las dosis de herbicida y que el efecto herbicida sea agronómicamente similar.

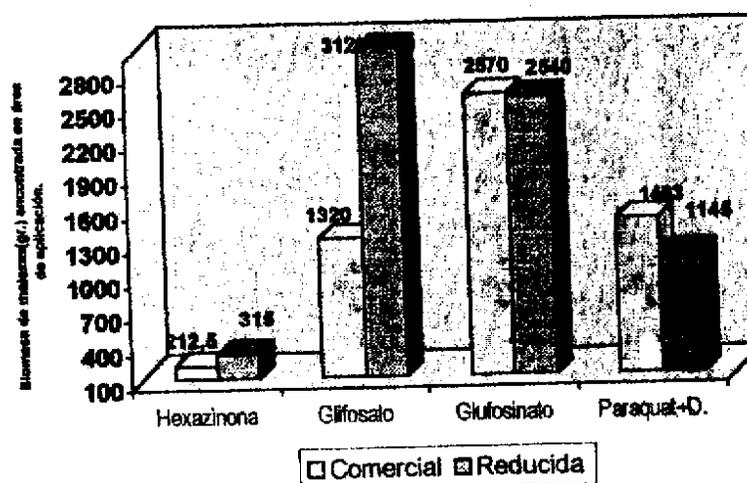


FIGURA 5. Biomasa de malezas 60 días después de la aplicación.

Esta información es útil para observar el efecto herbicida general de los productos herbicidas utilizados en el ensayo y las dosis comercial y reducida aplicadas.

Tal como lo muestra la gráfica el control de malezas por los productos herbicidas Hexazinona, Sal Isopropil Amina de Glifosato, Glufosinato de Amonio y Paraquat+Diurón, tuvieron en forma general excelente efecto herbicida sobre las malezas presentes en el área (Cuadro 1A). Siendo el área donde se aplicó Glifosato la que permitió el menor valor de biomasa de malezas. Sin embargo el Paraquat+ Diurón y el Glufosinato de Amonio, presentaron similar efecto. La dosis comercial permitió buen control de malezas, eliminando aún a aquellas especies más resistentes, tal como la caminadora (*Rottboellia cochinchinensis*) y pajilla (*Panicum fasciculatum*) y otras gramíneas. Quemando totalmente a las especies de hoja ancha, tal como la papayita, (*Croton lobatus*). Se hace mención especial de éstas tres especies por haber sido las que poseían mayor Valor de Importancia en la zona donde se realizó el ensayo.

### 8.8 Efecto de la reducción de dosis de herbicidas postemergentes sobre el rendimiento de caña de azúcar por hectárea.

La caña de azúcar fue cosechada 11 meses después del corte anterior, y los resultados fueron sometidos al Análisis de varianza respectivo.

**Cuadro 16:** Resumen del Análisis de Varianza aplicado a la variable respuesta rendimiento de caña de azúcar por hectárea (en peso).

Fuentes de variación	g.l	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor de F	Pr > F
Error tipo b	12	3554.50	296.21		
Total Corregido	31	10349.31			
Fuentes de variación	g.l	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor de F	Pr > F
Repetición	3	446.47	148.82	0.50	0.6877
Herbicida	3	3673.40	1224.47	4.13	0.0315*
Dosis	1	387.32	387.32	1.31	0.2751
Herbicida*Dosis	3	223.41	74.47	0.25	0.8588
Bloque*Herbicida	9	2064.21	229.36	0.77	0.6434
Error tipo a.					

