

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA



EVALUACIÓN DEL EFECTO POST EMERGENTE DE LAS MOLÉCULAS INDAZIFLAM,
EN COMBINACIÓN CON METRIBUZIN, SOBRE *Rottboellia c.* EN EL CULTIVO DE
CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum o.*), DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN EL
DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AGRONÓMICO DE BAYER S.A., GUATEMALA,
C.A.

CARLOS AMAN LEAL GARCÍA

Guatemala mayo de 2015,

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA

EVALUACIÓN DEL EFECTO POST EMERGENTE DE LAS MOLÉCULAS INDAZIFLAM
EN COMBINACIÓN CON METRIBUZIN, SOBRE *Rottboellia* c. EN EL CULTIVO DE
CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum o.*), DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN EL
DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AGRONÓMICO DE BAYER S.A., GUATEMALA,
C.A.

PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE
AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.

POR

CARLOS AMAN LEAL GARCÍA

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO INGENIERO AGRÓNOMO

EN

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

EN EL GRADO ACADÉMICO DE

LICENCIADO

Guatemala mayo de 2015,

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

RECTOR
DR. CARLOS GUILLERMO ALVARADO CEREZO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO	Dr. Ariel Abdermán Ortíz López
VOCAL PRIMERO	Dr. Ariel Abdermán Ortíz López
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. Cesar Lineo García
VOCAL TERCERO	Ing. Agr. Msc. Erberto Raúl Alfaro Ortíz
VOCAL CUARTO	P. Agrónomo Josué Benjamín Boche López
VOCAL QUINTO	Br. Sergio Alexander Soto Estrada
SECRETARIO	Dr. Mynor Raúl Otzoy Rosales

GUATEMALA MAYO DE 2015

Guatemala 3 de mayo de 2015

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

Honorable miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter vuestra consideración, el trabajo de Graduación realizado en, el Departamento de Desarrollo Agronómico de Bayer S.A., como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

Esperando que el mismo llene los requisitos necesarios para su aprobación, me es grato suscribirme,

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS “

CARLOS AMAN LEAL GARCIA

ACTO QUE DEDICO

A DIOS:

A nuestro creador por haber permitido que culminase esta meta, que sin su voluntad esto no hubiera sido posible.

A MIS PADRES:

Carlos Leonel Leal Sierra y Verónica Patricia García de Leal, que han sido, son y serán un motor fundamental en mi vida, que siempre me han apoyado y han estado presentes para mi persona gracias infinitamente todo mi amor para Uds.

MIS HERMANAS:

Leonela María Leal García y Elsa Verónica Leal García

Personas que llenan de alegría mi vida, que siempre han sido un gran apoyo en mi vida, mi vida de estudiante no fue la excepción, gracias por toda su ayuda, las amo.

A MIS ABUELOS:

Carlos Augusto García Porras (Q.E.P.D) y Elena Natividad Sagastume Nova (Q.E.P.D) abuelos maternos que hubiera deseado con toda mi alma estuviesen acá presentes, y a Amán Leal Bonilla persona que me llamó ingeniero desde un principio, gracias por creer en mí, y a Elsa Ofelia Sierra Mendoza de Leal, gracias abuelita por toda su ayuda en la vida y durante mi EPS.

TRABAJO DE GRADUACIÓN QUE DEDICO

A:

Guatemala, amada patria que me viste nacer, de suelos tan fértiles y recursos preciosos gracias por darnos tanto.

Universidad de San Carlos de Guatemala, a la tricentenaria universidad que me dio la oportunidad de formarme como profesional.

Facultad de Agronomía, entidad académica que me aportó los conocimientos para formarme como profesional.

A mis adorados primos que a pesar de que no tuve la oportunidad de escogerlos, Dios me los mandó bastante aceptables, gracias por siempre brindar alegría a mi vida.

A mis tíos y tías, que siempre me han apoyado y muchas veces ejercen el papel de padres, infinitas gracias, en especial a Patricia Mendoza (Q.E.P.D) un beso hasta el cielo.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por ser tan bueno y misericordioso conmigo, gracias Padre por darme aliento en los momentos más duros.

Al Ing. Agr. Carlos Chivichón por abrirme las puertas a la empresa Bayer S.A.

Al Ing. Agr. Josué Hidalgo, por ayudarme a formarme como profesional y abrirme las puertas del departamento de Desarrollo Agronómico de Bayer S.A.

Al Ing. Agr. Juan René Santizo, por su apoyo durante mi Ejercicio Profesional Supervisado y mi formación como profesional.

Mi supervisor

Al Ing. Agr. Wenner Ochoa por su orientación para culminar esta meta.

Mi asesor

Al Ing. Agr. Manuel Martínez, gracias por su asesoramiento y por compartir sus valiosos conocimientos conmigo.

A la empresa Bayer S.A. por darme la oportunidad de iniciarme como profesional.

A mis amigos: Guillermo Pimentel, Luis Figueroa, Fernando Hernández, Luis López, Diego Franco, Mario Ramírez, Alejandro Arrecís, Andrea Grajeda, Mariann Batres, Fernando Barrillas, Eduardo Bardales.

Índice General

Contenido

	Página
1 CAPÍTULO I.....	1
1.1 PRESENTACION	2
1.2 MARCO REFERENCIAL	3
1.2.1 Ecología	3
1.3 Objetivos	4
1.3.1 Generales.....	4
1.3.2 Específicos	4
1.4 METODOLOGÍA.....	5
1.4.1 Fase de Campo.....	5
1.4.2 Fase de Gabinete.....	6
1.5 RESULTADOS	7
1.5.1 Historia	7
1.5.2 Datos Obtenidos.....	7
1.5.3 Especies diagnosticadas como malezas en caña de azúcar, y plagas del suelo en maíz.....	8
1.5.4 Principales problemáticas encontradas en el área productiva de caña de azúcar....	11
1.5.5 Principales problemáticas encontradas en el área productiva de maíz	11
1.5.6 Árbol de problemas	12
1.5.7 Análisis de la problemática	12
1.5.8 Jerarquización de problemas.....	13
1.5.9 Problemática Priorizada.....	14
1.6 Conclusiones y Recomendaciones	15
1.7 Bibliografía	16
2 CAPÍTULO II.....	17
2.1 Presentación.....	18
2.2 Definición del problema	20
2.3 Marco Teórico.....	21
2.3.1 Caña de azúcar	21
2.3.2 Generalidades	21
2.3.3 Clasificación Taxonómica	21

2.3.4	Morfología	22
2.3.5	Exigencias hídricas de temperatura y suelo.....	24
2.3.6	Malezas en caña de Azúcar	25
2.3.7	Periodo crítico de competencia.....	25
2.3.8	Daños causados por las malezas	26
2.3.9	Principales malezas en la zona cañera de Guatemala.....	27
2.3.10	Características de <i>Rottboellia cochinchinensis</i>	29
2.3.11	Sistemática.....	29
2.3.12	Origen y distribución geográfica	29
2.3.13	Características fisiológicas y morfológicas.....	30
2.3.14	Clasificación de los herbicidas.....	32
2.3.15	Clasificación basada en el modo y mecanismo de acción	33
2.3.16	Modo de acción	33
2.3.17	Mecanismo de acción.....	33
2.3.18	Descripción de herbicidas evaluados.....	34
2.4	Marco referencial.....	35
2.4.1	Ecología	35
2.4.2	Condiciones Climáticas	36
2.4.3	Suelos Molisoles.....	36
2.4.4	Zona de Vida	36
2.5	Hipótesis.....	38
2.6	OBJETIVOS	38
2.6.1	GENERAL	38
2.6.2	ESPECÍFICOS	38
2.7	Metodología.....	39
2.7.1	Descripción de los tratamientos.....	39
2.8	Descripción de los tratamientos	41
2.8.1	Diseño Experimental	42
2.8.2	Establecimiento de la investigación	42
2.8.3	Unidad Experimental	43
2.8.4	Aplicación de los tratamientos	44
2.8.5	Manejo del experimento	45
2.8.6	Levantamiento de datos	45

2.8.7	Variables respuesta.....	46
2.8.8	Número de plantas.....	47
2.8.9	Fito toxicidad.....	47
2.8.10	Análisis de la información.....	47
2.9	Resultados y Discusión.....	48
2.9.1	Resultados de <i>Rottboellia cochinchinensis</i>	48
2.9.2	Discusión de resultados.....	49
2.9.3	Análisis de Varianza para maleza <i>Rottboellia cochinchinensis</i>	51
2.9.4	Prueba de Tukey para <i>Rottboellia cochinchinensis</i>	53
2.9.5	Resultados de fito toxicidad presentados por el cultivo de caña de azúcar.....	55
2.10	Conclusiones.....	58
2.11	Recomendaciones.....	59
2.12	Bibliografía.....	60
2.13	Anexos.....	62
3	CAPÍTULO III.....	63
3.1	PRESENTACIÓN.....	64
3.2	EVALUACIÓN DE PONCHO SUPER 54.0 FS Y PONCHO VOTIVO 60 FS.....	65
3.2.1	Objetivos.....	65
3.3	Marco Referencial.....	66
3.4	Metodología.....	66
3.4.1	Establecimiento del ensayo.....	66
3.4.2	Aplicación de los tratamientos.....	66
3.4.3	Manejo del experimento.....	67
3.4.4	Levantamiento de datos.....	67
3.4.5	Diseño Experimental.....	69
3.5	Resultados.....	70
3.5.1	Discusión.....	71
3.5.2	Porcentaje de germinación de los tratamientos.....	71
3.5.3	Altura de los tratamientos.....	73
3.5.4	Datos de supervivencia de plantas a la hora del muestreo final de cosecha.....	74
3.5.5	Datos finales de cosecha, comparador entre tratamientos.....	75
3.5.6	Análisis de varianza para datos de cosecha de maíz en el ensayo.....	77
3.6	Conclusiones.....	79

3.7	Evaluación.....	80
3.8	Bibliografía	81
3.9	Anexos	81

Índice de cuadros

	Página
Cuadro 1. Especies catalogadas como malezas en finca Velasquez, La Democracia Escuintla.....	10
Cuadro 2. Especies de insectos considerados plagas del suelo en maíz.	10
Cuadro 3. Principales malezas, según su orden de importancia en la agroindustria azucarera de Guatemala.	28
Cuadro 4. Descripción de los tratamientos utilizados.....	41
Cuadro 5. Descripción de los muestreos que se realizaron en la investigación.....	46
Cuadro 6. Escala de Fito toxicidad, departamento de Desarrollo, Bayer Crop Science.....	47
Cuadro 7. Análisis de varianza para <i>Rottboellia cochinchinensis</i>	52
Cuadro 8. Resultados de la prueba de Tukey.....	53
Cuadro 9. Descripción de los muestreos.....	67
Cuadro 10. Descripción de los tratamientos utilizados.....	68
Cuadro 11. Análisis de varianza sobre los datos de cosecha obtenidos.....	78

Índice de Figuras

	Página
Figura 1. Maleza <i>Rottboellia cochinchinensis</i> interfiriendo con el crecimiento de la caña de azúcar.	9
Figura 2. Especímenes del genero <i>Phyllophaga</i> , que se encontraban en la zona radicular de las plantas.....	9
Figura 3. Árbol de problemas, de las causas y consecuencias de la aparición de malezas en caña de azúcar.....	12
Figura 4. Planta de Caña de azúcar, en estado de floración.....	23
Figura 5. Mapa de Finca Velásquez, La Democracia, Escuintla.	37
Figura 6. Plantas de <i>Rottboellia</i> recostadas sobre el suelo, por poda de raíz a causa de indaziflam.	40
Figura 7. Croquis de las unidades experimentales.....	43
Figura 8. Delimitación de metro cuadrado, utilizado en cada unidad experimental.....	44
Figura 9. Dinámica poblacional de <i>Rottboellia cochinchinensis</i> , durante el ensayo establecido.....	48
Figura 10. Daño ocasionado en las hojas de <i>Rottboellia</i> , por la molécula metribuzin.....	49
Figura 11. Resultados de la Fito toxicidad presentada por la caña de azúcar.....	55
Figura 12. Comparador, planta de caña perteneciente al tratamiento de testigo absoluto.....	56
Figura 13. Planta aplicada con la dosis más alta de metribuzin e indaziflam, sin síntomas de Fito toxicidad.....	56
Figura 14. <i>Rottboellia cochinchinensis</i> con dos hojas formadas.....	62

Figura 15. <i>Rottboellia cochinchinensis</i> con cuatro hojas formadas.....	62
Figura 16. Dinámica poblacional de <i>Phyllophaga spp.</i> Durante los primeros 18 días del ensayo. ...	70
Figura 17. Gráfica del porcentaje de germinación de los tratamientos.	72
Figura 18. Gráfica comparadora de alturas entre tratamientos.	73
Figura 19. Dato de supervivencia de plantas, al momento de la cosecha.....	75
Figura 20. Comparador de datos de cosecha y % relativo.	76
Figura 21. parcela de testigo absoluto.	81
Figura 22. Síntoma de planta con presencia de <i>Phyllophaga spp.</i>	82
Figura 23. Muestras de <i>Phyllophaga spp.</i> en el suelo.....	83
Figura 24. Especímen de <i>Phyllophaga spp.</i> Alimentándose de raíz.....	84

EVALUACIÓN DEL EFECTO POST EMERGENTE DE LAS MOLÉCULAS INDAZIFLAM, EN COMBINACIÓN CON METRIBUZIN, SOBRE *Rottboellia cochinchinensis*. EN EL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum officinarum*.), DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN EL DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AGRONÓMICO DE BAYER S.A., GUATEMALA, C.A.

RESUMEN

El Ejercicio Profesional Supervisado, para optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, fue realizado en la empresa Bayer S.A. en el departamento de Desarrollo Agronómico de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) y maíz (*Zea mays*), dos importantes cultivos en nuestro país. Se realizó un diagnóstico de los problemas de actualidad en la zona de la costa sur de la república, seguido de una investigación que buscaba solucionar problemas diagnosticados, como también servicios aportados hacia la entidad Bayer S.A.

La caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) es un cultivo de mucha importancia en nuestro país, contando con un aproximado de 280,000 hectáreas cultivadas según CENGICAÑA, así mismo aportando a la exportaciones agrícolas poco más del 30 %, siendo uno de los sectores agroindustriales de mayor aporte.

Como todo sistema productivo cuenta con limitantes para su plena producción, uno de ellos y para algunos el más importante es el tema de la flora espontánea o malezas. Las que según Labrada (1995), son aquellas plantas que interfieren con la actividad humana en áreas cultivables y no cultivables, por lo que cualquier especie puede ser catalogada como una maleza. En la actualidad este sector agroindustrial cataloga a la caminadora (*Rottboellia cochinchinensis*) como la principal maleza, cuando se habla de gramíneas. Esta exitosa maleza debe su éxito a su fácil dispersión y a su rápido crecimiento. Al ser de rápido crecimiento, contrario al crecimiento de la caña de azúcar, en los primeros meses compite con el cultivo, aprovechando luz, nutrientes, agua e incluso es hospedera de plagas y enfermedades por mencionar algunos problemas, que esta maleza trae.

Para su control es necesaria la utilización de herbicidas post emergentes y dosis altas debido a que resulta ser difícil eliminar, así mismo se aplican herbicidas pre emergentes. Los cuales buscan eliminar la germinación de nuevas generaciones, activándose en el suelo y son absorbidos por el sistema radicular. En muchos casos, para asegurar el control de forma pre y post emergencia se utilizan mezclas de tanque de varios productos con diferentes moléculas.

El presente documento muestra un diagnóstico de la comunidad de malezas de un área que se dedica a esta producción, en el departamento de Escuintla, Guatemala. Se concluyó sobre el principal problema, la planta denominada como maleza para ese cultivo *Rottboellia cochinchinensis*.

Se realizó una investigación que constó de la evaluación de las moléculas indaziflam en combinación con metribuzin para el control post emergente y pre emergente de esta importante maleza y la evaluación de dos estados fenológicos de la *Rottboellia cochinchinensis* frente a las moléculas. Los resultados encontraron un efecto post emergente de ambas moléculas sobre la maleza, los cuales marcaron una diferencia estadísticamente significativa respecto al testigo absoluto, dichos resultados permitieron observar el comportamiento de la maleza frente a estas moléculas a través de una gráfica de dinámica poblacional de la *Rottboellia cochinchinensis* después de haber sido aplicada con los tratamientos.

El otro cultivo con que se trabajó durante el ejercicio fue el maíz (*Zea mays*.), importante cultivo en el país, al ser el que más área de siembra o producción abarca a nivel nacional. Aquí también se realizó parte del diagnóstico. En dicho diagnóstico se identificó la problemática de un área de producción de maíz. Siendo el principal problema en ese sector el tema de plagas del suelo, contando con una considerable incidencia de *Phyllophaga spp.* alimentándose de las raíces del cultivo, esto se realizó también en el departamento de Escuintla, posterior a esto se realizó un servicio para la entidad Bayer S.A. que consistió en la evaluación de diferentes moléculas con acción insecticida para el control de *Phyllophaga spp.* se determinó como incidía cada molécula en la producción final, pese a no contar con diferencias significativas la investigación.

1 CAPÍTULO I

DIAGNÓSTICO DE LA COMUNIDAD DE MALEZAS EN LA ADMINISTRACIÓN VELÁSQUEZ, DE INGENIO MAGDALENA, LA DEMOCRACIA ESCUINTLA, EN EL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum officinarum.*), ASÍ COMO LA METODOLOGÍA DE PRODUCCIÓN DE CULTIVO DE MAÍZ (*Zea. Mays.*), EN EL ÁREA DE ALDEA EL SOCORRO, SANTA LUCÍA COTZUMALGUAPA ESCUINTLA.



1.1 PRESENTACION

El departamento de Desarrollo Agronómico de la empresa Bayer S.A. es el encargado de validar la acción de las moléculas que Bayer tiene interés en comercializar. Esta labor se realiza para los diferentes cultivos que en nuestro país existe. El presente documento de diagnóstico se enfoca en dos de los cultivos más importantes en la actualidad en la república: caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) y maíz (*Zea mays*).

La industria Azucarera, juega un papel importante en la economía nacional del país, así como en el comercio exterior del país. Sin embargo, su sistema productivo cuenta con varios factores que la afectan, uno de ellos es las malezas, las cuales según Labrada, R. (1996) son aquellas plantas que interfieren con la actividad humana en áreas cultivables y no cultivables.

Las especies de plantas consideradas malezas en el cultivo de caña de azúcar son un tema que debe considerarse como principal en este tipo de producción, ya que como consecuencia de la aparición de éstas se obtiene una reducción en la calidad y cantidad de las cosechas. El diagnóstico sobre este tema en este cultivo se realizó en la Finca Velásquez, propiedad del Ingenio Magdalena, entidad que colabora con las diferentes investigaciones que Bayer realiza.

Por otra parte se encuentra el maíz el cual es principal cultivo anual en Guatemala, según datos del Ministerio de Agricultura Ganadería y alimentación. El mismo también cuenta con varios factores que limitan su producción, uno de ellos las plagas del suelo. Estas afectan en los primeros días de vida del cultivo, situación que se traduce a considerables pérdidas de cosecha, en el futuro. El diagnóstico sobre este tema fue realizado en la finca "Reyes" ubicada en el departamento de Escuintla, propiedad de un productor individual, que se dedica a la producción de maíz.

1.2 MARCO REFERENCIAL

La finca "Velásquez" pertenece a la zona administrativa, que lleva el mismo nombre, propiedad del ingenio Magdalena, dicha finca cuenta con 971.51 hectáreas de extensión territorial, esta se encuentra ubicada geográficamente en el municipio de la Democracia, situada al Sur-Oeste del departamento de Escuintla, a 105 kilómetros de la ciudad capital. La finca se encuentra localizada a una altura de 48 metros sobre el nivel del mar, lo que la ubica en el estrato bajo de la zona cañera, la investigación se realizó en las siguientes coordenadas, latitud Norte $14^{\circ}12'1''$ y longitud oeste $91^{\circ}1'4''$ (Solórzano, 2004).

