


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS Y AMBIENTALES

ÁREA INTEGRADA

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a circular emblem. It features a central figure of a man in a red and white robe, likely a saint or scholar, holding a book. Above him is a golden crown or mitre. The seal is surrounded by a Latin inscription: "ORBIS CONSPICUA CAROLINA ACADIA" at the top and "CETTER COACTEMALENSIS INTER" at the bottom. The background of the seal is light blue and green.

**EVALUACIÓN DE LA EFICACIA PRE EMERGENTE DE ALION PRO 51.75 SC
APLICADO EN MEZCLA CON HERBICIDAS DE EFECTO POST EMERGENTE,
SOBRE *Rottboellia cochinchinensis* EN PLANTILLA DE CAÑA DE AZÚCAR
(*Saccharum spp*), DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN EL
DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AGRONÓMICO DE BAYER, S.A.
GUATEMALA, C.A.**


GERSON ENRIQUE ARIAS RIVERA

GUATEMALA OCTUBRE DE 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ÁREA INTEGRADA

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a circular emblem. It features a central shield with a golden crown on top, flanked by two golden lions. Below the shield are two golden columns. The shield is set against a blue background with a white cross. The entire emblem is surrounded by a grey border containing the Latin motto "GRÆCIS CONSPICUA CAROLINA ACERVA AGRI MALESIA COACTEMALENSIS INTER CÆTERRAS".

EVALUACIÓN DE LA EFICACIA PRE EMERGENTE DE ALION PRO 51.75 SC
APLICADO EN MEZCLA CON HERBICIDAS DE EFECTO POST EMERGENTE,
SOBRE *Rottboellia cochinchinensis* EN PLANTILLA DE CAÑA DE AZÚCAR
(*Saccharum spp*), DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN EL
DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AGRONÓMICO DE BAYER, S.A.
GUATEMALA, C.A.

GERSON ENRIQUE ARIAS RIVERA

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ÁREA INTEGRADA

EVALUACIÓN DE LA EFICACIA PRE EMERGENTE DE ALION PRO 51.75 SC
APLICADO EN MEZCLA CON HERBICIDAS DE EFECTO POST EMERGENTE,
SOBRE *Rottboellia cochinchinensis* EN PLANTILLA DE CAÑA DE AZÚCAR
(*Saccharum spp*), 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:

GERSON ENRIQUE ARIAS RIVERA

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO INGENIERO AGRÓNOMO EN
SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA
EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

RECTOR:

Ing. MSc. Murphy Olympo Paiz Recinos

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	Ing. Agr. Mario Antonio Godínez López
VOCAL PRIMERO	Dr. Tomás Antonio Padilla Cámbara
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. M.A. César Linneo García Contreras
VOCAL TERCERO	Ing. Agr. M.A. Jorge Mario Cabrera Madrid
VOCAL CUARTO	P. en Electrónica. Carlos Waldemar de León Samayoa
VOCAL QUINTO	P. Agr. Marvin Orlando Sicajaú Pec
SECRETARIO	Ing. Agr. Juan Alberto Herrera Ardón

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2018

Guatemala, octubre de 2018

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

Honorables miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el **Trabajo de Graduación: EVALUACIÓN DE LA EFICACIA PRE EMERGENTE DE ALION PRO 51.75 SC APLICADO EN MEZCLA CON HERBICIDAS DE EFECTO POST EMERGENTE, SOBRE *Rottboellia cochinchinensis* EN PLANTILLA DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum spp*), DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN EL DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AGRONÓMICO DE BAYER, S.A. GUATEMALA, C.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”

GERSON ENRIQUE ARIAS RIVERA

ACTO QUE DEDICO

A DIOS: Ser supremo. Pues es quien da la sabiduría, la ciencia y el conocimiento brotan de sus labios. Proverbios 2:6

A MIS PADRES: Ing. Agr. MSc. Mario Enrique Arias Marroquín y Nohemí Rivera Pérez de Arias, por ser el pilar fundamental en mi crecimiento como persona y como profesional, apoyándome en todos los momentos de mi vida.

A MI ESPOSA: Delmi Azucena Arévalo de Arias por ser el amor de mi vida, y la ayuda idónea que dios me ha dado.

A MI HIJA: Estefany Sofía Arias Arévalo, por ser la bendición más grande que Dios ha puesto en mi vida.

A MIS HERMANOS: Yanira Elizabeth, Jessica Nohemí y Mario Andrés, por ser mis compañeros de viaje en la vida y con quienes compartí mi infancia.

A MIS SOBRINOS: Con amor y aprecio, esperando ser un ejemplo de superación y perseverancia.

TRABAJO DE GRADUACIÓN QUE DEDICO

A:

Guatemala, patria en donde nací, y por ser el país en el cual me formé como profesional en el ámbito agrícola. Con mi profesión aportaré para el desarrollo del país.

Universidad de San Carlos de Guatemala, tricentenaria alma mater que me instruyó para llegar a ser un profesional.

Facultad de Agronomía, unidad académica que me preparó de conocimientos, y que me permitió pasar por sus aulas y laboratorios, y ser un digno egresado de ella.

A la tierra en donde crecí, Chimaltenango, la ciudad de los escudos.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por ser misericordioso y darme la sabiduría para triunfar en la vida, porque ha sido la lámpara que alumbra mi camino, aun en los procesos difíciles. Y sobre todo por ser el ente dador de la vida. Gracias padre por estar siempre conmigo y por tus bendiciones.

Ing. Agr. Josué Hidalgo. Por su ayuda y aporte como profesional, y por darme la oportunidad dentro del Departamento de Desarrollo Agronómico de Bayer, S.A.

Ing. Agr. Juan Rene Santizo. Por su apoyo y orientación durante mi Ejercicio Profesional Supervisado.

Ing. Agr. Joel Morales. Por su ayuda en conjunto con la institución CENGICAÑA, en aportes científicos y bibliográficos.

Supervisor: Ing. Agr. MSc. PhD. Marco Vinicio Fernández. Por su orientación en todo el proceso de mi formación profesional para culminar esta meta.

Asesor: Ing. Agr. MSc. Manuel de Jesús Martínez. Gracias por ser una parte fundamental en el proceso de asesoría en esta última etapa de mi carrera profesional y por siempre dar un 100% como profesional en su área brindando el apoyo correspondiente.

Ing. David Estuardo Argueta. Por ser parte de su equipo de trabajo.

A la Empresa Bayer CropScience, S.A. Por haberme dado la oportunidad de iniciarme en mi carrera como profesional.

A la Empresa NOVIAGRO, S.A. Por darme la oportunidad de desarrollarme como profesional.

Al personal administrativo y de campo de la Finca Las Ilusiones, por facilitar los recursos para poder realizar esta investigación.

Al personal administrativo y de campo de la Finca Cañaverales del Sur, por facilitar los recursos para poder realizar esta investigación.

A los productores de maíz, por su ayuda en campo.

A mis compañeros y amigos: Por el tiempo compartido durante los años de estudio, su amistad ha sido de importancia en la vida.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	Página
1. CAPÍTULO I.....	1
1.1INTRODUCCIÓN.....	3
1.2OBJETIVOS.....	3
1.2.1 General.....	3
1.2.2 Específicos.....	3
1.3METODOLOGÍA.....	4
1.3.1 Recolección de información bibliográfica.....	4
1.3.2 Elaboración de encuestas y recolección de la información.....	4
1.3.3 Identificación de las causas posibles que limiten el uso del 2,4-D, en caña de azúcar.....	5
1.4RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	5
1.4.1 Identificación de las causas posibles que limiten el uso del 2,4-D, en caña de azúcar.....	5
1.4.2 Contexto nacional que regula el uso de agroquímicos.....	5
1.4.3 Mercado internacional y cumplimiento con los límites máximos de residuos.....	9
1.4.4 Percepción del usuario y el proveedor, respecto a la eficacia del 2,4-D y los productos sustitutos.....	12
1.4.5 Árbol de Problemas.....	15
1.5CONCLUSIONES.....	16
1.6BIBLIOGRAFÍA.....	17
2. CAPÍTULO II.....	20
2.1INTRODUCCIÓN.....	23
2.2MARCO TEÓRICO.....	25
2.2.1 Marco Conceptual.....	25
2.2.1.1 Caña de azúcar.....	25
2.2.1.2 Eficacia.....	25
2.2.1.3 Frecuencia.....	25
2.2.1.4 Maleza.....	25
2.2.1.5 Manejo y control de malezas.....	26
2.2.1.6 Principales malezas en la zona cañera de Guatemala.....	26
2.2.1.7 Interferencia de malezas con el cultivo.....	28
2.2.1.8 Métodos de control.....	29

2.2.1.9	Factores que afectan la eficiencia de los herbicidas.....	30
2.2.1.10	Factores de la planta	33
2.2.1.11	Manejo y control de malezas	34
2.2.1.12	Descripción de herbicidas evaluados	35
2.2.1.13	Fitotoxicidad de herbicidas en variedades promisorias de caña de azúcar.....	38
2.2.1.14	Características de <i>Rottboellia cochinchinensis</i>	39
2.2.1.15	Aspectos biológicos	40
2.2.1.16	Aspectos epidemiológicos	43
2.2.2	MARCO REFERENCIAL	44
2.2.2.1	Ecología y zonas de vida.....	44
2.2.2.2	Condiciones climáticas	44
2.2.2.3	Suelos franco-arcillosos.....	44
2.2.2.4	Suelos mollisoles	45
2.2.2.5	Suelos andisoles.....	45
2.2.2.6	Ubicación geográfica	45
2.2.3	OBJETIVOS.....	47
2.2.3.1	Objetivo General.....	47
2.2.3.2	Objetivos Específicos.....	47
2.2.4	HIPÓTESIS.....	47
2.2.5	METODOLOGÍA	47
2.2.5.1	Descripción de los tratamientos.....	47
2.2.5.2	Diseño experimental	48
2.2.5.3	Factor de estudio	49
2.2.5.4	Tamaño de la unidad experimental.....	49
2.2.5.5	Arreglo espacial (croquis de campo)	50
2.2.5.6	Delimitación de parcelas.....	50
2.2.5.7	Equipo de aplicación.....	51
2.2.5.8	Calibración.....	51
2.2.5.10	Manejo del experimento.....	52
2.2.5.11	Levantamiento de datos.....	53
2.2.5.12	Variables de respuesta	53
2.2.5.13	Análisis de la Información	54
2.2.6	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	55
2.2.6.1	Precipitación pluvial en (mm) finca las ilusiones.....	55

2.2.6.2	Cobertura de <i>R. cochinchinensis</i>	56
2.2.6.3	Resultados de porcentaje (%) de eficacia Abbott.....	58
2.2.6.4	Análisis de varianza para la maleza <i>R. cochinchinensis</i>	59
2.2.6.5	Prueba de Tukey para <i>R. cochinchinensis</i>	61
2.2.6.6	Resultados de fitotoxicidad presentados por el cultivo de caña de azúcar	63
2.2.7	CONCLUSIONES.....	64
2.2.8	RECOMENDACIONES	65
2.2.9	BIBLIOGRAFÍA	67
2.2.10	ANEXOS	71
3.	CAPÍTULO III.....	77
3.1	PRESENTACIÓN.....	77
3.2	EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL BCS-CL73507 20 SC PARA EL CONTROL DE (<i>Spodoptera frugiperda</i>) EN EL CULTIVO DE MAÍZ (<i>Zea mays L.</i>), EN LA PARCELA EXPERIMENTAL, ALDEA CUYUTA, MASAGUA, ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A.	78
3.2.1	DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	78
3.2.2	OBJETIVOS	78
3.2.2.1	Objetivo General	78
3.2.2.2	Objetivo Específico	78
3.2.3	MARCO REFERENCIAL.....	78
3.2.4	METODOLOGÍA	79
3.2.4.1	Establecimiento del ensayo.....	79
3.2.4.2	Aplicación de los tratamientos.....	79
3.2.4.3	Manejo del experimento	80
3.2.4.4	Levantamiento de datos	80
3.2.4.6	Descripción de los tratamientos evaluados	81
3.2.4.7	Diseño experimental	81
3.2.5	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	81
3.2.5.1	Dinámica poblacional	81
3.2.5.2	Eficacia Abbott del total de larvas	83
3.2.5.3	Área bajo la curva	84
3.2.5.4	Compatibilidad	85
3.2.5.5	Nivel de daño foliar (NDF).....	86
3.2.5.6	Eficacia abbot sobre plantas dañadas	87
3.2.6	CONCLUSIONES.....	88