En el presente cuadro puede observarse que existe diferencia estadísticamente significativa en los productos herbicidas utilizados. Se realizó la prueba de medias Tukey para dicho factor, obteniendo los siguientes resultados:

**Cuadro 17:** Prueba de medias para el factor herbicidas.

**Cuadro 17: Prueba de medias para el factor herbicidas.**

Herbicida/dosis.	Media(Ton. Caña/ha)	Grupo Tukey
Sal Isopropil	114.269	a
Hexazinona	109.666	ab
Paraquat +Diurón	93.396	ab
Glufosinato de Amonio	88.703	b

El análisis anterior permite establecer que la aplicación del producto herbicida que provocó menor disminución en el rendimiento de caña de azúcar (ton.caña/ha) fue la Sal Isopropil Amina de Glifosato. La Hexazinona y el Paraquat + Diurón provocaron similares resultados. Sin embargo el efecto de la aplicación del Glufosinato de Amonio provocó una disminución mayor en rendimiento en el cultivo de caña de azúcar.

### 8.6 ANALISIS ECONOMICO

A partir de los costos variables y beneficios netos totales (Cuadro 18) se realizó un análisis marginal empleando la metodología del presupuesto parcial.(7)

De acuerdo al análisis de dominancia (Cuadro 19) los tratamientos Glufosinato de Amonio, dosis reducida; Sal Isopropil Amina de Glifosato, dosis reducida; Glufosinato de Amonio, dosis comercial; Sal Isopropil Amina de Glifosato dosis comercial ; resultaron económicamente dominadas por los demás tratamientos, al presentar un ingreso menor que el obtenido por la modalidad con menor costo variable inmediato inferior, por lo que no fueron consideradas en el análisis económico.

**Cuadro 18: Presupuesto Parcial de ensayo de "Reducción de dosis de herbicidas postemergentes en el cultivo de caña de azúcar"**

	TRATAMIENTOS							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Rendimiento medio (Ton.caña/ha)	110.17	109.16	115.87	112.67	95.99	81.42	97.12	88.88
Rendimiento ajustado	104.66	103.70	110.08	107.04	91.19	77.35	82.26	84.36
Beneficios brutos de campo (Q/ha)	8372.80	8296.00	8806.4	8563.20	7295.2	6188.00	7390.90	6748.8
Costos de herbicida (Q/ha)	771.92	481.52	180.90	126.90	495.90	315.90	116.90	67.00
Costo de mano de obra por Aplicación de herbicida (Q/ha)	480.00	480.00	480.00	480.00	480.00	480.00	480.00	480.00
Total de Costos que varían	1251.92	961.52	660.90	606.90	967.90	795.90	596.90	567.00
Beneficios netos	7120.88	7334.48	8145.50	7956.30	6319.30	5392.10	6794.00	6181.80

**Cuadro 19:** Análisis de dominancia de ensayo de "Reducción de herbicidas postemergentes utilizados en el cultivo de caña de azúcar". Finca Camantulul, Ingenio Madre Tierra, 1999.

Tratamiento	Descripción De tratamiento	Total de Costos que varían (Q/ha)	Beneficios Netos (Q/ha)	Análisis de Dominancia
8	Paraquat+D Dosis Reducida	567.00	6181.80	ND
7	Paraquat+D. Dosis Comercial	595.90	6784.90	ND
4	Hexazinona Dosis Reducida	606.90	7956.30	ND
3	Hexazinona Dosis Comercial	660.90	8145.50	ND
6	Glufosinato Dosis Reducida	795.00	5392.10	
2	Sal isopropil Dosis Reducida	961.52	7334.48	
5	Glufosinato Dosis Comercial	975.90	6319.30	
1	Sal Isopropil Dosis Comercial	1251.92	7120.88	

ND= No dominados.

no dominados (ND). Siendo estos el Paraquat + Diurón en dosis comercial y reducida y la Hexazinona también en dosis comercial y reducida. Es de suma importancia hacer la observación que el precio de herbicida Paraquat + Diurón es extremadamente bajo en comparación con el precio de los otros herbicidas evaluados, por lo que al compararlos se obtienen TMR muy altas.

En el cuadro 20 se muestra el análisis marginal para los tratamientos que económicamente fueron

Con el tratamiento 4 (Hexazinona, dosis reducida) se obtiene la TMR más alta 10640%, que indica que por cada Quetzal adicional que se invierte se recuperan Q106.49.