1.2.1 Ecología

De acuerdo a la clasificación ecológica de Holdridge, se encuentra dentro de la zona de vida subtropical cálida. Está caracterizada por una precipitación que va de 2000 a 4000 mm. Anuales y una temperatura mayor a los 24°C . Está ubicada naturalmente en la cuenca del río Achiguate de la vertiente del Pacífico, La fisiografía predominante es de gran paisaje, perteneciente a las llanuras costeras del Pacífico (Solórzano, 2004).

Por su parte la finca "Reyes", propiedad del productor José Antonio Reyes se encuentra ubicada en el Km. 100 Carretera a Cerro Colorado, Aldea el Socorro, Santa Lucía Cotzumalguapa, Depto. de Escuintla en las coordenadas $14^{\circ}14'37''$ y $91^{\circ}4'44''$ a 160 msnm.. Esta entidad productiva cuenta con una extensión de 45 hectáreas, de las cuales 35 de ellas se utilizan para la producción de maíz.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Generales

Determinar la principal maleza, en el cultivo de caña de azúcar para ese sector y realizar una propuesta para la solución, así mismo determinar las especies de plagas del suelo que se encuentran perjudicando el desarrollo del cultivo de maíz en el área para encontrar una solución al problema.

1.3.2 Específicos

- A. Enumerar las principales especies de plantas catalogadas como malezas que interfieren con el cultivo de caña de azúcar en la finca Velásquez, La Democracia Escuintla.
- B. Realizar recomendaciones, para la solución de los problemas diagnosticados en el tema de malezas en caña de azúcar.
- C. Conocer la metodología utilizada en Finca “Reyes” en Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla, para el control de plagas del suelo en la producción de maíz blanco.
- D. Determinar la incidencia de *Phyllophaga spp.* Sobre el cultivo de maíz.
- E. Realizar recomendaciones, para la solución de los problemas diagnosticados en el tema de plagas del suelo en maíz.

1.4 METODOLOGÍA

El diagnóstico acerca de las malezas que afectan la producción de la caña de azúcar, y las plagas del suelo presentes en la producción de maíz, en el área de Escuintla se llevó a cabo empleando una metodología la cual está comprendida de los siguientes pasos:

1.4.1 Fase de Campo

Se llevó a cabo la recopilación de información primaria por medio de cuestionamientos hacia los profesionales de la empresa Bayer S.A. del área de Desarrollo Agronómico, Juan René Santizo y Josué Hidalgo encargados de velar por el buen funcionamiento de los productos de la empresa en el tema de combate de malezas en el cultivo de caña de azúcar, ellos proporcionaron información valiosa acerca de las principales especies, la fisiología de las mismas así como los métodos de control que se pueden utilizar. También se obtuvo información en visitas de campo a la finca Velásquez, La Democracia Escuintla. El responsable de la finca, Danilo Villalta estuvo en disposición de realizar recorridos por la finca donde detenidamente relató las malezas que interferían con el cultivo a su cargo, y concluyó de cual consideraba principal y por qué, se tuvo la oportunidad para tomar fotografías de las mismas

De la misma manera las personas ya mencionadas del equipo de Desarrollo Agronómico de Bayer brindaron información acerca del tema de plagas del suelo, y también se realizó una visita a Finca Reyes, donde su propietario y encargado el señor José Reyes, estuvo en plena disposición de brindar información acerca del problema de plagas del suelo que su entidad productiva contaba, donde se permitió muestrear plantas con síntomas, y se determinó la incidencia de las plagas del suelo, esto con la ventaja de que el cultivo para ese entonces estaba por ser destruido, se procedió a realizar un muestreo de la parte de raíces de 150 plantas y se generó un dato, también se tuvo la oportunidad de tomar fotografías. El propietario brindó información de antecedentes de la unidad productiva y posteriormente permitió realizar servicios para las soluciones.

1.4.2 Fase de Gabinete

Se obtuvo información a través de los documentos e informes de trabajos realizados por Bayer S.A. en el cultivo de caña y de maíz, así como bibliotecas virtuales de entidades dedicadas a la investigación, como el caso de CENGICAÑA (Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar, GT), donde se recopiló información acerca de las malezas en el cultivo de caña de azúcar para nuestro país, así mismo un manual de manejo de malezas escrito por Rafael Labrada (1996), donde identifica las consecuencias que las malezas traen al interferir con el cultivo, y también una investigación realizada en Bayer por Héctor Solórzano en 2004 donde en la zona se realiza la evaluación del efecto herbicida pre emergente de indaziflam, los documentos descritos fueron de gran ayuda para la identificación de los problemas diagnosticados, ya que contenían información que incluían, el problema de las malezas en cultivos, las malezas en el cultivo de caña de azúcar en la zona de producción de Guatemala y un una investigación de un método de control de las mismas. En el cultivo de maíz a través de documentos publicados por el CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza) se logró identificar una relación entre los antecedentes que el productor del ente productivo proporciona y de un manejo integrado que esta entidad sugiere para el control de plagas del suelo.

1.5 RESULTADOS

1.5.1 Historia

La caña de azúcar ha experimentado un aumento en su productividad en los últimos años en Guatemala al ser un cultivo de tanta importancia para la economía nacional cuenta con numerosos estudios que logran optimizar su producción y que han permitido colocar al país como un fuerte productor a nivel mundial de caña de azúcar.

El Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña, fue creado por la asociación de azucareros desde el año 1992 la entidad ha dado soporte tecnológico a la producción de la caña, a su vez a realizado numerosos estudios para el tema de malezas, contando con manuales de herbicidas así como catálogos de malezas, esto ha permitido mejorar las condiciones del cultivo respecto al tema de malezas. Por su parte Bayer S.A. ha realizado numerosos ensayos probando nuevas moléculas, para el control de malezas, ensayos que han permitido indagar bastante acerca del tema de control de malezas.

El maíz es un cultivo fundamental para nuestro país, debido a esto se encuentra el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola encargado de los mejoramientos en el mismo, para la protección de semillas, sin embargo Bayer S.A. una entidad privada juega un papel fundamental en nuestro país ofreciendo diferentes productos que logran proteger las semillas. Bayer se encuentra en la constante realización de investigaciones que permite innovar el tema de protección de semillas en maíz.

1.5.2 Datos Obtenidos

Las labores y metodologías que se utilizan en esta entidad productiva propiedad del Ingenio Magdalena se limita a aplicaciones de herbicidas para el control de malezas, con técnicas que a través de la experimentación han permitido establecer que productos se adecuan de mejor manera a cada especie catalogada como maleza, algo que ha conducido a los productores a utilizar mezclas para lograr un control, cosa que en la finca Velásquez sucede donde para el exitoso control de las malezas se utiliza una mezcla a

base de cuatro productos químicos con el fin de un control post emergente y pre emergente, se realizan mezclas con moléculas bastante antiguas que se encuentran cercanas a desaparecer del mercado debido a restricciones ambientales, como por ejemplo el 2-4 D (**ácido 2,4-diclorofenoxiacético**). El cual hizo su aparición años después de la segunda guerra mundial (Reyes, 2007), un producto que está sufriendo presión de diferentes organizaciones por sacarlo del mercado por sus efectos nocivos a la salud, en Canadá por ejemplo es un producto que ya no está a la venta para el cuidado de jardines, por sus considerables efectos a la salud, así mismo se utilizan otros productos, sin embargo el 2-4 D juega un papel importante para los productores, y en su momento ya no podrán recurrir a él si las restricciones llegan a todas las partes del mundo.

Para el caso del cultivo de maíz y su metodología para la protección de semillas también se realiza con un producto a base únicamente de Thiodicarb conocido como Semevin, este producto ofrece a los productores protegerlos de plagas del suelo.

1.5.3 Especies diagnosticadas como malezas en caña de azúcar, y plagas del suelo en maíz

Al realizar visitas de campo se generó información acerca de los dos temas que el diagnóstico persigue -malezas en caña de azúcar y plagas del suelo en maíz-, a continuación se encuentran las especies que fueron encontradas en cada ente productivo afectando las distintas producciones, luego de esta visita de campo se recurrió a la revisión de literatura para realizar comparaciones de las especies diagnosticadas.

Para el cultivo de caña de azúcar y el tema de malezas fueron varias las especies que se encontraron, esto en un recorrido por las diferentes investigaciones que Bayer ahí tenía instaladas para ese entonces, en todas las investigaciones se encontró un denominador común, la maleza que más incidencia aportaba fue la denominada caminadora (*Rottboellia cochinchinensis*)-Figura 1-. Maleza que ha afectado a este cultivo por muchos años, es una maleza exótica puesto a que no es nativa de nuestro país, es bastante agresiva en los primeros días de vida de la caña debido a que el crecimiento del cultivo es lento y el de la caminadora rápido, aprovechando los nutrientes, agua luz y demás factores benéficos que son para el cultivo.



Figura 1. Maleza *Rottboellia cochinchinensis* interfiriendo con el crecimiento de la caña de azúcar.

Fuente: Propia

Para el cultivo de maíz se realizó un recorrido por la finca donde era evidente un problema radicular en las plantas, esto a causa de la presencia de plagas del suelo, la plaga que fue encontrada dando este problema fue *Phyllophaga spp.* La cual se alimenta de las raíces del cultivo agotando los recursos de cada planta. La figura 2 muestra especímenes de la plaga, recolectados durante un muestreo.



Figura 2. Especímenes del genero *Phyllophaga*, que se encontraban en la zona radicular de las plantas.

Fuente: Propia

A continuación se enlistan las especies encontradas en cada ente productivo causando daño (cuadros 1 y 2).

Cuadro 1. Especies catalogadas como malezas en finca Velasquez, La Democracia Escuintla.

Nombre Común	Nombre Científico
Verdolaga verdaera	<i>Portulaca oleracea</i>
Pascuilla	<i>Euphorphia heterophita</i>
Bermuda	<i>Cynodon dactylon</i>
Coyolillo	<i>Cyperus rotundus</i>
Caminadora	<i>Rottboellia cochinchinensis</i>
Verdolaga verdadera	<i>Trianthema portulacastrum</i>
Cola de zorra	<i>Leptocloa philiphormis</i>
Golondrina Blanca	<i>Richardia scabra</i>
Zacate Pitillo	<i>Ixophorus unisetus</i>
Hierba Golondrina	<i>Euphorphia Maculata</i>
Malanga	<i>Phylodendrum sp.</i>
Campanilla	<i>Ipomoea sp.</i>

Fuente: Elaboración propia, con información de visitas a campo.

Cuadro 2. Especies de insectos considerados plagas del suelo en maíz.

Nombre común	Nombre científico
Gusano de alambre	<i>Agriotis spp.</i>
Gallina ciega	<i>Phyllophaga spp.</i>

Fuente: Elaboración propia, con información de visitas a campo

1.5.4 Principales problemáticas encontradas en el área productiva de caña de azúcar

- A. La aparición de malezas en las áreas con caña de azúcar las cuales al encontrar condiciones adecuadas, logran desarrollarse creando competencias por diferentes factores con la planta de interés.
- B. La diversidad de especies consideradas como malezas que aparecen, teniendo un comportamiento diferente en cada sector de la finca.
- C. La disminución de la producción, hasta en un 80 % si no se realiza un control de malezas según Labrada (1995).
- D. La utilización de diversidad de productos en una misma solución para buscar el control de malezas en caña de azúcar.
- E. El escape de control que existe por parte de los herbicidas a especies como *Rottboellia cochinchinensis*, *Cyperus rotundus*, *Ipomoea spp.*, características que las permiten catalogarse como las principales en el sector agroindustrial.

1.5.5 Principales problemáticas encontradas en el área productiva de maíz

- A. En maíz la utilización de productos para la protección de semilla, que cuentan únicamente con acciones insecticidas y que a su vez han perdido eficacia.
- B. Las plagas del suelo que afectan el cultivo de maíz tales como especies de *Phyllophaga spp.* que en estado de larva produce daños a este cultivo las cuales tienen la capacidad de destruir una planta entera cada una, y por ende disminuir considerablemente las producciones.
- C. El daño que ocasionan insectos en los primeros días de germinado el cultivo.
- D. La falta de labranza- oxigenación del suelo- que incrementa poblaciones de *Phyllophaga spp.*

1.5.6 Árbol de problemas

La figura 3 muestra un árbol de problemas de las causas del problema de aparición de malezas así como sus consecuencias.

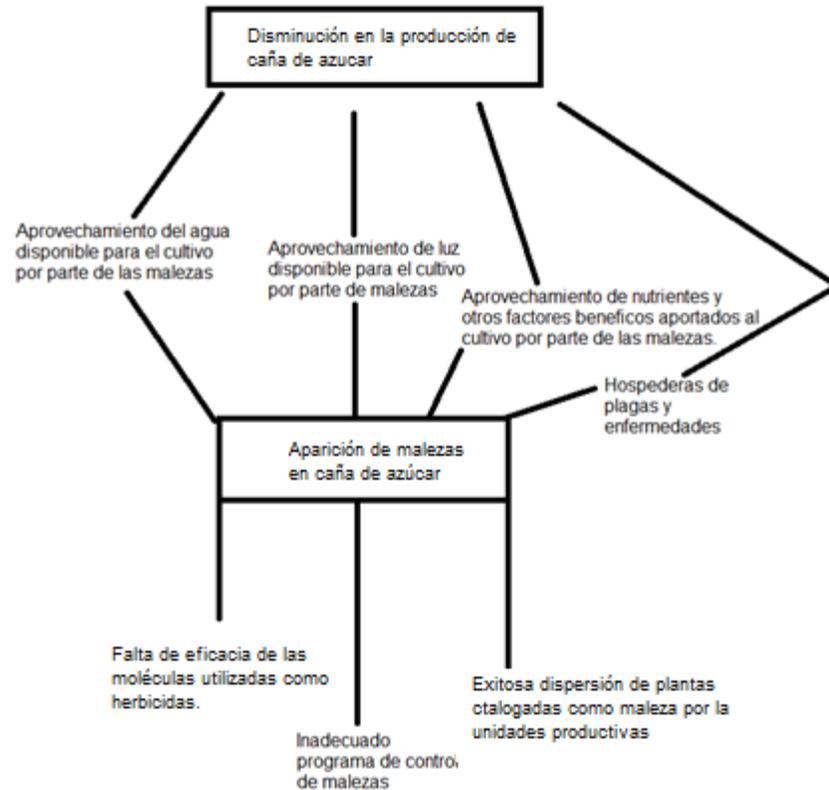


Figura 3. Árbol de problemas, de las causas y consecuencias de la aparición de malezas en caña de azúcar

Fuente: propia

1.5.7 Análisis de la problemática

El área de malezas cuenta con numerosos estudios para el control de esta problemática, el uso de herbicidas es la alternativa número uno en estos entes productivos sin embargo se cuenta el principal problema que es la diversidad de especies que aparecen como malezas las cuales no todas son controladas por los herbicidas siendo necesario en ocasiones aplicar hasta cuatro productos en una solución para no obtener escapes de control.

La maleza número uno en caña de azúcar es la *Rottboellia cochinchinensis* la cual tiene éxito como maleza gracias a su exitosa dispersión de semillas y a su agresividad de crecimiento así como la resistencia hacia los controles post emergentes, por lo que es necesario que un control ante esta tan importante maleza tome en cuenta su post emergencia y su pre emergencia.

El área de maíz cuenta con la problemática de que las plagas del suelo afectan desde un inicio la producción, las cuales si bien no eliminan de un solo golpe la planta lo siguen realizando durante el ciclo y no se logra una producción eficiente.

1.5.8 Jerarquización de problemas

- A. Diversidad de especies consideradas como malezas en caña de azúcar.
- B. Escape de control por parte de los herbicidas a las especies.
- C. Daño que ocasionan las malezas a las producciones de caña de azúcar.
- D. La amplia gama de productos que se utilizan en la soluciones para lograr un control de malezas.
- E. En maíz la susceptibilidad de las semillas a sufrir daños por plagas desde la siembra, limitando las producciones.
- F. La constante utilización de 2-4 D como alternativa herbicida a las plantas de hoja, ancha, producto que se ve fuertemente amenazado a sufrir restricciones ambientales.
- G. La falta de germinación homogénea del maíz, si la semilla no se protege.
- H. La utilización de una protección a las semillas, únicamente con efectos insecticidas.
- I. La utilización únicamente del control química para el control de plagas del suelo.
- J. La susceptibilidad de las plantas de maíz en los primeros días de emergida -15 DDG-.

1.5.9 Problemática Priorizada

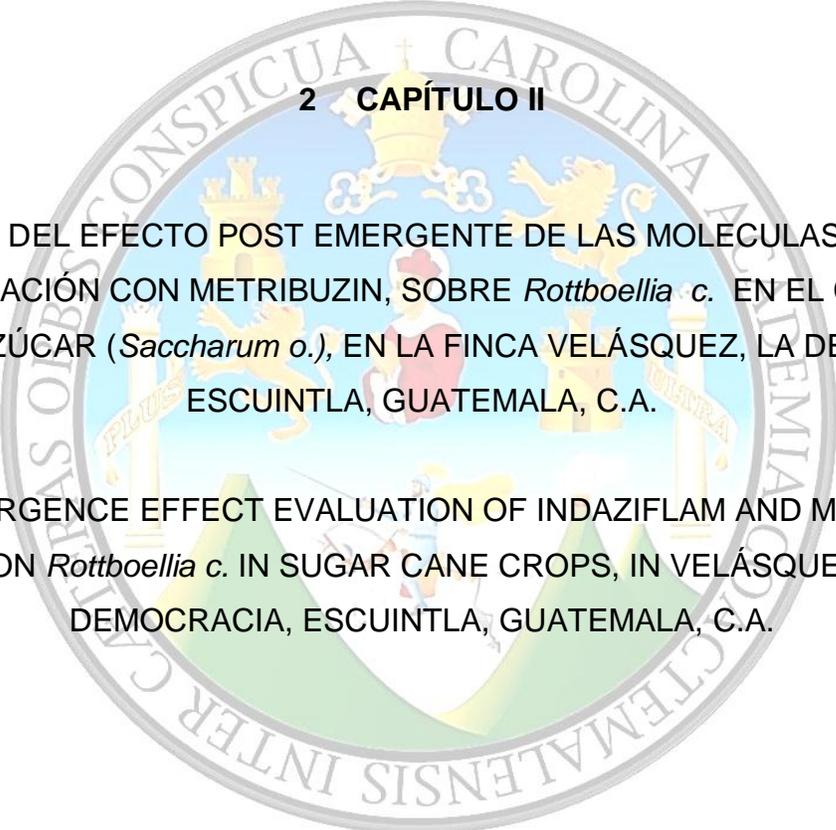
- A. Diversidad de especies presentes en las producciones de caña de azúcar catalogadas como malezas, las cuales cuentan con fisiologías distintas, lo que no permite su control con un solo producto.
- B. Exitoso rol de la *Rottboellia cochinchinensis* como maleza, gracias a sus diferentes formas de dispersión- labores culturales, viento, agua de escorrentía, etc. Así como su gran capacidad de resistirse a la aplicación de herbicidas post emergentes.
- C. El daño que sufren los cultivos de maíz por parte de plagas al suelo- *Phyllophaga spp.* Para este caso-, así como la germinación dispereja obliga a labores de resiembra, así como daños a la planta en los primeros días de emergida.