	Página
3.2.7	EVALUACIÓN..... 88
3.2.8	ANEXOS..... 89
3.3	EVALUACIÓN DEL EFECTO INSECTICIDA DE CURBIX PLUS 20 SC SOBRE LAS PLAGAS DEL SUELO EN EL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR (<i>Saccharum spp</i>), FINCA CAÑAVERALES DEL SUR, INGENIO MADRE TIERRA, SANTA LUCÍA COTZUMALGUAPA, ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A..... 93
3.3.1	DEFINICIÓN DEL PROBLEMA 93
3.3.2	OBJETIVOS..... 93
3.3.2.1	Objetivo General..... 93
3.3.2.2	Objetivo Específico 93
3.3.3	MARCO REFERENCIAL 93
3.3.4	METODOLOGÍA 94
3.3.4.1	Establecimiento del ensayo 94
3.3.4.2	Aplicación de los tratamientos 94
3.3.4.3	Manejo del experimento..... 94
3.3.4.4	Levantamiento de datos..... 94
3.3.4.5	Descripción de los tratamientos evaluados..... 95
3.3.4.6	Diseño experimental 96
3.3.5	RESULTADOS Y DISCUSIÓN 96
3.3.5.1	Brotos de caña de azúcar 96
3.3.5.2	Área bajo la curva 97
3.3.5.3	Larvas vivas de <i>Agriotes sp</i> 98
3.3.5.4	Área bajo la curva 99
3.3.5.5	Ninfas vivas de <i>Scaptocoris castanea</i> 100
3.3.5.6	Área bajo la curva 101
3.3.5.7	Adultos vivos de <i>Scaptocoris castanea</i> 102
3.3.5.8	Área bajo la curva 103
3.3.5.9	Larvas vivas de <i>Conoderus sp</i> 104
3.3.5.10	Larvas vivas de <i>Phyllophaga sp</i> 105
3.3.5.11	Área bajo la curva 106
3.3.6	CONCLUSIONES 107
3.3.7	EVALUACIÓN..... 107
3.3.8	BIBLIOGRAFÍA..... 109
3.3.9	ANEXOS..... 111

Índice de cuadros

	Página
CUADRO 1. DEMANDA DE 2,4-D DE LA AGROINDUSTRIA AZUCARERA DE GUATEMALA (AIAG), EN EL AÑO 2014 Y DOSIS UTILIZADAS.....	6
CUADRO 2. NÚMERO DE APLICACIÓN DE 2,4-D POR INGENIO AL AÑO (CICLO DE CULTIVO).....	6
CUADRO 3. PRODUCTOS AGROQUÍMICOS PROHIBIDOS Y RESTRINGIDOS EN GUATEMALA.....	7
CUADRO 4. RECOMENDACIONES DE USO DE LOS DISTINTOS NOMBRES COMERCIALES 2,4-D Y MALEZAS QUE CONTROLA.....	8
CUADRO 5. MERCADOS HACIA DONDE LA AGROINDUSTRIA AZUCARERA DE GUATEMALA (AIAG) EXPORTA AZÚCAR Y LOS LÍMITES MÁXIMOS PERMITIDOS DE 2,4-D EN DICHS MERCADOS.....	9
CUADRO 6. CERTIFICACIONES CON LAS QUE LA AGROINDUSTRIA AZUCARERA DE GUATEMALA (AIAG) CUENTA.....	10
CUADRO 7. RESUMEN DE LO QUE BUSCA LAS CERTIFICACIONES EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE AZÚCAR DE GUATEMALA, Y COMO ESTAS INFLUYEN EN EL USO DE AGROQUÍMICOS.....	11
CUADRO 8. PERCEPCIÓN DE LA AIAG, RESPECTO A LA EFICACIA DEL 2,4-D EN EL CONTROL DE MALEZAS.....	12
CUADRO 9. ESPECIES DE MALEZAS REPORTADAS EN EL MUNDO RESISTENTES AL 2,4-D.....	13
CUADRO 10. PRECIOS DE MERCADO (2016), DE LOS DISTINTOS PRODUCTOS COMERCIALES DE 2,4-D Y DE PRODUCTOS SUSTITUTOS	14
CUADRO 11. PRINCIPALES MALEZAS DE IMPORTANCIA EN LA AGROINDUSTRIA AZUCARERA DE GUATEMALA.	27
CUADRO 12. DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS UTILIZADOS EN LA INVESTIGACIÓN.....	48
CUADRO 13. DISTRIBUCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS QUE CONFORMAN EL BLOQUE I.....	49
CUADRO 14. CROQUIS DE CAMPO.....	50
CUADRO 15. MANEJO AGRONÓMICO QUE REALIZA LA FINCA LAS ILUSIONES.....	52
CUADRO 16. DESCRIPCIÓN DE LAS LECTURAS QUE SE REALIZARON EN LA INVESTIGACIÓN.....	53
CUADRO 17. ESCALA DE FITOTOXICIDAD DEL DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AGRONÓMICO, BAYER CROPSCIENCE.....	54
CUADRO 18. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA CONTROL DE R.COCHINCHINENSIS.....	60
CUADRO 19. PRUEBA DE MEDIAS TUKEY PARA EL PORCENTAJE DE COBERTURA DE R. COCHINCHINENSIS.....	61
CUADRO 20. DESCRIPCIÓN DE LOS MUESTREOS.....	80
CUADRO 21. DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS EVALUADOS.....	81
CUADRO 22. LEVANTAMIENTO DE DATOS.....	95
CUADRO 23. DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS EVALUADOS.....	96

Índice de figuras

	Página
FIGURA 1. ÁRBOL DE CAUSA Y EFECTO DE LA PROBLEMÁTICA EN HOJAS ANCHAS DE LA CAÑA DE AZÚCAR.....	15
FIGURA 2. PRODUCCIÓN PORCENTUAL DE CAÑA DE AZÚCAR, OBSERVADA (CUADROS NEGROS) Y ESTIMADA POR LA ECUACIÓN SIGMOIDAL DE BOLTZMAN (CÍRCULOS ROJOS), EN FUNCIÓN DE PERIODOS INICIALES DE CONVIVENCIA Y CONTROL DE MALEZAS. MEIRELLES, 2009.	29
FIGURA 3. FITOTOXICIDAD DE HERBICIDAS EN VARIEDADES PROMISORIAS DE CAÑA. ESPINOZA, 2010.	39
FIGURA 4. MAPA DE UBICACIÓN DE LA FINCA LAS ILUSIONES, TAXISCO, SANTA ROSA. FINCA LAS ILUSIONES 2016.....	46
FIGURA 5. PRECIPITACIÓN PLUVIAL ACUMULADA EN (MM), DURANTE EL ENSAYO ESTABLECIDO EN FINCA LAS ILUSIONES.....	55
FIGURA 6. PORCENTAJE DE COBERTURA DE ROTTBOELLIA COCHINCHINENSIS.....	57
FIGURA 7. PORCENTAJE DE EFICACIA ABBOTT, SOBRE ROTTBOELLIA COCHINCHINENSIS.....	58
FIGURA 8. FITOTOXICIDAD POR TRATAMIENTO DE HERBICIDAS EN LA CAÑA DE AZÚCAR.....	63
FIGURA 9. DINÁMICA POBLACIONAL DE SPODOPTERA FRUGIPERDA.....	82
FIGURA 10. EFICACIA ABBOTT SOBRE SPODOPTERA FRUGIPERDA.....	83
FIGURA 11. ÁREA BAJO LA CURVA SPODOPTERA FRUGIPERDA.....	84
FIGURA 12. GRADO DE COMPATIBILIDAD DE LOS PRODUCTOS APLICADOS CON EL CULTIVO DE MAÍZ (ZEA MAYS).	85
FIGURA 13. NIVEL DE DAÑO FOLIAR EN EL CULTIVO DE MAÍZ (ZEA MAYS).	86
FIGURA 14. EFICACIA ABBOTT SOBRE PLANTAS DAÑADAS EN EL CULTIVO DE MAÍZ (ZEA MAYS).	87
FIGURA 15. BELT 48 SC (0.20 L/HA).....	89
FIGURA 16. BENZOATO DE EMAMECTINA 5 SG (0.30 KG/HA).....	89
FIGURA 17. CLORANTRANILIPROL 20 SC (0.175 L/HA).....	89
FIGURA 18. SPINETORAM 60 SC (0.10 L/HA).....	89
FIGURA 19. BCS-CL 73507 (0.175 L/HA).....	90
FIGURA 20. BCS-CL 73507 (0.20 L/HA).....	90
FIGURA 21. TESTIGO ABSOLUTO (COMPARADOR).....	90
FIGURA 22. BELT 48 SC (0.10 L/HA).....	90
FIGURA 23. BCS-CL 73507 (0.225 L/HA).....	91
FIGURA 24. BELT 48 SC (0.15 L/HA).....	91
FIGURA 25. PROFENOFOS + LUFENURON 55 EC (0.25 L/HA).....	91
FIGURA 26. BCS-CL 73507 (0.25 L/HA).....	91
FIGURA 27. BROTES DE LA CAÑA DE AZÚCAR DURANTE LA EVALUACIÓN.	96
FIGURA 28. ÁREA BAJO LA CURVA DE BROTES DE CAÑA DE AZÚCAR.....	97
FIGURA 29. LARVAS VIVAS DE AGRIOTES SP.....	98
FIGURA 30. ÁREA BAJO LA CURVA DE LAS LARVAS VIVAS DE AGRIOTES SP. ...	99
FIGURA 31. NINFAS VIVAS DE SCAPTOCORIS CASTANEA.....	100

FIGURA 32. ÁREA BAJO LA CURVA DE LAS NINFAS VIVAS DE SCAPTOCORIS CASTANEA	101
FIGURA 33. ADULTOS VIVOS DE SCAPTOCORIS CASTANEA	102
FIGURA 34. ÁREA BAJO LA CURVA DE ADULTOS VIVOS DE SCAPTOCORIS CASTÁNEA.	103
FIGURA 35. LARVAS VIVAS DE CONODERUS SP.....	104
FIGURA 36. LARVAS VIVAS DE PHYLLOPHAGA SP.	105
FIGURA 37. ÁREA BAJO LA CURVA DE LARVAS VIVAS DE PHYLLOPHAGA SP.	106
FIGURA 38. TAMAÑO DEL AGUJERO A MUESTREAR	111
FIGURA 39. INSECTOS PLAGA, ENCONTRADOS EN UNO DE LOS TRATAMIENTOS.....	111

EVALUACIÓN DE LA EFICACIA PRE EMERGENTE DE ALION PRO 51.75 SC APLICADO EN MEZCLA CON HERBICIDAS DE EFECTO POST EMERGENTE, SOBRE *Rottboellia cochinchinensis* EN PLANTILLA DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum spp.*), DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN EL DEPARTAMENTO DE DESARROLLO AGRONÓMICO DE BAYER, S.A. GUATEMALA, C.A.

RESUMEN

El Ejercicio Profesional Supervisado de Agronomía –EPSA-, se realizó en el periodo comprendido de febrero a noviembre del 2016, en la Empresa Bayer, S.A. en el Departamento de Desarrollo Agronómico de la Caña de Azúcar y Maíz, dos cultivos de gran importancia en nuestro país. Se realizó un diagnóstico de posibles limitantes de uso del 2,4-D en caña de azúcar, en el escenario futuro. Seguidamente se realizó una investigación sobre soluciones a problemas diagnosticados y por último se realizaron servicios profesionales que fueron de aporte hacia la Compañía Bayer, S.A.

La caña de azúcar es un cultivo de importancia en el país ya que es generador de empleos, aportando con esto al sostenimiento familiar y de la agroindustria. Este cultivo se produce en la Costa Sur del país, generando diversas labores y durante su ciclo se le hacen trabajos como fertilización, manejo integrado de plagas y enfermedades y el manejo y control de malezas. Actualmente la agroindustria azucarera tiene catalogada a la maleza caminadora (*Rottboellia cochinchinensis*) como la principal maleza entre las gramíneas, esta maleza es bastante agresiva durante su desarrollo y crecimiento fenológico ya que compite de forma rápida en la obstrucción del desarrollo de la caña.

La caminadora tiene una forma de dispersión escalonada y muy exitosa, lo que permite que sus generaciones sean por largos años siendo durante su ciclo hospedera de plagas y enfermedades que posteriormente afectarán al cultivo de la caña de azúcar.

Para el control de esta maleza se hace necesaria la utilización de herbicidas de ambos efectos, tanto pre y post emergentes, a dosis altas, debido a que es una maleza muy difícil de erradicar. En muchas ocasiones para lograr un control seguro se hacen mezclas de varios productos con diferentes moléculas para lograr una eficacia en ello, tomando en cuenta que un herbicida pre emergente realice su función en el suelo inhibiendo las

semillas y el pos emergente en el follaje de la maleza atacando los haces vasculares e interrumpiendo su crecimiento foliar.

