

# UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

FACULTAD DE CIENCIAS Y HUMANIDADES  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGRONÓMICAS



**Evaluación de nueve herbicidas para el control preemergente de  
caminadora (*Rottboellia exaltata* L.) durante los primeros meses de  
crecimiento de la Caña de Azúcar (*Saccharum officinarum* L.).**

Trabajo de Graduación presentado para optar al título de  
Licenciatura en Ingeniería en Ciencias Agronómicas

**CARLOS GUILLERMO CORONADO PAIZ**

BIBLIOTECA  
DE LA  
UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Guatemala,  
2004

**UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA**

FACULTAD DE CIENCIAS Y HUMANIDADES  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGRONÓMICAS



**Evaluación de nueve herbicidas para el control preemergente de caminadora (*Rottboellia exaltata* L.) durante los primeros meses de crecimiento de la Caña de Azúcar (*Saccharum officinarum* L.) .**

Guatemala,  
2004

**Evaluación de nueve herbicidas para el control preemergente de  
caminadora (Rottboellia exaltata L.) durante los primeros meses de  
crecimiento de la Caña de Azúcar (Saccharum officinarum L.).**

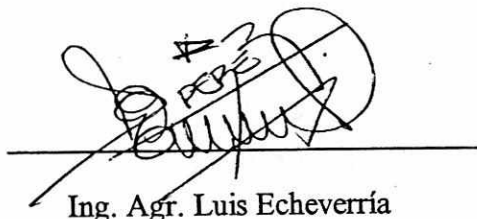
Vo. Bo.

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Luis Echeverría', written over a horizontal line. The signature is somewhat stylized and includes a large circular flourish at the end.

Ing. Agr. Luis Echeverría

Asesor

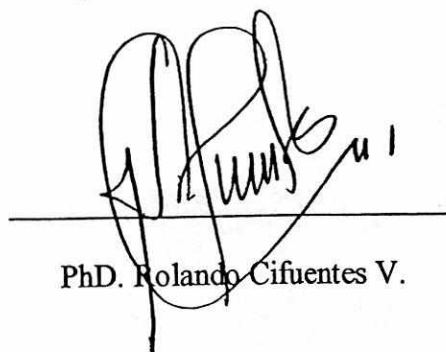
Tribunal Examinador:

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Luis Echeverría', written over a horizontal line. The signature is similar to the one above but with a different flourish.

Ing. Agr. Luis Echeverría

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Luis Eduardo Mendoza', written over a horizontal line. The signature is more angular and less cursive than the others.

Ing. Luis Eduardo Mendoza

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Rolando Cifuentes V.', written over a horizontal line. The signature is very stylized and cursive.

PhD. Rolando Cifuentes V.

Guatemala, 21 de junio del 2,004

## PREFACIO

La Agroindustria Azucarera a nivel nacional está enfrentando un reto derivado de la globalización; la apertura de mercados ha provocado un estancamiento de los precios del azúcar a nivel internacional (e incluso descensos en los mismos), lo que ha obligado a los Ingenios nacionales a explotar el arma ideal: la competitividad.

¿ Cómo se hace más competitivo un Ingenio ? Una de las estrategias deriva en la reducción de los costos y la optimización de los recursos.

Esta investigación se formuló desde su inicio como un aporte hacia la búsqueda de alternativas para el control de la maleza más agresiva en el caso específico de la Corporación San Diego – Trinidad (no obstante, también a nivel de la franja de la Costa Sur en general, bajo producción de caña de azúcar ), la caminadora (*Rottboellia exaltata* L.). Esto permitiría detectar oportunidades dentro del rubro del control de malezas en preemergencia (que es bastante representativo en los costos de producción de caña por hectárea dentro de la empresa mencionada) para la reducción de costos según la efectividad de las alternativas disponibles en el mercado para su control.

Debido a la diversidad de productos ofertados en el mercado, era oportuno analizar su efectividad para el control de esta maleza , además , en la época de obtención de resultados se iniciaron los análisis de los presupuestos para la zafra 2004 – 2005, y contar con alternativas en el momento propicio iba a darle resonancia a la investigación.

Cabe mencionar que el alcance de este estudio puede enmarcarse, para su validez, en condiciones de verano para áreas ubicadas en la zona media de producción cañera (100 – 300 msnm ) y empleando un alto volumen de aplicación de herbicidas, así como para las condiciones presentadas por el área donde fue establecido, dadas principalmente por el suelo arcilloso. La reproducibilidad de este estudio puede ser afectada por condiciones como la preparación del suelo, que incide directamente, según su calidad, en la acción de los herbicidas sobre las malezas y también por la precipitación pluvial, que

para la mayoría de los herbicidas evaluados en este estudio, presenta una relación directa sobre sus efectos en la maleza objetivo.

Este trabajo fue posible gracias a la colaboración del Departamento de Agronomía de la Corporación San Diego – Trinidad, bajo la dirección del Ing. Agr. Luis Echeverría, quien amablemente aceptó fungir, además, como asesor de la Investigación, aportando recursos y asistencia ilimitada para la realización del mismo, por lo que se le evoca un agradecimiento especial, así como al asistente del citado Departamento y compañero de labores, Mario Mayén, especialista en el manejo de malezas, quien aportó sus ideas, tiempo y demás recursos para la realización de la Investigación, tanto en la fase de ejecución en campo, como en la fase de gabinete.

Agradezco profundamente el apoyo incondicional de mi familia para la realización de esta investigación, así como el apoyo recibido por mis demás seres queridos en todo momento.

## CONTENIDO

	Página
PREFACIO.....	i
LISTA DE CUADROS.....	vi
LISTA DE GRÁFICAS.....	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT.....	xiii
 <b>Capítulos</b>	
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	4
III. JUSTIFICACIÓN.....	5
IV. OBJETIVOS.....	6
A. General.....	6
B. Específicos.....	6
V. HIPÓTESIS.....	7
VI. MARCO TEÓRICO.....	8
A. LAS MALEZAS Y SU CONTROL.....	8
B. CLASIFICACIÓN GENERAL DE LAS MALEZAS.....	9
1. FAMILIA POACEAE (GRAMINEAE).....	11
a. La Caminadora ( <i>Rottboellia exaltata</i> L.).....	12

	Página
1) Clasificación taxonómica de <i>Rottboellia exaltata</i> L.....	13
2) Características generales de <i>Rottboellia exaltata</i> L.....	13
3) Características que convierten a <i>Rottboellia exaltata</i> L. en problema en caña de azúcar.....	15
 C. CONTROL QUÍMICO DE LAS MALEZAS: HERBICIDAS.....	 16
1. CLASIFICACIÓN DE LOS HERBICIDAS: MODO DE ACCIÓN.....	16
a. Modos de Acción de los herbicidas usados en caña de azúcar.....	17
1) Inhibidores de fotosíntesis.....	17
a) Fotosistema II.....	17
b) Aceptores de electrones.....	17
2) Inhibidores de la división celular.....	17
a) Polimerización de tubulina.....	17
3) Reguladores de crecimiento.....	18
4) Inhibidores de la síntesis de pigmentos.....	18
5) Inhibidores de la síntesis de aminoácidos.....	18
a) Aromáticos.....	18
b) De cadena Ramificada.....	19
b. Modos de acción de los herbicidas a evaluar.....	19
 2. HERBICIDAS APLICADOS EN PREEMERGENCIA (PREEMERGENTES).....	 21
 VII. MATERIALES Y MÉTODOS.....	 22
A. ÁREA DE ESTUDIO.....	22

	Página
B. MANEJO AGRONÓMICO.....	22
C. MÉTODOS.....	23
1. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	23
2. TRATAMIENTOS EVALUADOS.....	24
3. VARIABLES DE RESPUESTA.....	25
a. Densidad de maleza <i>Rottboellia exaltata</i> L.....	25
b. Cobertura de maleza <i>Rottboellia exaltata</i> L.....	25
c. Biomasa (peso en g/m <sup>2</sup> ) de <i>Rottboellia exaltata</i> L.....	26
d. Altura de caña de azúcar (en cms.).....	26
4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	26
5. ANÁLISIS DE COSTO (COSTO / DÍAS CONTROL).....	27
VIII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	28
IX. CONCLUSIONES.....	50
X. RECOMENDACIONES.....	51
XI. BIBLIOGRAFÍA.....	52
XII. ANEXOS.....	54
A. MAPA DE FINCA MERCEDES.....	54
B. FOTOGRAFÍAS DEL PROYECTO.....	55

## LISTA DE CUADROS

Página

### Cuadro

1. Familias importantes de plantas que comprenden las malezas más dañinas del mundo.....	10
2. Familia de plantas de los principales cultivos del mundo.....	10
3. Modos de acción de los herbicidas a evaluar en el proyecto.....	20
4. Descripción de los tratamientos evaluados.....	24
5. Grados de libertad para el diseño de bloques completamente al azar.....	26
6. Densidad y cobertura de Caminadora ( <i>Rottboellia exaltata</i> L.) a los 15 días después de aplicados los tratamientos.....	28
7. Densidad y cobertura de Caminadora ( <i>Rottboellia exaltata</i> L.) a los 30 días después de aplicados los tratamientos.....	29
8. Densidad y cobertura de Caminadora ( <i>Rottboellia exaltata</i> L.) a los 38 días después de aplicados los tratamientos.....	30
9. Densidad y cobertura de Caminadora ( <i>Rottboellia exaltata</i> L.) a los 46 días después de aplicados los tratamientos.....	31

**Cuadro**

1. Medias de densidad y cobertura de caminadora opr tratamiento y por lectura.....	31
2. Biomasa (g/m <sup>2</sup> ) de caminadora ( <i>Rottboellia exaltata</i> L) y altura de caña ( <i>Saccharum officinarum</i> L.) – en cms.- a los 46 días después de aplicados los tratamientos.....	33
12. Medias de biomasa (g/m <sup>2</sup> ) y altura de caña (cms.) por tratamiento.....	33
13. Análisis de varianza. Densidad de caminadora ( <i>Rottboellia exaltata</i> L.) a los 15 días después de aplicados los tratamientos.....	35
14. Análisis de varianza. Cobertura de Caminadora ( <i>Rottboellia exaltata</i> L.) a los 15 días después de aplicados los tratamientos.....	35
15. Análisis de varianza. Densidad de Caminadora ( <i>Rottboellia exaltata</i> L.) a los 30 días después de aplicados los tratamientos.....	36
16. Análisis de varianza. Cobertura de Caminadora ( <i>Rottboellia exaltata</i> L.) a los 30 días después de aplicados los tratamientos.....	37

**Cuadro**

17. Análisis de varianza. Densidad de Caminadora ( <i>Rottboellia exaltata</i> L.) a los 38 días después de aplicados los tratamientos.....	37
18. Análisis de varianza. Cobertura de Caminadora ( <i>Rottboellia exaltata</i> L.) a los 38 días después de aplicados los tratamientos.....	38
19. Análisis de varianza. Densidad de Caminadora ( <i>Rottboellia exaltata</i> L.) a los 46 días después de aplicados los tratamientos.....	38
20. Análisis de varianza. Cobertura de Caminadora ( <i>Rottboellia exaltata</i> L.) a los 46 días después de aplicados los tratamientos.....	39
21. Análisis de varianza. Biomasa (g/m <sup>2</sup> ) de Caminadora ( <i>Rottboellia exaltata</i> L.) a los 46 días después de aplicados los tratamientos.....	40
22. Análisis de varianza. Altura de caña ( <i>Saccharum officinarum</i> L.) a los 46 días después de aplicados los tratamientos.....	40

	<b>Página</b>
<b>Cuadro</b>	
23. Días control considerando la evolución de densidad por tratamiento.....	42
24. Días control de caminadora considerando la evolución de cobertura (%) por tratamiento.....	44
25. Promedio de días control de caminadora por tratamiento.....	45
26. Análisis costo – Días control por tratamiento.....	48

## LISTA DE GRÁFICAS

	<b>Página</b>
<b>Gráfica</b>	
1. Croquis del experimento en campo.....	25
2. Evolución de la densidad (plantas/m <sup>2</sup> ) de Caminadora por tratamiento.....	41
3. Evolución de la cobertura (%) de Caminadora por tratamiento.....	43
4. Medias de altura de caña (cms) por tratamiento a los 46 días.....	46
5. Medias de biomasa (g/m <sup>2</sup> ) de Caminadora por tratamiento a los 46 días.....	47

## RESUMEN

La caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L. ) es el cultivo extensivo de mayor importancia a nivel nacional, debido al impacto socioeconómico evidente, siendo el motor económico de la franja de la Costa Sur de Guatemala y reportando, para el país, un ingreso de divisas por exportación de 2.284.338 (en miles de \$ US dólares) .

Como todo cultivo, a la caña de azúcar la afectan diversas malezas. En la actualidad, la maleza más agresiva en el cultivo de la caña de azúcar es la llamada “caminadora” (*Rottboellia exaltata* L. ), que completa casi todas las características de la “maleza ideal” y que si no se controla en el período crítico (60 - 90 días para caña de azúcar), puede provocar efectos dramáticos en producción de caña (ton/Ha) y rendimiento de azúcar (lbs/ton) . Se han reportado, en Colombia, pérdidas de hasta el 60% en producción de azúcar y 48 % en tonelaje . Según informes, la maleza ha infestado al 35 % del área de la zona cañera de Guatemala debajo de los 600 msnm (Leonardo, 1999).

El manejo de esta planta nociva en los primeros meses del cultivo es esencial para asegurar la producción, y el control químico ha demostrado ser el principal combate a caminadora (*Rottboellia exaltata* L. ) en los primeros estadios del cultivo, mediante la aplicación en preemergencia. En Guatemala, se cuenta con una cantidad considerable de herbicidas disponibles en el mercado para su control en esta etapa.

Este proyecto se elaboró con el propósito de evaluar las principales alternativas de herbicidas para aplicación en preemergencia que se le presentan a la agroindustria azucarera y asegurar la que represente el mejor beneficio económico. De esta forma, en este trabajo se evaluó el efecto de nueve herbicidas de aplicación en preemergencia, en plantilla. Los herbicidas evaluados fueron: Combine ( 3.0 Lts./Ha ), Prowl (3.0 Lts./Ha), Velpar 75 ( 1.0 Kg. / Ha ) , Sencor ( 1.5 Kg / Ha ), Harness ( 3.0 Lts./Ha ) , Harness Xtra (3.8 Lts./Ha ) , Krismat ( 2.0 Kg / Ha ), Synerge ( 5.0 Lts./Ha ) y una Pendimentalina

genérica ( 3.0 Lts./Ha ). Se analizaron en total 10 tratamientos, tomando uno como testigo absoluto (sin herbicida).

Los tratamientos fueron aplicados a 168 Lt / Ha de volumen de caldo con bomba de mochila de 17 Lts. y con boquilla TF con regulador de presión de 45 psi, empleando para ello un diseño experimental de bloques completamente al azar con cuatro repeticiones, mediante unidades experimentales de 75 m<sup>2</sup> (cinco surcos de 10 mts de largo a 1.5 m entre sí). El área total de estudio fue de 0.3 Ha

Se compararon, como variables de respuesta, mediante ANDEVA en el programa MSTAT, la densidad (número de plantas / m<sup>2</sup>) y cobertura ( % de área de suelo cubierta por la maleza ) de caminadora (*Rottboellia exaltata* L. ), a los 15, 30 , 38 y 46 días después de aplicados los herbicidas. También se analizó la biomasa (g/m<sup>2</sup>) de caminadora (*Rottboellia exaltata* L. ) y la altura de caña ( en cms. ) a los 46 días después de aplicados los tratamientos.