1.6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- A. Entre las principales especies catalogadas como malezas, en Finca Velázquez, La Democracia, Escuintla, se encuentra la *Rottboellia cochinchinensis*, el *Cyperus spp.* Así como especies del género *Ipomoea*.
- B. Para el control de malezas en caña de azúcar es necesario implementar un control que permita una acción post emergente sobre las malezas que ya existan y un control pre emergente para reducir las poblaciones de malezas, así mismo que el control sea a través de un menor número de moléculas, y que se pueda descartar moléculas que tengan riesgo de ser censuradas del mercado por cuestiones ambientales como el caso del 2-4 D (ácido 2,4-diclorofenoxiacético)
- C. En cuanto al control de plagas del suelo en la producción de maíz blanco la única labor que se toma en cuenta es la de la aplicación de un producto insecticida en formulación tratamiento de semillas, FS, a base de la molécula Thiodicarb.
- D. Se determinó una incidencia del 75% de *Phyllophaga spp.* sobre las plantas de maíz, en el área de producción de Finca “Reyes”, Aldea el Socorro, Santa Lucia Cotzumalguapa, Escuintla.
- E. Para el control de *Phyllophaga spp.* es necesaria la utilización de un manejo integrado que sea innovador y que cuente con labores de control químico y/o biológico, así como acciones culturales como la labranza del suelo, ya que según CATIE (1997) en suelos compactados existe una mayor incidencia de esta plaga. Esto con el fin de brindar más aportes a la semilla además de la protección contra plagas

1.7 BIBLIOGRAFÍA

1. CATIE .1997. Resultados de 10 años de investigación silvicultural del proyecto madeleña en Nicaragua. Luis Ugalde (ed.) Nicaragua, Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales. 165 p.
2. CENGICAÑA (Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar, GT). 2012. El cultivo de la caña de azúcar en Guatemala. Mario Melgar, Adalí Meneses, Héctor Orozco, Ovidio Pérez y Rodolfo Espinoza (eds.). Guatemala, Artemis Edinter. 512 p.
3. Labrada, R. (1996). Manejo de Malezas para países en Desarrollo. Roma, Italia, FAO. 322p.
4. Solórzano H, E. 2004. Evaluación del efecto herbicida pre emergente indaziflam para el control de malezas en caña de azúcar, *Saccharum officinarum*, plantía en época de lluvia, La Democracia, Escuintla. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 134 p.

The seal of the Universidad de San Carlos de Guatemala is a circular emblem. It features a central shield with a crown on top, flanked by two lions. The shield is set against a background of a sun and a globe. The text 'UNIVERSITAS OBSPICUA CAROLINA ACADÉMICA GUATEMALENSIS INTER' is written around the perimeter of the seal.

2 CAPÍTULO II

EVALUACIÓN DEL EFECTO POST EMERGENTE DE LAS MOLECULAS INDAZIFLAM, EN COMBINACIÓN CON METRIBUZIN, SOBRE *Rottboellia c.* EN EL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum o.*), EN LA FINCA VELÁSQUEZ, LA DEMOCRACIA, ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A.

POSTEMERGENCE EFFECT EVALUATION OF INDAZIFLAM AND METRIBUZIN MIXTURE, ON *Rottboellia c.* IN SUGAR CANE CROPS, IN VELÁSQUEZ FARM, LA DEMOCRACIA, ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A.

2.1 PRESENTACIÓN

El presente documento muestra una investigación que evaluó la efectividad de metribuzin e indaziflam para el control de *Rottboellia cochinchinensis*, en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), en el municipio de la Democracia departamento de Escuintla.

El municipio de La Democracia cuenta con áreas extensas dedicadas al cultivo de Caña de azúcar, sin embargo, sus producciones se ven limitadas por varios factores, el principal según Ruiz (1995), es la presencia de flora espontanea o malezas. Al hablar de malezas en estas zonas productivas se concluye que la principal maleza que causa daños es la caminadora (*Rottboellia cochinchinensis*).

La importancia de este cultivo radica en las exportaciones agrícolas. La agroindustria azucarera guatemalteca representa el 31 % del valor total, y 15.36 % de las exportaciones totales del País. En la actualidad es el sector económico que más divisas genera en nuestro país. Aporta alrededor de un 3% del PIB nacional y a su vez genera unos 425,000 empleos directos e indirectos. Por tanto realizar investigaciones que permitan solucionar problemas de su producción toma mucha importancia.

El daño ocasionado por las malezas a este cultivo, en este caso la caminadora (*Rottboellia cochinchinensis*) es en el lento crecimiento al inicio del ciclo. Por el contrario, el crecimiento de las malezas es rápido y vigoroso, situación que pone en desventaja a la caña durante la primera fase del desarrollo.

El periodo crítico concluye cuando se logra que la planta de caña haya alcanzado una altura cercana a los 90 cm y los tallos posean entre 8 y 12 hojas, que ofrezcan suficiente sombra y eviten filtración de la luz, lo cual impide o reduce el crecimiento de las plantas denominadas malezas.

Una de las características que hacen que la caminadora sea tan difícil de controlar es que su reproducción es bastante exitosa, así como es muy resistente a la aplicación de

herbicidas pos emergentes. Por esta razón se busca un método de control exitoso que permita su control combinado tanto en malezas ya germinadas como en malezas que están por germinar. La combinación de las moléculas indaziflam y metribuzin buscan alcanzar dicha solución

La investigación se realizó en la finca Velásquez, propiedad del ingenio Magdalena, entidad que colabora con las investigaciones propuestas por el Departamento de Desarrollo Agronómico de Bayer, en la busca de soluciones a los problemas que se presentan. El diseño estadístico utilizado para la investigación fue en bloques completamente al azar, los cuales contaron con trece tratamientos, que incluyeron diferentes dosis y combinaciones de moléculas, así como dos estados de la maleza caminadora (*Rottboellia cochinchinensi*), principal objeto de estudio en la investigación. Se evaluaron dos diferentes fechas de aplicación, y cinco fechas de levantamiento de datos posterior a cada aplicación, seguido a esto se realizó un análisis de Varianza (ANDEVA) en el que se encontró diferencias significativas entre los diferentes tratamientos utilizados

2.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

El cultivo de caña de azúcar dirige sus controles de malezas en su mayoría a la utilización de herbicidas. Las malezas si no se controlan son capaces de reducir las producciones hasta en un 80% por esto es que se busca el control más exitoso, debido a que estas logran competir con el cultivo de interés por todos los factores aprovechables para el cultivo.

El cultivo de caña de azúcar requiere de un control pos emergente para una de las malezas más agresivas que existe, la caminadora (*Rottboellia cochinchinensis*), el cual este en capacidad de actuar de manera individual, que ofrezca un control sobre las plantas de caminadora que se encuentran ya emergidas y que reduzca la germinación de las futuras generaciones, así mismo que tenga control sobre otras importantes malezas.

Las moléculas indaziflam y metribuzin han sido utilizadas con anterioridad en el cultivo de caña de azúcar como herbicidas, indaziflam por su parte actuando como un muy efectivo pre emergente controlando las generaciones de *Rottboellia c.* y por otra parte metribuzin lo a hecho con un efecto post emergente sobre esta maleza bastante exitoso y también con efecto pre emergente, con la unión de estas moléculas se pretende observar si es posible un control post emergente sobre esta maleza, esta maleza con el paso del tiempo se hace más resistente hacia los herbicidas, por lo que el estado fenológico de esta incide, en el éxito de las aplicaciones de herbicidas.

La producción basta de semillas que existe por parte de la caminadora, la hace efectiva en su rol como maleza, esta es capaz de producir hasta 15,000 semillas a lo largo de su vida, las cuales pueden tener una viabilidad de hasta cuatro años, la dispersión de estas eficientes semillas se logra a través de varias actividades que en el cultivo se realizan. Por esto se necesita que la solución realice al mismo tiempo una labor post emergente y pre emergente a la vez.

2.3 MARCO TEÓRICO

2.3.1 Caña de azúcar

2.3.2 Generalidades

La caña de azúcar es una planta que pertenece a la familia de las gramíneas, del género *Saccharum*. Las variedades que en la actualidad se cultivan son híbridos de la especie *officinarum* en su mayoría. Es una planta originaria del Extremo Oriente (Malasia), donde posteriormente llegó a España y España la introdujo a América en el siglo XV (Guerrero, 1984).

Guatemala posee 263,056 hectáreas con caña de azúcar según CENGICAÑA, las cuales produjeron 26, 747,489 toneladas métricas de caña molida, dando como resultado un ingreso para el país de \$978.1 millones. A nivel mundial se considera de importancia este cultivo debido a que el 50% del azúcar que se consume en el mundo procede de la caña de azúcar.

Este cultivo es de aprovechamiento plurianual. Se corta cada doce meses, y una plantación puede durar unos cinco años.

2.3.3 Clasificación Taxonómica

La caña de azúcar está ubicada taxonómicamente de la siguiente manera:

- División:
Magnoliophyta.
- Clase: Lilioidae.
- Sub Clase:
Commelinidae.
- Orden: Ciperales.
- Familia: Poaceae.
- Género:
Saccharum.
- Especies: S.
officinarum,

Fuente: Cronquist, 1988

2.3.4 Morfología

La caña de azúcar es una planta perenne de gran tamaño: su altura varía de 1.5 a 5 metros, las coloraciones son diversas (verde, amarillo, violáceo, rojizo).

La parte más importante de la caña de azúcar es el tallo; en él se depositan los jugos de donde se extrae el azúcar. Al contrario de otras gramíneas, el tallo de la caña se encuentra recubierto de un tejido parenquimatoso con sustancia intercelular; este puede deprimirse ante una inadecuada evolución de las raíces, ya sea por una intensa sequía, tras alguna enfermedad o al final del periodo de floración (Sotomayor, 2004).

El tallo procede de una yema activa, desarrollada al nivel de un nudo y nunca es hueco, a menos de que estas sean anormales, este es cilíndrico con un diámetro variable de 3 a 7 cm y está dividido por los nudos en trozos de una longitud de 4 a 15 cm.

Las hojas se encuentran envolviendo totalmente con su parte basal del tallo en los segmentos más jóvenes: de ahí cuando la planta es muy joven el tallo se encuentra protegido por una capa gruesa de hojas. Cuando los segmentos del tallo más viejos alcanzan su diámetro, en la zona apical, donde está la yema, aún permanecen hojas que ofrecen protección a la misma (Sotomayor, 2004).

Según la variedad la base de la hoja y la transición entre la vaina y el limbo pueden mostrar diferencias. Además en este mismo lugar, existe un apéndice delgado que recibe el nombre de lígula, la cual tiene como función el cierre del tallo evitando la penetración de agua. Los bordes de las hojas son aserrados y muy cortantes. La hoja se encuentra a su vez atravesada longitudinalmente por un nervio central, fuertemente desarrollado en la base y más delgado hacia el ápice, su función el control del transporte de agua y alimentos, así como sostén mecánico.

El sistema radicular de la caña de azúcar es fasciculado, con raíces que desempeñan diferentes funciones, careciendo de raíz principal. Necesita suelos bien aireados y las mayores partes de sus raíces pueden alcanzar los 50 cm de longitud o más en un año. Las raíces más jóvenes presentan abundantes raicillas o pelos que son los más importantes dada su función de absorber nutrientes: las demás raíces tienen como función la obtención de agua y el sostén de la planta. Estas pueden alcanzar una

profundidad de 1 a 2 m y distancias de 0.5 a 1 m hacia los laterales. Las raíces más viejas generalmente se encuentran muertas (Sotomayor, 2004).

Las flores de este cultivo llevan los órganos necesarios para la fecundación: ovarios y estambres. Sin embargo, hasta hace algunos años se creía que la flor de la caña era estéril. La flor de la caña de azúcar es una panícula con miles de flores: su estructura individual es típica de las gramíneas, compuesta por glumas, glumelulos, ovario, lodículo, estigma y estambres.

El fruto aparece a las tres semanas posteriores a la floración. Es un aquenio cuya longitud es de 1-1.5 mm y 0.5 mm de diámetro. El porcentaje de semillas con poder de germinación varía ampliamente; por lo general es muy pobre, se caen rápidamente y son transportadas por el viento (Sotomayor, 2004).

Se cree que la baja germinación de las semillas de la caña de azúcar es consecuencia de la degeneración que esta sufre a causa de la propagación vegetativa que se ha utilizado en el cultivo durante milenios (Sotomayor, 2004). La figura 4 muestra una planta de caña de azúcar en el campo, en estado de floración.



Figura 4. Planta de Caña de azúcar, en estado de floración

Fuente: Sotomayor, 2004

2.3.5 Exigencias hídricas de temperatura y suelo

Las condiciones de temperatura óptima para la caña de azúcar han sido determinadas alrededor de los 25-28° C típicos de las zonas tropicales. Las altas temperaturas durante el día son fácilmente toleradas. Con temperaturas muy bajas, el crecimiento óptimo se retarda, los entrenudos no desarrollan y la maduración no se produce.

Sotomayor (2004) señala que el rango de temperatura para que se produzca la brotación de la caña de azúcar esta entre los 13 y 40 °C y el óptimo entre los 26 y 33 °C.

Por otro lado durante la fase de brotación, ahijamiento y crecimiento es necesario que se cubran las necesidades hídricas de la caña de azúcar, para asegurar buenos rendimientos agrícolas.

En la fase de maduración es necesario que no se produzca exceso de precipitaciones, pudiendo tener un efecto beneficioso la falta de agua para el cultivo. La influencia de los excesos de humedades sobre la acumulación de sacarosa en el tallo de la caña es desfavorable. Los periodos de sequía relativa o de recarga de agua por el cultivo sin que se alcance la capacidad de campo pueden asegurar altos rendimientos de azúcar. Un riego estable y correcto es indispensable y la principal necesidad de la caña de azúcar para lograr abundantes cosechas. En condiciones normales de crecimientos, la planta de caña evapora cuatro litros de agua por día, lo que representa, 240 m³/ha (Sotomayor, 2004).

La caña de azúcar es muy sensible en todas las etapas de su crecimiento a los excesos de agua en el suelo ocasionados, ya sea por elevación del manto freático o por intensas lluvias. Es por tanto imprescindible establecer sistemas de drenaje en los campos, ya que es perjudicial para las plantaciones jóvenes soportar eso, siendo las plantaciones más viejas más resistentes soportar condiciones de inundación. Este cultivo es fácilmente adaptable a cualquier tipo de suelo, siempre que el mismo tenga suficiente profundidad y adecuadas condiciones de drenaje.

El contenido en materia orgánica del suelo es de importancia indirecta para el cultivo de la caña de azúcar. No obstante, son suelos ideales para este cultivo aquellos que permitan una eficiente regulación del aire y del agua, de ahí que el manejo del suelo constituya un factor de gran importancia para mantener tales condiciones (Espinoza, 2012).

La profundidad del suelo no debe ser inferior a los 50 cm y la presencia de horizontes endurecidos o con dificultades de infiltración puede perjudicar el desarrollo del sistema radical, ya sea porque impide la penetración de este o por producir anegamientos.

Las exigencias nutricionales de la caña de azúcar pueden establecerse, teniendo en cuenta que, si el suelo tiene menos del 5% potasio, necesitara fertilizantes que le aporten este elemento; si tiene menos del 7% de anhídrido fosfórico, necesitara fertilizantes fosforados; y si contiene menos del 6% de calcio entonces deberá realizarse un encalado.

Este cultivo demanda grandes cantidades de nitrógeno, por lo que será indispensable la adición de fertilizantes nitrogenados para obtener altos rendimientos. La caña crece y se desarrolla óptimamente en suelos de pH neutro, aunque se puede desarrollar sin dificultad alguna en un intervalo de 6-8.

Así mismo Sotomayor (2004) afirma que las necesidades medias de fertilización de la caña de azúcar para una producción de 60000 kg/ha de tallos. Estos valores oscilan entre 150-205 kg/ha de N, 50-80 kg/ha de P_2O_5 y 200-300 kg/ha de K_2O

2.3.6 Malezas en caña de Azúcar

El daño producido por las malezas alcanza su máxima importancia durante las primeras etapas de crecimiento de la caña de azúcar, por lo que se deduce la importancia tan grande que pueda tener la fecha de tratamiento en el control de las mismas (Martínez, 2002).

2.3.7 Periodo crítico de competencia

Se define como “periodo crítico de competencia “aquel en el que la plantación debe permanecer sin malezas o con la mínima presencia de ellas para que no reduzcan significativamente el rendimiento de la caña de azúcar y la producción de sacarosa (Ruiz, 1995).

La velocidad de crecimiento de la caña es lenta al inicio del ciclo; por el contrario, el crecimiento de las malezas es rápido y vigoroso, situación que pone en desventaja a la caña durante la primera fase del desarrollo. Si el cultivo ha permanecido libre de malezas durante esta fase inicial y la plantación se desarrolla lo suficiente para que cierre, el cultivo se torna un competidor agresivo de la maleza y en estas condiciones no es necesario realizar prácticas de combate.

El periodo crítico concluye cuando se logra que la planta de caña haya alcanzado una altura cercana a los 90 cm y los tallos posean entre 8 y 12 hojas, que ofrezcan suficiente sombra y eviten filtración de la luz, lo cual impide o reduce el crecimiento de las plantas denominadas malezas(Ruiz, 1995).

Por lo general, el periodo crítico en ciclos de 12 meses, se extiende en plantaciones recién sembradas entre los 15 y 120 días de edad y entre los 15 y 90 días para los retoños.

2.3.8 Daños causados por las malezas

La presencia de malezas es quizás el principal factor que reduce el rendimiento en este cultivo, inclusive Ruiz (1995) afirma que afecta más que las plagas y las enfermedades, por lo que el combate de malezas debe estar dentro de las actividades prioritarias. Se ha observado que, en condiciones de libre competencia, la reducción del rendimiento puede oscilar entre el 40 y 60 por ciento, e inclusive más.

Entre los daños más importantes ocasionados por las malezas se citan:

- A. Disminución en la población de los tallos molederos, en el grosor, en la longitud total del tallo y en los entrenudos, variables que tienen un efecto importante sobre la producción de caña, y por lo tanto en el rendimiento de sacarosa por unidad de área.
- B. Competitividad en el cultivo por agua, luz y nutrientes. Las malezas están mejor capacitada que el cultivo para extraer los elementos del suelo; inclusive pueden consumir hasta el 50 % del fertilizante aplicado. Las malezas de crecimiento vigoroso pueden tener necesidades a veces mayores que las del mismo cultivo.

- C. Dificultan la labor de cosecha, porque se enredan con los tallos de la caña lo que entorpece la labor y rendimiento agrícola.
- D. Incrementan e porcentaje de materia extraña, lo que afecta el cálculo del pago de la caña; además disminuye la extracción de sacarosa.
- E. Son hospederos de enfermedades e insectos.
- F. El número de operaciones agrícolas para mantener la plantación limpia aumenta, lo mismo que los costos de producción.
- G. La vida útil del cañal disminuye, por lo que debe renovarse periódicamente.

2.3.9 Principales malezas en la zona cañera de Guatemala

Las malezas más importantes de la zona cañera de Guatemala se indican en orden de importancia en el Cuadro 3, coyolillo (*Cyperus rotundus*), es la maleza más importante con mayor presencia en los estratos bajos (40-100 msnm) y litoral (< 40 msnm) predominando en suelos de textura franco a franco arenosa (Espinoza, 2012).