En el presente documento en el Capítulo I, se presenta el diagnóstico de las posibles limitantes de uso del 2,4-D en Caña de Azúcar en el escenario futuro. Se definió en cuatro posibles factores que limitarán el uso del 2,4-D en el futuro, siendo estos: a) no cumplimiento de la legislación nacional, evaluado por las certificaciones, b) que el uso del 2,4-D se prohíba de forma definitiva en la legislación nacional, c) que el uso del 2,4-D haya causado resistencia de las malezas presentes en el cultivo, d) que el mercado internacional al cual la Agroindustria Azucarera de Guatemala (AIAG) exporta, prohíba trazas de 2,4-D o su uso de forma específica. Siendo estos cuatro anteriores factores los tomados en fundamento del diagnóstico, se desarrolló el análisis de la situación de este herbicida en el escenario futuro.

En el Capítulo II, se presenta el trabajo de investigación realizado y titulado **Evaluación de la eficacia pre emergente de Alion Pro 51.75 SC aplicado en mezcla con herbicidas de efecto pos emergente, sobre *Rottboellia cochinchinensis* en plantilla de caña de azúcar *Saccharum spp.* Taxisco, Santa Rosa, Guatemala, C.A.** El producto herbicida Alion Pro 51.75 SC que contiene las moléculas Indaziflam y Metribuzin, siendo estas evaluadas en mezcla con herbicidas de efecto pos emergentes, en una investigación de 16 tratamientos con un testigo absoluto, presentándose en una temprana emergencia de la maleza, 4-5 cm de altura de carácter heterogéneo dentro de la parcela de campo.

Los resultados mostraron un efecto positivo en el control la *Rottboellia cochinchinensis* encontrándose buenos acompañantes en mezclas tanto en pre emergencia como en pos emergencia, esto se observa mediante una gráfica de dinámica poblacional de la *Rottboellia cochinchinensis* después de haber sido aplicada con los tratamientos, los cuales marcaron una diferencia estadísticamente significativa respecto al testigo absoluto.

En el Capítulo III, se presentan los servicios realizados correspondientes al Ejercicio Profesional Supervisado de Agronomía (EPSA) prestados a las áreas de Investigación y Desarrollo Agronómico de BayerCropscience de Guatemala, siendo los siguientes:

Evaluación del efecto del BCS-CL73507 20 SC para el control de (*Spodoptera frugiperda*) en el cultivo de Maíz (*Zea mays* L.), en la parcela experimental, Aldea Cuyuta, Masagua, Escuintla, y así como la Evaluación del efecto insecticida de Curbix Plus 20 SC sobre las plagas del suelo en el cultivo de Caña de Azúcar (*Saccharum sp.*), en la finca Cañaverales del Sur, Ingenio Madre Tierra, Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla.



1. CAPÍTULO I

**DIAGNÓSTICO DEL USO DEL 2, 4-D Y SUS LIMITANTES EN CAÑA DE AZÚCAR
(*Saccharum spp.*), EN EL ESCENARIO FUTURO.**

1.1 INTRODUCCIÓN

El objetivo del presente trabajo fue identificar las causas que puedan limitar el uso del 2,4-D en la Agroindustria Azucarera de Guatemala (AIAG), y jerarquizarlas en base a un análisis de cuál de las mismas es de mayor probabilidad que ocurra en el tiempo más inmediato. Lo anterior, debido a que el manejo de malezas es importante en el cultivo de caña de azúcar, pues al no realizarse esta práctica, se pueden perder hasta un 47% la producción según Morales *et al.* (2015), y hasta un 70% según McMahon (2000).

El 2,4-D es un herbicida muy empleado en caña de azúcar, para el control post emergente de hojas anchas, aplicado como mínimo en dos momentos en el ciclo del cultivo. En la actualidad no existen alternativas de igual o mayor eficacia, más rentables que el 2,4-D, por lo que esto es una amenaza para la AIAG, pues significaría una reducción en la rentabilidad del cultivo, ya sea al reducir la producción por no lograr el control de malezas, en especial hojas anchas o incremento de costos al usar productos sustitutos de mayor costo, en el caso hipotético, que se dejara de utilizar el 2,4-D por alguna causa.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 General

Detectar la problemática que se tiene con el uso del herbicida 2,4-D en el cultivo de caña de azúcar, para determinar las posibles limitantes de su uso.

1.2.2 Específicos

1. Conocer el manejo actual del uso del 2, 4-D, en el control de malezas de los ingenios de la agroindustria azucarera.
2. Detectar la problemática que se tendría sin el uso del 2,4-D.
3. Identificar las limitantes de uso del herbicida 2,4-D, mediante el nivel de la importancia que representan.

1.3 METODOLOGÍA

1.3.1 Recolección de información bibliográfica

Se solicitó al Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar (CENGICAÑA), información respecto al volumen de uso, frecuencia de aplicaciones, y secuencia de labores, respecto al 2,4-D, como también un listado de los distintos agroquímicos comerciales utilizados en caña y los límites máximos de residuos (LMRs) de los distintos mercados de exportación. Y se consultó en las fuentes oficiales de la Asociación de Azucareros de Guatemala (ASAZGUA), los volúmenes y destinos de exportación de azúcar.

Se solicitó al Departamento de Registro y Regulaciones, del Ministerio de Agricultura (MAGA), el listado de productos restringidos y prohibidos en Guatemala, y el contexto legal que lo rige. También las etiquetas de los distintos productos comerciales de 2,4-D en el mercado, con lo que se generó un cuadro de productos, recomendaciones de uso y malezas que controla.

Por último, se realizó un estudio de mercado, en agro servicios de la costa sur, para hacer un cuadro de precios de mercado de productos comerciales de 2,4-D y productos sustitutos al mismo que están detallados en el cuadro 10.

1.3.2 Elaboración de encuestas y recolección de la información

Se elaboró una encuesta con 6 preguntas (anexo 1), las cuales fueron llenadas por los expertos de control de malezas y manejo de agroquímicos de seis de los 11 ingenios de Guatemala, que representan el 87% del área cultivada con caña de azúcar. Las preguntas estaban orientadas a responder los siguientes temas: 1) productos comerciales de 2,4-D utilizados en el ingenio y modo de uso, 2) mercados a los que exporta y certificaciones con los que cuenta el ingenio y 3) percepción de la eficacia o problemas de uso del 2,4-D. (Anexo 1). La información fue tabulada y se generaron cuadros para la interpretación de las preguntas.

1.3.3 Identificación de las causas posibles que limiten el uso del 2,4-D, en caña de azúcar

Se realizó un análisis de las causas y efectos, utilizando un árbol del problema donde se identificó la problemática central sin el herbicida 2,4-D.

1.4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1.4.1 Identificación de las causas posibles que limiten el uso del 2,4-D, en caña de azúcar

La problemática central es control de hojas anchas en caña de azúcar, sin el herbicida 2,4-D. identificando como causas cuatro factores: a) uso incorrecto del 2,4-D respecto a la normativa nacional actual, por lo que los ingenios certificados no pueden emplear el herbicida, b) una nueva normativa nacional a mediano plazo, que prohíba el uso total del 2,4-D en el país, c) que el 2,4-D haya perdido eficacia biológica, y por lo tanto ya no lo utilicen los ingenios, y busquen alternativas a mediano plazo y d) que el mercado internacional no permita trazas de 2,4-D o prohíba el uso total del mismo en cultivo de caña de azúcar, limitando la exportación a esos destinos. Lo que tendría efectos, en la sustentabilidad de la caña de azúcar y el sector.

1.4.2 Contexto nacional que regula el uso de agroquímicos

La agroindustria azucarera de Guatemala, utiliza ampliamente el 2,4-D, como un herbicida post emergente, específico para hojas anchas. En el año 2014 utilizó 289,834 litros de producto comercial aproximadamente (Cuadro 1), representado el segundo herbicida más usado, después de las triazinas (respecto a volumen) según datos de CENGICAÑA (2016). Se utilizan aproximadamente 11 productos comerciales, de los cuales 6 son únicamente 2,4-D a distintas concentraciones, 4 es la mezcla de 2,4-D y Picloram y 1 la mezcla de 2,4-D y Dicamba. Las dosis utilizadas para los productos son 2,4-D solo, con dosis de 1 a 2 litros por hectárea, y las mezclas con Picloram con dosis de 1 a 1.5 litros por hectárea.

Cuadro 1. Demanda de 2,4-D de la Agroindustria Azucarera de Guatemala (AIAG), en el año 2014 y dosis utilizadas.

Producto	% Ingenios que lo utilizan	Dosis/ha	Litros consumidos
Elimina 72 SL	83%	1.5	73,816
DMA-68.3 SL	67%	2	65,567
WeedMaster 46.5 SL	83%	0.75	54,039
Totem 72 SL	17%	1.5	51,150
Foram 16.5 SL	17%	1.5	30,156
Crosser 16.5 SI	NI	NI	15,026
Tordon 47.2 SL	33%	1	66
Hedonal 60 SL	17%	1.5	15
Espuela 30.4 SL	50%	1	NI
Feroz 16.5 SL	17%	1.5	NI
Dimaxine 60 SL	17%	1.5	NI
Total			289,834

Referencia: NI= No hay información

El uso del 2,4-D en caña de azúcar, se enfoca en aplicaciones post emergentes tempranas o tardías, por lo que, dentro de la secuencia de labores del cultivo, es aplicado en 2.1 ocasiones en el ciclo del cultivo (1 año), como se observa en el Cuadro 2, por lo que en promedio una hectárea de caña requiere tener 3 litros de 2,4-D (producto comercial), por año. Lo anterior es bajo, comparado con 8 litros al año, que pueden ser aplicados en un área de manejo de potrero para alimentación de ganado. Por lo general las primeras aplicaciones se realizan entre los 0 y 15 días después de haberse cortado o establecido el cultivo de caña de azúcar, y posteriormente entre los 70 a 90 días después del corte o establecido el cultivo, por lo que entre la última aplicación y la cosecha pueden pasar 260 días o más como lo indica el catálogo de herbicidas de la caña de azúcar, lo que está muy por arriba del periodo de carencia promedio (15 días antes de la cosecha), indicado en las etiquetas (CENGICAÑA 2013).

Cuadro 2. Número de aplicación de 2,4-D por ingenio al año (ciclo de cultivo)

Ingenio	Número de aplicaciones
La Unión	2
Magdalena	1.8
Pantaleón	2.5
Tululá	2.5
Madre Tierra	2
Santa Ana	2
Promedio	2.1

Cuadro 3. Productos agroquímicos prohibidos y restringidos en Guatemala.

Ingrediente activo	Acuerdo	Fecha	Condición
2,4-D ESTER	Acuerdo Ministerial Sin Número	14/06/1982	RESTRINGIDO
ALDRIN	Acuerdo Ministerial No. 00003	21/01/1988	PROHIBIDO
BROMURO DE METILO	Decreto No. 13-2009	06/11/1997	RESTRINGIDO
CANFENO CLORADO	Acuerdo Ministerial No. 00003	21/01/1988	PROHIBIDO
CLORDANO	Acuerdo Ministerial No. 00003	21/01/1988	PROHIBIDO
CLORDIMEFORM	Acuerdo Ministerial No. 00003	21/01/1988	PROHIBIDO
DDT	Acuerdo Gubernativo No. 27-76	15/11/1976	PROHIBIDO
DIELDRIN	Acuerdo Ministerial No. 00003	21/01/1988	PROHIBIDO
ENDRIN	Acuerdo Ministerial No. 00003	21/01/1988	PROHIBIDO
ETIL PARATION	Acuerdo Ministerial No. 00003	21/01/1988	PROHIBIDO
HEPTACLORO	Acuerdo Ministerial No. 00003	21/01/1988	PROHIBIDO
HEXACLOROBENCENO (HCB)	Acuerdo Ministerial No. 00003	21/01/1988	PROHIBIDO
LEPTOFOS	Acuerdo Ministerial Sin Número	26/10/1977	PROHIBIDO
LINDANO	Acuerdo Ministerial No. 00003	21/01/1988	PROHIBIDO
METAMIDOPHOS	Decreto No. 13-2009	15/04/2009	PROHIBIDO

Fuente: Departamento de registro e insumos agrícolas, DSV-VISAR-MAGA. Guatemala.

El Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA), expresa con base en el reglamento sobre registro, comercialización, uso y control de plaguicidas agrícolas y sustancias afines, y según acuerdo gubernativo 377-90, capítulo XIV, que las condiciones generales de uso de los agroquímicos, son dos: artículos 97o “Todo plaguicida debe ser utilizado de acuerdo con la práctica agrícola correcta. Se prohíbe la utilización de los plaguicidas de forma diferente a lo recomendado en la etiqueta del producto” y artículo 98o “Se considera uso no recomendado lo siguiente: a) la sobredosificación o sub dosificación del producto, b) el aumento en el número de aplicaciones y c) la aplicación a un cultivo no recomendado”. Al observar el Cuadro 1 y 4, concluye que, de los 11 productos utilizados en el 2014, ocho productos son empleados en una dosis menor a lo indicado en la etiqueta y 3 si cumplen con el rango indicado en la etiqueta, también de 11 productos solo dos no indican que se pueden utilizar en caña de azúcar. Lo que indica poca actualización de las etiquetas por los proveedores, en base a la utilización eficaz en campo. De no actualizarse las etiquetas de forma correcta, esto puede ser una limitante específica, para el uso del 2,4-D, pues contraviene el uso actual con lo regido por el MAGA.