Se encontraron diferencias estadísticas para el valor de la variable de respuesta “biomasa” (g/m<sup>2</sup>) en las variables de respuesta en cuanto a los tratamientos aplicados; aunque estas diferencias no fueron significativas mediante ANDEVA, si existió un valor real de diferencia según la prueba de medias de t – student, encontrando para Harness y Prowl, la mejor respuesta entre todos los tratamientos, incluyendo el testigo (sin herbicida) . No se detectaron diferencias significativas mediante ANDEVA para ninguna de las variables de respuesta , en ninguna de las lecturas efectuadas (para el caso de densidad y cobertura).

Sin embargo se determinó, analizando la evolución de densidad y cobertura de cada uno de los tratamientos y mediante un análisis de costo – días control , que el herbicida más recomendable para el manejo de caminadora (*Rottboellia exaltata* L. ) en preemergencia, bajo las condiciones presentadas en la investigación, es Harness (Acetoclor), con el costo más bajo ( Q 3.41 / Ha / día).

La Pendimentalina genérica y el Prowl (ambos con la pendimentalina – inhibidor de la división celular - como ingrediente activo) son las otras alternativas para el manejo de la maleza, con un costo días – control de Q 3.71 y Q 4.82 / Ha / día, muy cerca de Harness.

## ABSTRACT

Sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) is the most important extensive crop in our country, derived from the evident socioeconomic impact, being the economic engine in the South Coast of Guatemala and reporting a total export income of US \$ 2.284.338 (in thousands).

As all crops, sugarcane is affected by a great range of weeds. Actually, the most aggressive of them is the so called "Itchgrass" (*Rottboellia exaltata* L.), which completes almost all of the characteristics of an "ideal weed", and if it isn't controlled in the critical period (60 to 90 days for sugarcane), it may cause dramatic effects in production (tons per hectare) and sugar production (pounds per ton of sugarcane). There has been reported losses of almost 60 % in sugar production and 48 % in tillage (tons.) Following some reports, this weed has infested 35 % of Guatemalan sugarcane production area under 2,000 feet height (Leonardo, 1999).

The management of this weed during the first months of sugarcane is essential to secure production, and the chemical control in preemergence has shown to be the principal way of combat against "Itchgrass" (*Rottboellia exaltata* L.) during this first period.

In Guatemala, sugarcane agroindustry counts with a considerable amount of herbicides available in the market for the control of (*Rottboellia exaltata* L.) in preemergence.

This project was elaborated with the purpose of evaluating the principle options of herbicides available and secure that one that represented the best economic benefit. In this work, the effect of nine commercial herbicides was evaluated in preemergence application. This ones (treatments) were: Combine ( 3.0 Lts./Ha ), Prowl ( 3.0 Lts./Ha ), Velpar 75 ( 1.0 Kg. / Ha ), Sencor ( 1.5 Kg / Ha ), Harness ( 3.0 Lts./Ha ), Harness Xtra ( 3.8 Lts./Ha ), Krismat ( 2.0 Kg / Ha ), Synerge ( 5.0 Lts./Ha ) and a generic

Pendimethalin ( 3.0 Lts./Ha ). Ten treatments were analyzed, including one absolute witness (with no herbicide).

The treatments were applied in a 168 Lt / Ha volume with a 17 Lts. manual spreading pump and a TF sprayer, including a pressure regulator of 45 psi. A complete randomized block experimental design with four blocks was used in this research, with experimental units of 75 m<sup>2</sup> . Total area under research was of 0.3 Ha.

The response variables were “Itchgrass” density ( plants / m<sup>2</sup> ) and coverage ( % soil area covered by *Rottboellia exaltata* L.), 15, 30, 36 and 48 days after the treatments were applied. Weight (g/m<sup>2</sup>) of *Rottboellia exaltata* L. and sugarcane height (in cms.) were also analyzed 46 days after the treatments were applied. These variables were compared and analyzed by ANOVA in the MSTAT statistical program.

Statistical differences were observed for the response variable “Itchgrass weight” (g/m<sup>2</sup>) under t – student analysis within the ten treatments, nevertheless these differences were not significant under ANOVA. It was found, for Prowl and Harness, the best response on Itchgrass weight. Despite this fact, no significant differences were observed in any variable in response of the treatments applied, by ANOVA analysis.

It was determined, using the evolution pattern for the density and coverage of Itchgrass and by applying the cost – days of control analysis, that the most recommendable herbicide for Itchgrass (*Rottboellia exaltata* L.) control, under the particular conditions given in this research, is Harness (Acetochlor), presenting the least cost of all nine herbicides analyzed in this research ( Q 3.41 / Ha / day ).

The generic Pendimethalin and Prowl ( both having pendimethalin – a cell division inhibitor – as active ingredient ) are the other alternatives for the weed management, with a cost – days of control of Q 3.71 and Q 4.82 / Ha / day, very close to that of Harness.

# I. INTRODUCCIÓN

La caña de azúcar constituye el principal cultivo extensivo de exportación para Guatemala, reportando un ingreso de divisas para el país de 2.284.338 (en miles de \$ US dólares).

Como todo cultivo, la caña de azúcar se ve afectada por diversas malezas, que son plantas que compiten con el cultivo por recursos para el desarrollo fenológico, como lo son: agua, luz, nutrientes, etc. y que por el alto grado de adaptabilidad que presentan, han ocasionado que el hombre implemente una diversidad de metodologías y técnicas de control (erradicación y manejo) para disminuir sus efectos detrimentales en la producción.

La caminadora (*Rottboellia exaltata* L.) es, en la actualidad, la maleza de mayor impacto en el cultivo de la caña a nivel nacional. Según informes ha infestado al 35 % del área de la zona cañera (aproximadamente 180,000 Ha), de Guatemala debajo de los 600 msnm (Leonardo, 1999). Según investigaciones realizadas por (Villegas y Torres, 1994), la competencia de la caminadora reportó disminuciones del 48 % en la producción de caña de azúcar, afectando también la calidad de la caña, lo que, unido a la disminución en la producción, provocó una disminución del 60 % en la producción de azúcar.

*Rottboellia exaltata* L. es una gramínea anual de porte alto y rápido crecimiento, altamente competitiva y de difícil control. Es por esto que el manejo de esta planta nociva en los primeros meses del cultivo es esencial para asegurar la producción. El control químico ha demostrado ser el principal combate hacia las malezas en los primeros estadios del cultivo, mediante la aplicación en preemergencia.

El control preemergente de las malezas es una práctica adoptada por muchos cañicultores, en especial aquellos que cuentan con agua para proveer el riego de germinación al rebrote o los que realizan la zafra en los meses de noviembre a diciembre. En estas etapas existe suficiente humedad en el suelo para promover la germinación de las malezas (Reynoso, 2001).

En la Corporación San Diego – Trinidad, dentro del presupuesto de manejo de malezas ( Q. 5, 270 , 704 . 88 ) se invierte un total de Q 1 , 579 , 661.53 en control químico de preemergencia , lo que representa el 30 % del monto total en el manejo de las plantas nocivas dentro de la empresa ( Q. 691, 573.41 control post emergencia ).

En Guatemala, se cuenta con una cantidad considerable de herbicidas disponibles en el mercado para el combate a caminadora (*Rottboellia exaltata* L.) en etapa de preemergencia, por lo que se hace necesario evaluar las principales opciones que se le presentan a la agroindustria azucarera y asegurar la que represente el mejor beneficio económico, así como plantear alternativas, en caso el mercado ofertante de herbicidas preemergentes pueda presentar escasez, lo que se ha observado para empresas como la Corporación San Diego – Trinidad .

En este trabajo, se presenta un estudio del efecto de la aplicación de diferentes herbicidas para el control en preemergencia de caminadora (*Rottboellia exaltata* L.) en caña de azúcar, variedad CP – 722086, en plantilla. Los productos evaluados fueron: Combine 50 SC ( 3.0 Lts. / Ha ) , Prowl 50 EC ( 3.0 Lts. / Ha ) , Velpar 75 (1.0 Kg / Ha), Sencor 70 WP (1.5 Kg / Ha ) , Harness ( 3.0 Lts / Ha ) , Harness Xtra ( 3.0 Lts / Ha ) , Krismat ( 2.0 Kg / Ha ) , Synerge ( 5.0 Lts / Ha ) y una Pendimentalina genérica ( 3.0 Lts / Ha ) todos aplicados en volumen de 168 Lts / Ha, con bomba de mochila de 17 Lts utilizando una boquilla TF con regulador de presión de 45 psi .

Entre estos tratamientos se evaluó su efecto sobre la densidad y cobertura de caminadora (*Rottboellia exaltata* L.) a los 15, 30, 38 y 46 días después de la aplicación , así como su efecto sobre la biomasa (g / m<sup>2</sup>) de caminadora (*Rottboellia exaltata* L.) y la altura de caña ( en cms, como signo de selectividad del producto) a los 46 días después de aplicados los herbicidas .

El diseño experimental empleado fue el de bloques completamente al azar , con diez tratamientos (incluyendo un testigo absoluto – sin herbicida - ) y cuatro repeticiones. Cada unidad experimental tuvo un área de 75 m<sup>2</sup> ( 5 surcos de 10 mts. de largo separados 1.5 m. entre sí ) , y el área de estudio abarcó 0.3 Ha. de la Finca Mercedes, ubicada en la Aldea Brito, Municipio de Guanagazapa, Escuintla, y que actualmente se encuentra bajo la administración de la Corporación San Diego – Trinidad.

Se determinó el herbicida económicamente más recomendable para el control en preemergencia mediante la relación costo – beneficio a partir del análisis de costo / días control, estableciendo además, alternativas, según la comparación de costos. Según (Furtick y Romanowski, 1971:25),

“ la investigación de la maleza existe solamente por los beneficios potenciales que puede generar para los agricultores al producir cosechas más económicamente. Si bien los investigadores dedicados al control aplicado de maleza están interesados, principalmente, en el desarrollo -- y determinación de la factibilidad técnica - de nuevos productos y prácticas, deben enfocar, siempre, los aspectos económicos del uso de métodos de erradicación de maleza. La meta de los productores es una mayor retribución por su inversión. Los aumentos en rendimiento pueden, o no, lograr esto. Las medidas mejoradas de control de maleza pueden redundar en mejores rendimientos, pero el costo de los herbicidas puede descartar la práctica como antieconómica . ”

## II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Con un período crítico de sensibilidad a las malezas de aproximadamente hasta los 90 días después de la siembra (plantilla) en caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), debe hacerse lo técnicamente posible para erradicar cualquier presencia de planta nociva dentro del cultivo en esta etapa.

La caminadora (*Rottboellia exaltata* L.) se ha constituido como la maleza más agresiva para la zona cañera del país, específicamente en la Costa Sur y, por lo tanto, también en las áreas bajo la administración de la Corporación San Diego – Trinidad, dos de los Ingenios integrantes de la Agroindustria azucarera a nivel nacional.

Esta maleza presenta características que la hacen casi un prototipo de “maleza ideal” y que en caña, se ha demostrado que baja dramáticamente la producción de caña ( Ton / Ha ) y rendimiento de azúcar ( lbs / Ton ). Para la Corporación San Diego – Trinidad, la zona media (100 – 300 msnm ) ha sido dramáticamente afectada por la caminadora, y la administración de costos de producción se ha visto en problemas debido a la significancia en costo adquirida por el control preemergente ( que es la primera arma eficaz para la contingencia con la maleza ) de esta gramínea tan agresiva.

El cercano parentesco de la caminadora con la caña de azúcar (ambas de la familia Gramineae ), agrava aún más el problema y hace necesario enfocar el control a una etapa de preemergencia, ya que las aplicaciones en postemergencia podrían ser no selectivas entre estas dos especies y dañar a la plantación de caña.

### III. JUSTIFICACIÓN

En el mercado nacional, se tiene a disposición una serie de herbicidas para el control preemergente de caminadora (*Rottboellia exaltata* L.), que varían según su ingrediente activo y, de alguna forma, en su potencial para erradicar la maleza.

Por lo tanto, es necesario evaluar las principales opciones en el mercado para establecer alternativas para el control efectivo de la caminadora (*Rottboellia exaltata* L.), y determinar aquella opción que represente la mejor relación costo / beneficio, a medida de tener un mejor control sobre los costos de producción, encontrando una vía de minorización de los mismos, pues el manejo de malezas (de las cuales la caminadora es la más representativa) en preemergencia representa el 30 % de los costos, para el caso de la Corporación San Diego – Trinidad, por lo que la optimización de este rubro se hace necesaria.

## IV. OBJETIVOS

### A. GENERAL

- Establecer la mejor opción entre herbicidas comerciales para el control en preemergencia de caminadora (*Rottboellia exaltata* L.) en caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.).

### B. ESPECÍFICOS

- Evaluar el efecto preemergente de nueve herbicidas comerciales sobre la densidad y cobertura de caminadora (*Rottboellia exaltata* L. ) en caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L. ), en plantilla.
- Evaluar el efecto preemergente de nueve herbicidas comerciales sobre el peso (g/m<sup>2</sup>) de caminadora (*Rottboellia exaltata* L. ) en caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L. ), en plantilla.
- Evaluar el efecto de nueve herbicidas comerciales preemergentes sobre el crecimiento de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L. ) , en plantilla, en términos de altura de caña (cms.)
- Evaluar la rentabilidad de la aplicación de los herbicidas , a partir del análisis de costo días / control.
- Establecer el herbicida comercial más recomendable para el control en preemergencia de caminadora (*Rottboellia exaltata* L. ) en la variedad CP - 722086 de caña de azúcar ( *Saccharum officinarum* L. ), en estado plantilla, para las condiciones dadas por el sitio experimental.

## V. HIPÓTESIS

Al menos uno de los herbicidas presenta diferencias en el control preemergente de caminadora ( *Rottboellia exaltata* L. ) en caña de azúcar ( *Saccharum officinarum* L. ) en estado plantilla.

## VI. MARCO TEÓRICO

### A. LAS MALEZAS Y SU CONTROL

El efecto detrimental que las malezas producen como consecuencia de la competencia múltiple que realizan con el cultivo principal, es de gran importancia en la producción agrícola. Las plantas nocivas son indeseables. Se considera que las plantas son nocivas cuando obstaculizan la utilización de la tierra y los recursos hídricos o si se interponen en forma adversa al bienestar humano (National Academy of Sciences, 1980).

Los autores (Pitty y Muñoz, 1993) simplifican las características de las malezas de la siguiente forma:

- Una maleza es cualquier planta que crece donde no se quiere.
- Es una planta fuera de lugar.
- Obstaculiza los objetivos y las prácticas diarias del hombre.
- Es indeseable, y aún no se conocen sus virtudes.