La caminadora (*Rottboellia cochinchinensis*) es la maleza que ocupa el segundo lugar en importancia y es una de las malezas más difíciles de controlar debido a su biología y su alta competencia con la caña y su rápido crecimiento. Si bien es cierto que la caña de azúcar tiene un periodo crítico de competencia de hasta los 120 días, también existen malezas que la afectan en los últimos días de su ciclo tales como malezas del género *Ipomoea* y *Merremia*, por su tipo de crecimiento invaden los tallos de caña al final de su ciclo, y causan problemas al momento de cosecha con pérdida en la eficiencia en el corte del cultivo. En los últimos años se ha observado un difícil control de dos especies de malezas presentes en toda la zona cañera: *Momordica charantia* y *Croton lobatus*, y que hasta el momento se desconoce si posee algún tipo de tolerancia a ciertos herbicidas utilizados en Guatemala. Por último también existen algunas gramíneas difíciles de controlar debido a su sistema de reproducción como es el caso del *Sorghum halepense* y *Panicum maximum* (Espinoza, 2012).

Cuadro 3. Principales malezas, según su orden de importancia en la agroindustria azucarera de Guatemala.

No.	Maleza	Nombre tecnico
	Ciperacea	
1	Coyolillo,coquito	<i>Cyperus rotundus</i>
	Gramíneas	
2	Caminadora	<i>Rottboellia cochinchinensis</i>
3	Plumilla o pajilla	<i>Leptocloa filiformis</i>
4	Pasto Johnson	<i>Sorghum halepense</i>
5	Zacatón, guinea	<i>Panicum maximun</i>
6	Bermuda	<i>Cynodon dactylon</i>
	Hojas anchas	
7	Bejuco peludo	<i>Merremia quinquefolia</i>
8	Campanilla,lavaplato	<i>Ipomoea nil</i>
9	Campanilla,quimamul, bejuco	<i>Ipomoea triloba</i>
10	Jaibilla, melón amargo	<i>Momordica charantia</i>
11	Papayita, manita crotón	<i>Croton lobatus</i>
12	Falsa verdolaga	<i>Trianthema portulacastrum</i>
13	Verdolaga, portulaca	<i>Portulaca oleraceae</i>
14	Verdolaga de playa	<i>Kallstroemia máxima</i>

Fuente: (Espinoza, 2012)

2.3.10 Características de *Rottboellia cochinchinensis*

2.3.11 Sistemática

FAMILIA: Gramineae o Poaceae (6 Subfamilias)

SUBFAMILIA: Panicoideae (7 Tribus)

TRIBU: Andropogoneae (11 Subtribus)

SUBTRIBU: Rottboelliinae

GENERO: *Rottboellia* (*Coelorachis*)

ESPECIE: *Rottboellia cochinchinensis*

Fuente: Cronquist, 1988

2.3.12 Origen y distribución geográfica

La caminadora está considerada entre las 25 peores malezas del mundo, es una gramínea anual, originaria del Asia Tropical (India) habiendo sido introducida a las islas del caribe provenientes del sudeste asiático, como pasto (Gómez, 1985) .

Su hábitat varía ampliamente alrededor del mundo, pero es más problemática entre los 800 y 1300 msnm. En algunas regiones como en Sudáfrica aparece en lugares húmedos, mientras que en otros como en India puede crecer en aguas poco profundas. En algunas regiones requiere de lugares soleados o moderadamente soleados mientras que en otras se encuentra en matorrales o bosques de teca (Buenaventura, 1991).

Se cree que *Rottboellia cochinchinensis* llegó a Centroamérica procedente de Filipinas aparentemente contaminando semilla de arroz. De esta manera y con semillas de sorgo se ha distribuido en toda la región en los últimos años, según Salazar (2005).

En Guatemala fue reportada a eso del año 1967 en la “Flora de Guatemala” con el nombre botánico de *Manisuris ramosa* y con el sinónimo de *Rottboellia ramosa* como una maleza creciendo en estanques por la línea férrea del país cerca de la estación de Cristina, Izabal, actualmente esta se encuentra distribuida de costa a costa en Guatemala.

2.3.13 Características fisiológicas y morfológicas

Esta especie se reproduce únicamente por semillas, las cuales produce durante todo el año. Presenta mucha habilidad competitiva respecto a otras especies, hasta el punto que en algunas zonas se considera más importante que el *Cynodon dactylon*, que CENGICAÑA cita como la principal maleza en la agroindustria. *Rottboellia* posee una gran capacidad de dispersión, siendo el agua de riego una de las principales formas de dispersarse, así como en semillas de cultivos, maquinaria e implementos agrícolas (Buenaventura, 1991).

Hablando de su descripción botánica, puede decirse que la caminadora es una gramínea anual, erecta, de porte alto y rápido crecimiento, que puede alcanzar estados de desarrollo entre 1 y 4 metros de altura dependiendo de la época del año en que germina, de las condiciones ambientales y el estado nutricional del suelo donde crece. Posee tallos erectos, robustos, sólidos angulares, pubescentes y ocasionalmente ramificados. Sus hojas son también pubescentes, lanceoladas-lineales, planas, con su lámina muy larga (20 - 60 cm) y 1 a 2.5 cm de ancho rugosa por ambos lados, la venación entre láminas de color blanquecino y los bordes de las hojas afilados. Las hojas jóvenes se presentan enrolladas. Las vainas son anchas cuando están abiertas, con la parte baja inflada, con crecimientos de cerdas o vellos, los cuales se rompen fácilmente. Las lígulas son cortas, están rodeadas de cerdas, aurículas ausentes. Su raíz es fibrosa y produce raíces adventicias que crecen en los nudos inferiores del tallo (Buenaventura, 1991).

La inflorescencia es un racismo solitario y cilíndrico en forma de espiga de 8 a 15 cm de longitud que se desarrolla al final del tallo y en cada rama del tallo, tiene espigas cilíndricas de alrededor de 3 mm. De ancho que se angostan hacia arriba, donde son abortivas. Las inflorescencias son glabras, envainadas en su base y están formadas por flores de 5 a 7 mm. De largo, sin aristas colocadas en los nudos de un raquis articulado que es hueco en el extremo superior. Las flores son de dos clases: una flor sétil y perfecta, la otra pedicelada y estéril presenta dos glumas, una coriácea y la segunda más suave. Las lemas y paleas de ambas flores son hialinas. El fruto es un cariósipide o grano que forma los entrenudos o junturas duras y cilíndricas de 6 a 7 mm. Que se conocen también como artículos. Estos contienen la semilla, que se encuentra rodeada

por las brácteas o con quillas. Las semillas maduran y se desprenden una por una del ápice hacia la base (Salazar, 2005).

Las espiguillas sésiles, que producen semillas fértiles tienen la particularidad de germinar en forma escalonada debido al fenómeno de latencia que es más relacionado con fenoles hidrosolubles inhibidores de la germinación, y con la presencia de cáscara o cubierta seminal de consistencia coriácea que impide el intercambio gaseoso a menos que se elimine o se someta a cambios de humedad y temperatura que la hagan más permeable. Adicionalmente esta inhibición de germinación está relacionada con algunos factores del medio ambiente. Este fenómeno de germinación escalonada es una de las mayores ventajas de esta especie que garantiza niveles elevados de nacencia. En condiciones de clima cálido, las semillas pueden permanecer viables por más de dos años a una profundidad de 45 cm del suelo.

Una planta puede producir más de 3,000 semillas. Las semillas son capsulas agudas que contienen el grano. Las semillas presentan un amplio periodo de latencia. Por regla general necesitan de 4 a 6 semanas de maduración para poder germinar. Inicialmente germinan el 40 a 50 % de las semillas. La germinación máxima (90-95%) ocurre solamente al final de dos años, si las condiciones son las adecuadas, sin embargo si las semillas se encontrasen muy profundamente enterradas la latencia puede durar hasta 5 años. La mayor germinación ocurre en los primeros 2 cm. del suelo siendo mayor cuando se quema la vegetación. La germinación de esta especie se cataloga como la más alta entre gramíneas anuales consideradas como dañinas (Salazar, 2005).

Al romper la latencia una semilla, esta emite en el término de hasta 5 días, su coleoptilo, después de lo cual empieza a aparecer el desarrollo foliar. El primer día de emergencia del coleoptilo se da lugar a la formación de la primera hoja; la segunda hoja parece entre el tercero y cuarto día, así como la tercera para el sexto día y la cuarta hoja al noveno día, esto dependiendo de las condiciones en las que esta se encuentre. El inicio del macollamiento ocurre aproximadamente la tercera semana- cuando la maleza cuenta con 5 hojas-. En las etapas más tempranas produce de 1 a 5 macollas por día y continua produciéndolas por 44 días hasta que la planta alcanza un promedio de 100 macollas (Salazar, 2005).

Bajo condiciones óptimas el 75% de las macollas producidas forman semillas, ocurriendo la floración 50 a 70 días después de la formación y emergencia del coleoptilo.

La floración empieza a notarse por la elongación de los entrenudos superiores y la separación de las macollas secundarias del tallo principal. Posteriormente ocurre la formación de la hoja bandera y, más o menos a los dos meses de haber germinado, se produce eventualmente la emergencia de la punta de la inflorescencia. Las espiguillas emergen 15 días después y la polinización se hace efectiva 4 a 9 días después de la formación de la espiguilla (Salazar, 2005).

La maduración de la semilla puede apreciarse por el cambio del color verde a chocolate de la porción de la espiguilla que se desprende, realizándose del ápice a la base. Las primeras 12 espiguillas suelen separarse 2 a 4 días después de la aparición de la inflorescencia, las siguientes caen dentro de las dos semanas posteriores. El periodo de maduración de las espiguillas toma un mes. Se ha podido comprobar que cuando la germinación de la maleza ocurre en las primeras épocas del año, el tamaño y desarrollo general de la planta es más exuberante que cuando crece más tardíamente.

En términos de producción de biomasa, esta especie es sensible a la sombra. Cuando crece en un cañaveral con solo 60 % de luminosidad produce apenas el 50 % de la biomasa seca que produce a plena luz, en tanto que como una lucha para la perpetuación de la especie, prácticamente duplica la cantidad de semillas producidas. 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. La dispersión o diseminación de esta maleza se realiza por medio del agua de irrigación, movimiento de equipos agrícola, estiércol de ganado, semilla de cereales que han crecido en campos infestados y otros (Salazar, 2005).

2.3.14 Clasificación de los herbicidas

Los herbicidas pueden clasificarse según el momento de la aplicación, y de acuerdo a su selectividad. Al hablar de selectividad es un término relativo ya que depende de otros factores en los cuales se puede mencionar el estado de la planta. En cuanto al sitio de aplicación, puede ser sobre hojas o el suelo.

2.3.15 Clasificación basada en el modo y mecanismo de acción

De acuerdo al modo de acción si es por contacto o por translocación. Los herbicidas dañan uno o más procesos fisiológicos dentro de la planta. Muchos de esos procesos son conocidos, aunque en otros se encuentra del todo dilucidado el mecanismo exacto. Existen herbicidas que actúan como reguladores del crecimiento, inhibidores de la fotosíntesis, inhibidores de la fosforilación oxidativa, venenos mitóticos, inhibidores de las yemas de los embriones en germinación, inhibidores de la clorofila, inhibidores del metabolismo, síntesis de las proteínas, y aumentadores de la permeabilidad de la membrana celular (Solórzano 2004).

2.3.16 Modo de acción

Esto se refiere a la suma total de todas las respuestas anatómicas, fisiológicas y bioquímicas que constituyen la acción fito tóxica de un químico, así como la localización física y degradación molecular del herbicida en la planta.

2.3.17 Mecanismo de acción

Hace referencia al proceso fisiológico donde actúa el herbicida para causar la muerte de las plantas.

Herbicidas pre-emergentes, se aplican después de la siembra y antes de que emerja el cultivo y las malezas. Se pueden diferenciar entre pre-emergentes al cultivo y a las malezas (García, 2005).

Los herbicidas sistémicos, esto son aquellos que son absorbidos bien sea por raíces o por las partes aéreas de las plantas y circulan dentro del sistema de la planta hasta llegar a tejidos distantes. Los herbicidas translocados pueden ser efectivos contra toda clase de malezas; sin embargo, su mayor ventaja está en el control de plantas perennes establecidas, aquellas malezas que continúan creciendo de año en año, para lograr un buen control de las malezas con herbicidas translocados la aplicación del producto debe ser uniforme (García 2005).

2.3.18 Descripción de herbicidas evaluados

2.3.18.1 Indaziflam

Indaziflam proviene de la clase química de las akylazinas. Indaziflam es un ingrediente activo con acción herbicida de uso pre emergente que ofrece control residual de malezas en cultivos perennes tales como cítricos, frutales, plantaciones industriales, caña de azúcar etc.

El efectivo control del indaziflam es a través de la inhibición de la biosíntesis de la celulosa en las malezas en los meristemos de crecimiento de las plantas, lo cual se traduce es que indaziflam no permite la formación de pared celular, en los puntos de crecimiento, lo que da lugar al síntoma de poda de raíces (Departamento de Desarrollo Agronómico, Bayer Guatemala).

Actúa en el suelo a través de la inhibición de la germinación de las malezas, controla un amplio espectro de especies de malezas mono y dicotiledóneas que emergen a partir de semillas. Además proporciona un control más efectivo cuando la humedad del suelo es suficiente.

Su aplicación se recomienda en preemergencia total de la maleza, en post emergencia temprana puede mezclarse con otros productos pre emergente y/o postemergente tempranos (Departamento de Desarrollo Agronómico, Bayer Guatemala).

Además según el Departamento de Desarrollo Agronómico de Bayer es un herbicida con un buen perfil medio ambiental, ya que carece de riesgos de lixiviación.

2.3.18.2 Metribuzin

Metribuzin es un ingrediente activo perteneciente a la familia de las triazonanas. Su modo de acción gira en torno a la inhibición de la fotosíntesis, interfiriendo en la reacción de Hill, en el transporte de electrones en el fotosistema I o II, en general se da un cambio en la secuencia de aminoácidos serina por glicina lo que conlleva a la destrucción por foto oxidación de los carotenoides, y por ende de la clorofila (Espinoza 2012).

Esta molécula ha mostrado muy buena efectividad en un gran número de malezas tanto gramíneas como de hoja ancha.

Metribuzin puede ser ubicado como un pre emergente así como un post emergente, esta molécula es rápidamente degradada en el suelo por lo que no se encuentran casos de fito toxicidad por parte de los cultivos si la molécula es utilizada como se recomienda.

De manera pre emergente, el ingrediente activo se posiciona en el perfil del suelo en donde es absorbido por las raíces de las malezas donde previene la emergencia de malezas, y de manera post emergente es absorbido por las hojas y raíces y logrando así su control (Espinoza 2012).

2.3.18.3 Indaziflam + Metribuzin 54 SC

Esto es un producto resultado de la combinación de dos moléculas utilizadas como herbicidas, indaziflam y metribuzin, las cuales se encuentran distribuidas con 37.5 g/lit de indaziflam y 480 g/lit de metribuzin en una suspensión concentrada, dando lugar a un 517.5 g Ingrediente activo/lit (Departamento de Desarrollo Agronómico, Bayer Guatemala).

2.4 MARCO REFERENCIAL

La finca "Velásquez" pertenece a la zona administrativa, que lleva el mismo nombre, propiedad del ingenio Magdalena, dicha finca cuenta con 971.51 hectáreas de extensión territorial, esta se encuentra ubicada geográficamente en el municipio de la Democracia, situada al Sur-Oeste del departamento de Escuintla, a 105 kilómetros de la ciudad capital. La finca se encuentra localizada a una altura de 48 metros sobre el nivel del mar, lo que la ubica en el estrato bajo de la zona cañera, la investigación se realizó en las siguientes coordenadas, latitud Norte 14°12'1' y longitud oeste 91°1'4 (Ingenio Magdalena, 2015).

2.4.1 Ecología

De acuerdo a la clasificación ecológica de Holdridge, se encuentra dentro de la zona de vida subtropical cálida. Está caracterizada por una precipitación que va de 2000 a 4000 mm. anuales y una temperatura mayor a los 24°C . Está ubicada naturalmente en la cuenca del río Achiguate de la vertiente del Pacífico, La fisiografía predominante es de gran paisaje, perteneciente a las llanuras costeras del pacífico (Solórzano, 2004).

2.4.2 Condiciones Climáticas

El clima de la región, según Thornthwaite, presenta las características siguientes: Cálido sin estación fría bien definida, húmedo y con invierno seco. Las características climáticas de la región contemplan una temperatura media anual de 27 a 28°C. Los suelos de la región según Simmons, pertenecen a los suelos del litoral del Pacífico, los cuales son suelos arenosos bien drenados de la serie de suelos Mollisoles y Andisoles (Solórzano, 2004).

2.4.3 Suelos Molisoles

Están asociados con los suelos Andisoles y se distinguen por su buen drenaje, por su textura franca o más gruesa y por sus subsuelos cafés. El suelo superficial, a una profundidad aproximada de 35 centímetros, es franco, de café oscuro a café muy oscuro. El contenido de materia orgánica es alrededor del 5 al 10%. La estructura es granular fina poco desarrollada y la reacción es neutra, pH alrededor de 7.0 (Solórzano, 2004).

Suelos Andisoles Es suelo superficial, a una profundidad alrededor de 40 centímetros, es franco arcilloso suave de color gris muy oscuro a gris oscuro. Es plástico cuando está húmedo. La estructura granular está mal desarrollada. La reacción es neutra o casi neutra, pH 6.5 a 7.0

2.4.4 Zona de Vida

Según Solórzano(2004), esta región pertenece a una zona de vida denominada Bosque muy húmedo subtropical cálido, la cual tiene por característica que su elevación varía de los 50 a los 275 msnm, tener biotemperaturas de 22 a 30 °C una evapotranspiración potencial estimada de 0.95% y una precipitación promedio de entre 1160-1800 mm.

La figura 5 muestra un mapa de la Finca Velásquez, donde en color amarillo se muestra donde se realizó la investigación.

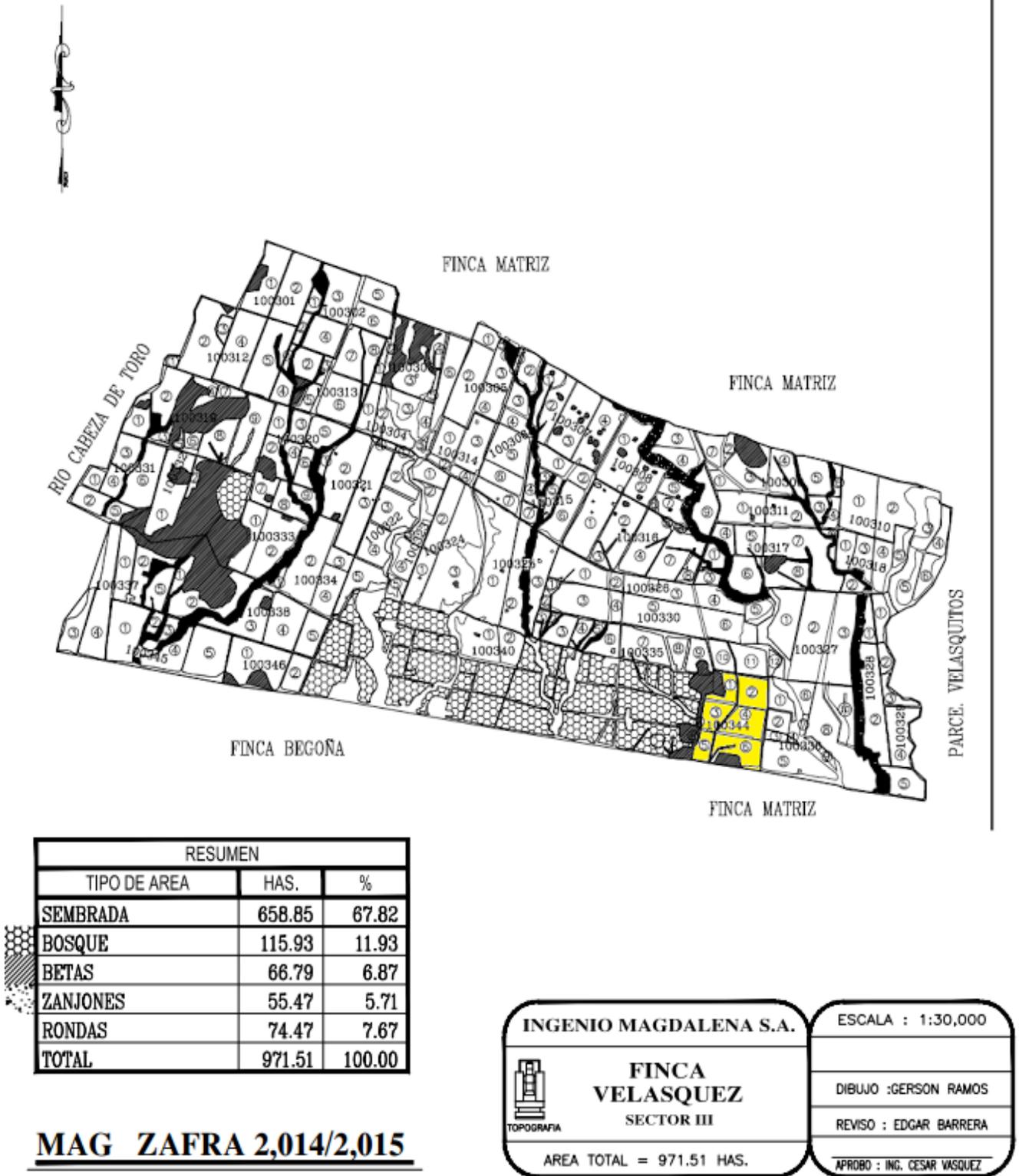


Figura 5. Mapa de Finca Velásquez, La Democracia, Escuintla.