Cuadro 4. Recomendaciones de uso de los distintos nombres comerciales 2,4-D y malezas que controla.

Producto	Ingrediente activo	% de ingrediente activo	Dosis recomendada en etiqueta	Recomendado para caña de	Sida acuta	Cassia tora	Mimosa	Euphorbia	Crotalaria	Desmodium	Amaranthus	Commelina	Kallstroema	Lantana	Ipomoea	Cleome	Baltimora	physalis
Crosser 16.5 SI	2,4-D + Picloram	15 % Y 1.5 %	3 a 4 l/ha	no			si				si					si		
Tordon 30.4 SI	2,4-D + Picloram	24% Y 6.4%	2 a 3 l/ha	no	si	si	si				si							
Flash 7.5 SI	2,4-D + Picloram	6% y 1.5%	4 a 8 l/ha	no		si	si				si							
Combatran 24 SI	2,4-D + Picloram	14.25% + 78.64%	2.25- 6 l/ha	no	si	si	si											
Defensa 48.7 SI	2,4-D + Picloram	38.7 % y 10 %	2-5 l/ha	no	si	si	si	si	si	si								
Pastar 36.5 SI	2,4-D + Aminopyralid	32% y 4%	3 a 4 l/ha	no	si	si	si											
DMA 68.3 SI	2,4D	68.30%	2.5 a 3.5 l/ha	si						si		si			si			
Elimina 72 SI	2,4D	72%	0.75 a 1 l/ha	si			si	si			si		si	si	si			
Totem 72 SI	2,4D	72%	2 a 4 l/ha	si	si		si								si			
Weedmaster 46.5 SI	Dicamba + 2,4-D	12% Y 34.5%	0.7 a 1.5 l/ha	si	si										si			si
Hedonal 72 SI	2,4D	72%	3 a 3.5 l/ha	si	si						si		si		si			
Foram 16.5 SI	2,4-D + Picloram	15 % Y 1.5 %	3 a 4 l/ha	si			si				si	si	si	si		si		
2,4-D amina 72 SI	2,4-D	72%	0.5 a 1 l/ha	si														
Dimaxine 60 SI	2,4-D	60%	0.4 a 3.6 l/ha	si														

1.4.3 Mercado internacional y cumplimiento con los límites máximos de residuos

La Agroindustria Azucarera de Guatemala (AIAG), exporta el 70% de su producción al mercado internacional, según datos de ASAZGUA (2014), donde Corea del Sur y Estados Unidos son el principal mercado, como lo indica el Cuadro 5, y dichos mercados fijan sus límites máximos de residuos, en 0.05 ppm las trazas permitidas de 2,4-D. valores que nunca se alcanzan, pues el periodo de carencia entre la última aplicación y la cosecha es muy amplio, y también porque las dosis utilizadas son bajas, respecto a las indicadas por las etiquetas, que garantizan estar por debajo de dichos niveles, por lo que el riesgo de rechazo del producto a causa de encontrar trazas es muy bajo.

Cuadro 5. Mercados hacia donde la Agroindustria Azucarera de Guatemala (AIAG) exporta azúcar y los límites máximos permitidos de 2,4-D en dichos mercados.

Mercado	% de exportaciones al destino	% Destino de Exportación	Límites máximos de residuos
Corea Del Sur	23%	67%	0.05 ppm
USA (EPA)	11%	100%	0.05 ppm
Chile (Codex)	8%	83%	0.05 ppm
Taiwán	4%	83%	0.05 ppm
Caribe (Codex)	3%	50%	0.05 ppm
China (Codex)	3%	50%	0.05 ppm
Unión Europea	NI	83%	0.05 ppm
México (Codex)	NI	50%	0.05 ppm

Fuente: Departamento de malezas y madurantes, CENGICAÑA.

Los aspectos anteriores de cumplimiento con la normativa local y las especificaciones de los mercados internacionales a los que se exporta, es constantemente monitoreado y validado, por los sistemas de certificación, con lo que los ingenios la Unión, Magdalena, Pantaleón, Tululá, Madre Tierra y Santa Ana cuentan (Cuadro 6), y que dentro de sus objetivos buscan el cumplimiento del uso correcto de los agroquímicos, detección de puntos críticos de contaminación o mal uso de estos y el cuidado al medio ambiente, como lo resume el cuadro 7.

Cuadro 6. Certificaciones con las que la Azucarera de Guatemala (AIAG) cuenta.

Certificación	% de Ingenios certificados
Organización Internacional de Normalización (ISO 9001-2008)	83%
Consejo de Administración Forestal (FSC 22000)	83%
Salud Ocupacional y Series de Evaluación de la seguridad (OHSAS)	17%
Certificación BONSUCRO	17%
Buenas Prácticas Agrícolas (BPA)	17%
Certificación Internacional de Carbono y Sustentabilidad (ISSC)	17%
El Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP)	33%
Certificación de Sustentabilidad (CS)	33%
Garantía de Calidad KOSHER	33%

Cuadro 7. Resumen de lo que busca las certificaciones en el proceso de producción de azúcar de Guatemala, y como estas influyen en el uso de agroquímicos.

Certificación	Objetivo de la certificación	Aplicación en uso de agroquímicos en un ingenio.
(ISO 9001-2008) Organización Internacional de Normalización	Norma internacional que se aplica a los Sistemas de Gestión de Calidad (SGC), se centra en todos los elementos de administración de calidad con los que una empresa debe contar para tener un sistema efectivo que le permita administrar y mejorar la calidad de sus productos o servicios.	Velar por el cumplimiento de la legislación vigente. Alcanzar de los objetivos de calidad, salud, y seguridad medioambientales.
(FSC 22000) Consejo de Administración Forestal	Certificación de sistemas de seguridad alimentaria de organizaciones de la cadena alimentaria.	Este esquema está pensado para la auditoría y certificación de los sistemas de inocuidad de los alimentos.
(OHSAS 18001) Salud Ocupacional y Series de Evaluación de la seguridad	Es una especificación internacionalmente aceptada que define los requisitos para el establecimiento, implantación y operación de un Sistema de Gestión en Seguridad y Salud Ocupacional efectivo.	Planificación para identificar, evaluar y controlar los riesgos
Certificación BONSUCRO	Califica a los productores de biocombustibles de caña de azúcar, a ingenios y procesadores de caña de azúcar en el marco de las metas de sostenibilidad fijadas por la Directiva de Energías Renovables de la Unión Europea (Renewable Energy Directive o RED).	Verifica el cumplimiento de las normativas respecto a la protección del medio ambiente.
BPA (Buenas prácticas agrícolas)	Son todas las acciones tendientes a reducir los riesgos microbiológicos, físicos y químicos en la producción, cosecha y acondicionamiento en campo, procesamiento, empaque, transporte y almacenamiento, y se definen como un conjunto de actividades que incorporan el manejo integrado de plagas y el manejo integrado del cultivo, con el fin de proporcionar un marco de agricultura sustentable, documentado y evaluable, para producir frutas y hortalizas respetando el medio ambiente.	Uso correcto y seguro de agroquímicos para el aplicador, consumidor y medio ambiente.
ISSC (certificado de sustentabilidad de carbono internacional)	Es uno de los sistemas líderes que garantizan la sustentabilidad de Biomasa y Biocombustibles para sostenibilidad y emisiones de gases con efecto invernadero, con esta norma se puede comprobar el cumplimiento de requisitos legales de sostenibilidad en los mercados de bioenergía, así como documentar la sostenibilidad y trazabilidad de materias primas en las industrias alimentaria, forrajera y química.	Uso sustentable de la tierra, protegiendo el hábitat natural, regulando el impacto de los agroquímicos.
HACCP (Sistema de Análisis de Peligros y de Puntos Críticos de Control)	Es un sistema que permite identificar peligros específicos y medidas para su control con el fin de garantizar la inocuidad de los alimentos.	La producción o persistencia de toxinas, sustancias químicas o agentes físicos en los alimentos y las condiciones que pueden originar lo anterior.
Certificación de Sustentabilidad	Esta certificación es útil para concientizar y dar a conocer el compromiso con el cuidado del medio ambiente a través de acciones concretas, y que se conozca la historia del producto en cuanto al proceso y/o servicio hacia atrás, su trazabilidad.	Transparentar
Garantía de Calidad KOSHER	Es el sistema de control de calidad de los alimentos según las normas judías denominadas kosher.	Incluye un examen detallado de suministros, ingredientes, y cada alimento o sustancia química en el proceso de producción.

1.4.4 Percepción del usuario y el proveedor, respecto a la eficacia del 2,4-D y los productos sustitutos.

La reducción de la eficacia del 2,4-D en el control de las malezas, puede ser otra causa que limite su uso, por el sector cañero, los que expresa el Cuadro 8, pues un alto porcentaje (50%) de los ingenios, tienen la percepción que el producto ha causado resistencia en las malezas presentes en la zona, por lo que ya no es una herramienta eficaz. Lo anterior requiere una serie de estudios, los cuales confirmarían las sospechas de los ingenios al respecto, pero en los más de 60 años de utilización del producto, es uno de los herbicidas que menos reportes de resistencia ha producido, solo existiendo 16 biotipos en todo el mundo resistentes al 2,4-D, como lo indica el Cuadro 9, en su totalidad especies dicotiledóneas.

Cuadro 8. Resultados obtenidos del 2,4-D en el control de malezas.

Aspectos negativos del 2,4-D según encuesta realizada	% de Ingenios
Resistencia de malezas	50%
Problemas con cultivos vecinos	17%
Mal Uso por lo que no controla	17%
No hay problema	17%

Se muestra según la encuesta realizada que la conflictividad por el uso del 2,4-D en caña de azúcar por problemas con cultivos vecinos es de un (17%), pues este producto es muy rara vez aplicado de forma aérea. Y en términos generales, no existe tanta atención pública en el uso de dicho producto, como si lo puede haber sobre otros productos como glifosato o Imidacloprid. Lo anterior hace más crítico la importancia de la actualización de las etiquetas de los productos usados en caña de azúcar, pues como se discutió las dosis recomendadas son de 1 l/ha, 1.5 l/ha y 2 l/ha y están por debajo de las recomendadas en las etiquetas, y necesitan ser validadas por los expendedores de agroquímicos, para tener la certeza que estas dosis bajas menores a 1 l/ha no son causantes de la inducción de la resistencia de las malezas como lo indica Brookes (2014).

Cuadro 9. Especies de malezas reportadas en el mundo resistentes al 2,4-D.

Año	Especie	Ciudad
2009	<i>Amaranthus tuberculatus</i> (=A. rudis)	United States (Nebraska)
2016	<i>Amaranthus tuberculatus</i> (=A. rudis)	United States (Illinois)
1981	<i>Carduus nutans</i>	New Zealand
1997	<i>Carduus pycnocephalus</i>	New Zealand
1985	<i>Cirsium arvense</i>	Hungary
1957	<i>Commelina diffusa</i>	United States (Hawaii)
1957	<i>Daucus carota</i>	Canada (Ontario)
1993	<i>Daucus carota</i>	United States (Michigan)
1994	<i>Daucus carota</i>	United States (Ohio)
1989	<i>Fimbristylis miliacea</i>	Malaysia
2007	<i>Lactuca serriola</i>	United States (Washington)
1995	<i>Limnocharis flava</i>	Indonesia
1998	<i>Limnocharis flava</i>	Malaysia
2002	<i>Limnophila erecta</i>	Malaysia
1993	<i>Papaver rhoeas</i>	Spain
1998	<i>Papaver rhoeas</i>	Italy
1998	<i>Papaver rhoeas</i>	Italy
1999	<i>Raphanus raphanistrum</i>	Australia (Western Australia)
2006	<i>Raphanus raphanistrum</i>	Australia (South Australia)
2009	<i>Raphanus raphanistrum</i>	Australia (Victoria)
2010	<i>Raphanus raphanistrum</i>	Australia (Western Australia)
2011	<i>Raphanus raphanistrum</i>	Australia (Victoria)
2013	<i>Raphanus raphanistrum</i>	Australia (New South Wales)
1990	<i>Sinapis arvensis</i>	Canada (Manitoba)
2005	<i>Sisymbrium orientale</i>	Australia (South Australia)
2015	<i>Sonchus oleraceus</i>	Australia (South Australia)
1983	<i>Sphenoclea zeylanica</i>	Philippines
1995	<i>Sphenoclea zeylanica</i>	Malaysia
2000	<i>Sphenoclea zeylanica</i>	Thailand

Fuente: <http://www.weedscience.org/Summary/ResistbyActive.aspx>

El mercado ha dado alternativas de productos con mezclas con Picloram, que son más eficaces en el control de las malezas, que se creen resistentes al 2,4-D solo. Las cuales aumentan el costo de control por hectárea, pero que son más bajas que otras alternativas de nuevos ingredientes activos, como lo observamos en el Cuadro 10. También se debe de considerar, los precios fluctuantes entre año y año, del 2,4-D, pues este depende mucho del precio del petróleo, al ser este un subproducto.