Desde los inicios de la agricultura hasta mediados del siglo XX, el arado y el azadón han sido los medios que más se han empleado para combatir las plantas nocivas. El fuego, el anegamiento, la sofocación, la rotación de cultivos y los agentes químicos en forma de cenizas y sales, se han empleado en forma limitada desde hace mucho tiempo, sin embargo, los notables adelantos en el control de las plantas nocivas se debe al reciente descubrimiento de los herbicidas químicos orgánicos, y por ello se ha reconocido la importancia de la lucha contra las mismas (National Academy of Sciences, 1980).

Los métodos para combatir las plantas nocivas se clasifican en: preventivos, biológicos, de administración, físicos y químicos. Los métodos preventivos incluyen procedimientos destinados a limitar la diseminación y el establecimiento de plantas nocivas. Los métodos biológicos emplean enemigos naturales de las malezas, tales como

insectos y enfermedades de las plantas. Los métodos de administración aplican una amplia variedad de labores de cultivo y de competencia para disminuir las poblaciones de plantas nocivas y sus efectos en el uso de la tierra y el agua. Los métodos físicos comprenden una amplia variedad de cortes a máquina o manual, labranza, eliminación manual de las plantas, quema, sofocación o anegamiento. Los métodos químicos incluyen el uso de agentes químicos orgánicos e inorgánicos, tales como rociados del follaje, tratamientos del suelo y el agua, fumigantes, y aplicaciones al tallo, para la lucha selectiva y no selectiva contra las plantas nocivas (National Academy of Sciences, 1980).

El descubrimiento de los herbicidas y la labor de creación de los mismos constituyen ahora la esencia de la investigación total de la industria privada de los fumigantes, y este esfuerzo se está ampliando. En la actualidad, los herbicidas representan más o menos la mitad de todos los fumigantes que se utilizan, y su empleo relativo va en aumento (National Academy of Sciences, 1980).

## **B. CLASIFICACIÓN GENERAL DE LAS MALEZAS**

División: Magnoliophyta  
(Angiospermas o plantas con flor)

2 Clases, 11 subclases

81 órdenes, 380 familias

Clase: Magnoliópsida: Dicotiledóneas (hojas anchas, no siempre)  
315 familias

Clase: Liliópsida: Monocotiledóneas (hojas angostas, no siempre)  
65 familias

(Martínez, 1995).

**Cuadro No. 1 . Familias importantes de plantas que comprenden las malezas más dañinas del mundo**

<b>Familia</b>	<b>Número de especies</b>
Gramineae	44
Compositae	32
Cyperaceae	12
Polygonaceae	8
Amaranthaceae	7
Cruciferae	7
Leguminosae	6
Convolvulaceae	5
Euphorbiaceae	5
Chenopodiaceae	4
Malvaceae	4
Solanaceae	4

(Martínez, 1995).

**Cuadro No. 2. Familia de plantas de los principales cultivos del mundo**

<b>Familia</b>	<b>Cultivo</b>
Gramineae	Cebada, maíz, centeno, avena, arroz, sorgo, caña de azúcar, trigo
Solanaceae	Papa
Convolvulaceae	Camote
Euphorbiaceae	Yuca
Leguminosae	Frijol, Soya

(Martínez, 1995).

Solamente 250 especies de las Angiospermas ( 250,000 en el mundo) son suficientemente problemáticas, universalmente llamadas “malezas”, bajo la condición que originada bajo un ambiente natural y, en respuesta a ambientes impuestos y naturales, evoluciona como un socio interfiriente con los cultivos y las actividades del hombre. Esto nos indica que solamente un 0.1 % por ciento de las Angiospermas pertenece al grupo de malezas. Casi el 40 % de éstas está integrado en las familias Gramineae y Compositae (Martínez, 1995).

**1. FAMILIA POACEAE (GRAMINEAE).** Esta familia es muy fácil de reconocer por sus tallos (cañas) de sección cilíndrica y médulas casi siempre huecas en su madurez. Las plantas pueden formar matas o avanzar longitudinalmente por medio de estolones. Las hojas son alternas con vainas y nerviación paralela. Las flores son desnudas y adaptadas a la polinización por el viento, arregladas en espiguillas. Las espiguillas se encuentran formadas por uno o varios floretes ( o flores ) que pueden ser perfectos o unisexuales. Las espiguillas se encuentran protegidas en la base por las glumas. Cada florete a su vez se encuentra protegido por la lemma y la pálea. Las espiguillas se arreglan formando espigas y éstas a su vez se agrupan en diversos tipos de inflorescencia que van de las simples y digitadas a las compuestas como las panojas (Leonardo, A. 1998).

Las características morfológicas más importantes de una gramínea en estado de plántula hacen referencia al coleóptilo, la estructura del tallo y a los apéndices foliares. El coleóptilo, estructura propia de las gramíneas así como de otras monocotiledóneas, equivale a una primera hoja embrionaria, con extremo endurecido, dentro de la cual se encuentra la yema apical o plúmula. Constituye el primer órgano de la joven plántula que sale al exterior del suelo. Luego, la plúmula atraviesa el coleóptilo y facilita que asomen al aire los extremos de las verdaderas hojas. El tallo de las gramíneas es erecto y no ramificado, sin embargo la constante presencia de hijuelos se debe al desarrollo de nuevos ejes a partir de las yemas axilares presentes en las primeras hojas del tallo (Recassens y Conesa, 2001).

Los nudos y entrenudos definen la estructura del tallo, siendo, estos últimos, huecos. Las hojas se disponen de forma alterna y constan de dos partes bien

diferenciadas: el limbo, estrecho y alargado, y la vaina, una prolongación de la base de la hoja que envuelve al tallo. Entre el limbo y la vaina suele encontrarse una pequeña membrana o línea de pelos que recibe el nombre de lígula. En la base del limbo, justo en la zona ligular, pueden, además, encontrarse dos pequeños apéndices intentando rodear el tallo y que corresponden a las aurículas. La presencia de aurículas es una característica de fácil observación en algunos cereales como la cebada y el trigo (Recassens y Conesa, 2001).

**a. La Caminadora ( *Rottboellia exaltata* L. ).** Esta maleza tiene como sinonimias los siguientes géneros y epítetos específicos: *Rottboellia cochinchinensis*, *Rottboellia ramosa* Benth., *Manisuris exaltata* Ktze., *Manisuris ramosa* (Fourn.) Hitchc., y *Apogonia ramosa* (Fourn.). Es parte de la familia Poaceae (Leonardo, A. 1998).

Esta maleza está considerada como una de las 20 malezas que más dificultades causan en el mundo. Es originaria de la India y en 1977 el hombre la había dispersado por 28 países en 18 cultivos. Es la maleza que más compete en las plantaciones de caña de azúcar (*Saccharum* spp.), arriba del zacatón (*Panicum maximum* Jacq.) y del sorgo forrajero (*Sorghum halepense* L.). Según informes ha infestado al 35 % del área de la zona cañera de Guatemala ( 180,000 Ha), debajo de los 600 msnm (Leonardo, 1999).

Las pérdidas en producción que la caminadora ocasiona en este cultivo son grandes. En Guatemala, la reducción en caña soca es de 36 % cuando la competencia se da hasta los 120 días después del corte. En Cuba se estima entre el 10 y el 15 %; mientras que en Lousiana, la cosecha disminuye hasta el 42 % cuando la competencia es durante todo el ciclo de cultivo. En Australia se vieron en la necesidad de declararla como peste, en 1983, porque en algunas áreas afectadas, la producción se perdió por completo. Crearon, para mantenerla bajo control, una legislación sobre manejo de plantaciones de caña. En Colombia se menciona desde 1964 (Leonardo, 1999).

Para 1989, Paz Chávez reportaba que la caminadora se estaba extendiendo en forma dramática en los campos cultivados con caña de azúcar de Guatemala. Sarabia, en 1994, reportó para un estudio que esta maleza era la que más cobertura presentaba dentro de los 16 tratamientos para el control de malezas que estaba evaluando. Esto nos indica que *Rottboellia exaltata* L. , ha venido constituyéndose como la principal maleza en el cultivo de caña de azúcar en la Costa Sur de Guatemala.

Esta maleza ha despertado el interés investigativo en los diferentes Ingenios de la Costa Sur; su agresividad es tan marcada que, en 1995, investigadores del Ingenio Pantaleón encontraron que las mezclas de preemergentes debían ser aplicadas a los cuatros días después del corte para obtener un buen control ( Montepeque, et al. 1995).

### 1) Clasificación Taxonómica de *Rottboellia exaltata* L.

Reino: Plantae  
 División: Magnoliophyta  
 Clase: Magnoliópsida  
 Orden: Cyperales  
 Familia: Poaceae (Gramineae)  
 Género: *Rottboellia*  
 Especie: *Rottboellia exaltata* L. (L.F.)

(Leonardo, A. 1998).

### 2) Características generales de *Rottboellia exaltata* L.

La caminadora (*Rottboellia exaltata* L.) es una gramínea anual erecta, que puede alcanzar alturas hasta de 4 metros. Posee tallos angulares obtusos, de 1 a 3 m. de altura. Sus hojas son planas, lanceadas-lineales, de 20 a 60 cm. de largo y 1 a 2.5 cm. de ancho; la inflorescencia es una racimo solitario al final del tallo; tiene espigas cilíndricas, de 8 a 15 cm. de largo y alrededor de 3 mm. de diámetro (Buenaventura, et al. 1984) .

Los limbos son planos y escabrosos y las vainas hispídas; la lígula es membranosa, mientras que la espiga se desarticula en muchos artejos que son las

espiguillas o frutos. Esta maleza es propia de suelos fértiles, arcillosos y húmedos, no muy común en los arenosos (Rodríguez, et al. 1988).

*Rottboellia exaltata* L. es una maleza en cultivos de clima templado pero su hábitat varía ampliamente alrededor del mundo. Ha sido reportada en alturas hasta de 2,300 msnm, siendo más problemática entre 800 y 1,300 msnm. En algunas regiones como Sudáfrica aparece en lugares húmedos y en Madrás, India, puede crecer hasta en aguas poco profundas. En algunas zonas requiere de lugares soleados o moderadamente sombreados, mientras que en otras se encuentra en matorrales o bosques de teca (Buenaventura, et al. 1984).

La caminadora se reproduce exclusivamente por semillas, las cuales son producidas durante todo el año. Presenta una increíble habilidad competitiva frente a otras especies, hasta el punto que ha llegado a algunas regiones a desplazar a otras invasoras perennes como *Cynodon dactylon* y *Cyperus rotundus*. Una sola planta puede producir 16,500 semillas y en bloques densos de Rhodesia, se han producido 665 y 590 kg/ha de semilla en temporadas consecutivas. Las semillas se propagan por el agua, en semillas de cultivos contaminadas y por las máquinas e implementos agrícolas (Buenaventura, et al. 1984).

Las semillas presentan un amplio período de latencia dependiendo de la región del mundo donde ocurre. Como regla general, necesita 4 a 6 meses de maduración para poder germinar. Inicialmente germinan el 40 – 50 % de las semillas; la germinación máxima (90-95 %) ocurrirá solamente al final de dos años si las condiciones son adecuadas. Por otro lado, si las semillas están enterradas profundamente, la latencia puede durar de 4 a 5 años (Buenaventura, et al. 1984).

La mayor germinación ocurre en los primeros 2 cm. de suelo, siendo mayor cuando se quema la vegetación. En condiciones de suelo friable, las semillas que no están en latencia pueden germinar desde profundidades de 20 cm. La germinación de esta especie es la más alta entre las gramíneas anuales consideradas como dañinas. La producción de retoño es muy vigorosa, por lo que una planta puede producir, en promedio, 100 retoños en tan solo 44 días, llegando la floración 50 – 70 días bajo condiciones óptimas con 75 % de éstas produciendo semillas (Buenaventura, et al. 1984).

En términos de producción de biomasa, esta especie es sensible a la sombra. Cuando crece entre un cañaveral con sólo 60 % de luminosidad produce apenas el 50 % de la biomasa seca que produce a plena luz; en tanto que como lucha por la perpetuación de la especie prácticamente duplica la cantidad de semillas producidas. Por otro lado cuando crece en condiciones de sombra, la planta mantiene capacidad para una alta tasa fotosintética y una alta tasa de crecimiento cuando subsecuentemente es expuesta a alta luminosidad. Esa característica explica su alta competitividad con cultivos, llegando los daños a niveles que obligan a los agricultores a abandonar las áreas para fines agrícolas (Buenaventura, et al. 1984).

**3) Características que convierten a *Rottboellia exaltata* L. en problema en caña de azúcar** . Son alarmantes las particularidades que presenta la caminadora; casi completa las de una “maleza ideal”, lo que hace difícil su manejo; las más conocidas son:

- Gran producción de semilla en condiciones favorables
- Poca semilla en condiciones adversas
- Plantas jóvenes producen semilla
- Largo período de latencia y gran longevidad
- La plasticidad (autorralear) de poblaciones permite la existencia y propagación de los mejores fenotipos
- Facilidad de dispersión por medio del agua e implementos agrícolas
- Germina y se adapta en condiciones ambientales diferentes
- Rápido desarrollo vegetativo
- Es de polinización cruzada por el viento o de autopolinización. La primera permite crear nuevos biotipos y la segunda, que una sola planta tenga la capacidad para infestar un campo nuevo.
- Difícil control en caña por su cercano parentesco
- Ocasiona urticaria cuando se controla de forma manual
- Alto costo de manejo

(Leonardo, 1999).

## C. CONTROL QUÍMICO DE LAS MALEZAS: HERBICIDAS

Los herbicidas son agentes químicos que matan plantas o inhiben su crecimiento normal. Los modos de actuar son distintos, desconocidos en muchos casos y, en teoría, tan numerosos como los procesos vitales esenciales. El uso de herbicidas es ventajoso debido a los factores siguientes:

- Los tratamientos con herbicidas, antes del brote, proporcionan una forma de contención de las plantas nocivas en los comienzos de la temporada. La competencia de las plantas nocivas durante las primeras fases de crecimiento del cultivo produce las mayores pérdidas de rendimiento.
- El uso de los herbicidas selectivos disminuye la necesidad de labores mecanizadas que lesionan el sistema radical de las plantas cultivadas.
- Disminuyen los efectos destructores de la labranza, pues disminuyen la necesidad de esas labores.
- Muchas especies perennes de plantas nocivas herbáceas y arbustivas no se pueden combatir con eficacia mediante labores manuales, a pesar de que son susceptibles al control mediante herbicidas.

(National Academy of Sciences, 1980).

**1. CLASIFICACIÓN DE LOS HERBICIDAS: MODO DE ACCIÓN.** La clasificación de los herbicidas ha sido comúnmente basada en su grupo químico (por ejemplo, ureas sustituidas, etc.), mientras que en un nuevo sistema, más sencillo, se engloban estos grupos químicos dentro de los modos de acción. La expresión “modo de acción” se refiere a toda la secuencia de acontecimientos, desde la introducción de un herbicida en el medio, hasta la muerte de la planta. “Mecanismos de acción” se refiere a la principal lesión bioquímica o biofísica, que ocasiona la muerte (National Academy of Sciences, 1980).