**Cuadro 20.** Análisis marginal para los productos herbicidas Paraquat + Diurón y Hexazinona en dosis comercial y reducida. Finca Camantulul, Ingenio Madre Tierra, 1999.

Tratamiento	Costos Variables Q/ha.	Costos Variables Marginales Q/ha.	Beneficios Netos Q/ha.	Beneficios Netos Marginales Q/ha.	Tasa marginal de retorno (%)
8	567.00	---	6181.80	---	
7	595.90	28.9	6784.90	603.1	2087
4	606.90	11	7956.30	1171.4	10649
3	660.90	54	8145.50	189.2	350.37

## 9. CONCLUSIONES

1. Los herbicidas evaluados en la investigación (Hexazinona, Sal Isopropil Amina de Glifosato, Glufosinato de amonio, Paraquat + Diurón) no mostraron diferencia alguna en el control de malezas, al reducir en un 40 % las dosificaciones comerciales empleadas.
2. La reducción de dosificaciones de herbicidas postemergentes no provocó impacto alguno en el rendimiento de caña de azúcar.
3. Cuando la aplicación de herbicidas postemergentes se realiza 50 días después del corte, es posible reducir la dosis comercial hasta en un 40 %. Ya que, aproximadamente esta fue el área total ocupada por la cepa de caña de azúcar, al momento de la aplicación.
4. La Hexazinona y Paraquat + Diurón en dosis reducidas presentan una tasa marginal de retorno de 10,649 y 2,087 respectivamente, por lo que la utilización de los mismos es la más recomendable, desde el punto de vista económico.

## 10. RECOMENDACIONES

- ◆ Las dosis comerciales de herbicidas, utilizadas comúnmente en la zona cañera; pueden ser reducidas proporcionalmente al desarrollo de la cepa de caña de azúcar. Esto sin que el efecto sobre el control de malezas sea inferior al obtenido con la aplicación del 100 % de las dosis comercialmente recomendadas.
- ◆ Desde el punto de vista económico se sugiere el control de malezas, en primer lugar con la aplicación de Hexazinona en dosis reducida (1.32kg/ha) y Hexazinona en dosis comercial (2.2 kg/ha).
- ◆ Se sugiere realizar ensayos similares, donde se apliquen otros productos herbicidas utilizados en postemergencia. El porcentaje de reducción de dosis tendrá que ser proporcional al desarrollo de la cepa de caña de azúcar al momento de la aplicación. Estos ensayos pueden ser realizados en los diferentes estratos altitudinales de la zona cañera para observar el comportamiento de la reducción de dosis de herbicida, sobre las especies de malezas predominantes en cada estrato.
- ◆ Los resultados obtenidos en la presente investigación deben someterse a pruebas a nivel semi-comercial para confirmar los mismos.

## 11. BIBLIOGRAFIA

1. **ALVAREZ CAJAS, V.M.** 1982. Determinación del tamaño óptimo de parcela experimental en caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) bajo condiciones de la finca Bulbuxyá. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 49 p.
2. **BUENAVENTURA, C.** 1992. Estudio para la conformación del Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar. Guatemala. CENGICA, Documento técnico no. 1. 30 p.
3. **CENTRO GUATEMALTECO DE INVESTIGACION Y CAPACITACION DE LA CAÑA DE AZUCAR.** 1997. Estudio semidetallado de suelos en la zona cañera de Guatemala. Anexo I. 137 p.
4. ----- 1997. Memoria del análisis de los resultados zafra 1996-1997. Guatemala. 45 p.
5. **CIBA.** 1994. Dinámica de los herbicidas en el suelo. Guatemala. 30 p.
6. **CIMMYT.** 1998. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: un manual metodológico de evaluación económica. México. 52 p.
7. **CURSO EL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR (2., 1986, Cali, Colombia).** Memorias. Editado por Buenaventura. Cali, Colombia. 19 p.
8. **DUPONT CENTROAMERICANA.** 1993. Control químico de malezas en Cultivos tropicales. Boletín técnico no. 3. 38 p.
9. **FAZ, A DE LA.** 1987. Principios de protección de plantas. Cuba. Ministerio de Agricultura. 601 p.
10. **FLORES, S.** 1994. Metodología experimental en la caña de azúcar. México, Instituto de Mejoramiento de Producción de Azúcar. 46 p.
11. **LEONARDO, A.** 1998. Manual para la identificación y manejo de las principales malezas en caña de azúcar en Guatemala. Guatemala, CENGICAÑA. 131 p.