Cuadro 10. Precios de mercado (2016), de los distintos productos comerciales de 2,4-D y de productos sustitutos.

Nombre Comercial	Ingrediente Activo	Precio por litro (Q)	Costo/ha
Hedonal 60 SL	2,4-D	60	89
Totem 72 SL	2,4-D	59	89
WeedMaster 46.5 SL	Dicamba + 2,4-D	47	36
DMA 68.3 SL	2,4-D	31	62
Tordon 47.2 SL	Picloram + 2,4-D	145	145
Elimina 72 SL	2,4-D	56	84
Feroz 16.5 SL	Picloram + 2,4-D	50	75
Foram 16.5 SL	Picloram + 2,4-D	42	62
Espuela 30.4 SL	Picloram + 2,4-D	103	103
Dimaxine 60 SL	2,4-D	66	99
Productos sustitutos del 2,4-D			
Heat 70 WG	Saflufenacilo	500 (150 gr)	133
Plenum 16 EW	Fluroxypyr + Picloram	350	105
Veloz 2 CE	Carfentrazone	1200	90
Leñador 16 EW	Fluroxypyr + Picloram	150	45

1.4.5 Árbol de Problemas

Según, el levantamiento de datos por medio de la metodología de recolección de información, mediante la herramienta de la encuesta, se realizó un árbol de problemas que identifica las causas y efectos que limitan el uso del 2,4-D en caña de azúcar, y en la cual el problema central es el control de hojas anchas en caña de azúcar, sin el herbicida 2,4-D. El árbol de problemas se detalla en la figura siguiente:

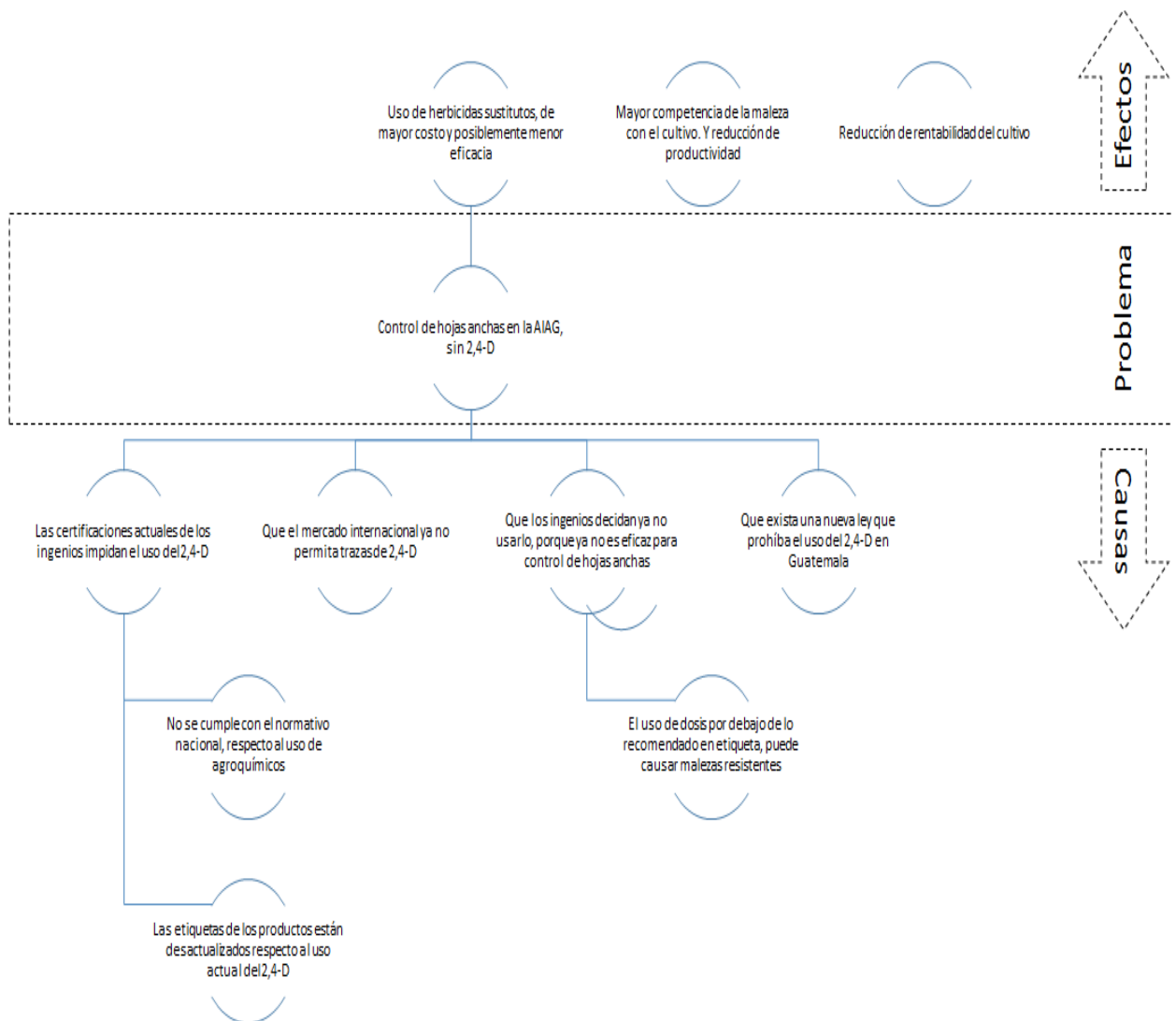


Figura 1. Árbol de causa y efecto de la problemática en malezas de hojas anchas de la caña de azúcar.

1.5 CONCLUSIONES

1. Se utiliza ampliamente el 2,4-D, como un herbicida post emergente para cultivo de caña de azúcar, específicamente para el control de malezas de hojas anchas. Representa el segundo herbicida más utilizado por los ingenios de la Agroindustria Azucarera de Guatemala (AIAG), según datos de CENGICAÑA detallados en el cuadro 1. Las aplicaciones del 2,4-D son puras no se mezclan con otro herbicida, siendo 1.5 l/ha la dosis que utilizan la mayoría de ingenios y no existe sobredosificación en cuanto a las recomendadas de 1 a 2 litros por hectárea.
2. La problemática que se tendría al no utilizar el herbicida 2, 4-D es la reducción del rendimiento en los cultivos de caña de azúcar, desarrollando una alta población de malezas de hojas anchas. Y la búsqueda de un producto sustituto, entre estos; Saflufenacilo, Fluroxypyr + Picloram, Carfentrazone y Fluroxypyr+ Picloram. Adicional si los ingenios optarán por no aplicar ningún herbicida incluyendo el 2,4-D, el proceso de extracción de malezas se realizará de forma manual, implicaría tener en cuenta que podría generar mayores pérdidas en los cultivos de caña de azúcar, ya que este proceso requiere más tiempo y mano de obra.
3. Las limitantes que actualmente se tienen con el uso del herbicida 2,4-D en el cultivo de caña de azúcar, mediante el nivel de importancia que afecta la trazabilidad de su uso son: la desactualización de las etiquetas de los productos, el uso incorrecto del 2,4-D, la probabilidad de que el 2,4-D sea prohibido o restringido por el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA), según lo indica el acuerdo gubernativo 337-90 capítulo XIV sobre su uso y prohibiciones. Y la inducción de la resistencia de la maleza al 2,4-D que provocaría la utilización de productos con mezclas químicas con otros ingredientes activos (Picloram o Dicamba), o moléculas distintas.

1.6 BIBLIOGRAFÍA

1. AZASGUA (Asociación de Azucareros de Guatemala, Guatemala). 2014. Economía (en línea). Guatemala. Consultado 30 mar. 2016. Disponible en <http://www.azucar.com.gt/economia3.html>
2. Brookes, G. 2014. Weed control changes and genetically modified herbicide tolerant crops in the USA 1996–2012. *GM Crops & Food: Biotechnology in Agriculture and the Food Chain* 5(4):321-332. DOI: 10.4161/21645698.2014.958930
3. CENGICAÑA (Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar, Guatemala). 2013. Manual de malezas y catálogo de herbicidas para el cultivo de la caña de azúcar en Guatemala (en línea). Guatemala. 97 p. Consultado 30 mar. 2016. Disponible en <http://www.cengicana.org/es/mapas-zona-canera/manuales/Manual-de-Malezas-y-Cat%C3%A1logo-de-Herbicidas-Para-el-Cultivo-de-la-Ca%C3%B1a-de-Az%C3%BAcar-en-Guatemala/>
4. Congreso de la República de Guatemala, Guatemala. 1990. Acuerdo Gubernativo 377-90: reglamento sobre registro, comercialización, uso y control de plaguicidas agrícolas y sustancias afines, capítulo XIV: de las condiciones generales de uso, artículos, 97 y 98 (en línea). Guatemala. Consultado 30 mar. 2015. Disponible en [http://www.mspas.gob.gt/files/Descargas/Servicios/SaludAmbiente/2014/DR_PSA2014/Regulaciones%20Vigentes%20\(Agua,%20Saneamiento,%20Calidad%20Ambiental\)/Agroquimicos%20y%20Plaguicidas/Acuerdo%20Gubernativo%20377-90.%20%20Plaguicidas%20Agr%C3%ADcolas%20y%20Sustancias%20Afines.pdf](http://www.mspas.gob.gt/files/Descargas/Servicios/SaludAmbiente/2014/DR_PSA2014/Regulaciones%20Vigentes%20(Agua,%20Saneamiento,%20Calidad%20Ambiental)/Agroquimicos%20y%20Plaguicidas/Acuerdo%20Gubernativo%20377-90.%20%20Plaguicidas%20Agr%C3%ADcolas%20y%20Sustancias%20Afines.pdf)
5. Convenio de Estocolmo sobre contaminantes orgánicos persistentes (en línea). 2001. Estocolmo, Suecia. Consultado 30 mar. 2015. Disponible en http://www.pops.int/documents/convtext/convtext_sp.pdf
6. EDIFARM, Costa Rica. 2011. Vadeagro. Costa Rica. 1496 p.
7. Funes, M. 2013. Carta de observaciones del Presidente de El Salvador hacia la Asamblea Legislativa, respecto al Decreto Legislativo no. 473: reformas a la ley sobre pesticidas, fertilizantes y productos para uso agropecuario. San Salvador, El Salvador, Presidencia de la República. 14 p.
8. McMahon, G; Lawrence, P; O'Grady, T. 2000. Weed control on sugar cane. *In* Manual of cane growing. D. Mac Hogarth, Mac Hogarth, Peter Allsopp (eds.). Queensland, Bureau of Sugar Experiment Stations. p. 240-261.
9. Morales, J; Espinoza, G; Juárez, S; Corado, M; Cruz, W; Ampudia, L. 2015. Enfoque actual del control de malezas: implementación de tecnologías de control de malezas rentables. Presentado en: Congreso de Técnicos Azucareros de Centroamérica, ATALAC (20, 2015, Guatemala) y Congreso de Técnicos Azucareros de Guatemala, ATAGUA (8, 2015, Guatemala). Guatemala. 11 p.

10. Tarragó, JR; Fernández, F; Marinich, MJ; Lilles, L. 2005. Estudio comparativo de la volatilidad de dos herbicidas 2,4-D (ácido 2,4-diclorofenoxiacético). Argentina, Universidad Nacional del Nordeste, Comunicaciones Científicas y Tecnológicas 2005, Resumen A-019. 2 p.
11. VISAR (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Vice Ministerio de Seguridad Agropecuaria y Regulaciones, Guatemala). 2015. Departamento de registro de insumos agrícolas DSV-VISAR-MAGA (en línea). Guatemala. Consultado 30 mar. 2015. Disponible en http://visar.maga.gob.gt/?page_id=

Bayer CropScience



DIAGNÓSTICO DEL USO Y FUTURO DEL HERBICIDA 2,4-D EN LA AGROINDUSTRIA AZUCARERA DE GUATEMALA

NOMBRE: _____

INSTITUCIÓN O INGENIO: _____

CARGO QUE DESEMPEÑA: _____

DEPARTAMENTO: _____

ÁREA EN (HA) A SU CARGO (SI APLICA): _____

1) ¿Cuáles son las fuentes y dosis de 2,4-D que utiliza? (marcas comerciales)

2) ¿En el ciclo del cultivo, cuantas veces aplica 2,4-D?

3) ¿A qué mercado exportan el azúcar? (% de producción total).

4) ¿Tiene certificaciones? SI NO

5) ¿Cuáles certificaciones tiene?

6) ¿Considera que ha bajado la eficacia del 2,4-D? SI NO

¿Por qué?