Según (Garita, 2003),

“ el modo de acción se refiere a la suma de todas las respuestas anatómicas, fisiológicas y bioquímicas que ocurren en la planta como

las subunidades de tubulina en microtúbulos. Adicionalmente, estos herbicidas pueden depolimerizar los microtúbulos ya formados. La ausencia de microtúbulos resulta en anomalías durante la división celular que conducen a la muerte de la planta (Garita, 2003).

**3) Reguladores de crecimiento.** Los herbicidas que actúan como reguladores de crecimiento penetran principalmente por el follaje, pero también por las raíces y el brote, afectando hojas anchas y ciperáceas. Actúan como reguladores de crecimiento, trabajan en múltiples sitios y destruyen el balance hormonal y la síntesis de proteínas, causando anomalías en el crecimiento de las plantas. Aquí encontramos a los fenóxicos, ácidos benzoicos y piridinas. Se pueden absorber por la raíz y por las hojas. Cuando se absorben por las hojas, se transportan por el floema, mientras que cuando son absorbidos por la raíz, se transportan por el xilema (Garita, 2003).

**4) Inhibidores de la síntesis de pigmentos.** Estos herbicidas se absorben por las raíces y el brote, se mueven en el xilema y se acumulan en las hojas y meristemas. Bloquean la formación de carotenoides y xantofilas, que protegen a la clorofila de la fotodegradación, por lo que se destruye la clorofila (Garita, 2003).

**5) Inhibidores de la síntesis de aminoácidos.** Los aminoácidos son sustancias esenciales con los cuales se construyen las proteínas. Las plantas pueden sintetizar todos sus aminoácidos esenciales, por el contrario, los animales no pueden hacerlo. Por esta razón, estos herbicidas son poco tóxicos para los mamíferos. La síntesis de aminoácidos se interrumpe poco tiempo después de la aplicación y los síntomas se desarrollan lentamente. La planta utiliza los aminoácidos ya formados hasta su agotamiento. Existen dos tipos de inhibición:

a) Inhibición de biosíntesis de aminoácidos aromáticos. Se encuentra en este grupo al herbicida glifosato (Roundup). El glifosato es absorbido por las hojas de las

plantas (pH ácido favorece) y se transporta por el floema. Este es un herbicida no selectivo que no tiene efecto en el suelo (adsorción, degradación por microorganismos)

(Garita, 2003).

b) Inhibición de biosíntesis de aminoácidos de cadena ramificada. Estos herbicidas se absorben por las hojas y por las raíces de las plantas, transportándose por el floema. Trabajan a dosis bajas y algunos son selectivos, pudiendo tener efecto residual en el suelo. Si el suelo es ácido, las sulfonilureas se hidrolizan (Garita, 2003).

**b. Modos de acción de los herbicidas a evaluar.** En la agroindustria azucarera, como se mencionó, se emplean herbicidas de cinco grandes grupos según su modo de acción y éstos, comúnmente, se aplican en mezcla para dañar de una forma más agresiva a la maleza.

Una combinación de mecanismos de acción interviene en un acelerado desarrollo de sintomatología en la maleza objetivo, y, por lo tanto, en su muerte. No obstante, se ha acostumbrado aplicar mezclas de herbicidas desconociendo completamente su modo de acción y la forma en que el ingrediente activo interactúa con la planta para provocar efectos que deterioren su desarrollo. El conocimiento de este modo de acción, facilita la toma de decisión en cuanto al tipo de mezcla que se emplearía para el control específico según la especie objetivo, así como el efecto de los herbicidas aplicados como monoproductos, y de esta forma hacer una aplicación de control más efectiva y rentable.

Cada herbicida empleado en este estudio contiene un ingrediente activo específico, que varía respecto al modo de acción, por lo que resulta importante indicar qué tipo de efecto tiene cada uno de los herbicidas a aplicar según los procesos bioquímicos de la planta que éstos alteran, como la fotosíntesis, la división celular, etc.

En el Cuadro No. 3 pueden apreciarse los modos de acción de los herbicidas a emplear en el proyecto para la medición de su efecto sobre caminadora (*Rottboellia exaltata* L.).

**Cuadro No. 3 Modos de Acción de los herbicidas a evaluar en el proyecto**

<b>Nombre genérico (ingrediente activo)</b>	<b>Nombre comercial</b>	<b>Modo de acción</b>
Tebutiurón	Combine 50 SC	Inhibidor de la fotosíntesis, bloqueando el transporte de electrones del fotosistema II
Metribuzina	Sencor 70 WP	Inhibidor de la fotosíntesis, bloqueando el transporte de electrones del fotosistema II
Pendimentalina	Pendimentalina Genérica	Inhibe la división celular, obstaculizando la polimerización de la tubulina
Pendimentalina	Prowl 50 EC	Inhibe la división celular, obstaculizando la polimerización de la tubulina
Clomaze (20%) Ametrina (30%)	Synerge	Ametrina inhibe fotosíntesis (bloqueando el transporte de electrones del fotosistema II) y Clomazone es también inhibidor de la fotosíntesis
Hexazinona	Velpar 75	Inhibe la fotosíntesis, bloqueando el transporte de electrones del fotosistema II
Acetamida (Acetoclor)	Harness	Inhibe la división celular
Acetamida (Acetoclor + Atrazina)	Harness Xtra	Inhibe la división celular e inhibe la fotosíntesis, bloqueando el transporte de electrones del fotosistema II
Ametrina + Sulfonil urea	Krismat	Ametrina inhibe fotosíntesis (bloqueando el transporte de electrones del fotosistema II) y sulfonilurea inhibe la biosíntesis de 3 aminoácidos – valina, leucina e isoleucina -, todos de cadena ramificada.

(Garita, 2003).

## **2. HERBICIDAS APLICADOS EN PREEMERGENCIA**

**(PREEMERGENTES).** Se refiere a las aplicaciones efectuadas antes que germine el cultivo, la maleza, o ambos. Un herbicida puede ser aplicado preemergente al cultivo para poder dar selectividad al herbicida, como por ejemplo una aplicación de Gramoxone en maíz o para que el herbicida pueda controlar las malezas ya que algunos herbicidas como el Lazo, Dual y Prowl no controlan efectivamente las malezas ya germinadas (Pitty y Muñoz, 1993).

## VII. MATERIALES Y MÉTODOS

### A. ÁREA DE ESTUDIO

La investigación se llevó a cabo en el Lote 0503 de la Finca Mercedes, ubicada en la Aldea Brito, Municipio de Guanagazapa, Departamento de Escuintla, con coordenadas  $X = 90^{\circ} 40' 25''$  y  $Y = 14^{\circ} 11' 50''$ . Esta Finca es parte de las tierras bajo administración de la Corporación San Diego – Trinidad, de suelo Andisol con textura arcillosa. Se encuentra situada a 100 msnm. El área bajo estudio fue de 0.3 Ha.

### B. MANEJO AGRONÓMICO

El estudio se realizó en caña plantilla (siembra nueva), sobre la variedad CP-722086, la más comercial a nivel de la Agroindustria Azucarera (76 % del área) y dentro de la Corporación, siguiendo la metodología de preparación de suelos establecida en la Corporación San Diego – Trinidad, que implicó volteo, pulido y surqueo a 1.5 m, así como el sistema de siembra por paquetes, a estaquillado de 10 mts (un paquete de semilla para cada 10 m lineales del surco).

En cuanto a la fertilización, se aplicó la fórmula 18 – 46 – 0 al fondo del surco al momento de la siembra, manualmente, a razón de 5.74 qq / Ha (120 kg  $P_2O_5$  / Ha), complementándose, a los 60 días, con 4.28 qq / Ha de  $NH_4NO_3$  (65 kg  $N_2$  / Ha), con fertilizadora mecánica de 2 tolvas (4 surcos). Además, se empleó el complemento de fertilización foliar (micronutrientes) con el programa TRIMAT, que implicó la aplicación de 2 Lts / Ha de Trimat con bomba de mochila al momento de la siembra y la aplicación de complemento foliar PGR (0.75 Lts/Ha) + TRIFER (4 Lts / Ha), a los 60 días de aplicado el Trimat.

Se aplicaron cuatro riegos, según la metodología de aspersión empleada en la Corporación San Diego – Trinidad, de 167.25 mm en total, con una lámina neta de riego de 226.25 mm sumando la lluvia precipitada durante el período de la investigación.

## C. MÉTODOS

Se evaluaron diez tratamientos que consistieron en nueve herbicidas preemergentes disponibles comercialmente para el control de caminadora (*Rottboellia exaltata* L.) y un testigo sin herbicida. Previo a la aplicación de herbicidas, se tomó el pH y la dureza del agua, corrigiendo, de esta forma, la dureza del agua a utilizar para la aplicación, de 250 ppm a 75 ppm, mediante la adición de 3 mL de AB Complex (corrector de dureza) por cada litro de agua. El pH fue de 5.8, por lo que no fue corregido, pues resultó aceptable para la aplicación de herbicidas.

La aplicación de los tratamientos se hizo a un volumen calibrado de 168 Lts / Ha de caldo, utilizando bomba de mochila de 17 Lt. con boquilla TF y regulador de presión a 45 psi.

**1. DISEÑO EXPERIMENTAL.** Se elaboró el experimento mediante un diseño de bloques completamente al azar con cuatro repeticiones, con el siguiente modelo estadístico:

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

Donde:

- Y<sub>ij</sub>: Variable de respuesta de la ij-ésima unidad experimental
- M: Valor de la media general
- T<sub>i</sub>: Efecto del i-ésimo tratamiento
- B<sub>j</sub>: Efecto del j-ésimo bloque
- E<sub>ij</sub>: Error experimental asociado a la ij-ésima unidad experimental
- i: 1,2,3,.....10
- j: 1,2,3 y 4

(Steel y Torrie, 1986).

## 2. TRATAMIENTOS EVALUADOS. Según (Tasistro, 2,000),

«La medición de la efectividad en el control de malezas se basa en la comparación de parcelas tratadas con áreas sin tratar. Se supone que la diferencia en abundancia de malezas entre ambas se debe a los tratamientos aplicados.»

Se compararon los siguientes tratamientos:

**Cuadro No. 4. Descripción de los tratamientos evaluados**

Tratamiento	Descripción	Dosis / Ha
1	Combine	3.0 Lt
2	Prowl	3.0 Lt
3	Velpar 75	1.0 Kg
4	Sencor	1.5 Kg
5	Harness	3.0 Lt
6	Harness Xtra	3.8 Lt
7	Krismat	2.0 Kg
8	Synerge	5.0 Lt
9	Pendimentalina Genérica	3.0 Lt
10	Testigo (sin herbicida)	

La unidad experimental se compuso de 5 surcos de 10 mts. de largo, separados 1.5 entre sí, tomando los tres surcos centrales para las lecturas de las variables de respuesta. El área por unidad experimental fue de 75 m<sup>2</sup>. El área experimental total fue de 3,000 m<sup>2</sup> (0.3 Ha.).

Gráfica No. 1 Croquis del experimento en campo

4	2	1	10	8	7	9	5	6	3	RIV
6	3	8	9	4	2	10	7	5	1	RIII
8	1	5	3	6	4	2	10	9	7	RII
7	10	4	2	3	1	9	6	8	5	RI

↓  
N

\* La numeración comprende a la aleatorización de los tratamientos según el listado del Cuadro No. 4 "Descripción de los Tratamientos Evaluados"

### 3. VARIABLES DE RESPUESTA. Las variables de respuesta fueron:

a. **Densidad de maleza *Rottboellia exaltata* L.** Según (Tasistro, 2000), la determinación de la densidad de malezas (número de individuos/unidad de superficie) por especie es un método comúnmente usado, especialmente por instituciones de investigación.

La densidad se evaluó usando un marco de madera de 1 m<sup>2</sup> y contando los individuos de *Rottboellia exaltata* L., tomando una lectura por tratamiento (aleatorizada entre los 3 surcos centrales de la unidad experimental y 8 metros de largo de surco – 1 metro por borde - ) a los 15, 30, 38 y 46 días después de la aplicación.

b. **Cobertura de maleza *Rottboellia exaltata* L.** La cobertura se refiere a la cantidad relativa de terreno cubierto por la vegetación (en porcentaje). La cobertura de terreno se determinó usando las rejillas del cuadro de 1 m<sup>2</sup>, separadas 10 cm entre sí,

indicando, para un cuadrado dentro del marco, un 1 % de cobertura, contando de esta forma el número de cuadros ocupados por la maleza para obtener el porcentaje indicado de cobertura. Se leyó a los 15,30, 38 y 46 días después de la aplicación de los tratamientos.

Por tratarse de una variable dada en porcentaje, ésta fue transformada mediante raíz cuadrada  $\sqrt{(Y + 0.5)}$ .

**c. Biomasa (peso en g/m<sup>2</sup>) de *Rottboellia exaltata* L.** A los 46 días después de aplicados los tratamientos (última lectura), se pesó la caminadora ubicada en los 3 surcos centrales, dejando 1 metro por borde (8 metros de largo), relacionando, de esta forma, la biomasa a una parcela neta de 24 mt<sup>2</sup> (1.5m \* 2 \* 8 m).

**d. Altura de caña de azúcar.** Se midió la altura de caña (en cms.) a los 46 días después de aplicados los tratamientos (última lectura), tomando cinco plantas del surco central del 4to. al 6to. metro del surco, y obteniendo un promedio entre las cinco lecturas.

**4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.** El análisis de las variables de respuesta que se llevó a cabo mediante el paquete estadístico MSTAT. Se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) para cada variable en su respectiva lectura (a los 15,30, 38 y 46 días para el caso de densidad y cobertura, y a los 46 días para el caso de biomasa de caminadora y altura de caña).

**Cuadro No. 5 Grados de libertad para el diseño de bloques completamente al azar**

Fuente de variación	Gl
Bloques	r - 1
Tratamientos	t - 1
Error	(r-1)(t-1)
TOTAL	rt - 1

(Steel y Torrie, 1986).

## 5. ANÁLISIS DE COSTO – BENEFICIO (COSTO / DÍAS

**CONTROL).** Se llevó a cabo un análisis del beneficio económico por tratamiento a partir del análisis de costo días / control, sobre la base del efecto – control - de los productos en la evolución de la cobertura y densidad (días de control). El valor “días control” está en función de la presencia de malezas (cobertura y densidad), y es variable para cada producto, lo que será la base para determinar el costo días control.

**Costo días control ( Q / Ha / día ) = Costo dosis ( Q / Ha ) / días control ( días )**

Costo Dosis = Precio de unidad ( Lt ó Kg ) \* Dosis / Ha ( Lt/Ha ó Kg/Ha )

## VIII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para la obtención de los resultados, se iniciaron las lecturas a los 15 días después de aplicados los tratamientos (herbicidas preemergentes), para encontrar el efecto de éstos sobre la densidad y cobertura de Caminadora (*Rottboellia exaltata* L.).

El conteo de densidad inicial requirió una correcta identificación de la maleza objetivo, pues en estado de plántula, resultó confusa su identificación con otras gramíneas como *Echinochloa* sp.

En el Cuadro No. 6, pueden apreciarse las lecturas de densidad y cobertura de caminadora a los 15 días después de aplicados los tratamientos.