Fuente: Ingenio Magdalena (2015).

2.5 HIPÓTESIS

La aplicación de una dosis, y un momento de aplicación de las moléculas indaziflam y metribuzin, permitirá el control post emergente de la caminadora (*Rottboellia cochinchinensis*)

2.6 OBJETIVOS

2.6.1 GENERAL.

Determinar el efecto post emergente de las moléculas indaziflam y metribuzin, sobre la caminadora (*Rottboellia cochinchinensis*) en la Finca Velásquez, La Democracia, Escuintla y concluir sobre la acción de estas moléculas.

2.6.2 ESPECÍFICOS

- A. Determinar si existe control post emergente hacia la maleza *Rottboellia cochinchinensis* por parte de las moléculas indaziflam y metribuzin.
- B. Evaluar dos diferentes momentos de aplicación de productos a base de indaziflam y metribuzin, para el control post emergente de *Rottboellia cochinchinensis*, en el cultivo de caña de azúcar (*Sacharum officinarum*).
- C. Determinar la dosis y/o combinación de indaziflam más metribuzin, que mejor control sobre las población de la malezas caminadora (*Rottboellia cochinchinensis*), presente.
- D. Determinar si existe fito toxicidad por parte de las moléculas indaziflam y metribuzin hacia el cultivo de caña de azúcar.

2.7 METODOLOGÍA

2.7.1 Descripción de los tratamientos

La investigación, constó de dos momentos de aplicación, los cuales buscaban observar el comportamiento de la *Rottboellia cochinchinensis* en dos estados fenológicos diferentes frente a estas dos moléculas, los estados fueron dos hojas verdaderas formadas y cuatro hojas verdaderas formadas.

El testigo absoluto tenía por objetivo demostrar cómo sería el comportamiento de las malezas, sino se aplicaba ninguna de las moléculas, así como algo muy importante ser un comparador para observar síntomas de fito toxicidad en los demás tratamientos ya que en muchas ocasiones se puede confundir síntomas de fito toxicidad con otros problemas que la planta presenta.

Metribuzin 48 SC, este tratamiento aplicado cuando la caminadora tenía dos y cuatro hojas también, es un tratamiento que lleva como ingrediente activo únicamente metribuzin, el cual a través de interrumpir procesos foto sintéticos logra reducir las poblaciones de malezas, este presenta buena selectividad con el cultivo. Esta molécula es indicada como post emergente y pre emergente, sin embargo en el mundo de los herbicidas se dice que cuando una molécula cuenta con ambas acciones, su poder pre emergente y post emergente son inversamente proporcional a la acción del otro.

Indaziflam 50 SC también aplicado en dos estados fenológicos de la maleza, esta molécula es indicada exclusivamente para pre emergencia, sin embargo con fines de estudio se determinó si realizaba alguna acción post emergente, esta molécula se encarga de interrumpir la biosíntesis de celulosa en la planta, lo que no deja que esta forme nuevas células en sus zonas de crecimiento ya que al momento en que sus células estén realizando mitosis estas no puedan formar sus paredes celulares las cuales son a base de celulosa, el síntoma más notable de una planta aplicada con esta molécula es la poda de raíces que esta sufre, ha mostrado buena selectividad con el cultivo.

La figura 6 muestra la acción de indaziflam sobre las plantas de *Rottboellia c.* donde al no dejarla formar la pared celular de sus zonas de crecimiento, sufren la poda de raíz y caen recostadas en el suelo.



Figura 6. Plantas de *Rottboellia* recostadas sobre el suelo, por poda de raíz a causa de indaziflam.

Fuente: propia

Indaziflam + metribuzin 51.75 SC, este producto es la combinación de los dos anteriores mencionados, contando con 37.5 g de indaziflam por litro de producto y 480 g/litro de metribuzin, por lo que al contar con ambas moléculas se espera que el producto muestre el buen efecto post emergente del metribuzin y la buena pre emergencia del indaziflam, algo que se busca en un futuro pueda sustituir las mezclas tradicionales de varios ingredientes activos o moléculas que se utilizan con este objetivo, este tratamiento cuenta con dosis de 1.0, 1.5 y 2 lt / ha., las cuales también serán aplicadas en los dos estados fenológicos de la caminadora.

Mezcla de tanque indaziflam 50 SC + metribuzin 48 SC, esta mezcla de tanque simulara la dosis media de Indaziflam + metribuzin 51.75 SC que es 1.5 lt/ha, esto con el fin de observar si existe una ventaja o desventaja de que las moléculas permanezcan envasadas desde su fabricación o al momento de realizar las aplicaciones realizar la mezcla de tanque.

2.8 DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS

El cuadro 4 muestra los tratamientos utilizados en la investigación, así como su dosis y el estado fenológico en el que la *Rottboellia c.* se encontraba.

Cuadro 4. Descripción de los tratamientos utilizados

No.	Molécula	DOSIS/ HA	MOMENTO APLICACIÓN / MALEZA
1	Testigo absoluto(UTC)	Sin producto	
2	Metribuzin 48 SC	1.50 l	2 hojas
3	Indaziflam 50 SC	0.15 l	2 hojas
4	Indaziflam + Metribuzin 51.75 SC(formulado)	1.00 l	2 hojas
5	Indaziflam + Metribuzin 51.75 SC(formulado)	1.50 l	2 hojas
6	Indaziflam + Metribuzin 51.75 SC(formulado)	2.00 l	2 hojas
7	Indaziflam + Metribuzin 51.75 SC.mezcla de tanque	0.11 l +1.50 l	2 hojas
8	Metribuzin 48 SC	1.50 l	4 hojas
9	Indaziflam	0.15 l	4 hojas
10	Indaziflam + Metribuzin 51.75 SC(formulado)	1.00 l	4 hojas
11	Indaziflam + Metribuzin 51.75 SC(formulado)	1.50 l	4 hojas
12	Indaziflam + Metribuzin 51.75 SC(formulado)	2.00 l	4 hojas
13	Indaziflam + Metribuzin mezcla de tanque	0.11 l+ 1.50 l	4 hojas

Fuente: Elaboración propia

2.8.1 Diseño Experimental

El diseño experimental utilizado fue el de Bloques al completamente al azar con trece tratamientos y tres repeticiones.

Modelo estadístico:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Y_{ij} = Variable de respuesta en la i,j-esima unidad experimental.

μ = Valor de la media general.

τ_i = Efecto del i-esimo tratamiento.

β_j = Efecto del j-esimo bloque.

ε_{ij} = Error experimental asociado al la i,j-esima unidad experimental.

Supuestos:

- ✓ Normalidad
- ✓ Homocedasticidad
- ✓ Independencia

2.8.2 Establecimiento de la investigación

El establecimiento se realizó cuando el cultivo de caña de azúcar contaba con 9 días después de haber sido sembrado, la distancia entre surcos era de 1.50 m y contaba con una densidad poblacional promedio de 12 tallos por metro lineal. Contando la caña de azúcar para ese entonces con un promedio de altura de 6.5 cm.

La investigación se ubicó en un sector del lote donde se encontraba la mayor presencia de *Rottboellia cochinchinensis*.

2.8.3 Unidad Experimental

Cada unidad experimental contaba con 9 metros de ancho (6 surcos) y 10 m de largo, lo cual resulta en una unidad experimental de 90 m^2 , por tanto cada bloque o repetición contaba con un área de $1,170 \text{ m}^2$, y un total de toda el área de investigación de $3,510 \text{ m}^2$, dentro de cada unidad experimental se estableció al azar un metro cuadrado, el cual fue delimitado para posteriores evaluaciones, esto se realizó a través de la colocación de estacas de madera. Ver figura 8.

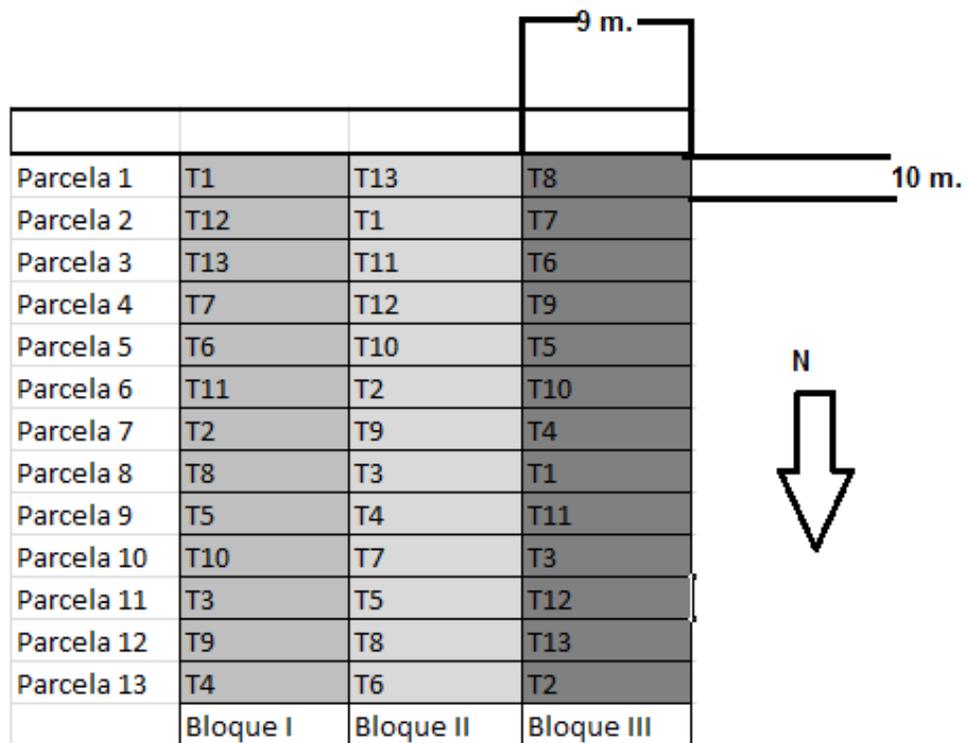


Figura 7. Croquis de las unidades experimentales

Fuente Elaboración propia

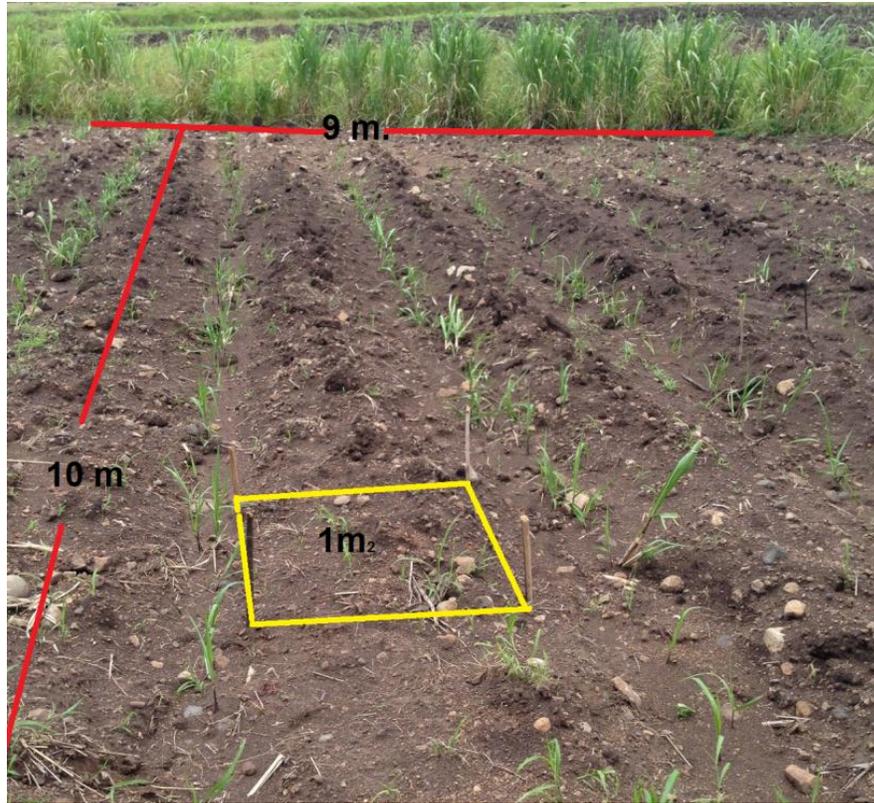


Figura 8. Delimitación de metro cuadrado, utilizado en cada unidad experimental.

Fuente: Elaboración propia

2.8.4 Aplicación de los tratamientos

La investigación contaba con dos fechas de aplicación según el estado de *la Rottboellia cochinchinensis*, para ambas aplicaciones se recurrió a una bomba manual de mochila “Super Matabi” con capacidad de 16 lts., la cual fue calibrada en la primer aplicación a 189.2 lt/ha y en la segunda aplicación a 219.78 lt/ha. La bomba de mochila contó en todo momento con un regulador de presión, así mismo se utilizó un boquilla tipo abanico TF 2.0.

Las dos aplicaciones estuvieron separadas por un intervalo de seis días.

Primera aplicación

- Hora de inicio 6:48 am
- Hora de finalización : 10:56 am
- Humedad: 70 %

- pH del agua: 8.30
- Dureza del agua: 0.43 mms

Segunda aplicación

- Hora de inicio 7:22 am
- Hora de finalización : 10:04 am
- Humedad: 62 %
- pH del agua: 8.30
- Dureza del agua: 0.43 mms

La aplicación se realizó entre los surcos, con el objetivo que la cortina de la boquilla de abanico traslapara de un surco a otro para una aplicación uniforme al suelo y a las plantas emergidas.

2.8.5 Manejo del experimento

El manejo del experimento fue el mismo que la finca le brinda a toda su plantación, eso se refiere a condiciones de humedad, fertilización y aplicación de insecticidas, exceptuando la aplicación de herbicidas.

2.8.6 Levantamiento de datos

Los datos fueron obtenidos del metro cuadrado que fue delimitado en un inicio para el conteo de poblaciones de malezas , se recurrió a un método cuantitativo que consistió en determinar el número y especies de malezas presentes en ese metro cuadrado, esto con el fin de observar el comportamiento de las mismas conforme el tiempo iba pasando.

Al realizar estas delimitaciones se contó con que no solo existía presencia de *Rottboellia cochinchinensis* en el área de estudio, por lo que, al hablar de gramíneas se determinó de que especies se trataba .diferente se realizó en cuanto a malezas de hoja ancha, donde solo se cuantifico bajo esta categoría, esto debido a que el objeto de estudio de la investigación era únicamente la *Rottboellia cochinchinensis*.

El cuadro 5 muestra el intervalo de días que existió entre un muestreo y el otro, así como una descripción de los muestreos.

Cuadro 5. Descripción de los muestreos que se realizaron en la investigación

No. De muestreo	Descripción
1	El primer muestreo se realizó previo a realizar cualquier aplicación de tratamientos, pero con las unidades experimentales ya determinadas. En este muestreo se determinó la población inicial de <i>Rottboellia cochinchinensis</i> , en cantidad de <i>Rottboellia cochinchinensis</i> por metro cuadrado.
2	Se realizó a los siete días después de haber aplicado los tratamientos.
3	Se realizó a los catorce días después de la primera aplicación.
4	Este muestreo se realizó a los veintiún días después de la primera aplicación.
5	Este muestreo se realizó treinta días después de la primera aplicación.

2.8.7 Variables respuesta

Las variables respuesta que fueron tomadas son:

- Número de plantas, consideradas maleza por metro cuadrado.
- Fito compatibilidad de las moléculas con el cultivo.

2.8.8 Número de plantas

Determinación cuantitativa de *Rottboellia cochinchinensis* por metro cuadrado, estas se contaron en los cuadros previamente delimitados, con el fin de observar el comportamiento de las malezas a través del tiempo.

2.8.9 Fito toxicidad

Se determinó la Fito toxicidad a través de la estimación visual, tomando en cuenta principalmente decoloraciones que pudieran existir en las plantas que se encontraban en cada tratamiento, esta variable se determinó a los siete y catorce días después de haberse aplicado, esto debido a que es en los primeros días después de aplicación de herbicidas donde se manifiestan los síntomas de Fito toxicidad, según expertos del departamento de Desarrollo Agronómico de Bayer. Esta se determinó a través de una escala de fito toxicidad que existe para este cultivo en el departamento de Desarrollo Agronómico de Bayer, ver cuadro 6.

Cuadro 6. Escala de Fito toxicidad, departamento de Desarrollo, Bayer Crop Science

Escala 1-6	+/- Clasificación	Color	Seguridad del cultivo	Definición
1	++++	++++	Excelente	Sin Daño
2	+++	+++	Buena	Daño muy leve
3	++	++	Satisfactorio	Daños aún aceptables
4	+	+	Marginal	Daños por lo general no aceptables
5	-	-	Insuficiente	Daños inaceptables
6	0	0	No selectiva	Daño total al cultivo
	ne	ne	No han sido evaluados	

Fuente: Departamento de Desarrollo, Bayer Cropscience, Guatemala.

Nota: Escala traducida al español

2.8.10 Análisis de la información

- Se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) con los datos obtenidos de las variables de respuesta.
- Por qué las diferencias fueron significativas en el análisis de varianza se procedió a realizar la prueba de medias TUKEY (5%).
- Se realizó una gráfica de dinámica poblacional.

2.9 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con los datos obtenidos de los muestreos realizados, se construyó una gráfica de dinámica poblacional de la maleza, así mismo un análisis de varianza y posterior de varianzas, y por último se determinó la presencia de fito toxicidad por parte del cultivo.