12. **MALDONADO GOMEZ, J.V.** 1995. Aplicación de herbicida en banda para el control de caminadora (*Rottboellia cochinchinensis*) en caña de azúcar. Guatemala, Ingenio Tierra Buena, División Agrícola. 35 p.
13. **MARTINEZ GARZA, A.** 1998. Diseños experimentales. México. 310 p.
14. **MARTINEZ OVALLE, M.** 1995. Identificación y clasificación de malezas para la elaboración de planes de manejo. Escuintla, Guatemala, CENGICA. 63 p.
15. **MATTEUCCI, S.** 1989. Metodología para el estudio de vegetación. México. 25 p. (Monografía no. 3).
16. **MONSANTO AGRICULTURAL COMPANY.** 1993. Farm chemicals handbook. Estados Unidos. 12 p.
17. **MORALES MORALES, J.** 1995. Evaluación de 8 mezclas herbicidas y su efecto en el rendimiento en caña de azúcar (*Saccharum sp.*) en la finca Camantulul, municipio de Sta. Lucía Cotzumalguapa, Escuintla. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 54 p.
18. **SOTO, A.** 1991. Los herbicidas, propiedades fisico-químicas, clasificación y mecanismos de acción. Costa Rica, Universidad de San José de Costa Rica. 77 p.



Vo. Bo. Rolando Barrios

## ANEXOS

**Cuadro 1 A:** Nivel de control de los productos herbicidas .

% de Malezas Controlada (Cobertura de Malezas)	Nivel de Control
20-40	Maio Regular Bueno Excelente
40-60	
60-80	
80-100	

**Cuadro 2 A.**

Resultados de cobertura de malezas (%) observados en el área de muestreo antes de la aplicación de los tratamientos.

TRATAMIENTOS	I	II	III	IV	X
Hexazinona Comercial	97	85	85	85	88
Hexazinona Reducido	96	100	85	90	93
Glifosato Comercial	69	92	74	97	83
Glifosato Reducida	90	98	89	99	94
Glufosinato Comercial	81	84	77	62	76
Glufosinato Reducida	88	86	96	66	84
Paraquat+D. Comercial	100	90	95	90	94
Paraquat+D. Reducida	90	95	95	95	94

**Cuadro 3 A.**

Resultados de cobertura de malezas (%) observados en el área de muestreo 15 días después de la aplicación de los tratamientos.

TRATAMIENTOS	I	II	III	IV	X
Hexazinona Comercial	14	1	2	6	5.75
Hexazinona Reducido	0	4	5	0	2.25
Glifosato Comercial	0	4	6	6	4.00
Glifosato Reducida	6	12	4	6	7.00
Glufosinato Comercial	4	10	3	8	6.25
Glufosinato Reducida	10	6	10	3	7.25
Paraquat+D. Comercial	4	7	6	9	6.5
Paraquat+D. Reducida	5	8	16	2	7.75

**Cuadro 4 A.**

Resultados de cobertura de malezas (%) observados en el área de muestreo 30 días después de la aplicación de los tratamientos.