**Cuadro No. 6. Densidad (plantas/m<sup>2</sup>) y Cobertura(%) de caminadora (*Rottboellia exaltata* L.) a los 15 días después de aplicados los tratamientos .**

Trat.	Repetición I		Repetición II		Repetición III		Repetición IV	
	Dens. <sup>1</sup>	Cober. <sup>2</sup>	Dens.	Cober.	Dens.	Cober.	Dens.	Cober.
1	82	5.96	14	1.58	86	6.36	37	6.36
2	70	3.24	12	1.22	7	1.22	27	3.24
3	113	8.97	65	5.52	21	3.94	5	1.58
4	26	1.87	37	4.18	7	2.35	19	4.53
5	24	2.74	9	1.87	72	5.96	1	1.22
6	67	5.52	72	5.96	52	6.36	3	1.22
7	68	4.53	28	4.53	6	1.58	3	1.58
8	50	4.53	11	1.22	13	1.87	0	0.71
9	38	1.87	67	4.53	52	6.36	4	1.87
10	51	2.74	18	4.30	26	3.94	42	4.53

1 = Densidad, 2 = Cobertura

Los datos para cobertura (%) se encuentran ya transformados mediante raíz cuadrada ( $Y + 0.5$ ). Como puede observarse, los valores son muy variables en todas las unidades experimentales, encontrándose para el tratamiento No. 3 (Velpar 75) en la primera repetición, la mayor densidad de caminadora (113 plantas / m<sup>2</sup>) en comparación a las demás unidades experimentales.

En el cuadro No. 7, se puede observar la densidad y cobertura de caminadora a los 30 días después de aplicados los tratamientos. Puede apreciarse cómo variaron los valores respecto a la primera lectura, y cómo en algunos casos, el valor de cobertura aumentó a medida que el valor de densidad disminuyó; ésto, debido a la acción de herbicidas como el Prowl o Harness, que evitan el desarrollo de raíces, por lo que la población disminuye, pero los individuos que resistieron continuaron su crecimiento (cobertura sobre el terreno).

**Cuadro No. 7. Densidad (plantas/m<sup>2</sup>) y Cobertura (%) de caminadora (*Rottboellia exaltata* L.) a los 30 días después de aplicados los tratamientos .**

Trat.	Repetición I		Repetición II		Repetición III		Repetición IV	
	Dens. <sup>1</sup>	Cober. <sup>2</sup>	Dens.	Cober.	Dens.	Cober.	Dens.	Cober.
1	32	4.53	12	2.35	56	3.67	30	5.05
2	20	5.05	5	1.58	0	0.71	41	4.18
3	55	5.96	19	3.39	13	3.24	1	1.22
4	40	5.52	9	2.35	11	2.55	18	2.74
5	17	3.24	30	3.54	46	5.52	3	1.22
6	50	6.36	59	7.11	54	9.57	4	1.22
7	56	7.78	12	2.92	7	1.87	3	1.22
8	23	4.53	10	2.12	12	2.55	46	6.75
9	8	1.22	39	5.52	7	1.22	0	0.71
10	87	8.09	29	5.52	22	3.94	33	4.64

1= Densidad, 2 = Cobertura

En esta lectura, fueron evidentes casos en los que no se encontró ningún individuo de caminadora (*Rottboellia exaltata* L.) dentro del punto de muestreo, como lo fue el tratamiento No. 9 (Pendimentalina genérica) en la Repetición No. 4, y el Tratamiento No. 2 (Prowl) en la Repetición No. 2. Es curioso notar que ambos productos cuentan con el mismo ingrediente activo (ver Cuadro No. 3 de Marco Teórico).

En el Cuadro No. 8, se presenta la lectura para las variables densidad y cobertura de caminadora a los 38 días después de aplicados los tratamientos.

Considerando los altos valores de densidad y cobertura de caminadora mostrados en la lectura anterior, se decidió tomar lecturas semanales, pues la caminadora (*Rottboellia exaltata* L.) estaba creciendo agresivamente (como bien lo indican sus características presentadas en el Marco Teórico) dentro del campo de estudio.

**Cuadro No. 8. Densidad (plantas/m<sup>2</sup>) y Cobertura (%) de caminadora (*Rottboellia exaltata* L.) a los 38 días después de aplicados los tratamientos .**

Trat.	Repetición I		Repetición II		Repetición III		Repetición IV	
	Dens. <sup>1</sup>	Cober. <sup>2</sup>	Dens.	Cober.	Dens.	Cober.	Dens.	Cober.
1	35	6.36	19	3.24	36	5.05	42	8.40
2	20	3.54	4	1.22	0	0.71	58	4.53
3	43	6.82	21	3.94	10	4.30	28	1.87
4	45	6.96	18	2.92	21	5.05	22	5.96
5	19	3.24	28	5.52	52	7.78	1	2.35
6	11	2.55	51	8.69	33	9.77	3	2.74
7	68	8.69	15	3.81	6	2.92	3	2.35
8	29	5.52	8	3.54	11	4.74	28	1.87
9	11	2.55	45	5.96	13	3.24	3	1.87
10	85	9.77	9	6.36	25	7.78	29	7.78

1= Densidad, 2 = Cobertura

A los 46 días después de aplicados los tratamientos, se decidió realizar la última lectura de las variables de respuesta, pues el efecto de control de los herbicidas ya se había perdido. Se observó una marcada escalada en la población de caminadora en las unidades experimentales del lado este de las Repeticiones No. 3 y No. 4.

Los detalles de la lectura de densidad y cobertura para caminadora a los 46 días, pueden ser observados en el Cuadro No. 9.

**Cuadro No. 9. Densidad (plantas/m<sup>2</sup>) y Cobertura (%) de caminadora (*Rottboellia exaltata* L.) a los 46 días después de aplicados los tratamientos .**

Trat.	Repetición I		Repetición II		Repetición III		Repetición IV	
	Dens. <sup>1</sup>	Cober. <sup>2</sup>	Dens.	Cober.	Dens.	Cober.	Dens.	Cober.
1	39	7.11	25	6.36	35	5.79	34	9.51
2	23	3.94	8	2.55	1	1.00	45	7.78
3	35	8.40	17	6.36	10	5.34	0	0.71
4	45	8.09	12	5.05	8	4.53	20	8.40
5	13	6.20	25	9.08	36	8.75	3	2.92
6	35	8.97	32	9.35	26	9.67	3	3.24
7	38	9.77	12	5.52	8	3.67	3	3.24
8	24	8.69	13	5.96	19	7.11	53	3.67
9	12	3.24	31	6.36	22	3.54	5	2.55
10	62	9.87	23	8.97	18	9.30	49	9.62

1 = Densidad , 2 = Cobertura

Los datos de medias para las variables de respuesta "densidad" y "cobertura" de caminadora por tratamiento aplicado pueden apreciarse en el siguiente cuadro.

**Cuadro No. 10. Medias de Densidad (plantas/m<sup>2</sup>) y Cobertura (%) de caminadora por tratamiento y por lectura.**

Trat	Lectura No. 1		Lectura No. 2		Lectura No. 3		Lectura No. 4	
	A los 15 días		A los 30 días		A los 38 días		A los 46 días	
	Dens. <sup>1</sup>	Cober. <sup>2</sup>	Dens.	Cober.	Dens.	Cober.	Dens.	Cober.
1	54.75	25.15	32.5	14.71	33	32.70	33.25	51.24
2	29	4.47	16.5	7.79	20.5	5.75	19.25	14.08
3	51	24.53	22	11.42	25.5	17.42	15.5	26.56
4	22.25	9.95	19.5	10.32	26.5	26.78	21.25	41.98
5	26.5	8.19	24	10.92	25	21.81	19.25	44.89
6	48.5	22.21	41.75	36.28	24.5	34.76	24	60.46
7	26.25	8.83	19.5	11.39	23	19.23	15.25	30.30
8	18.5	3.84	22.75	15.40	19	14.84	27.25	39.91
9	40.25	12.88	13.5	4.20	18	11.09	17.5	14.89
10	34.25	14.54	42.75	30.28	37	62.27	38	87.86

1 = Densidad , 2 = Cobertura

Según el Cuadro No. 10 , puede apreciarse que los valores más bajos densidad y cobertura, a los 15 días después de aplicados los herbicidas preemergentes, los presenta el tratamiento No. 8 (Synerge), mientras que los valores más altos de densidad y cobertura fueron presentados por el tratamiento No. 1 (Combine) y el No. 3 (Velpar 75), respectivamente. A los 30 días, los valores más bajos para las dos variables de respuesta los presentó el tratamiento No. 9 (Pendimentalina genérica) y los valores altos para éstas se observaron en el testigo, en el caso de densidad (42.75 plantas/m<sup>2</sup>), y para cobertura, 36.28 % en el tratamiento No. 6 (Harness Xtra).

La tercera lectura, tomada a los 38 días después de aplicados los herbicidas, reflejó los mayores valores para el testigo (sin herbicida) en ambas variables de respuesta (37 plantas/m<sup>2</sup> de densidad y 62.27 % de cobertura), mientras que el tratamiento No.9 (Pendimentalina genérica) presentó el valor más bajo de densidad (18 plantas/m<sup>2</sup>) y el tratamiento No. 2 (Prowl) mostró la cobertura más baja de caminadora (5.75%). Resulta interesante ver que ambos productos contienen el mismo ingrediente activo, y ambos se comportaron mejor en comparación a los demás tratamientos, incluyendo el testigo.

A los 46 días, se evidenció la importancia de la aplicación en preemergencia, pues el tratamiento testigo mostró de nuevo los valores más altos de densidad y cobertura en comparación a los demás tratamientos (38 plantas/m<sup>2</sup> en densidad y 87.86 % de cobertura - casi total del terreno -). El tratamiento No. 2 (Prowl) presentó el valor más bajo de cobertura (14.08 %), mientras que el tratamiento No. 7 (Krismat), presentó el valor más bajo de densidad (15.25 plantas/m<sup>2</sup>), muy cerca al tratamiento No. 3 (Velpar 75) – 15.5 plantas/m<sup>2</sup> -.

La Biomasa (g/m<sup>2</sup>) de caminadora (*Rottboellia exaltata* L.) fue tomada por cada unidad experimental, pesando en una balanza de aguja la caminadora (arrancada de raíz) presentada en 24 m<sup>2</sup> (parcela neta) de la parcela bruta (3 surcos separados a 1.5 m entre sí y los 8 metros “centrales” de cada surco). Los datos en libras fueron transformados a g/m<sup>2</sup>.

Así mismo, se tomó la lectura de altura de caña (utilizando cinta métrica) para evaluar el efecto de los herbicidas (selectividad o no selectividad) sobre el crecimiento del cultivo.

Los datos de la lectura de Biomasa de caminadora y altura de caña de azúcar pueden observarse en el Cuadro No. 11.

**Cuadro No. 11 . Biomasa ( $\text{g/m}^2$ ) de caminadora (*Rottboellia exaltata* L.) y altura de caña (*Saccharum officinarum* L.) – en cm. - a los 46 días después de aplicados los tratamientos.**

Trat.	Repetición I		Repetición II		Repetición III		Repetición IV	
	Biomasa ( $\text{g/m}^2$ )	Altura (cm.)	Biomasa ( $\text{g/m}^2$ )	Altura (cm.)	Biomasa ( $\text{g/m}^2$ )	Altura (cm.)	Biomasa ( $\text{g/m}^2$ )	Altura (cm.)
1	667.95	75.2	401.79	47.2	384.01	51.4	1,581.43	60.8
2	293.59	75.9	18.92	73.6	20.81	62.2	454.00	73.2
3	734.91	74.4	703.70	75.8	1,210.86	53.6	18.92	46.2
4	1,894.69	89.8	160.79	81	598.52	75.2	563.72	60.4
5	164.58	52.2	662.08	77.4	213.76	64	115.39	70.2
6	247.81	55.8	1,220.13	62	1,728.42	49.6	141.88	54.8
7	986.69	65.2	469.13	60.4	393.47	73	58.64	81
8	172.52	53.6	491.83	61.6	899.68	63.8	209.98	72.6
9	1,103.79	77	109.72	58.8	643.17	72.2	30.27	76.4
10	1,106.63	48.6	469.13	68.2	749.10	81.6	1,178.51	54

Las medias de los valores de Biomasa y Altura de caña por tratamiento, a los 46 días después de la aplicación, se pueden observar en el Cuadro No. 12.

**Cuadro No. 12. Medias de Biomasa ( $\text{g/m}^2$ ) y Altura de Caña (cm.) por tratamiento**

Tratamiento	A los 46 días	
	Biomasa ( $\text{g/m}^2$ )	Altura caña (cm)
1	758.80	58.65
2	196.83	71.23
3	667.10	62.50
4	804.43	76.60
5	288.95	65.95
6	834.56	55.55
7	476.98	69.90
8	443.50	62.90
9	471.74	71.10
10	875.84	63.10

Puede apreciarse que, según lo esperado, el tratamiento No. 10 (testigo – sin herbicida -), presentó el mayor valor de biomasa de caminadora ( $875.84 \text{ g/m}^2$ ), según la media observada para cada una de las lecturas en las 4 repeticiones. El tratamiento No. 2 (Prowl), presentó el valor más bajo de biomasa ( $196.83 \text{ g/m}^2$ ).

En cuanto a altura de caña, el tratamiento que pudo haber afectado más el crecimiento de caña fue el No. 1 (Combine), mostrando ésta sólo 58.65 cms de altura, en comparación a los 63.10 cms del testigo. Este tratamiento parece afectar más el desarrollo de la caña de azúcar que la misma competencia de la caminadora ejerciendo presión sobre el cultivo. El tratamiento No. 4 presentó la caña de mayor altura, 76.60 cms., por lo que su selectividad para el cultivo de caña de azúcar se considera como alta; valores similares de altura se obtuvieron para los tratamientos No. 2 y No. 9 - 71.23 cms. y 71.10 cms. respectivamente -, por lo que se consideran también selectivos y con poco o nada impacto sobre el desarrollo de la caña de azúcar, con alturas de casi 9 cms. por sobre el cultivo expuesto a la libre competencia de caminadora (tratamiento No. 10).

Siguiendo el análisis estadístico según el diseño experimental de bloques completamente al azar, se compararon los datos de las variables de respuesta mediante ANDEVA en el programa estadístico MSTAT.

Se realizaron ANDEVA para las variables densidad y cobertura de caminadora ( a los 15,30,38 y 46 días respectivamente), así como de biomasa de caminadora y altura de caña a los 46 días (última lectura).

En el Cuadro No. 13, puede apreciarse el ANDEVA para la variable densidad a los 15 días después de aplicados los tratamientos.

**Cuadro No. 13. Análisis de varianza. Densidad de Caminadora (*Rottboellia exaltata* L.) a los 15 días después de aplicados los tratamientos.**

FV	GI	SC	CM	F	Prob.
Repetición	3	10114.88	3371.625	5.50	0.0044
Tratamiento	9	5903.63	655.958	1.07	0.4146
Error	27	16541.88	612.662		
Total	39	32560.38			

CV= 70.47 %

Según el Cuadro No. 13, puede observarse que el bloqueo del experimento fue correctamente elaborado, ya que la probabilidad para el valor F observado en la Fuente de Variación "Repetición" resultó menor a 0.01 (0.0044), lo que indicó que existieron, a los 15 días después de aplicados los tratamientos, diferencias altamente significativas entre las repeticiones ( 4 en total).