La figura 9 presenta el comportamiento de las poblaciones de *Rottboellia c.* luego de aplicar los tratamientos

2.9.1 Resultados de *Rottboellia cochinchinensis*

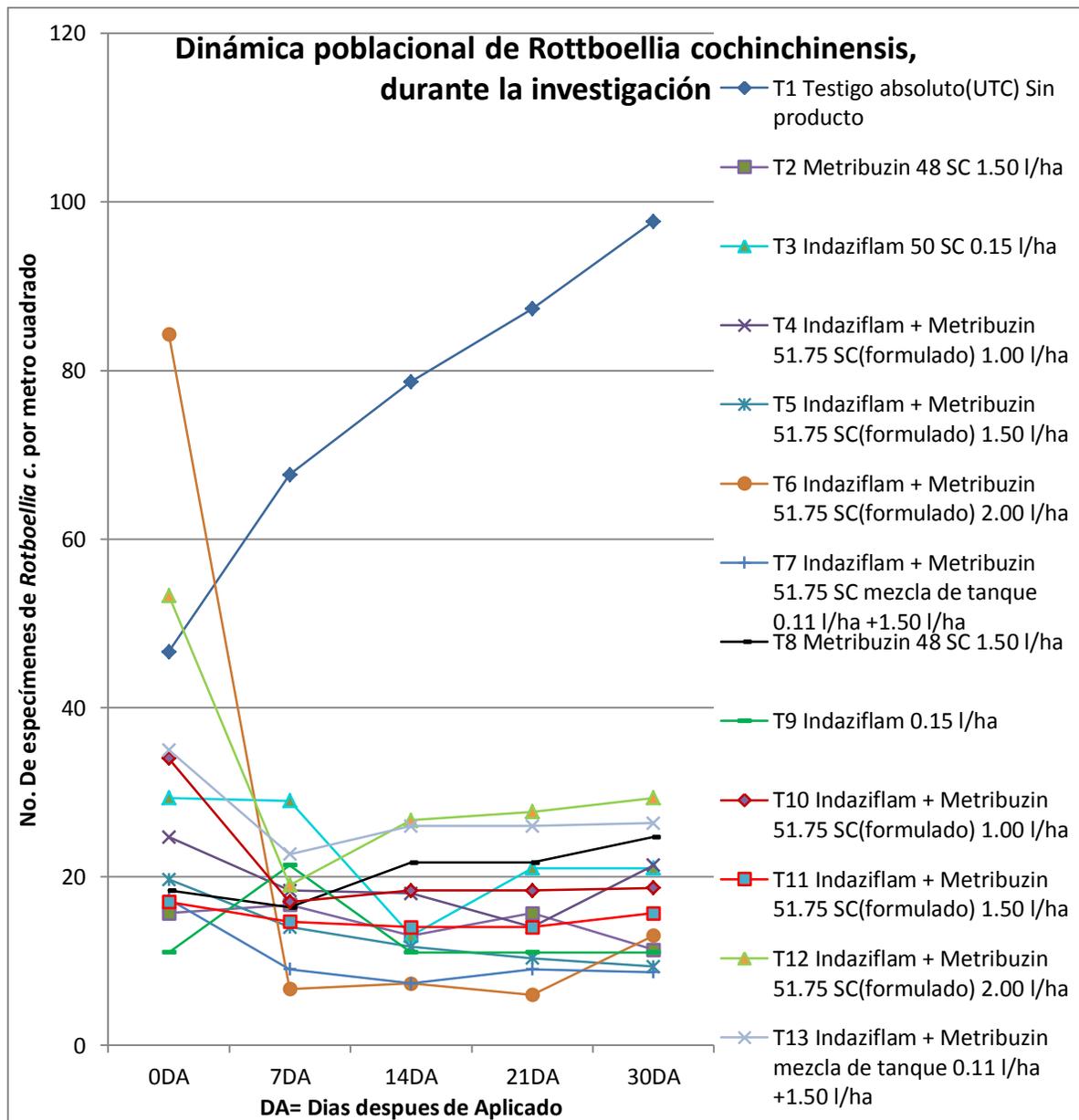


Figura 9. Dinámica poblacional de *Rottboellia cochinchinensis*, durante el ensayo establecido

2.9.2 Discusión de resultados

De los resultados de los muestreos realizados durante el ensayo, se construye esta gráfica en la cual se observa el comportamiento de *Rottboellia cochinchinensis* a través del tiempo, la mayoría de tratamientos mostraron una pendiente negativa a los siete días de haberse aplicado exceptuando al testigo absoluto, donde claramente se observa que su dinámica es ascendente, así también los tratamientos a base únicamente de Indaziflam los cuales corresponden al número tres y número nueve, estos muestran, en el número tres que la población de malezas no incremento ni disminuyo por lo que no se observa movimiento en su eje vertical, por otra parte el tratamiento número nueve que corresponde a indaziflam 50 SC cuando la *Rottboellia* contaba con 4 hojas formadas, muestra un leve incremento en sus poblaciones, esto se atribuye claramente a que su ingrediente activo no cuenta con un gran poder post emergente en contra de malezas, por lo que su control se verá reflejado conforme el transcurso del tiempo.

Por otra parte el resto de tratamientos los cuales mostraron descenso en su eje vertical, se debe a que todos contaban con la presencia de la molécula metribuzin, con un buen poder post emergente afectando a la *Rottboellia* en este caso a través de inhibir procesos fotosintéticos, la reacción de Hill para ser específicos, lo cual causo destrucción de sus carotenoides y por ende su clorofila, es por esto que el síntoma después de aplicar metribuzin sobre esta maleza es un color café de sus hojas como se muestra en la fogura 10.



Figura 10. Daño ocasionado en las hojas de *Rottboellia*, por la molécula metribuzin.

Fuente: propia

Para los catorce días después de haber aplicado el ensayo ambos tratamientos a base de indaziflam muestran movimiento en su eje vertical de orden descendente lo que se traduce a una reducción de población de esta gramínea, esto debido a que el proceso fisiológico que se vio interrumpido en la *Rottboellia cochinchinensis* debido al indaziflam, fue la biosíntesis de celulosa, esto afectó los meristemos de crecimiento al no permitir la formación de las paredes celulares de las nuevas células, lo que conllevó a que estas a que no siguieran desarrollando su sistema radical, debido a esto se observó un efecto de poda de raíz por parte de esta molécula sobre la *Rottboellia cochinchinensis*.

Por otra parte tratamientos que habían disminuido sus poblaciones en el muestreo anterior, empiezan a mostrar una pendiente positiva, esto significa que el efecto de pre emergencia se empieza a perder este caso es para el tratamiento 8 (Metribuzin 48 SC -2 hojas maleza) y tratamiento 12 (Indaziflam + metribuzin 51.75 SC.4 hojas maleza), algunos autores aseguran que la mayoría de moléculas utilizadas como herbicidas, muestran la característica que, entre más efecto post emergente tienen, menos efecto pre emergente estas tienen, y viceversa. Esto es lo que se observa en estas dos moléculas, por su parte el metribuzin tiene un gran efecto post emergente al inhibir procesos foto sintéticos de las plantas, sin embargo en comparación con el indaziflam su efecto pre emergente es reducido. Y el efecto a su vez de indaziflam con post emergente no es tan pronunciado, menos si se compara con metribuzin a una semana después de haberse aplicado.

A los 21 días se observa los diferentes comportamientos de los tratamientos, y el que sobresale es el tratamiento 6 (Indaziflam + metribuzin 51.75 SC 2lt/ha, 2 hojas maleza) el cual es el único que sigue disminuyendo sus poblaciones, esto se traduce a que el producto sigue actuando de manera pos emergente y su pre emergencia sigue funcionando ya que no permite el apareamiento de nuevas plantas. Su pre emergencia se debe a que la presencia del indaziflam en su composición, sigue actuando.

Al finalizar el ensayo 30 días después de haberse aplicado, el tratamiento 6 muestra el movimiento vertical más notable a través del tiempo, lo cual indica la pérdida de su poder pre emergente para esa fecha, sin embargo es el tratamiento que mostró el descenso de sus poblaciones más notable durante la duración de todo el ensayo. El

comportamiento del testigo absoluto sigue siendo el mismo, de orden ascendente cada vez sus poblaciones son más.

Entre los tratamientos se encuentra una mezcla de tanque, que simulaba el tratamiento Indaziflam + metribuzin 51.75 SC formulado, a 1.5 lt/ha, esto con el fin de observar si existía algún beneficio de tener el producto ya formulado o de mezclarlos justo antes de aplicarlos.

El resultado fue que, ambas opciones mostraron un comportamiento bastante parecido en los dos escenarios que se encontraba, sin embargo cuando la *Rottboellia cochinchinensis* se encontraba con dos hojas formadas se pudo observar la única diferencia, cuando el producto formulado correspondiente al tratamiento No. 5 fue el único que luego de lograr un descenso en las poblaciones a los siete días después de aplicado, mantuvo esa tendencia hasta finalizar el ensayo, comparado con la mezcla de tanque que si bien logró ese descenso a los primeros siete días, comenzó a mostrar un ascenso en sus poblaciones para el resto del ensayo. Cuando la *Rottboellia cochinchinensis* contaba ya con cuatro hojas formadas, el resultado fue muy similar, ambos disminuyeron sus poblaciones a los primeros siete días y luego de ello a los siguientes muestreos mostraron un ascenso en poblaciones de la maleza.

2.9.3 Análisis de Varianza para maleza *Rottboellia cochinchinensis*

2.9.3.1 Hipótesis estadística

Ho: No existen diferencias significativas entre los trece tratamientos sobre la población *Rottboellia cochinchinensis*.

Ha: Al menos uno de los tratamientos mostrará diferencias significativas sobre la población de *Rottboellia cochinchinensis*.

Cuadro 7. Análisis de varianza para *Rottboellia cochinchinensis*

El cuadro 7 muestra el análisis de varianza (ANDEVA) construido a partir de los datos obtenidos.

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo.	10461	14	747.21	8.36	<0.0001
Bloque	229.59	2	114.79	1.28	0.2951
Tratamiento	10231.42	12	852.62	9.54	<0.0001
Error	2144.88	24	89.37		
Total	12605.88	38			

Los resultados del análisis de varianza para esta maleza se realizaron con un nivel de confiabilidad del 95%, estos muestran que si existe significancia, y que por ende se debe aceptar la hipótesis alterna, la cual para este caso fue: *Al menos uno de los tratamientos mostrará diferencias significativas sobre la población de Rottboellia cochinchinensis*. Por lo que es pertinente realizar una prueba de medias y poder concluir que tratamientos mostraron diferencias significativas, se recurrirá a la prueba Tukey.

El valor del coeficiente de variación es de 39.67, lamentablemente los límites de aceptación de la magnitud que puede tener un C.V. no están bien determinados, son criterios que varían con el interés del ensayo. Sin embargo según Diener (1,974.) Lo recomendable es que mediante un correcto control del error experimental y el buen cuidado del ensayo, se obtenga el menor C.V. posible y que un valor de C.V.=50% no merece ninguna confianza, puesto que esa sería la incertidumbre matemática perfecta.

Para el caso de esta investigación el error experimental se encuentra en que no es posible iniciar el ensayo con la misma cantidad de *Rottboellia c.* por metro cuadrado en todas las unidades experimentales.

2.9.4 Prueba de Tukey para *Rottboellia cochinchinensis*

El cuadro 8 muestra los grupos de Tukey que se formaron, luego del análisis.

Cuadro 8. Resultados de la prueba de Tukey

Prueba:Tukey Alfa=0.05 DMS=28.26446					
Tratamiento	Medias	n	E.E.		
7	10.27	3	5.46	A	
5	13	3	5.46	A	
9	13.58	3	5.46	A	
2	14.47	3	5.46	A	
11	14.92	3	5.46	A	
4	19.27	3	5.46	A	
8	19.5	3	5.46	A	
3	22.67	3	5.46	A	
6	23.47	3	5.46	A	
10	23.58	3	5.46	A	
13	27.42	3	5.46	A	
12	31.67	3	5.46	A	
1	76	3	5.46		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Al realizar la prueba de medias se encuentra que, el único tratamiento que se encuentra en otro grupo es el testigo absoluto, los demás tratamientos quedan agrupados en la letra "a" en este caso, lo cual indica que estadísticamente, da lo

mismo utilizar cualquiera de esos doce tratamientos para el control de *Rottboellia cochinchinensis*, estadísticamente solo el testigo es diferente.

Un resultado como este muestra que los doce tratamientos aplicados resultan tener el mismo efecto cuando se busca un control para *Rottboellia cochinchinensis* en dos diferentes estados fenológicos de la misma esto en el cultivo de caña de azúcar, esto debido a que esos doce tratamientos son conjugaciones de las mismas moléculas, indaziflam por su parte no cuenta un poder pos emergente muy pronunciado, sin embargo se observó que los tratamientos aplicados con esta molécula, encuentran su eficacia conforme el tiempo transcurre afectando a las plantas inhibiendo su biosíntesis de celulosa, se observó a través de la gráfica de dinámica poblacional que pasados catorce días sus poblaciones empezaron a disminuir, por lo que se puede mencionar que después de alrededor de catorce días de haberse aplicado esta molécula es el momento en el que la *Rottboellia* sufre la poda de raíz y muere.

Por su parte la otra molécula que realizó funciones fue metribuzin, a diferencia de indaziflam si es declarada con un buen poder post emergente sin embargo es evidente que su pre emergencia no es duradera en comparación de indaziflam, las plantas de *Rottboellia* reducen sus poblaciones en los primeros días después de aplicarse -7 días-, sin embargo su efecto pre emergente se observa en la gráfica de dinámica de poblaciones se empieza a perder desde los catorce días después de haberse aplicado. Por estas conjugaciones, de mecanismo de acción de las moléculas utilizadas resultan al final del ensayo no siendo estadísticamente diferentes. Así mismo el estado fenológico de la maleza no interfiere, estadísticamente hablando es lo mismo tratar de manera pos emergente a la *Rottboellia* con estas moléculas, cuando tenga dos y cuatro hojas verdaderas formadas.

2.9.5 Resultados de fito toxicidad presentados por el cultivo de caña de azúcar

La figura 11 muestra el dato obtenido en la escala de fito toxicidad por parte de cada uno de los tratamientos.

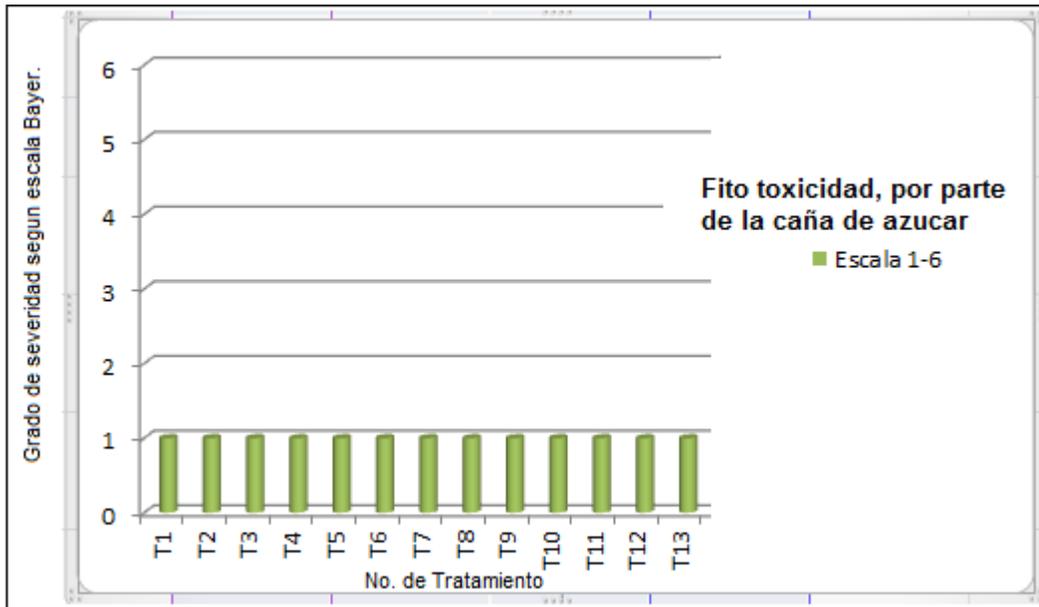


Figura 11. Resultados de la Fito toxicidad presentada por la caña de azúcar

En la gráfica se observa que todos los tratamientos quedan situados en el número uno, lo que corresponde en la escala de Fito toxicidad del departamento de desarrollo agronómico de Bayer para este cultivo, que no existe daño hacia el cultivo.

Previo a realizar la investigación, la literatura dictaba que ambas moléculas eran selectivas a este cultivo, sin embargo al tratarse de una investigación que conjugaba en su momento ambas moléculas se realizó observaciones minuciosas que determinaron que no existió fito toxicidad hacia el cultivo.

La figura 12 y13 presenta la comparación del efecto fito toxico presentado por el cultivo.



Figura 12. Comparador, planta de caña perteneciente al tratamiento de testigo absoluto

Fuente: propia



Figura 13. Planta aplicada con la dosis más alta de metribuzin e indaziflam, sin síntomas de Fito toxicidad.

Fuente: propia

La combinación de metribuzin e indaziflam, pretendía lograr un control post emergente sobre las malezas, y a su vez dejar un control pre emergente en la solución del suelo, ya que ambas moléculas han sido ampliamente estudiadas en sus acciones pre emergentes, los resultados arrojan que si existe un control post emergente el cual se refleja en todas la graficas de dinámica de población en donde en al menos un momento las poblaciones

descienden, sin embargo nunca logran llegar a cero, algo que para post emergentes especializados resulta común, de estos resultados se generan conclusiones válidas y que logran determinar si es posible que con la combinación de estas moléculas, se pueda estar presente en el mercado de moléculas post y pre emergentes.

2.10 CONCLUSIONES

- A. Si existe control post emergente por parte de las moléculas indaziflam y metribuzin, sobre *Rottboellia cochinchinensis*.
- B. Para las condiciones de esta investigación, se obtuvo que en ambos estados fenológicos de la *Rottboellia cochinchinensis*., el único tratamiento que difiere en resultados estadísticos es el testigo absoluto.
- C. No se puede determinar la dosis de indaziflam y metribuzin que mejor controle a la *Rottboellia cochinchinensis* bajo las condiciones de esta investigación, debido a que según resultados de la prueba de Tukey todas las dosis de estos se encuentran en un mismo grupo lo que indica que estadísticamente son iguales para esta acción.
- D. No existió síntomas de fito toxicidad por parte del cultivo de caña de azúcar, por lo que se dice que ambas moléculas en las dosis propuestas son Fito compatibles con el cultivo.

2.11 RECOMENDACIONES

Para el caso de Finca Velásquez, La Democracia, Escuintla y bajo las condiciones de establecimiento de la investigación que se realizó, se recomienda que para el control de esta maleza la que se enfocó el estudio –*Rottboellia cochinchinensis*-, la aplicación de estas moléculas, indaziflam y metribuzin vaya acompañada de otro agente post emergente que permita lograr un control cercano al cien por ciento, y que no cuente con escapes, si bien se observó un control de la maleza por parte de todos los tratamientos, no es posible que a los treinta días después de haberse aplicado la media de *Rottboellias* presentes sea de 23.93 plantas por metro cuadrado, las cuales en ese momento necesitan de una aplicación de producto pos emergente bastante agresiva o de una ardua tarea de control cultural, que incide en los costos de producción.

Se recomienda también realizar un mayor número de investigaciones de este tipo, en distintos escenarios como lo pueden ser: condiciones distintas de suelo, humedad, estado fenológico de la maleza, y pH del agua con el fin de encontrar mejoras a los resultados.