TRATAMIENTOS	I	II	III	IV	X
Hexazinona Comercial	18	0	10	1	7.25
Hexazinona Reducido	10	6	2	5	5.75
Glifosato Comercial	15	1	15	5	10.25
Glifosato Reducida	25	10	10	5	12.50
Glufosinato Comercial	14	11	18	14	14.00
Glufosinato Reducida	25	11	18	0	13.50
Paraquat+D. Comercial	60	25	0	0	21.25
Paraquat+D. Reducida	35	15	0	35	21.25

**Cuadro 5 A.**

Resultados de cobertura de malezas (%) observados en el área de muestreo 45 días después de la aplicación de los tratamientos.

TRATAMIENTOS	I	II	III	IV	X
Hexazinona Comercial	10	5	3	3	5.25
Hexazinona Reducido	3	2	4	1	2.5
Glifosato Comercial	2	1	2	0	1.25
Glifosato Reducida	20	5	6	7	9.50
Glufosinato Comercial	9	11	8	14	10.50
Glufosinato Reducida	12	11	18	2	10.75
Paraquat+D. Comercial	35	17	12	0	16.00
Paraquat+D. Reducida	13	4	16	12	11.25

**Cuadro 6 A.**

Resultados de cobertura de malezas (%) observados en el área de muestreo 60 días después de la aplicación de los tratamientos.

TRATAMIENTOS	I	II	III	IV	X
Hexazinona Comercial	0	5	3	2	2.50
Hexazinona Reducido	3	15	5	0	5.75
Glifosato Comercial	0	15	20	10	11.25
Glifosato Reducida	29	30	15	10	21.00
Glufosinato Comercial	7	2	2	15	6.50
Glufosinato Reducida	10	15	5	5	8.75
Paraquat+D. Comercial	7	5	10	5	6.75
Paraquat+D. Reducida	5	5	0	0	2.50

**Cuadro 7 A.**

Resultados de Biomasa de malezas (gramos/ unidad experimental recolectados en el área de aplicación 60 días después de la aplicación de los tratamientos.

TRATAMIENTOS	I	II	III	IV	X
Hexazinona Comercial	0.30	0.25	0.23	0.07	0.21
Hexazinona Reducido	0.11	0.45	0.40	0.30	0.32
Glifosato Comercial	0.23	1.60	0.86	2.58	1.32
Glifosato Reducida	5.50	3.86	1.90	1.20	3.12
Glufosinato Comercial	1.12	1.92	3.44	3.80	2.57
Glufosinato Reducida	3.61	1.59	2.36	2.60	2.54
Paraquat+D. Comercial	2.12	4.78	3.75	0.80	2.86
Paraquat+D. Reducida	0.43	0.08	0.05	0.02	0.15

Anexo : EFECTO HERBICIDA A TRAVES DEL TIEMPO.

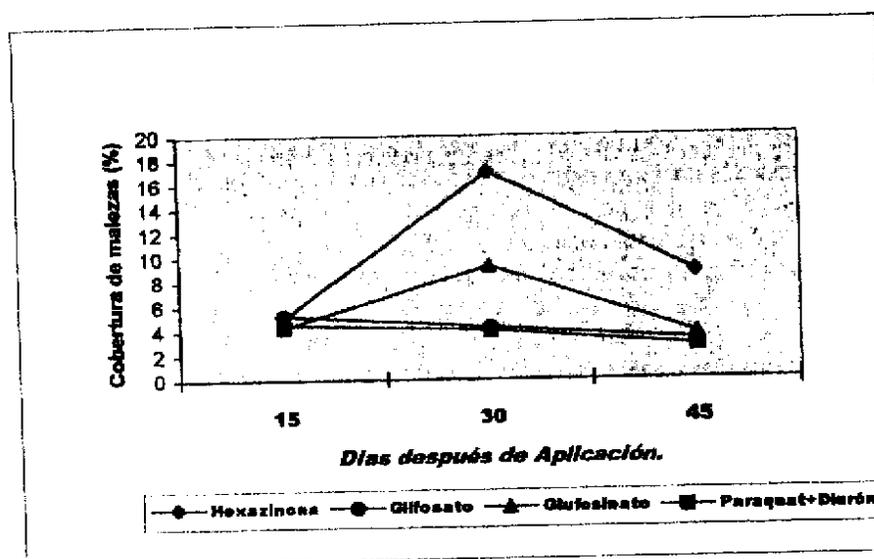


Figura 1 A. Efecto herbicida de la Dosis Comercial de los productos herbicidas utilizados en el ensayo, durante lecturas realizadas 15,30 y 45 días (lecturas intermedias) Después de la aplicación de los tratamientos.