Para los tratamientos, no se observaron diferencias significativas en sus efectos sobre la densidad de caminadora a los 15 días.

Puede observarse que existió un alto valor del coeficiente de variación (70.47 %), lo que mostró que hubo gran diferencia entre las medias de las unidades y las desviaciones mostradas por esas medias.

**Cuadro No. 14. Análisis de Varianza. Cobertura de Caminadora (*Rottboellia exaltata* L.) a los 15 días después de aplicados los tratamientos.**

FV	GI	SC	CM	F	Prob.
Repetición	3	13.62	4.541	1.17	0.3400
Tratamiento	9	42.35	4.706	1.21	0.3289
Error	27	104.92	3.886		
Total	29	160.89			

CV= 54.89 %

En el Cuadro No. 14 puede apreciarse que para la variable “cobertura”, leída a los 15 días después de aplicados los tratamientos, no existió diferencia significativa debido a la aplicación de los mismos, lo que indicó que todos se comportaron similarmente en su efecto sobre la cobertura de caminadora a los 15 días.

En el Cuadro No. 15, puede observarse el ANDEVA para la variable “densidad” a los 30 días después de aplicados los tratamientos.

**Cuadro No. 15. Análisis de Varianza. Densidad de Caminadora (*Rottboellia exaltata* L.) a los 30 días después de aplicados los tratamientos.**

FV	GI	SC	CM	F	Prob.
Repetición	3	2515.47	838.492	2.08	0.1260
Tratamiento	9	3718.72	413.192	1.03	0.4449
Error	27	10869.78	402.584		
Total	39	17103.98			

CV= 78.86 %

Según lo observado en el Cuadro No. 115, no existieron diferencias significativas debido a los tratamientos en cuanto a su efecto sobre la densidad de caminadora, por lo que todos se comportaron similarmente.

En el Cuadro No. 16 puede apreciarse el ANDEVA para la variable “cobertura” después de 30 días de aplicados los tratamientos.

Según se observa en el mencionado cuadro, existió un valor de probabilidad bajo respecto al valor F observado para la Fuente de Variación “Repetición”; aún cuando éste no resaltó diferencias significativas, puede verse la tendencia que el experimento fue correctamente “bloqueado”, en sentido a una gradiente de la presencia de maleza.

**Cuadro No. 16. Análisis de Varianza. Cobertura de Caminadora (*Rottboellia exaltata* L.) a los 30 días después de aplicados los tratamientos.**

FV	GI	SC	CM	F	Prob.
Repetición	3	29.83	9.944	2.31	0.0992
Tratamiento	9	49.68	5.520	1.28	0.2921
Error	27	116.41	4.311		
Total	39	195.92			

CV= 54.47 %

Según pudo observarse, no existieron diferencias significativas debido al tratamiento sobre la cobertura de caminadora (*Rottboellia exaltata* L.) a los 30 días después de aplicados los herbicidas preemergentes.

**Cuadro No. 17. Análisis de Varianza. Densidad de Caminadora (*Rottboellia exaltata* L.) a los 38 días después de aplicados los tratamientos.**

FV	GI	SC	CM	F	Prob.
Repetición	3	1740.20	580.067	1.31	0.2904
Tratamiento	9	1278.40	142.044	0.32	0.9605
Error	27	11923.80	441.622		
Total	39	14942.40			

CV= 83.39 %

Como puede observarse en el Cuadro No. 17, no se observaron diferencias significativas debido a los tratamientos aplicados para la variable "densidad" después de 38 días.

Se observó un valor de coeficiente de variación muy alto, por lo que es probable que los valores observados no se ajustaron a un arreglo de distribución normal, y dificultó la detección de diferencias en cuanto a la variable analizada (densidad).

**Cuadro No. 18. Análisis de Varianza. Cobertura de Caminadora (*Rottboellia exaltata* L.) a los 38 días después de aplicados los tratamientos.**

FV	GI	SC	CM	F	Prob.
Repetición	3	15.15	5.051	0.97	0.4205
Tratamiento	9	82.48	9.164	1.76	0.1228
Error	27	140.37	5.199		
Total	39	238.00			

CV= 47.44 %

A los 38 días después de aplicados los tratamientos, la cobertura de caminadora no presentó diferencias; todos se comportaron similarmente respecto a esta variable de respuesta.

En el Cuadro No. 19, puede observarse el ANDEVA para la densidad de caminadora a los 46 días después de aplicados los tratamientos.

**Cuadro No. 19. Análisis de Varianza. Densidad de Caminadora (*Rottboellia exaltata* L.) a los 46 días después de aplicados los tratamientos.**

FV	GI	SC	CM	F	Prob.
Repetición	3	1267.30	422.433	1.87	0.1579
Tratamiento	9	2107.40	234.156	1.04	0.4363
Error	27	6087.20	225.452		
Total	39	9461.90			

CV = 65.14 %

Puede observarse que no existieron diferencias significativas debido a la aplicación de los herbicidas preemergentes en cuanto a la densidad, a los 46 días. El

coeficiente de variación para este análisis de varianza resultó muy alto, lo que indicó la alta variación y una posible distribución no normalizada dentro de los datos recopilados en la lectura efectuada.

A los 46 días también se hizo un ANDEVA para la variable “cobertura”, análisis que puede ser observado en el Cuadro No. 20.

**Cuadro No. 20. Análisis de Varianza. Cobertura de Caminadora (*Rottboellia exaltata* L.) a los 46 días después de aplicados los tratamientos.**

FV	GI	SC	CM	F	Prob.
Repetición	3	28.05	9.350	1.68	0.1955
Tratamiento	9	106.93	11.881	2.13	0.0623
Error	27	150.56	5.576		
Total	39	285.54			

$$CV = 37.76 \%$$

Puede observarse que no existieron diferencias significativas de cobertura de caminadora (*Rottboellia exaltata* L.) debido a los tratamientos aplicados, aún cuando el valor de probabilidad resultó bajo y cercano al valor de significancia 0.05.

Considerando la pérdida de control de los herbicidas sobre la caminadora a los 46 días en el área de estudio, se tomaron los datos de biomasa ( $\text{g/m}^2$ ) de caminadora y altura de caña (cms.) por unidad experimental, a los que se les fue sometidos a una prueba de ANDEVA y que pueden ser observados en los Cuadros No. 21 y No. 22, respectivamente.

**Cuadro No. 21. Análisis de Varianza. Biomasa ( $\text{g/m}^2$ ) de Caminadora (*Rottboellia exaltata* L.) a los 46 días después de aplicados los tratamientos.**

<b>FV</b>	<b>GI</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>Prob.</b>
Repetición	3	684750.58	228250.192	0.93	0.4416
Tratamiento	9	2058815.15	228757.239	0.93	0.5170
Error	27	6654936.88	246479.144		
Total	39	9398502.61			

CV = 85.32 %

Según se observa en el Cuadro No. 19, no existieron diferencias significativas según ANDEVA debido a la aplicación de los tratamientos en la biomasa ( $\text{g/m}^2$ ) de caminadora, pues la probabilidad para los valores F observados estuvo sobre el 0.05 de significancia requerido.

**Cuadro No. 22. Análisis de Varianza. Altura de caña (*Saccharum officinarum* L.) a los 46 días después de aplicados los tratamientos.**

<b>FV</b>	<b>GI</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>Prob.</b>
Repetición	3	35.75	11.917	0.10	0.9621
Tratamiento	9	1494.96	166.107	1.32	0.2704
Error	27	3385.31	125.382		
Total	39	4916.02			

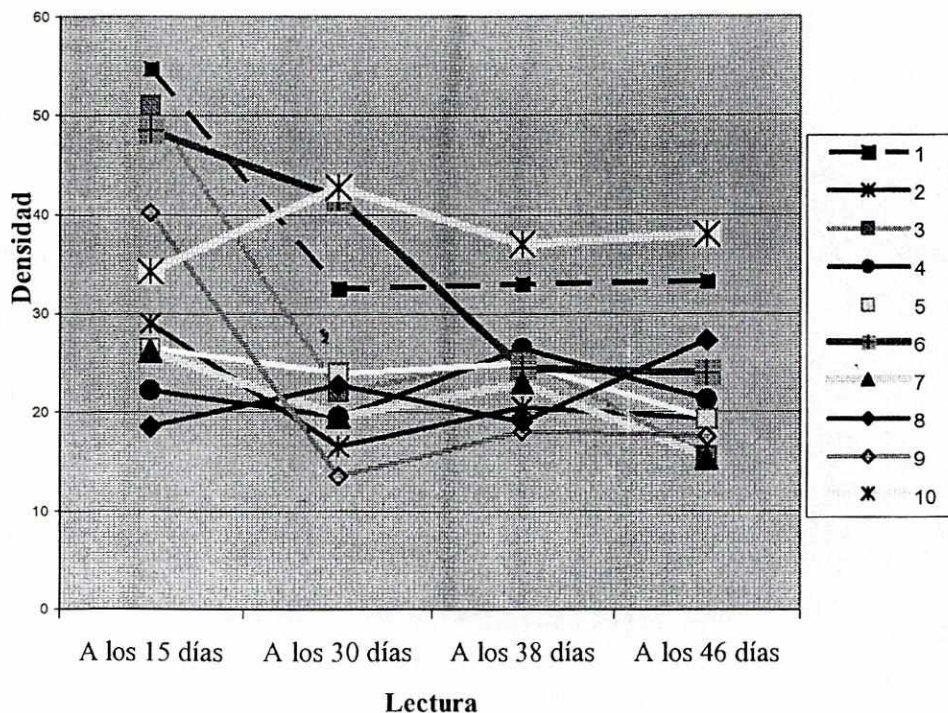
CV = 17.03 %

Según el Cuadro No. 22, se observó que no existieron diferencias significativas debido a la aplicación de los tratamientos sobre la altura de la caña; de esta forma, puede observarse que los preemergentes aplicados se comportan de forma similar en el efecto sobre el desarrollo de caña de azúcar.

Debido a que no se observaron diferencias significativas según ANDEVA (en ninguna de las lecturas) provocado por un posible arreglo no paramétrico de la población de caminadora (*Rottboellia exaltata* L.), se elaboró un análisis gráfico de las variables de respuesta; ésto, en cuanto a la evolución de la densidad y la cobertura de caminadora a lo largo de las 4 lecturas elaboradas, y en la representación gráfica de las medias observadas para biomasa de caminadora y altura de caña, a los 46 días.

En la Gráfica No. 2, puede apreciarse la evolución de la densidad de caminadora por tratamiento a lo largo de la investigación, para cada tratamiento aplicado. Cada número indica el tratamiento aplicado, distinguida su gráfica evolutiva por formas características en los valores de la lectura de densidad para cada lectura, de manera que pudieran ser observadas, con precisión, las diferencias presentadas para cada tratamiento aplicado.

**Gráfica No. 2. Evolución de la Densidad (plantas / m<sup>2</sup>) de Caminadora por Tratamiento**



Puede observarse la tendencia del tratamiento No. 10 (testigo), a presentar una gráfica con valores de densidad (plantas ó individuos / m<sup>2</sup>) por encima a los demás tratamientos. Como puede apreciarse, el tratamiento No. 1 presentó la tendencia a mantener estable la densidad de caminadora, mientras que tratamientos como el No. 4 (Sencor), presentaron inestabilidad de densidad, elevándose considerablemente a partir de los 30 días después de aplicados los productos. La pendimentalina genérica (tratamiento No. 9 ), presentó un descenso considerable a partir de la segunda lectura, presentando la misma tendencia el tratamiento No. 3 (Velpar 75). El Prowl (tratamiento No. 2 ) se comportó con cierta estabilidad , mientras que el tratamiento No. 8 (Synerge) fue el único que, como el testigo, presentó un mayor valor de densidad de caminadora respecto a la primera lectura (a los 15 días).

Según la Gráfica No. 2 y, considerando la estabilidad de las gráficas del comportamiento de cada uno de los productos en su efecto sobre la densidad de caminadora, se estableció un valor de días control para esta variable, por tratamiento. En los puntos en los que la pendiente de las gráficas (por producto) se elevó considerablemente y no estabilizó la densidad, se consideró que el efecto sobre la densidad de caminadora se había detenido, y así se determinó el valor de días control según la densidad. Estos valores pueden ser apreciados en el Cuadro No. 23.

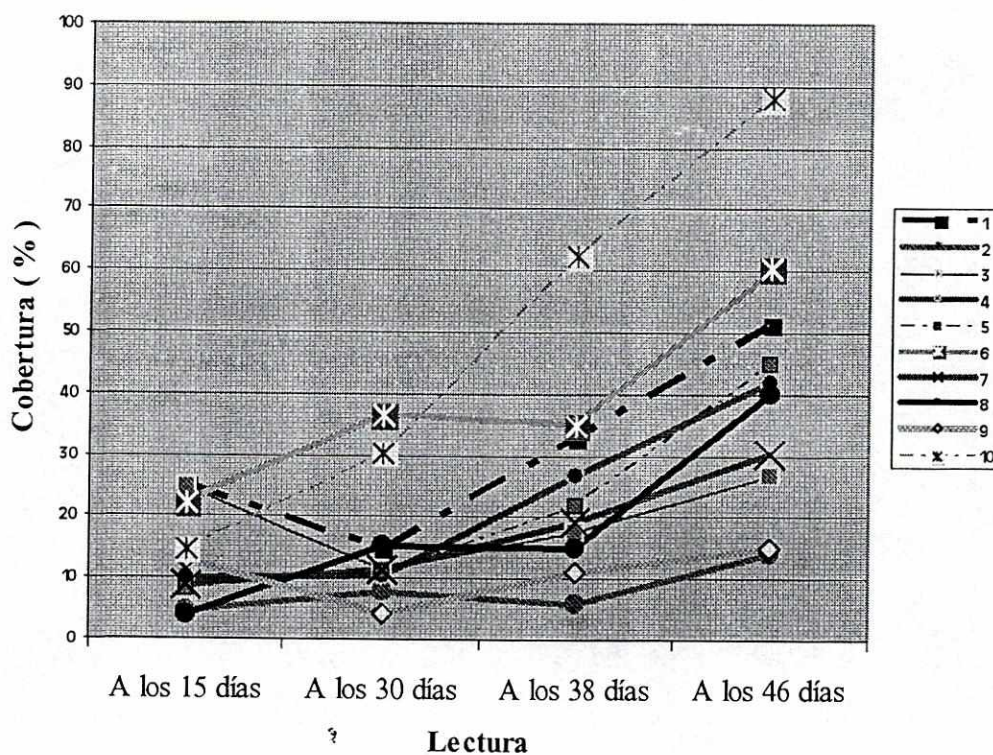
**Cuadro No. 23. Días control considerando la evolución de densidad por tratamiento**

<b>Trat.</b>	<b>Descripción</b>	<b>Días control</b>
1	Combine	46
2	Prowl	46
3	Velpar 75	46
4	Sencor	30
5	Harness	46
6	Harness Xtra	46
7	Krismat	46
8	Synerge	38
9	Pendimentalina genérica	46
10	Testigo (sin herbicida)	0

Como se observa en el Cuadro No. 23, el tratamiento con menos días control de caminadora, considerando la evolución de la densidad por lectura, es el tratamiento No. 4 (Sencor), con 30 días control, seguido por el tratamiento No. 8 (Synerge), con 38 días control. Todos los demás tratamientos presentaron 46 días control según la densidad.