The seal of the Universidad Agraria Coahuilense is a circular emblem. It features a central figure of a man on a horse, holding a staff, set against a background of green hills and a blue sky. Above the figure is a golden crown and a lion rampant. The Latin motto "CETERAS OMNES CONSPICUA CAROLINA ACA" is inscribed along the top arc, and "UNIVERSIDAD AGRARIA COAHUILIENSIS INTER" along the bottom arc.

2. CAPÍTULO II

**EVALUACIÓN DE LA EFICACIA PRE EMERGENTE DE ALION PRO 51.75 SC
APLICADO EN MEZCLA CON HERBICIDAS DE EFECTO POST EMERGENTE,
SOBRE *Rottboellia cochinchinensis* EN PLANTILLA DE CAÑA DE AZÚCAR
(*Saccharum spp.*), TAXISCO, SANTA ROSA, GUATEMALA, C.A.**

2.1 INTRODUCCIÓN

El presente documento es el informe de una investigación que evaluó la eficacia del herbicida Alion Pro 51.75 SC, para el control de *R. cochinchinensis*, en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum* spp).

El municipio de Taxisco cuenta con áreas extensas de siembra al cultivo de caña de azúcar, sin embargo, como en todo cultivo, las producciones son afectadas por diversos factores, entre los cuales está la presencia de flora no deseada o malezas. Al referirse a malezas en estas áreas de producción, se ve que una de las principales malezas es la caminadora *R. cochinchinensis*.

En la caña de azúcar el control de malezas representa cerca del 30% de los costos en el mantenimiento del cultivo. Con esto se ve la necesidad de realizar estudios de manejo y control de las malezas, lo que representa para las fincas cañeras de los ingenios tener un plan de manejo y ecología de malezas para el cultivo de caña.

En tal sentido esto hace que se estudien las plantas indeseadas, como su nombre científico, su clasificación botánica, el agro ecosistema en el cual estas pueden desarrollarse, sus condiciones favorables de crecimiento y desarrollo en el suelo su germinación y dispersión en el suelo. También se estudia su biología como por ejemplo que efectos causa en el cultivo de caña, los nutrientes que le resta y la competencia de agua y espacio con la que compite con la caña de azúcar. Como métodos de control existen varios, entre estos el control cultural, el control mecánico y el control químico, este último ha tenido mayor uso y sus estándares de eficiencia los hace ser más utilizados (Cengicaña 2013).

El daño ocasionado por las malezas al cultivo de la caña de azúcar, para este caso la caminadora *R. cochinchinensis* es el lento crecimiento al inicio del ciclo de desarrollo. Por el contrario, el crecimiento de las malezas es más rápido, esta situación coloca en desventaja a la caña durante la fase de inicio del desarrollo del cultivo.

El periodo crítico concluye cuando la planta alcanza una altura cercana a los 90 cm sus brotes entre 8 y 12 hojas, y con lo cual se obtiene suficiente sombra evitando la entrada de

la luz solar, a lo que se le conoce como cierre de la caña, lo cual impide y reduce el crecimiento de las plantas indeseadas.

Entre las características que hacen que la caminadora sea una maleza difícil de controlar, es que su reproducción es bastante rápida, y también es muy resistente a las aplicaciones de herbicidas post emergentes. Por esta razón es que se busca un método de control exitoso de maleza ya germinada y maleza que está por germinar. La combinación de Indaziflam y Metribuzin, buscan obtener el resultado de eliminar maleza germinada y no germinada.

La investigación se realizó en la finca Las Ilusiones, del Ingenio La Unión, empresa que colabora con las investigaciones propuestas por el departamento de desarrollo agronómico de Bayer, en la búsqueda de soluciones a los problemas agrícolas que se presentan. El diseño estadístico utilizado para la investigación fue de bloques al azar, los cuales contaron con 16 tratamientos, que incluyeron diferentes dosis y mezclas con otras moléculas, así como el estado fenológico de la caminadora, el cual es el principal objeto de estudio en esta investigación. Se evaluó una sola fecha de aplicación y cinco lecturas, un pre emergente y cuatro post emergente, seguido a esto se realizó un análisis de varianza en el que se encontró diferencias significativas entre los tratamientos utilizados.

2.2 MARCO TEÓRICO

2.2.1 Marco Conceptual

2.2.1.1 Caña de azúcar

La caña de azúcar es una planta herbácea del género (*Saccharum spp*) de la familia de las gramíneas (*Gramineae*), originaria de la Malasia y cuya especie fundamental es (*Saccharum officinarum*). Fue introducida a Cuba en el año 1,535 desde Santo Domingo. Se cultiva mucho en países tropicales y subtropicales de todo el mundo por el azúcar que contiene en los tallos, formados por numerosos nudos. Es un pasto gigante emparentado con el sorgo y el maíz. La caña alcanza entre 3 m y 6 m de altura y entre 2 cm y 5 cm de diámetro.

El sistema radicular lo compone un robusto rizoma subterráneo; El tallo acumula un jugo rico en sacarosa, compuesto que al ser extraído y cristalizado en el ingenio forma el azúcar. La sacarosa es sintetizada por la caña gracias a la energía tomada del sol durante la fotosíntesis con hojas que llegan a alcanzar de 2 m a 4 m de longitud. En su parte superior encontramos la panícula, que mide unos 30 cm de longitud (Ecured 2016).

2.2.1.2 Eficacia

Capacidad de lograr el efecto que se desea o se espera, después de una acción (RAE 2016).

2.2.1.3 Frecuencia

Número de veces que se repite un proceso periódico por unidad de tiempo (RAE 2016).

2.2.1.4 Maleza

Las malezas son plantas que están asociadas a las actividades diarias del hombre. Estas las encontramos en campos de cultivo, canales de riego, lagos, áreas verdes, áreas industriales, jardines, etc. Existen varias definiciones del término maleza. Maleza es una planta que originada bajo un ambiente natural y en respuesta a ambientes establecidos y naturales, ha evolucionado y continuara haciéndolo, como un socio que interfiere en nuestros cultivos y actividades (Martínez y López, 2000).

Existen diferentes formas de ver las malezas en las que se presentan:

- Una planta que se desarrolla donde no se desea
- Una planta fuera de lugar
- Planta que obstaculiza las prácticas diarias del hombre
- Una planta no deseable, cuyas bondades no se conocen (Martínez y López, 2000).

2.2.1.5 Manejo y control de malezas

El desarrollo del control y manejo de malezas ha tenido varias fases, iniciando con el uso intensivo de los herbicidas, seguida de la integración de secuencia de labores mecánicas y uso de herbicidas como segunda línea de defensa, rotación de moléculas de herbicidas, reducción de dosis y aplicación de moléculas menos contaminantes y control de malezas por medio del uso de agricultura de precisión, uso de abonos verdes y uso de variedades tolerantes a herbicidas (Espinoza 2010).

El periodo crítico de interferencia de las malezas en la producción de caña de azúcar se da en los primeros 120 días después del corte o de la siembra. Por ello, en la Agroindustria Azucarera se aplican herbicidas pre emergentes y pos emergentes como base para el control de malezas, así mismo se combinan con controles mecánicos que ayudan en alguna manera al control de estas (Espinoza 2010).

Dentro de las malezas más importantes para la zona están: (*Rottboellia cochinchinensis*), (*Cyperus rotundus*), malezas de la familia *Convolvulaceae* (*Ipomoea* y *Merremia*), (*Sorghum halepense*), (*Cynodon dactylon*), entre otras. Estas malezas causan una serie de complicaciones en el manejo del cultivo, las que se resumen en pérdidas de producción y gastos excesivos en su control. Para ello es importante conocer las estrategias para la selección de los herbicidas, los cuales deben estar fundamentados en criterios técnicos relacionados con las variables ambientales, edafo-climáticas, prácticas culturales y las propiedades fisicoquímicas del herbicida seleccionado (Cengicaña 2013).

2.2.1.6 Principales malezas en la zona cañera de Guatemala

Entre las principales malezas de la zona cañera de Guatemala están las pertenecientes a la familia de las gramíneas entre estas la Caminadora (*Rottboellia cochinchinensis*) que es la principal maleza de importancia en agroindustria de la caña, es muy difícil de controlar

debido a su biología y a su alta competencia con la caña y su rápido crecimiento (cuadro 11).

Las malezas presentes en la agroindustria azucarera no solo afectan en los primeros días de crecimiento del cultivo, sino que algunas como las de la familia *Convolvulaceae* (*Ipomea* y *Merremia*), por su tipo de crecimiento, invaden los tallos de caña al final de su ciclo, y causan problemas al momento de la cosecha con pérdidas 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 poseen algún tipo de tolerancia a ciertos herbicidas utilizados en Guatemala (Espinoza 2010).

Por último, existen algunas gramíneas difíciles de controlar debido a su sistema de reproducción como es el caso de (*Sorghum halepense*) y (*Panicum maximun*). El Coyolillo (*Cyperus rotundus*), también es de importancia, con mayor presencia en los estratos bajos (40 m a 100 m s.n.m.) y litoral (< 40 m s.n.m.) predominando en suelos de textura franco a franco arenosa. (Espinoza 2010).

Cuadro 11. Principales malezas de importancia en la agroindustria azucarera de Guatemala.

No.	Maleza	Nombre Técnico
	Ciperácea	
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, Johnson, sorgo, sorgo forrajero	<i>Sorghum halapense</i>
5	Zacatón, guinea, zacate Jamaica	<i>Panicum maximun</i>
6	Bermuda	<i>Cynodon dactylon</i>
	Hojas anchas	
7	Bejuco peludo	<i>Merremia quinquefolia</i>
8	Campanilla, lavaplato, quiebracajetes	<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, 2010

2.2.1.7 Interferencia de malezas con el cultivo

El término interferencia se refiere a la sumatoria de presiones que sufre un determinado cultivo como resultado de la presencia de malezas en el ambiente común, incluyendo los conceptos de competencia y alelopatía. Las malezas tienen la capacidad de competir por recursos limitantes del medio (principalmente agua, luz y nutrientes), por liberar sustancias alelopáticas, hospedar plagas y enfermedades, y sobre todo afectan los rendimientos del cultivo disminuyendo el número de cortes de la plantación (Meirelles 2009).

El grado de interferencia depende entre otros factores de la duración del periodo de competencia y de la época de ocurrencia, modificados por factores edáficos y climáticos y por factores de manejo. Aunque es importante mencionar que el propio cultivo tiene la capacidad de limitar el desarrollo de las malezas, principalmente por medio del sombreado (Meirelles 2009).

Existen tres tipos de periodos críticos de interferencia de malezas (figura 2):

- Periodo Anterior a la Interferencia (PAI), se refiere al periodo desde la brotación de la caña de azúcar con malezas, pero sin interferencia negativa en la producción final de tallos.
- Periodo Total Anterior a la Interferencia (PTPI) se refiere al periodo desde la brotación de la caña de azúcar, en que el cultivo debe permanecer libre de malezas sin pérdida significativa de producción.
- Periodo Crítico de Prevención a Interferencia (PCPI). Es cuando efectivamente los métodos de control deben actuar para minimizar las pérdidas de producción.

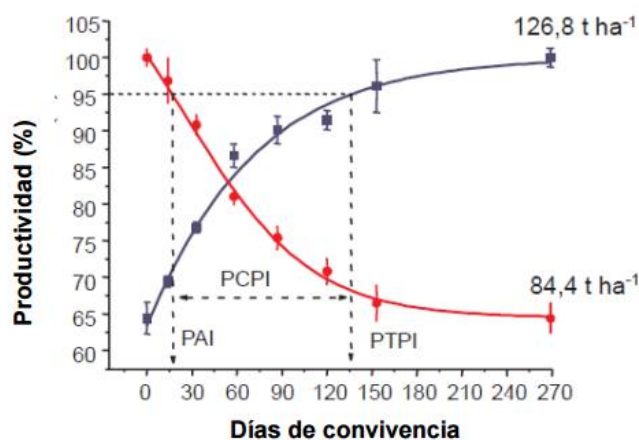


Figura 2. Producción porcentual de caña de azúcar, observada (cuadros negros) y estimada por la ecuación sigmoide de Boltzman (círculos rojos), en función de periodos iniciales de convivencia y control de malezas. Meirelles, 2009.

2.2.1.8 Métodos de control

En Guatemala se utilizan varios métodos de control de malezas en el cultivo de caña de azúcar:

A. Control mecánico

Se refiere al paso de diferentes implementos como parte de las diferentes labores mecánicas que se realizan en el cultivo. Entre las labores mecánicas está el paso de cultivadora (botado de mesa) cuyo objetivo es nivelar el surco o camellón entre las hileras de caña de azúcar en caña plantía. Esta labor se hace a los 40 días o 50 días después de la siembra o corte, dando un control aproximado de 15 días, según condiciones de infestación; opcionalmente puede hacerse un segundo paso de cultivadora entre 55 días y 65 días después del corte, logrando un manejo integral con el control químico. En caña soca el paso del ferticultivo será a los 45 días después del corte, es decir después de la aplicación de herbicidas para control pre emergente de malezas. Un segundo control mecánico se puede realizar con el cultivo a los 60 días después del corte (Espinoza 2010).