2.12 BIBLIOGRAFÍA

1. Buenaventura, CE. 1991. Diagnostico tecnológico del cultivo de la caña de azúcar en Guatemala. Guatemala, CENGICA. 280 p.
2. CENGICAÑA (Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar, GT). 2012. El cultivo de la caña de azúcar en Guatemala. Mario Melgar, Adalí Meneses, Héctor Orozco, Ovidio Pérez y Rodolfo Espinoza (eds.). Guatemala, Artemis Edinter. 512 p.
3. Cronquist, A. 1988. The evolution and classification of flowering plants. 2 ed. New York, US, New York Botanical Garden. 555 p.
4. Diener, G. 1974. Estadística aplicada: tres diseños experimentales en la investigación agrícola. Tesis Ing. Agr. Quito, Ecuador, Universidad Central de Ecuador. 158 p.
5. García, GR. 2005. Manual de plaguicidas (un enfoque de resistencia). Guatemala, s.e. 81 p.
6. Gómez, MA. 1985. Una nueva maleza en el cultivo de caña de azúcar en la región del Papaloapan. México, IMPA. 25 p.
7. Guerrero G, A. 1984. Cultivos herbáceos extensivos. Madrid, España, Mundi Prensa. 833 p.
8. Guzmán H, JE. 2007. Recomendaciones para disminuir la población de plagas en la raíz en caña de azúcar, en la finca Buganvilla, Ingenio Magdalena, S.A. en el municipio de La Democracia, Escuintla. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 104 p.
9. Ingenio Magdalena, GT. 2015. Finca Velásquez, sector III, La Democracia, Escuintla, Guatemala: MAG zafra 2014-2015, escala 1.30,000. La Democracia, Escuintla, Guatemala. 1 p.
10. Martínez, LM. 2002. Evaluación de doce mezclas de herbicidas en caña de azúcar plantía, en finca cañaverales del sur, Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla, Guatemala. Tesis Ing. Agr. Escuintla, Guatemala, USAC, CUNSUR. 67 p.
11. Ruiz S, F. 1995. El cultivo de caña de azúcar. Costa Rica, Editorial Universidad Estatal a Distancia. 448 p.
12. Salazar B, EV. 2005. Recopilación de la diversidad agro morfológica de la maleza caminadora *Rottboellia cochinchinensis* (Lour.) W. Clayton, en el cultivo de la caña de azúcar en el departamento de Escuintla. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 49 p.

13. Solórzano H, E. 2004. Evaluación del efecto herbicida pre emergente indaziflam para el control de malezas en caña de azúcar, *Saccharum officinarum*, plantía en época de lluvia, La Democracia, Escuintla. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 134 p.
14. Sotomayor R, A. 2005. Influencia de los vertidos de la industria azucarera sobre la propiedad de suelos cultivados con caña de azúcar (*Saccharum* sp.) en la provincia de La Habana. Tesis PhD. Almería, España, Universidad de Almería, Servicio de Publicaciones. 299 p.

2.13 ANEXOS



Figura 14. *Rottboellia cochinchinensis* con dos hojas formadas

Fuente: Propia



Figura 15. *Rottboellia cochinchinensis* con cuatro hojas formadas

Fuente: Propia



EVALUACIÓN DE LOS INSECTICIDAS PONCHO SUPER 54.0 FS Y PONCHO VOTIVO 60 FS EN FORMULACIONES PARA TRATAMIENTO DE SEMILLAS EN MAÍZ

3.1 PRESENTACIÓN

Al realizar el Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) además de la investigación y diagnóstico, también se contribuyó con servicios para la entidad Bayer S.A. departamento de Desarrollo Agronómico, servicios que fueron de utilidad para la empresa como para el productor de maíz.

El maíz el cultivo con más área dedicada a esta producción en el país (1, 696,709. hectáreas, según el MAGA), cuenta con una limitante que es las plagas del suelo y la susceptibilidad de las plantas a insectos en los primeros días de su existencia. Estos temas resultan muy importantes si también se toma en cuenta que el maíz es un cultivo clave en la seguridad alimentaria del país. En la actualidad existen productos para la protección de la semilla, sin embargo han perdido su eficacia con el paso del tiempo, han aparecido nuevas moléculas que aparte de la protección insecticida tiene efectos vigorizantes sobre los cultivos. Tomando en cuenta esto se realizó un ensayo para observar la eficacia biológica de dos productos para el tratamiento de semillas Poncho súper 54 FS y Poncho Votivo 60 FS productos a base de clothianidin y otras moléculas. En el cual se buscó determinar cuál de todos los tratamientos de moléculas químicas y biológicas tenía mejor efecto sobre los datos de producción final en este cultivo.

La descripción general del ensayo realizado se presenta a continuación.

3.2 EVALUACIÓN DE PONCHO SUPER 54.0 FS Y PONCHO VOTIVO 60 FS

3.2.1 Objetivos

3.2.1.1 Generales

Evaluar la importancia de los productos Poncho Super 54 FS y Poncho Votivo 60FS en la producción de granos de maíz.

3.2.1.2 Específicos

- A. Estimar la dosis óptima para su utilización en maíz, de los productos Poncho Súper 54 FS y Poncho Votivo 60FS.
- B. Observar el comportamiento de las plagas del suelo a través de una dinámica poblacional.
- C. Realizar un ensayo que incluía las moléculas que en la actualidad se utilizan para el control de plagas del suelo como protectantes de semilla.
- D. Determinar que tratamiento mejor traduce sus resultados a la producción final.
- E. Determinar que tratamiento mejor efecto Fito tónico tiene sobre las plantas de maíz.

3.3 MARCO REFERENCIAL

Finca "Reyes", propiedad del productor José Antonio Reyes se encuentra ubicada en el Km. 100 Carretera a Cerro Colorado, Aldea el Socorro, Santa Lucía Cotzumalguapa, Depto. de Escuintla en las coordenadas 14°14'37" y 91°4'44" a 160 msnm. Esta entidad productiva cuenta con una extensión de 45 hectáreas, de las cuales 35 de ellas se utilizan para la producción de maíz.

3.4 METODOLOGÍA

3.4.1 Establecimiento del ensayo

El establecimiento se realizó en un campo dedicado a la producción de maíz, donde cada unidad experimental contaba con un área de 76.44 m² dando como resultado un área total del ensayo de 2,751.84m², lo cual abarcaba los doce tratamientos en estudio y sus tres repeticiones.

El campo se encontraba sin labranza desde hacía tres años por lo que al momento de la aplicación se realizó una aplicación de un herbicida post emergente y pre emergente para el mejor desarrollo del cultivo.

Se utilizó el híbrido de maíz de la empresa Monsanto DK-395.

3.4.2 Aplicación de los tratamientos

Esto tuvo lugar el día de la siembra, donde se colocó la dosis que la tabla de tratamientos indicaba a cada proporción de semilla.

- Hora de inicio de la siembra 6:00 am
- Hora de finalización : 11:56 am
- Humedad: 70 %
- pH del agua: 8.30
- Dureza del agua: 0.43 mms
- Hora de finalización : 10:04 am
- Humedad: 62 %
- pH del agua: 7.02

3.4.3 Manejo del experimento

El manejo del experimento fue el mismo que la finca le brinda a toda su plantación, eso se refiere a condiciones de humedad, fertilización y aplicación de herbicidas, exceptuando la aplicación de insecticidas.

3.4.4 Levantamiento de datos

El cuadro 9 muestra la descripción de los muestreos que se realizaron para la obtención de datos.

Cuadro 9. Descripción de los muestreos

Tipo de muestreo	No. De muestreos	Metodología
Presencia de <i>Phyllophaga spp.</i>	4	Extracción de zona radicular, de 5 plantas por unidad productiva
% de Germinación	2	Conteo, de plantas emergidas
Altura de plantas	3	Altura de plantas a la tercera hoja verdadera.
Plantas sobrevivientes por área	1	Plantas vivas por muestra de 44 m ²
Producción final	1	Muestreo de 44 m ² por unidad productiva

Fueron cinco las variables que se buscaron en este ensayo las cuales se creía podían tener una relación con la más importante, el peso de granos de maíz por unidad de área.

Cuadro 10. Descripción de los tratamientos utilizados

En el cuadro 10 se encuentra una descripción de los tratamientos utilizados así como su dosis y su ingrediente activo.

No.	PRODUCTO	Ingrediente activo	DOSIS
1	UTC	No	Sin producto
2	Cruiser 35.0 FS	thiamethoxan 35 FS	2.0 cc/ lb
3	Semevin 35.0 FS	thiodicarb 35 FS	10.0 cc/ kg
4	Blindage 60.0 FS	thiodicarb+imidacloprid 60 FS	10.0 cc/ kg
5	Poncho Super 54.0 FS	clothianidin+ thiodicarb 54 FS	10.0 cc/ kg
6	Poncho Super 54.0 FS	clothianidin+ thiodicarb 54 FS	12.0 cc/ kg
7	Poncho Super 54.0 FS	clothianidin+ thiodicarb 54FS	14.0 cc/ kg
8	Poncho Votivo 60 FS	clothianidin+ <i>Bacillus firmus</i> 60 FS	3.5 cc/ kg
9	Poncho Votivo 60 FS	clothianidin+ <i>Bacillus firmus</i> 60 FS	5.0 cc / kg
10	Poncho Votivo 60 FS	clothianidin+ <i>Bacillus firmus</i> 60 FS	6.5 cc / kg
11	Poncho 60 FS	clothianidin 60 FS	10 cc/kg
12	Genérico	thiodicarb+imidacloprid 60 FS(genérico)	10 cc/kg

Fuente: Elaboración propia

3.4.5 Diseño Experimental

El diseño experimental utilizado fue el de Bloques al completamente al azar con doce tratamientos y tres repeticiones.

Modelo estadístico:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Y_{ij} = Variable de respuesta en la i,j-esima unidad experimental.

μ = Valor de la media general.

τ_i = Efecto del i-esimo tratamiento.

β_j = Efecto del j-esimo bloque.

ε_{ij} = Error experimental asociado al la i,j-esima unidad experimental.

Supuestos:

- ✓ Normalidad
- ✓ Homocedasticidad
- ✓ Independencia

3.5 RESULTADOS

Con los datos obtenidos en los muestreo ya descritos se construyó una gráfica de dinámica poblacional de *Phyllophaga spp.* durante los primeros 28 días del ensayo, también graficas que permiten comparar la altura y diámetro de los diferentes tratamientos, la comparación de la producción obtenida por cada tratamiento y un análisis de varianza para los datos de producción.

A continuación en la figura 16 se presenta dinámica poblacional de *Phyllophaga spp.* Esto hasta los 28 días después de haber germinado.

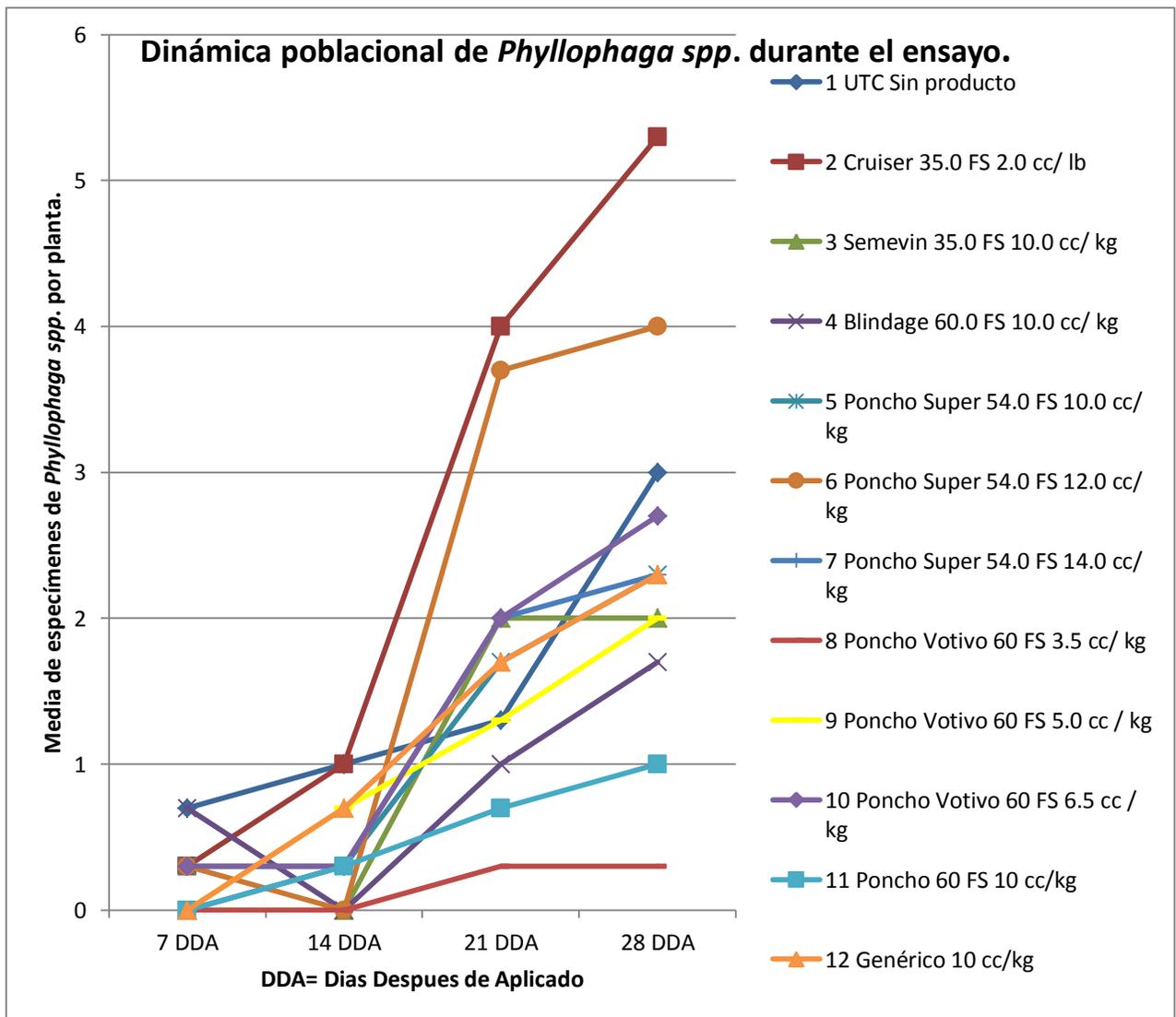


Figura 16. Dinámica poblacional de *Phyllophaga spp.* Durante los primeros 18 días del ensayo.

3.5.1 Discusión

La figura 16 muestra un comportamiento de *Phyllophaga spp.*, en el cual no se puede observar alguna tendencia o patrón, ya que ninguno de los tratamientos puede mantener un descenso en las poblaciones durante todo el ensayo tanto el tratamiento 4 correspondiente a Blindage 60 FS y el tratamiento 6 correspondiente a la dosis media de Poncho Super 54 FS que mostraron un descenso en la población a los 14 días de sembrado y que corresponde al muestreo 2 , sin embargo luego de eso mostraron un ascenso bastante pronunciado para el siguiente muestreo manteniendo la tendencia de pendiente positiva hasta finalizar dichos muestreos. Debido a que los datos no muestran tendencia, ni correlación con ninguno de los tratamientos, es lógico ampararse a los datos que se obtengan de producción donde se espera se pueda inclinar alguna recomendación con algún tratamiento.

3.5.2 Porcentaje de germinación de los tratamientos

Se tomó en cuenta el dato de porcentaje de germinación esto con el fin de observar la relación entre la cantidad de *Phyllophaga spp.* Que existiese y su germinación, debido a esto se construyó la gráfica 17. En la cual se muestra el porcentaje de germinación de todos los tratamientos para lograr entender mejor.

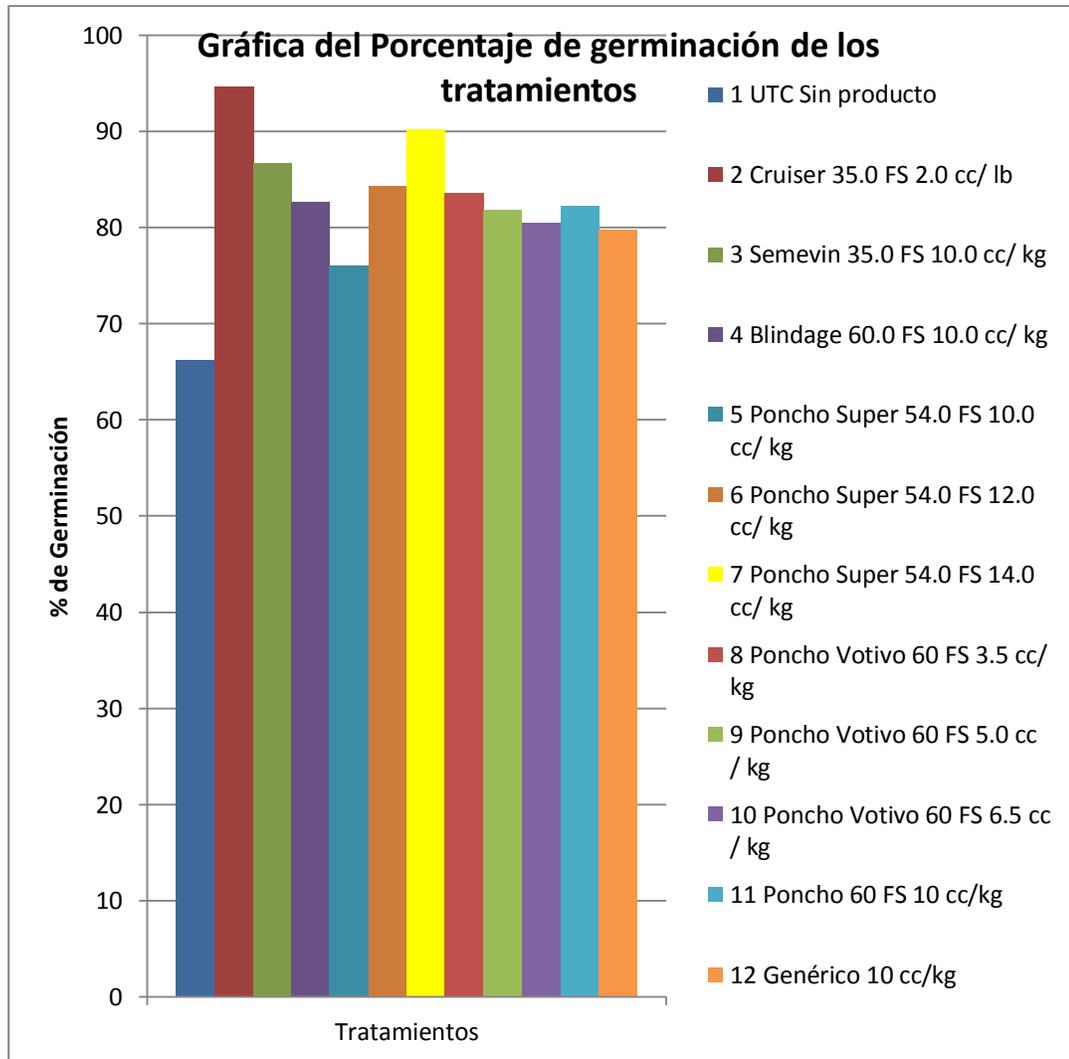


Figura 17. Gráfica del porcentaje de germinación de los tratamientos.

En la gráfica 17 se observa un dato que genera incertidumbre ya que el tratamiento de Cruiser 60 FS es el que más alto dato de germinación tiene, sin embargo coincide con el dato más alto en la dinámica poblacional de la plaga, por lo que este parámetro no permite predecir que tratamiento resulta ser mejor, ya que puede existir la presencia de la plaga, pero de alguna manera no afectar la germinación, puede ocurrir que el ingrediente activo no elimine la plaga matándola sino con una acción repelente, no permitirla ser problema. Los datos de cosecha final serán los que permitan realmente catalogar que tratamiento es mejor que el otro.