En la Gráfica No. 3, puede observarse la evolución de las medias observadas de cobertura (%) de caminadora por tratamiento, según lectura.

**Gráfica No. 3 . Evolución de la cobertura (%) de Caminadora por Tratamiento**



Como se observa en la Gráfica No. 3, el testigo (tratamiento No.10) presentó valores de cobertura por encima de los demás tratamientos a partir de la tercera lectura, superado únicamente por el tratamiento No. 6 (Harness Xtra) en la segunda lectura, pero elevándose considerablemente a partir de este punto, muy arriba de los demás tratamientos a los 46 días. Los tratamientos No. 2 y No. 9 , Prowl y Pendimentalina genérica, respectivamente, presentaron los valores más bajos a partir de la segunda

lectura. Ambos poseen el mismo ingrediente activo, pendimentalina, lo que indicó la efectividad de la misma, un inhibidor de la división celular, para el control de caminadora (*Rottboellia exaltata* L.).

Según lo observado en la Gráfica No. 2, se establecieron los días control para la variable cobertura, valores que pueden ser observados en el Cuadro No. 24.

**Cuadro No. 24. Días control de caminadora considerando la evolución de cobertura (%) por tratamiento**

Trat.	Descripción	Días control considerando cobertura
1	Combine	30
2	Prowl	46
3	Velpar 75	46
4	Sencor	30
5	Harness	38
6	Harness Xtra	30
7	Krismat	38
8	Synerge	38
9	Pendimentalina genérica	46
10	Testigo (sin herbicida)	0

Como puede observarse, los tres tratamientos que llegaron a 46 días control de caminadora, considerando la cobertura (%), fueron el No. 2 (Prowl), el No. 3 (Velpar 75) y el No. 9 (Pendimentalina genérica). Valores bajos de días control se observaron en el tratamiento No. 1 (Combine), No. 4 (Sencor) y No. 6 (Harness Xtra), con 30 días control según cobertura de caminadora. En los demás, se observó un total de 38 días control considerando esta variable de respuesta.

Empleando los valores observados en los Cuadros No.23 y 24, se estableció un promedio de días control para cada tratamiento (considerando ya ambas variables de respuesta, cobertura y densidad), presentándose en el Cuadro No. 25, y el cual se empleó para el análisis de costo – días control , que puede observarse en el Cuadro No. 26 .

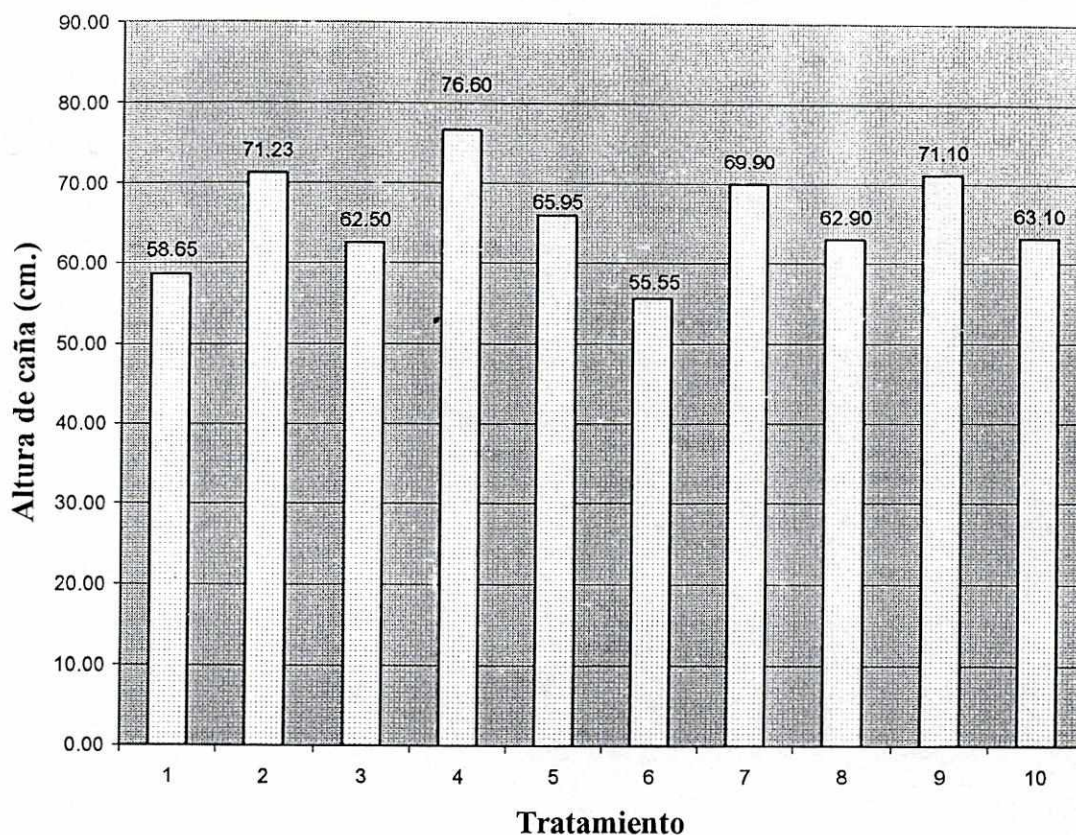
**Cuadro No. 25. Promedio de días control de caminadora por tratamiento**

<b>Trat.</b>	<b>Descripción</b>	<b>Días control considerando cobertura</b>
1	Combine	38
2	Prowl	46
3	Velpar 75	46
4	Sencor	30
5	Harness	42
6	Harness Xtra	38
7	Krismat	42
8	Synerge	38
9	Pendimentalina genérica	46
10	Testigo (sin herbicida)	0

Según el Cuadro No. 25, puede observarse que los tratamientos con mayor valor de días control fueron Prowl, Velpar 75 y la Pendimentalina Genérica, con 46 días control. El valor más bajo de días control lo presentó el tratamiento No. 4 (Sencor), mientras que en los demás tratamientos se observaron valores medios, de 42 días control para el tratamiento No. 5 y el No. 7 (Harness y Krismat, respectivamente), y de 38 días control para el resto de productos.

En la Gráfica No. 4 puede observarse la representación de los valores de medias de altura de caña (cms) por tratamiento a los 46 días después de aplicados los tratamientos.

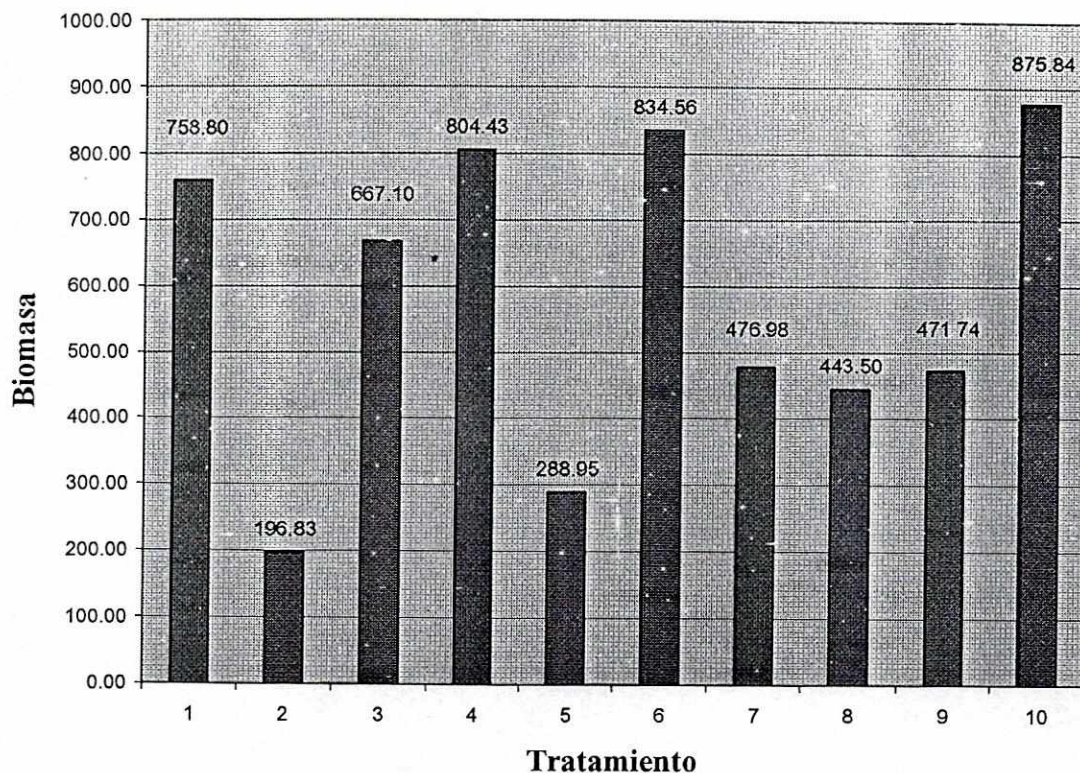
Gráfica No. 4 . Medias de altura de caña (cm) por Tratamiento a los 46 días



Puede observarse que el tratamiento No. 6 (Harness Xtra) presentó el valor de altura de caña más bajo, mientras que los tratamientos No. 4, No. 2 y No. 9 presentaron los valores más elevados de altura de caña (ver Cuadro No. 12). Se observa una diferencia de 21.05 cms entre el tratamiento que presentó mayor altura de caña (No. 4 – Sencor - ) y aquel en el que se obtuvo la lectura de menor medida ( No. 6 – Harness Xtra -). El testigo superó al tratamiento no. 6 en 7.55 cms y se mostró 13.5 cms. sobre el tratamiento No. 4 .

En la Gráfica No. 5 puede apreciarse la representación para los valores de medias de biomasa ( $g/m^2$ ) de caminadora a los 46 días después de aplicados los tratamientos.

**Gráfica No. 5. Medias de Biomasa ( $\text{g/m}^2$ ) de Caminadora por Tratamiento a los 46 días**



Resulta interesante observar la diferencia entre el Tratamiento No. 2 (Prowl) y el Tratamiento No. 10 (testigo); aún cuando el ANDEVA no reflejó diferencias significativas, puede observarse una marcada diferencia entre ambos tratamientos en cuanto a la biomasa de caminadora, por lo que se tomó una Prueba de medias de t-student, en el programa MSTAT, para comparar los valores de biomasa ( $\text{g/m}^2$ ) de las 4 repeticiones entre tratamientos, encontrando una diferencia real de medias entre el tratamiento No. 2 (Prowl) y el tratamiento No. 10 (testigo) – no así entre la varianza de estas medias – valor reportado en el ANDEVA de MSTAT -, así como entre el tratamiento No. 5 y el tratamiento No. 10 (testigo). Se tomó la misma prueba para los demás tratamientos vrs. el tratamiento testigo, pero no se encontró, aún mediante la prueba de medias de t-student, ninguna diferencia estadística. Se hizo similar prueba entre el tratamiento No. 2 (Prowl) y el No. 5 (Harness), encontrando que ambos se

comportaron similarmente para la variable de respuesta de biomasa. De esta forma, puede observarse que los tratamientos No. 2 y No. 5 resultaron más efectivos para el control de caminadora en comparación a los demás tratamientos.

Cabe mencionar que se elaboró la misma prueba de t – student para los valores de altura de caña, encontrando, nuevamente, que no hubo diferencia significativa entre los tratamientos para esta variable de respuesta, por lo que puede considerarse que todos los herbicidas aplicados son selectivos para su aplicación en el cultivo de caña de azúcar, bajo las condiciones dadas en esta investigación.

Empleando el Cuadro No. 25 y conociendo el valor en el mercado de los productos aplicados, se elaboró el Análisis económico de costo- días control, presentado en el Cuadro No. 26

**Cuadro No. 26 . Análisis costo - Días control por Tratamiento**

Trat	Producto	Dosis/Ha	Costo unitario (Q)	Costo dosis (Q/Ha)	Días control	Costo días control
1	Combine	3.0	199.75	599.25	38	15.77
2	Prowl	3.0	73.96	221.88	46	<b>4.82</b>
3	Velpar 75	1.0	280.35	280.35	46	6.09
4	Sencor	1.5	159.80	239.70	30	7.99
5	Harness	3.0	47.80	143.40	42	<b>3.41</b>
6	Harness Xtra	3.8	46.20	175.56	38	4.62
7	Krismat	2.0	128.56	257.12	42	6.12
8	Synerge	5.0	'-----	'-----	38	'-----
9	Pend. Genérica	3.0	57.00	171.00	46	<b>3.71</b>
10	Testigo	0.0	0.00	0.00	0	'-----

Según puede apreciarse en el Cuadro No. 26, el herbicida con menor costo días control es el Harness (Acetoclor – Q 3.41 / Ha / día -), seguido por la Pendimentalina Genérica ( Q 3.71 / Ha / día ) . El tratamiento No. 2, Prowl, presenta el tercer valor más bajo en costos, con Q 4.82 / Ha / día. Estos tres herbicidas preemergentes pueden ser

considerados como alternativas para el manejo de caminadora (*Rottboellia exaltata* L.), dadas las condiciones del área de estudio.

El tratamiento No. 1, Combine, presentó el valor más alto de costo días control, con Q 15.77 / Ha / día.

Es importante mencionar que, al momento de la investigación, el producto Synerge (tratamiento No. 8) se encontraba en reciente introducción en el mercado, por lo que aún no estaba establecido el precio por parte de la empresa distribuidora del mismo, dentro del mercado nacional y, de esta forma, no pudo ser adjuntado su análisis de costo – días control.

Considerando el valor bajo de costo de la aplicación del tratamiento No. 5 (Harness), y su efectividad respecto al control de caminadora, representada por el bajo valor de biomasa ( $\text{g/m}^2$ ) se considera como la mejor alternativa para el control de caminadora bajo las condiciones presentadas en esta investigación; así mismo, el tratamiento No. 2 (Prowl), que si bien es un poco más alto en costo que Harness (Q 1.41 arriba), pero presenta similar efecto en la biomasa de caminadora, es una excelente alternativa para el manejo de la maleza en plantaciones de caña, bajo las condiciones que en esta investigación se presentaron.

## IX. CONCLUSIONES

1. Los herbicidas preemergentes aplicados no presentan diferencias significativas sobre la densidad y cobertura de caminadora (*Rottboellia exaltata* L.) en caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) en estado plantilla.
2. Los herbicidas preemergentes evaluados tuvieron similar efecto sobre el desarrollo de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), medido a través de la altura de planta.
3. Existen diferencias estadísticas en el efecto preemergente de los nueve herbicidas comerciales aplicados sobre la biomasa ( $\text{g/m}^2$ ) de caminadora (*Rottboellia exaltata* L.)
4. La hipótesis de trabajo es aceptada; al menos uno de los herbicidas presenta diferencias en el control preemergente de caminadora (*Rottboellia exaltata* L.) en caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) en estado plantilla.
5. Las alternativas para el control químico en preemergencia de caminadora (*Rottboellia exaltata* L), bajo las condiciones de la presente investigación, las constituyen los herbicidas Harness, Prowl y la Pendimentalina genérica.
6. De las alternativas mencionadas anteriormente, la más recomendable es Harness, pues presenta el valor más bajo de costo – días control (Q 3.41 / Ha / día).