B. Control químico

Consiste en la aplicación de herbicidas. Este método es de amplio y fácil uso en el cultivo de la caña de azúcar y con buenos resultados de control. Para lograr un periodo más amplio de días control se hace una combinación de los dos métodos indicados. La aplicación de

herbicidas se puede hacer de tres maneras: a) mecanizada, b) manual y c) aérea (Espinoza 2010).

C. Aplicación mecanizada

Es la más utilizada en Guatemala, y consiste en la aplicación de herbicidas en preemergencia y pos emergencia, por medio de tractores de 120 HP. Estos tractores están conformados por un tanque de depósito para la mezcla y un aguilón con 25 boquillas dependiendo del tipo de esta y una faja de 12 m de ancho. Este tipo de aplicación generalmente es para áreas planas, con el fin de que sea más eficiente. Cuando se realizan aplicaciones pos emergentes en caña de mayor desarrollo (hasta 1.5 m) se emplean tractores tipo “High Crop” (Espinoza 2010).

D. Aplicación manual

Éstas se practican donde no es posible el control de malezas de manera mecanizada por el desarrollo de la caña (de cierre) o en áreas de topografía irregular. También se realiza para controlar malezas en áreas específicas o pequeñas áreas infestadas en el lote (parchoneo). Para este tipo de aplicación de herbicidas se utilizan bombas de mochila de presión constante, las cuales son más eficientes que las tradicionales. Esta práctica es más costosa que la mecanizada por ello se debe analizar el uso en áreas que sí lo ameriten (Espinoza 2010).

E. Aplicación aérea

Se utilizan solamente para aplicaciones de herbicidas pre emergentes en áreas planas, alejadas de otros cultivos, por la deriva que pueda ocasionar (Espinoza 2010)

2.2.1.9 Factores que afectan la eficiencia de los herbicidas

A. Factores ambientales

Entre estos factores ambientales que afectan la eficiencia de los herbicidas se encuentran: la radiación solar, precipitación, temperatura.

B. Radiación solar

Existen herbicidas que tienen altas pérdidas por evaporación, que provocan disminución de la eficacia en el control de malezas. Estas pérdidas se dan por foto descomposición de la molécula de los herbicidas debido a la radiación solar (radiación ultravioleta).

La degradación de los herbicidas es inducida cuando los mismos son aplicados en superficie de suelo seco, sin irrigación o lluvia posterior a la aplicación. Por ello cuando se aplica un herbicida pre emergente sensible se recomienda su incorporación al suelo para garantizar la eficiencia del producto y su efecto residual. Esta operación puede ser realizada con irrigación o con agua de lluvia (Espinoza 2010).

C. Precipitación (humedad)

Las lluvias interfieren en la acción de los herbicidas, dependiendo del momento en que ocurren. La ocurrencia de lluvias días antes de la aplicación de herbicidas aumenta el contenido de agua en el suelo y en la parte aérea hidrata las ceras de la superficie de la hoja de las malezas, esto aumenta la susceptibilidad de la planta a los herbicidas mejorando el grado de control. La influencia de la lluvia en la absorción de herbicidas por medio de las hojas también depende de las características de cada producto, pues algunos son absorbidos rápidamente y otros lentamente. (Espinoza 2010).

Herbicidas formulados en aceite son menos afectados por la lluvia que los formulados en agua. El tiempo necesario para la absorción de los herbicidas aplicados en pos emergencia por las plantas es de gran importancia. Este varía según el herbicida, pero generalmente oscila entre los 30 min. Plantas sometidas a estrés prolongado de humedad pueden presentar cutícula más espesa, más pubescencia y consecuentemente, la absorción de un herbicida y su translocación serán menores, debido a la menor actividad metabólica.

Los herbicidas deben ser aplicados cuando la humedad de la capa superficial del suelo es adecuada, para favorecer el enlace de las moléculas del herbicida con la fase sólida del suelo reduciendo los riesgos de pérdidas a la atmósfera. En aplicaciones de herbicidas pre emergentes, la humedad del suelo es importante por la dispersión de esos productos en el suelo, alcanzando, de ese modo, las semillas o raíces de las malezas (Espinoza 2010).

D. Temperatura

La temperatura del aire influye de muchas maneras en la acción de los herbicidas, pues pueden modificar las propiedades físicas, como solubilidad, presión de vapor y alterar los procesos fisiológicos de las plantas. De manera general, dentro de los límites fisiológicos de cada planta, la absorción de los herbicidas por las hojas aumenta con la temperatura. La temperatura alta aumenta la cutícula de las hojas y afecta la actividad metabólica de las plantas, también favorece la volatilización de las moléculas de los herbicidas. Una elevada temperatura en la superficie del suelo es un factor que intensifica la pérdida por volatilización de los herbicidas, en general (Espinoza 2010).

Existen algunas prácticas para disminuir el efecto negativo de las condiciones ambientales adversas, estas pueden ser:

No aplicar cuando la humedad relativa sea menor a 60 %, cuando la temperatura sea mayor a 35 °C y cuando la velocidad del viento sea mayor a 10 km/h.

- ✓ No aplicar cuando las plantas estén bajo estrés.
- ✓ Aplicar formulaciones menos sensibles a las condiciones ambientales.
- ✓ Aplicar en horas iniciales de la mañana, finales de la tarde o por la noche.
- ✓ Utilizar si es posible gota grande en la pulverización (Espinoza 2010).

E. Factor edáfico

Se refiere a la retención de moléculas orgánicas por el suelo, sin distinción de los procesos específicos de adsorción, absorción, precipitación y partición hidrofóbica (Oliveira 2003).

Estos procesos específicos de sorción pueden actuar concomitantemente en la retención de una molécula de herbicida. Por tanto, la sorción de estas moléculas es mucho más compleja que la de iones que sirven como nutrientes en las plantas (Oliveira 2003).

La sorción de herbicidas involucra interacciones hidrofóbicas, procesos físicos y químicos en que el compuesto pasa de la solución del suelo para las superficies externas e internas de coloides. En algunas situaciones, las moléculas sorbidas pueden pasar a formas no disponibles denominadas residuos. La materia orgánica es el principal sitio de formación de estos residuos. La formación de residuos es un importante mecanismo de disipación de

herbicidas. En tanto que la formación de estos compuestos puede comprometer la eficacia de un herbicida, en especial de herbicidas residuales aplicados al suelo. La cantidad de herbicida sorbido depende de las propiedades fisicoquímicas, de las características del suelo, la formulación, de la dosis aplicada del producto y de las condiciones climáticas (Oliveira 2003).

2.2.1.10 Factores de la planta

Los herbicidas pueden penetrar a través de estructuras aéreas (hojas, tallos, flores, y frutos) y subterráneas (raíces, rizomas, estolones, tubérculos, etcétera), de estructuras jóvenes y también de semillas (Espinoza 2010).

A. Hojas

Son el principal órgano de las malezas involucradas en la penetración de los herbicidas aplicados en pos emergencia. En superficies foliares de bajo contenido de cera epicuticular, la gota del herbicida aplicado cubre grandes áreas. En hojas con alto contenido de cera epicuticular disminuye la superficie foliar que queda cubierta con el herbicida. Las hojas presentan varios niveles de desarrollo de tricomas y glándulas, que pueden variar con la especie, estas pueden interceptar gotas aplicadas, impidiendo que alcance la epidermis. Aunque se indica que puede ocurrir una pequeña absorción a través de los tricomas (Espinoza 2010).

B. Cutícula y estomas

Esta es la principal vía de absorción de los herbicidas aplicados en pos emergencia. Por ello el uso de surfactantes seleccionados contribuyen al rompimiento de la tensión superficial de la mezcla que se aplica en la hoja, ocasionando así mayor espacio de producto que las estomas también hagan un importante papel en la penetración de herbicidas. La tensión superficial máxima de la mezcla aplicada para que penetre en las estomas es de 30 dyn/cm². La cutícula sobre las células guarda parece ser más fina y más permeable (menor cera epicuticular), siendo una barrera menos rígida para la penetración de los herbicidas.

Todas las especies de malezas poseen estomas sobre la superficie adaxial y abaxial, aunque la mayoría de estas estomas se encuentran en la parte abaxial de las hojas. El mecanismo exacto de penetración aún no es conocido para todos los productos, más si se admite que los compuestos no polares siguen la ruta lipofílica, y los polares, la hidrofílica (Espinoza 2010).

2.2.1.11 Manejo y control de malezas

A. Caña soca

El primer control de malezas en caña soca se realiza entre los 3 (ddc) a 12 (ddc), (ddc=días después del corte), según la incidencia o cobertura de malezas en el área y la humedad del suelo. El segundo control debe hacerse normalmente entre los 30 (ddc) a 35 (ddc), verificando siempre la humedad del suelo y cuando exista el umbral máximo de cobertura (15 %). En áreas sin riego o con poca humedad en el suelo se deben de utilizar productos de alta solubilidad. La mezcla y la dosis de los herbicidas se harán en función de la incidencia y tipo de malezas, y se buscará la mayor cantidad de días control 120 días (Espinoza 2010).

B. Caña plantía

En caña plantía el control de malezas se inicia entre los 8 (dds) y 10 (dds), (dds=días después de la siembra), con la aplicación de herbicidas pre emergentes después de un segundo riego, previamente se debe determinar la cobertura y definir la mezcla y dosis. La segunda aplicación de herbicidas (post emergentes) se realiza después de la labor de fertilización. Es importante definir el umbral máximo y tamaño de la maleza para calcular la mezcla y dosis que se aplicarán (Espinoza 2010).

Existen labores mecánicas intermedias que ayudan a lograr más días control, así mismo es importante tomar en cuenta que en áreas con alta infestación es necesario el arranque de maleza y/o parchoneo (aplicaciones dirigidas) en el lote (Espinoza 2010).

2.2.1.12 Descripción de herbicidas evaluados

A. Indaziflam

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

El efectivo control de Indaziflam es a través de la inhibición de la biosíntesis de la celulosa en las malezas en los meristemas 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 monocotiledóneas y dicotiledóneas que emergen a partir de semillas. Además, proporciona un control más efectivo cuando la humedad del suelo es suficiente (Leal 2015).

Su aplicación se recomienda en preemergencia total de la maleza, en pos emergencia temprana puede mezclarse con otros productos pre emergente y/o pos emergentes tempranos, este herbicida también posee un buen perfil medio ambiental, esto porque carece de riesgos de lixiviación (Departamento de Desarrollo Agronómico, Bayer Guatemala).

B. Metribuzín

Metribuzín es un ingrediente activo perteneciente a la familia de las Triazinas. 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 lo tanto de la clorofila (Espinoza 2010).

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 pos emergente, esta molécula es rápidamente degradada en el suelo por lo que

no se encuentran casos de Fitotoxicidad por parte de los cultivos si la molécula se utiliza como se recomienda (Leal 2015).

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 pos emergente es absorbido por las hojas y raíces, logrando así su control (Espinoza 2010).

C. Alion Pro 51.75 SC (Indaziflam + Metribuzin)

Este herbicida es el resultado de la combinación de dos moléculas utilizadas, las cuales son Indaziflam y Metribuzin, las cuales están distribuidas con 37.5 g/l de Indaziflam y 480 g/l de Metribuzin, en una formulación de tipo suspensión concentrada (SC), dando lugar a un total de 517.5 g de ingrediente activo, por litro de producto comercial (Departamento de Desarrollo Agronómico Bayer, Guatemala).

D. Ácido fosfórico (Glufosinato de amonio)

Es un herbicida no selectivo utilizado en pos emergencia. Bajo condiciones de estrés hídrico disminuye su eficacia sobre malezas de hoja ancha. Se recomiendan dosis de 1.5 l/ha a 2.5 l/ha. En condiciones de alta humedad relativa aumenta la eficiencia del producto. Al aplicarlo con sulfato de amonio (como coadyuvante) se aumenta la absorción del producto y es altamente soluble, con poca absorción en el suelo. Algunas de las especies que controla son: *Echinochloa colonum*; *Setaria spp.*; *Cynodon dactylon*; *Digitaria sanguinalis*; *Sorghum halepense*, *Portulaca oleracea* y *Amaranthus spinosus* (Espinoza 2010).

E. Cloroacetamidas (Acetoclor)

Es un herbicida sistémico pre emergente en relación con la maleza, con poca movilidad dentro de la planta. Se recomiendan dosis de 1.4 kg/ha a 1.8 kg/ha. Es un herbicida utilizado en gramíneas y algunas malezas de hoja ancha que presentan apariencia cerosa. Algunas de las especies que controla son: *Sonchus oleraceus*; *Polygonum aviculare*; *Raphanus sativus*; *Digitaria sanguinalis*; *Croton lobatus*; *Echinochloa colonum*; *Portulaca oleracea*; *Richardia scabra*; *Leptochloa filiformis* y *Rottboellia cochinchinensis* (Leonardo 1998).