3.5.3 Altura de los tratamientos

En la Figura 17 se observa la gráfica con la comparación de las alturas de las plantas a lo largo de tres muestreos efectuados. Este es uno de los parámetros que podría demostrar la incidencia de los productos sobre el desarrollo de las plantas, esta gráfica tiene más congruencia si se toma en cuenta que el testigo absoluto en todos los muestreos es el que menor media de altura registra. Datos como los de altura y diámetro pueden mostrar una diferencia entre tratamientos, sin embargo estas producciones de maíz traducen su éxito a la cantidad de libras que el área produce, por lo que estos parámetros pueden resultar bastante importantes pero no a la importancia que a la producción se le debe dar. Cabe mencionar que ciertos productos aportan además de un efecto insecticida un efecto fito tónico el cual se traduce a la vigorosidad que la planta tendrá comparándola con las plantas que no lo tendrán.

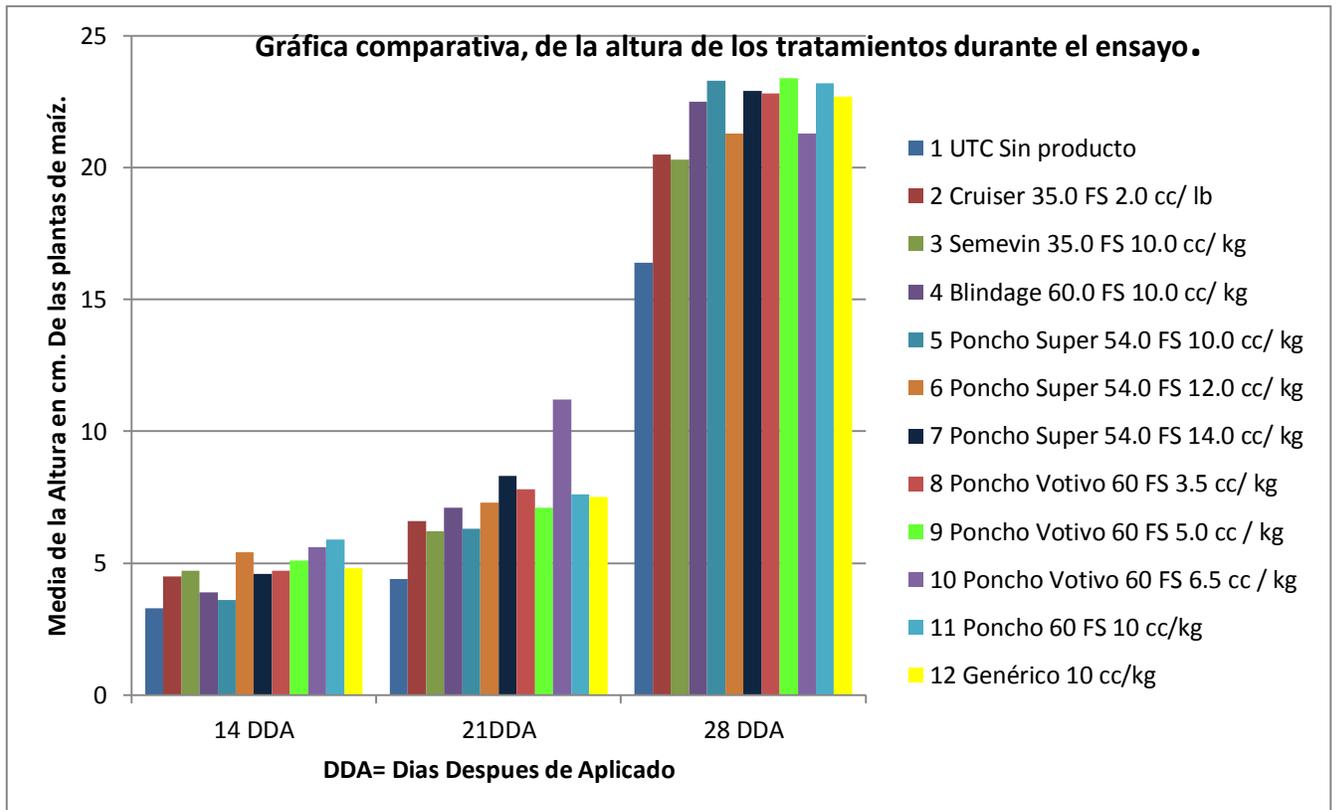


Figura 18. Gráfica comparadora de alturas entre tratamientos.

La figura 17 muestra un claro efecto de los productos sobre la altura de las plantas, todos los tratamientos tienen una media de altura por encima de la del testigo, sin embargo la gráfica muestra resultados que cambian bastante con el paso del tiempo, hablemos del primer muestreo, a los 14 días de sembrado el dato más alto lo tiene el tratamiento 11 correspondiente producto Poncho 54 FS , pero en el siguiente muestreo a los 21 días de sembrado se coloca en cuarto lugar por debajo del tratamiento 10 del tratamiento 7 y el tratamiento 8, sin embargo no se puede generar una conclusión para ese entonces ya que al último muestreo a los 28 días después de la siembra es capaz de rebasar la media de todos estos y colocarse solo por debajo del tratamiento 9.

Algo muy interesante al finalizar los muestreos es el dato del tratamiento 10 la dosis alta de Poncho Votivo 60 FS, sucede que la altura es menor que la dosis media y que la baja, es un claro ejemplo de la ley de rendimientos decrecientes que dicta que: *a partir de cierto punto, cuando se agregan unidades adicionales de un insumo variable a los insumos fijos, el producto marginal del insumo variable disminuye.* Spencer (1993).

En conclusión se esperaba un efecto sobre la altura por parte de tratamientos a base de imidacloprid (Blindage 60 FS y Genérico) y clothianidn (Todos los que llevan el nombre Poncho), y se observa un claro inclinamiento hacia la molécula clothianidin ya que todos los tratamientos con las alturas más altas en todos los muestreos eran a base de clothianidn por encima de los que llevasen imidacloprid.

3.5.4 Datos de supervivencia de plantas a la hora del muestreo final de cosecha.

Se contabilizó el número de plantas de 44 m² de cada unidad productiva, esto buscando eliminar el efecto de bordes y cabeceras, muestreando el centro de cada unidad productiva. Esto se realizó con el fin de estimar que numero de plantas por área existía y como se iba a reflejar esto en la producción final, tomando en cuenta que no siempre el mayor número de plantas significa mayor producción. La figura 19 muestra los datos graficados.

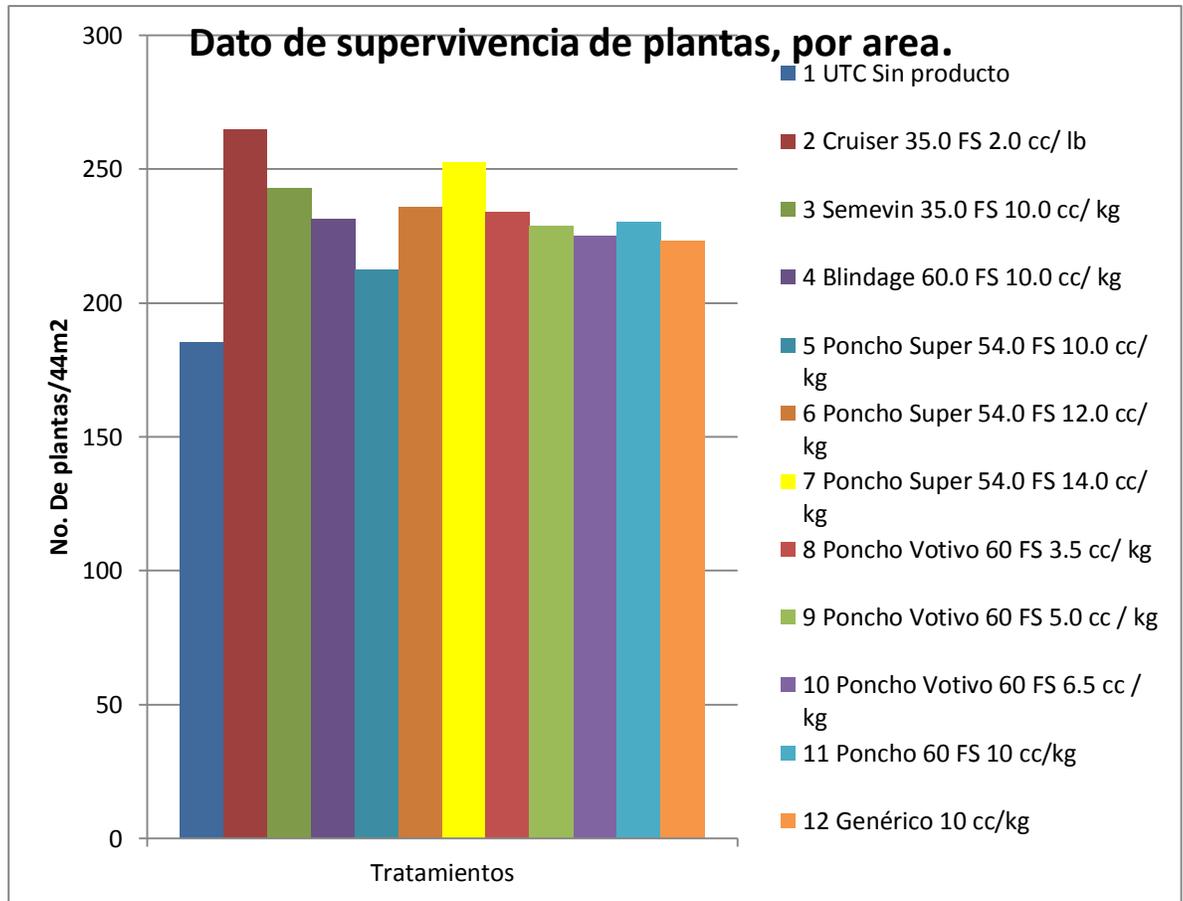
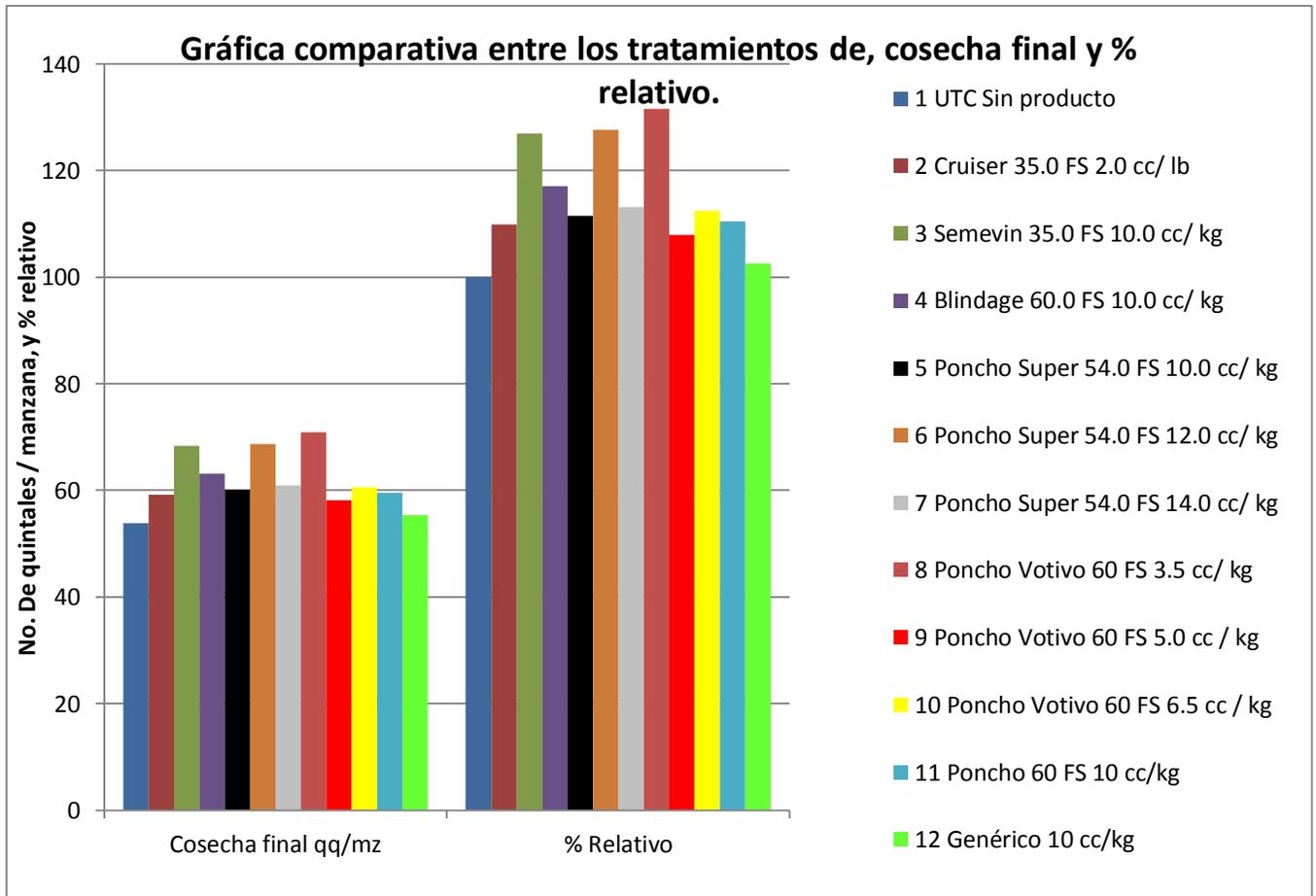


Figura 19. Dato de supervivencia de plantas, al momento de la cosecha.

El mayor número de plantas, se observa lo tiene el tratamiento de Cruiser 60 FS, seguido de Poncho Super 54 FS a 12 cc/kg, son los dos tratamientos con mayor número de plantas, ahora los datos de cosecha permitirán saber si son estos dos los que más producción generen.

3.5.5 Datos finales de cosecha, comparador entre tratamientos

A continuación se espera la gráfica más importante la cual traduce si los efectos de tener cañas de maíz más alta, mayor porcentaje de germinación, mayor número de plantas por área, y el confuso comportamiento de *Phyllophaga spp.* Incide en los datos de cosecha final. La grafica 20 muestra ese resultado.



*quintal=100 lb; Manzana= unidad de área de 7000 m²

Figura 20. Comparador de datos de cosecha y % relativo.

3.5.5.1 Discusión

La grafica 19 que muestra los resultados más importantes debido a que es lo que a un productor de este tipo más le interesa que es la producción por área en el gráfico de cosecha final se observa claro que le testigo está por debajo de todos los demás tratamientos el datos más alto es para Poncho Votivo 60 FS. El cual en todo momento mostró datos de menor altura, menor número de plantas por área, menor porcentaje de germinación que otros tratamientos, sin embargo acá se puede ver que son parámetros que no son un poderoso indicador sobre la producción. Así mismo el tratamiento 12 correspondiente a la combinación de imidacloprid y thiodicarb en su versión Genérica, se podía colocar a la par en altura y germinación con algunos tratamientos, sin embargo en

datos de cosecha final se encuentra por debajo de todos los demás tratamientos y aportando un porcentaje relativo mínimo por encima del testigo absoluto. Otro dato interesante es el de Semevin 35 FS el cual nunca estuvo entre los tratamientos de mayor altura pero si entre los tres primeros en cuanto a datos de cosecha final. Produciendo alrededor de un 27 % mas que el testigo absoluto.

Con este resultado en las gráficas se puede observar las mejores moléculas bajo estas circunstancias para la producción final de maíz en granos. Se puede concluir que para el caso de estas condiciones los parámetros de altura porcentaje de germinación y número de plantas por área no tienen una conexión directa con los datos de cosecha final. Ahora bien tomando en cuenta que este dato de cosecha es el que en realidad interesa se construye un análisis de varianza con estos datos que será presentado a continuación.

3.5.6 Análisis de varianza para datos de cosecha de maíz en el ensayo

A continuación se presenta el cuadro de análisis de varianza, cuadro 11, con los datos de cosecha que se obtuvieron.

Se utilizó el diseño estadístico de bloques completamente al azar con un nivel de confiabilidad de 95 %, se obtuvo un coeficiente de variación de 19.13.

3.5.6.1 Hipótesis estadística

Ho: No existen diferencias significativas entre los tratamientos sobre la producción final de granos de maíz.

Ha: al menos uno de los tratamientos mostrara diferencia significativa sobre la producción final de granos de maíz.

Cuadro 11. Análisis de varianza sobre los datos de cosecha obtenidos

Fuente	DF	SUMA DE CUADRADOS	Promedio de cuadrados	F	Prob(F)
Total	35	4640.901875			
Repetición	2	659.106317	329.553158	2.378	0.1161
Tratamiento	11	933.142208	84.831110	0.612	0.7991
Error	22	3048.653350	138.575152		

Los resultados del análisis de varianza a través de los algoritmos utilizados dictaminan que no existe significancia entre los tratamientos por lo que se acepta la hipótesis nula de: *Ho: No existen diferencias significativas entre los tratamientos sobre la producción final de granos de maíz.*

El ensayo muestra a través de este resultado que, estadísticamente hablando da lo mismo aplicar cualquiera de los once tratamientos como protectantes de semilla de maíz para la producción final de grano que no aplicar ya que no existe diferencia significativa entre ninguno de los tratamientos.

Concluir y generar una recomendación en base a esta tabla es muy radical lo estricto que resulta ser la estadística, más en este caso con un nivel de confiabilidad alto – 95%- afecta, se tiene la ventaja de tener una gráfica comparadora de las medias de producción de grano y de % relativo donde se observa en el rendimiento más alto un aproximado de 27 % más de producción que el testigo absoluto, lo cual si permite generar una conclusión bajo estas condiciones, ya que por cien quintales producidos utilizando la metodología del testigo absoluto se generan 127 con el tratamiento más alto que es la dosis de 3.5 cc/kg de Poncho Votivo 54 FS. Ahora sería pertinente incluir el tema de costos en una investigación de este tipo.

3.6 CONCLUSIONES

- A. Estadísticamente hablando no se puede estimar la dosis óptima para la utilización de ninguno de los tratamientos, debido a que no mostró significancia en su análisis de varianza sobre la producción de grano de maíz.
- B. El comportamiento de las plagas en el suelo (*Phyllophaga spp.*) no mostró congruencia en ningún momento, la fluctuación de los datos no mostró ningún patrón de comportamiento.
- C. La comparación con las demás moléculas que actualmente se utilizan para proteger semillas resultó en todo momento a favor de al menos uno de los productos de estudio productos Poncho Súper 54 FS y Poncho Votivo 60FS.
- D. En cuanto a producción de maíz la dosis baja de Poncho Votivo 60 FS (3.5 cc/kg semilla) obtuvo el mejor resultado con un rendimiento de 74,000 libras por cada 7,000 m² (74 qq/mz), sin embargo no es estadísticamente significativo respecto al testigo.
- E. El efecto fito tónico en este caso altura, el mejor resultado al finalizar los muestreos fue la dosis baja de Poncho Super 54 FS (10 cc/ kg semilla).

3.7 EVALUACIÓN

La idea de este servicio fue aportar algo positivo a tan importante cultivo en nuestro país y a un problema de actualidad. El estudio permite indagar acerca de que producto resulta más eficiente para la protección de semilla y su resultado en la producción para estas condiciones.

La meta es cumplida, al poder generar conclusiones con argumentos válidos, así mismo una meta alcanzada es la demostración en el ensayo que variables como altura y diámetro de la planta, no tienen una incidencia marcada sobre la producción final del maíz.

El productor José Reyes propietario del sitio de investigación cuenta con información valiosa para sus próximas cosechas.

3.8 BIBLIOGRAFÍA

1. Spencer, M.1993. Economía contemporánea. Barcelona, España Editorial Reverte. 73 p.

3.9 ANEXOS



Figura 21. parcela de testigo absoluto.



Figura 22. Síntoma de planta con presencia de *Phyllophaga spp.*



Figura 23. Muestras de *Phyllophaga spp.* en el suelo.



Figura 24. Especímen de *Phyllophaga* spp. Alimentándose de raíz.