## X. RECOMENDACIONES

1. Para una futura investigación similar, preparar un protocolo con análisis no paramétrico de las variables de respuesta, en caso de posibles distribuciones no normalizadas de las mismas, que entorpezcan un ANDEVA, y puedan ocultar el verdadero efecto de los tratamientos.
2. Correlacionar valores de Biomasa de Caminadora y Biomasa de Caña de Azúcar al momento de la lectura final (a los 46 días), para encontrar posibles relaciones.
3. Ampliar el análisis del efecto de los herbicidas sobre el desarrollo de la caña de azúcar mediante una medición de clorosis en el follaje.
4. Ampliar el número de muestreos, por unidad experimental, de las variables de respuesta, previendo distribuciones muy variables de maleza dentro del área de la parcela neta a evaluar, aún cuando esta sea pequeña; esto, para mejorar la precisión de los resultados.
5. Ampliar el estudio elaborado en otros tipos de suelo (franco, franco arenoso, franco limoso, etc.) y en otras condiciones climáticas ( invierno, altura – msnm - , etc. ).
6. Elaborar estudios de mezclas en preemergencia y no solamente productos “simples” como fue en este caso, para analizar efectos en otras malezas (hojas anchas), bajo los lineamientos de la metodología seguida en esta investigación.
7. Evaluar los efectos de la aplicación de los herbicidas preemergentes empleados a nivel de cosecha (producción de caña – Ton / Ha – y rendimiento de azúcar – lbs / Ton de caña).

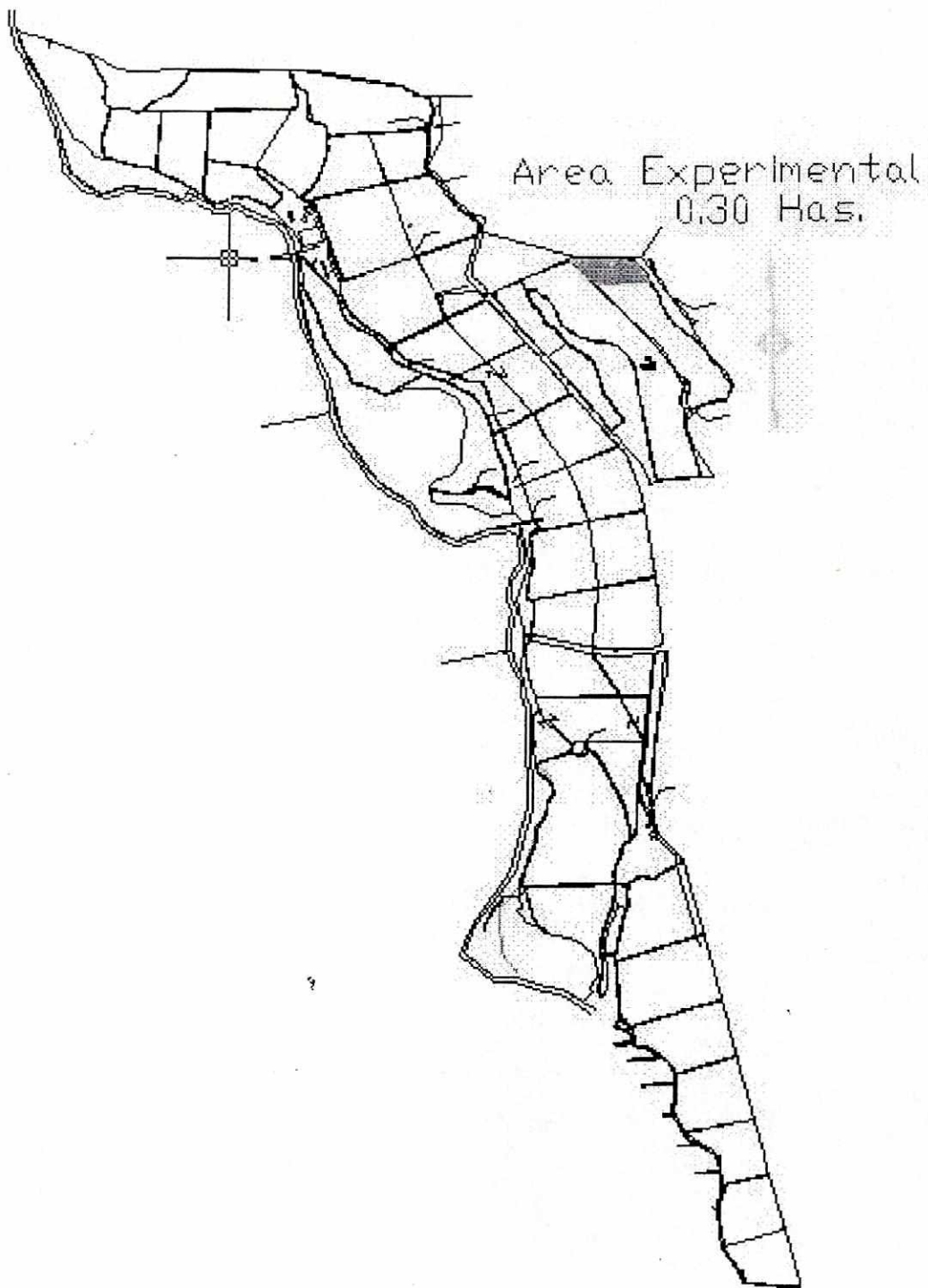
## XI. BIBLIOGRAFÍA

1. Buenaventura, C. et al. 1984. *Evaluación del Control Químico de la Caminadora (*Rottboellia exaltata*)*. En: Primer Congreso de la Sociedad Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar; Tomo I. Cali, Colombia. CENICANA. págs. 365 – 380
2. Furtick, W. Y R. Romanowski, 1971. *Manual de Métodos de Investigación de Maleza*. 1era. ed. en español. México, D.F. Centro Regional de Ayuda Técnica, 64 págs.
3. Garita, I. 2003. *Conferencia magistral: Herbicidas en Caña de Azúcar*. Grabación Digital. Escuintla, Guatemala. Cengicaña.
4. Heap, I. 2000. *International survey of herbicide-resistant weeds. Clasification of Herbicides by mode of action*. [www.weedscience.com](http://www.weedscience.com)
5. Leonardo, A. 1999. *La Caminadora (*Rottboellia cochinchinensis*) (Lour, Clayton) maleza problema en caña de azúcar*. Revista Agricultura, Año II ( 13 ): 19-22
6. Leonardo, A. 1998. *Manual para la Identificación y Manejo de las principales malezas de caña de azúcar en Guatemala*. Guatemala, Guatemala. Cengicaña, 131 págs.
7. Martínez, O. 1995. *Identificación y Clasificación de Malezas para la Elaboración de planes de manejo*. Guatemala, Guatemala. Cengicaña. 63 págs.
8. Montepeque, R. et al. 1995. *Evaluación de Simples y Mezclas de herbicidas para el control de caminadora (*Rottboellia cochinchinensis*) en caña soca*. Memoria Científica, Ingenio Pantaleón. págs. 114-117
9. Pabón P., H.A. 1984, *Modo de Acción y Disipación de algunos herbicidas usados en caña de azúcar*. En: Congreso de la Sociedad Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar ( 1, Cali, 1984). Memorias. Colombia, TECNICAÑA. págs. 421-428
10. Paz Chávez, M. 1989. *Determinación del período crítico de interferencia malezas-caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) en la unidad docente productiva Sabana Grande de Escuintla*. Tesis de Grado USAC. Guatemala, Guatemala. Facultad de Agronomía. 55 págs.
11. Pitty, A; y R. Muñoz. 1993. *Guía Práctica para el Manejo de Malezas*. Honduras. Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano. 229 págs

12. *Plantas nocivas y cómo combatirlas*. 1980. National Academy of Sciences. Vol 2. México, D.F. Editorial Limusa. 574 págs.
13. Recassens, J; y J. Conesa. 2001. *Identificación de Plántulas de malas hierbas. Monocotiledóneas*. En: Simposium Internacional: "Uso de Herbicidas en la Agricultura del Siglo XXI". Córdoba, Colombia. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Córdoba; págs. 133-139.
14. Reynozo, L. 2001. *Evaluación de 11 diferentes mezclas de Herbicidas para el control de caminadora en el cultivo de la caña de azúcar ; en renovación o plantía, en Finca Llimonçs, Ingenio Madre Tierra*. Tesis de Grado. USAC. Guatemala, Guatemala. Facultad de Agronomía. 32 págs.
15. Rodríguez, S. et al. 1988. *Plantas indeseables en el cultivo de la Caña de Azúcar*. Ciudad de la Habana, Cuba. Editorial Científico-Técnica, 196 págs.
16. Sanabria, W. 1994. *Evaluación de diferentes tratamientos para el control de Malezas en Caña de Azúcar (Saccharum officinarum)*. Tesis de Grado. USAC. Guatemala, Guatemala. Facultad de Agronomía. 59 págs.
17. Steel, R; Y J. Torrie. 1986. *Bioestadística: Principios y Procedimientos*. 2da. ed. México, D.F. Editorial Mc Graw- Hill. 622 págs.
18. Tasistro, A. 2000. *Métodos para evaluar efectividad en el control de malezas*. Revista Mexicana de la Ciencia de la Maleza. Número especial. México. Universidad Autónoma de Chapingo. págs. 25-35
19. Villegas, F; y J. Torres. 1994. *Evaluación de Herbicidas para el Control de Caminadora*. International Sugar Journal 96 ( 1143 ): 113-119

## XII. ANEXOS

### A. MAPA DE LA FINCA "MERCEDES" (ver Área Experimental)



## B. FOTOGRAFÍAS DEL PROYECTO

**Fotografía No. 1. Preparación de los herbicidas aplicados.**



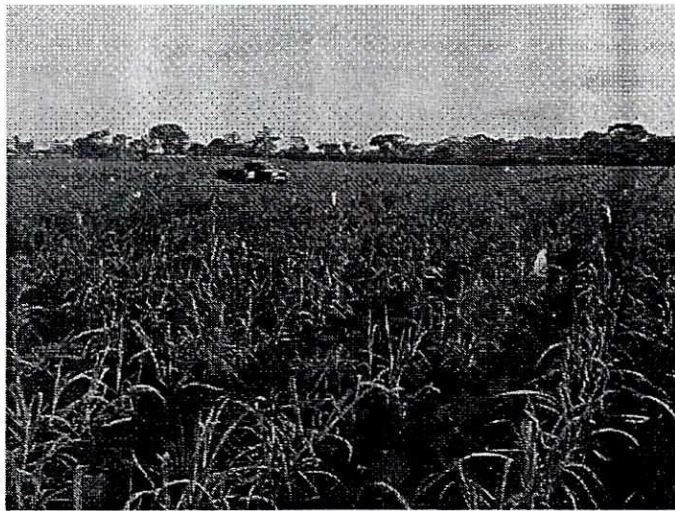
**Fotografía No. 2. Dirección en campo de los tratamientos aplicados dentro de las unidades experimentales.**



**Fotografía No. 3 Aplicación de los herbicidas.**



**Fotografía No. 4. Diseño de bloques completamente al azar en campo con las unidades experimentales separadas con banderillado.**



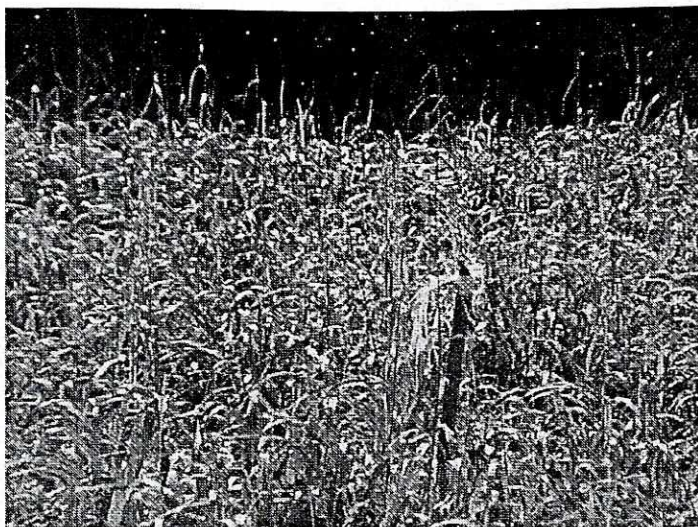
**Fotografía No. 5. Lectura de la densidad y cobertura de caminadora mediante el marco de 1 m<sup>2</sup>.**



**Fotografía No. 6. Suelo arcilloso del área experimental bajo estudio; tratamiento observado: Prowl en la tercera repetición a los 30 días.**



Fotografía No. 7. Caminadora (*Rottboellia exaltata* L.) a los 46 días en la unidad experimental conteniendo al testigo, en la cuarta repetición.



Fotografía No. 8. Lectura de la biomasa ( $\text{g/m}^2$ ) de caminadora (*Rottboellia exaltata* L.) utilizando una balanza de agujas.



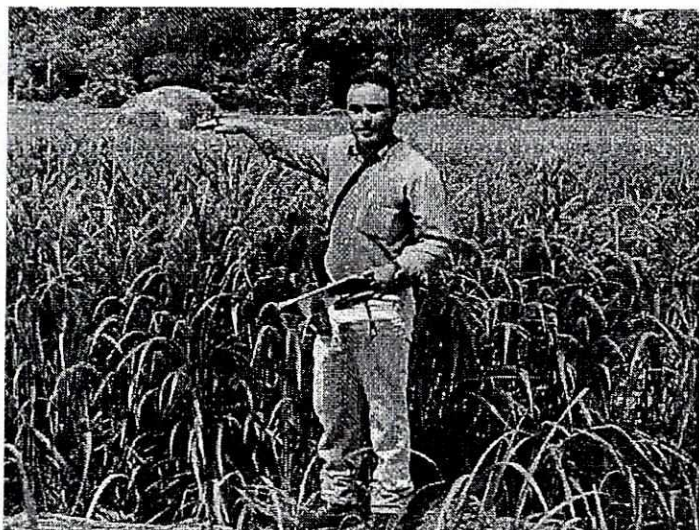
**Fotografía No. 9. Cosecha de la caminadora a los 46 días para la lectura de Biomasa.**



**Fotografía No. 10. Vista panorámica de la cosecha de caminadora dentro de la parcela neta para la lectura de biomasa ( 24 m<sup>2</sup>)**



**Fotografía No. 11. Crecimiento agresivo de caminadora (*Rottboellia exaltata* L.) en el extremo Este de la cuarta repetición, a los 46 días después de aplicados los herbicidas.**



**Fotografía No. 12. Medición de altura de caña (en cms) para evaluar el efecto de los herbicidas aplicados sobre el cultivo, a los 46 días.**



**Fotografía No. 13. Desarrollo de raíces detenido y ocasionado por el tratamiento No. 2 ( Prowl) a los 38 días después de aplicados los tratamientos.**