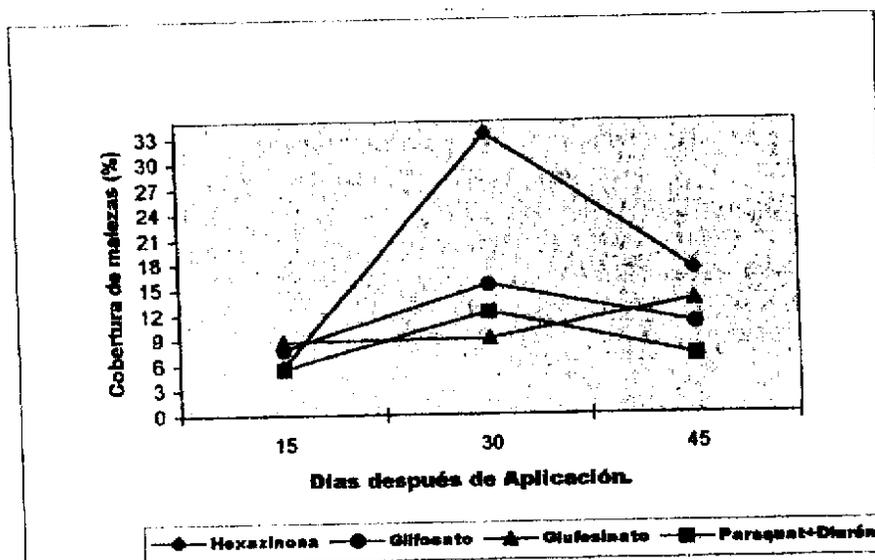


Figura 2 A. Efecto herbicida de la dosis reducida, 15,30 y 45 días después de la aplicación (lecturas intermedias) de los herbicidas postemergentes utilizados en el ensayo y dosis comercial y comercial reducida.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



Ref. Sem.003-2000

FACULTAD DE AGRONOMIA  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES  
AGRONOMICAS

LA TESIS TITULADA: "ESTUDIO DE LA REDUCCION DE DOSIS DE HERBICIDAS POSTEMER-  
GENTES UTILIZADAS EN EL CULTIVO DE CAÑA DE AZUCAR (Saccha-  
rum spp.)"

DESARROLLADA POR LA ESTUDIANTE: LIGIA MARIBEL MONTERROSO LOPEZ

CARNET No: 9410171

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Roderico A. Estrada Muy  
Ing. Agr. Eduardo Pretzanzin Tohom  
Ing. Agr. Byron H. González Ramírez  
Ing. Agr. William R. Escobar López

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. M.Sc. Víctor Manuel Alvarez Cajas  
A S E S O R

Ing. Agr. M.Sc. Manuel de Jesús Martínez O.  
A S E S O R

ALVARO GUSTAVO HERNANDEZ DAVILA  
ING AGRONOMO  
COLEGIADO # 602



Ing. Agr. M.Sc. Alvaro G. Hernández Dávila  
DIRECCION  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS

I M P R I M A S E



Ing. Agr. M.Sc. Eder Oswaldo Rivera  
D E C A N O

cc:Control Académico  
Archivo  
AH/prr.

APARTADO POSTAL 1545 § 01091 GUATEMALA, C.A.

TEL/FAX (502) 476-9794

e-mail: llusac.edu.gt § <http://www.usac.edu.gt/facultades/agronomia.htm>