F. Ácido Fenoxi-carboxílicos (2,4-D)

Es un herbicida pos emergente a la maleza. Se recomiendan dosis de 0.8 l/ha a 1.3 l/ha. La aplicación debe ser dirigida a la maleza y cuando la planta se encuentra en un estado joven y en mayor actividad fisiológica. La mezcla se debe hacer con agua con pH por debajo de 7. Es un producto medianamente soluble con un log Kow de 2.81. Algunas de las especies que controla son: *Amaranthus viridis*; *Bidens pilosa*; *Commelina diffusa*; *Croton lobatus*; *Cyperus flavus*; *Cyperus rotundus*; *Euphorbia hirta*; *Ipomoea triloba* y *Kallstroemia máxima* (Espinoza 2010).

G. Ácidos fosfóricos: Glifosato

Son herbicidas de contacto y pos emergentes en relación con la maleza, se recomiendan dosis de 0.5 kg/ha a 0.8 kg/ha. Es un herbicida recomendado para malezas perennes aplicado de forma dirigida o previa a la emergencia de la caña. El agua debe poseer un pH de entre 4 y 6. La fitotoxicidad en la caña provoca clorosis foliar y amarillamiento de hojas jóvenes. Es altamente soluble con un log Kow de -1.6 (Alister y Kogan 2005). Algunas de las especies que controla son: *Brachiaria mutica*; *Commelina diffusa*; *Cynodon dactylon*; *Cyperus flavus*; *Cyperus odoratus*; *Cyperus rotundus*; *Echinochloa colonum*; *Panicum maximun*; *Sorghum halepense* y *Tinantia erecta* (Espinoza 2010).

H. Triazinas (Ametrina, Atrazina, Hexazinona, Metribuzina, Terbutrina)

Son herbicidas utilizados con frecuencia en pre emergencia de la maleza, con combinaciones entre varias triazinas para aumentar el espectro de malezas controladas. Las dosis utilizadas para Ametrina son de 1 kg/ha a 1.8 kg/ha. Atrazina 1 kg/ha a 1.5 kg/ha. Hexazinona y Metribuzina 0.5 kg/ha. Son productos solubles, Atrazina con un log Kow de 2.34 y la Hexazinona con 1.17. Algunas de las especies que controla Atrazina y Metribuzina en pre emergencia son: *Amaranthus spinosus*; *Anagallis arvensis*; *Bidens pilosa*; *Croton lobatus*; *Euphorbia hirta*; *Ipomoea nil*; *Kallstroemia máxima* y *Melampodium divaricatum*. Terbutrina, Ametrina y Hexazinona en pre emergencia y pos emergencia controlan: *Bidens pilosa*; *Digitaria sanguinalis*; *Echinochloa colonum*; *Ixophorus unisetus*; *Panicum fasciculatum*; *Rottboellia cochinchinensis*; *Leptochloa filiformis*; *Melanthera sp*; *Cyperus*

flavus; *Cyperus odoratus*; *Oxalis neaei*; *Portulaca oleracea* y *Sida rhombifolia* (Espinoza 2010).

I. Ureas sustituidas (Diuron)

Son herbicidas de contacto pueden aplicarse en pos emergencia en relación con la maleza y en algunos casos pueden aplicarse en pre emergencia. Se recomiendan dosis que van de 1.5 kg/ha a 2.5 kg/ha. Es un herbicida que se usa en malezas gramíneas y de hoja ancha. Es medianamente soluble con un log Kow de 2.77. Algunas de las especies que controla son: En pre emergencia: *Croton lobatus*, *Echinochloa colonum*, *Euphorbia hirta* y *Leptochloa filiformis*. En pos emergencia: *Bidens pilosa*, *Ipomoea nil*, *Kallstroemia máxima*, *Panicum maximun* y *Portulaca oleracea* (Espinoza 2010).

J. Sulfonilureas (Trifloxisulfuron, Metsulfuron metil)

Son herbicidas aplicados en pos emergencia de la maleza. Trifloxisulfuron se recomienda en dosis de 160 g/ha a 180 g/ha y Metsulfuron metil en dosis de 100 g/ha a 150 g/ha. Estos se pueden aplicar en pos emergencia de la maleza y la caña. Son altamente móviles en la planta. Tiene un log kow = 1.40 (Trifloxisulfuron). Entre las especies que controla se encuentran: *Rottboellia cochinchinensis*, *Euphorbia spp*, *Digitaria sanguinalis*, *Amaranthus spp*, *Cyperus flavus*, *Cyperus odoratus* y *Cyperus rotundus* (Espinoza 2010).

2.2.1.13 Fitotoxicidad de herbicidas en variedades promisorias de caña de azúcar

Muestra los cuatro estadios de susceptibilidad y tolerancia de la caña de azúcar a la aplicación de herbicidas en función de sus diferentes etapas fenológicas. La etapa 1 comprende desde la siembra hasta los 20 días, periodo en que los rebrotes de caña de azúcar muestran mayor espesura de la cutícula. En esta etapa el herbicida no alcanza las hojas internas, por lo que la planta se vuelve tolerante a las malezas y a los herbicidas (Christoffoleti y López 2009).

En caña soca esta fase es más rápida, por lo que se pueden considerar aplicaciones de herbicidas con mayor residualidad. La etapa 2 comprende desde los 20 (dds) a los 50 (dds), cuando hay de dos a tres hojas; así mismo existe pérdida de raíces de la semilla o tolete, en esta etapa es susceptible a la aplicación de herbicidas.

En caña soca existe mayor cantidad de raíces, por lo que el cultivo tolera la aplicación de herbicidas más solubles. La etapa 3 está comprendida entre 50 (dds) y 90 (dds), cuando ya hay raíces verdaderas. En esta etapa existe severa competencia de la maleza con el cultivo, afectando el macollamiento de la planta y lo hace susceptible a la aplicación de herbicidas pos emergentes. La etapa 4 o comúnmente denominada cierre del cultivo ocurre después de los 120 días de la siembra. En esta etapa (figura 3), los tallos ya están desarrollados y definidos y no serán afectados por la aplicación de herbicidas (Espinoza 2010).

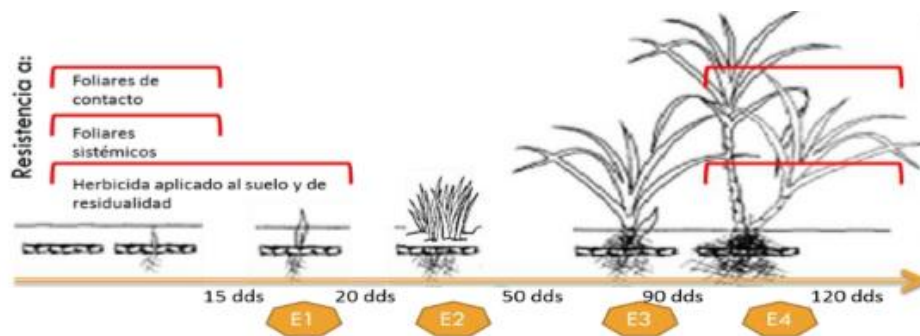


Figura 3. Fitotoxicidad de herbicidas en variedades promisorias de caña. Espinoza, 2010.

2.2.1.14 Características de *Rottboellia cochinchinensis*

A. Clasificación taxonómica

Dominio:	Eukarya
Reino:	Plantae
División (Phyllum):	Spermatophyta
Subdivisión (Subphyllum):	Spermatophytina
Clase:	Monocotyledonae
Orden:	Cyperales
Familia:	Poaceae
Género:	<i>Rottboellia</i>
Especie:	<i>R. cochinchinensis</i>

Fuente: Sagarpa y Senasica 2015

B. Origen y distribución geográfica

La maleza *R. cochinchinensis* conocida comúnmente con el nombre de caminadora, es considerada entre las 25 peores malezas en todo el mundo, es una gramínea anual, originaria de Asia Tropical, India, habiendo sido introducida a las islas del caribe provenientes de sudeste asiático, como un pasto (Gómez 1985).

Su hábitat varía ampliamente alrededor del mundo, pero es más problemática entre los 800 m y 1,300 m s.n.m. En algunas regiones como el sur de África aparece en lugares húmedos, mientras que en otros lugares como en la 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 (Buenaventura 1991).

Se cree que *R. 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 (Salazar 2005).

En Guatemala fue reportada en el año 1967 en la “Flora de Guatemala” con el nombre botánico de *Menisuris 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.

2.2.1.15 Aspectos biológicos

A. Descripción morfológica

R. cochinchinensis es un pasto anual erecto con crecimiento vigoroso, presenta raíces adventicias vigorosas, puede alcanzar una altura de hasta 4 m o más. Las hojas son de forma lineal de hasta 60 cm de longitud y 2.5 cm de ancho, con pubescencia a ambos lados, vaina ancha y abierta, parte inferior de la nervadura central abultada, con tricomas a lo largo de la nervadura, lígula membranosa y corta de 1 mm de largo con tricomas, los cuales se caen al contacto y son muy irritantes. Tallos sólidos y robustos, crecen en un rango de 0.5 m a 3 m, ocasionalmente se ramifican. (SAGARPA y SENASICA 2015).

Las inflorescencias se desarrollan en el extremo del tallo de cada rama de la planta; las espigas son cilíndricas de 8 cm a 15 cm de largo aproximadamente de 3 mm de diámetro,

glabras, enfundadas en la base, fácilmente se rompen en las articulaciones cilíndricas y duras de 6 mm a 7 mm de longitud. Las espiguillas son cilíndricas y pediceladas de 5 mm a 8 mm de longitud; sin embargo, también se pueden presentar espiguillas sésiles de 6 mm a 7 mm de longitud. El pedicelo de la espiguilla es similar en apariencia y fusionado al entrenudo floral hinchado, de un tamaño que va de 3.5 mm a 6 mm de longitud y de 2.5 mm a 3 mm de ancho.

Las unidades florales cuando maduran se separan y se caen al suelo, la caída inicia desde la parte superior del racimo hacia abajo. En general las espiguillas son acanaladas en la parte inferior, ápice hueco; callo blando, suave, truncado y en forma de clavija. Primera gluma casi tan larga como la espiguilla, de forma oblonga a lanceolada, con 9-11 nervaduras, redondeadas a hendidas, convexas, muricate, glabra, con el ápice ligeramente alado.

Segunda gluma con muchas nervaduras, con quilla en la parte superior, en forma de barco, lisa en la parte inferior y muricate en la parte superior. Lema inferior oblongo a lanceolada con 3 nervaduras, casi tan larga como la segunda gluma, membranosa, en posición continúa al entrenudo.

Lema inferior oblongo a lanceolada, con 3 nervaduras, tan largo como la segunda gluma, membranosa a cactácea. Palea inferior bien desarrollada y similar al lema. Flor superior fértil y hialina. Cariópside oblongo de 3 mm a 4 mm de largo, de 1.75 mm a 2.0 mm de ancho, con la cara inflada y poco arrugada, la parte posterior más o menos aplanada, de color marrón dorado con una mancha marrón oscuro, visible por encima del hilum, profundamente embebida en el raquis (SAGARPA y SENASICA 2015).

B. Ciclo de vida

Esta maleza solo se reproduce por semilla, las semillas de la maleza enterradas a 2 cm de profundidad producen coleóptilos en 4 a 5 días, los primeros macollos (1-5) aparecen tres semanas después de la plantación y continúa produciendo macollos por 44 días, en promedio cada planta produce 100 macollos. El primer indicio de floración es el alargamiento de los entrenudos superiores y la formación de un ángulo amplio entre el macollo o tallo

madre (el cual crece generalmente en posición vertical) y el resto de los macollos. Posteriormente se forma la hoja bandera y eventualmente emerge el ápice de la inflorescencia. Las espiguillas surgen durante un período de 15 días. El polen es liberado 4-9 días después de la emergencia de las espiguillas (SAGARPA y SENASICA 2015).

La maduración de la semilla se indica por un cambio de coloración verde a marrón en la espiguilla, momento en el cual la liberación se lleva a cabo. Las primeras 8 a 12 espiguillas se rompen o se liberan de 2 a 4 días después de la emergencia de la inflorescencia de la última espiguilla. El periodo para que maduren todas las espiguillas es aproximadamente de un mes. Cuando las condiciones son favorables la planta puede seguir floreciendo y produciendo semilla durante todo el año. En Filipinas una sola planta puede producir 2200 semillas. El peso de 1000 semillas es de 10.6 g y hay 94 semillas/g. En Zimbabwe en altas densidades de la maleza se producen 665 kg/ha a 590 kg/ha de semillas (SAGARPA y SENASICA 2015).

Las poblaciones de la maleza se pueden incrementar en los sistemas de cultivo de cero labranza o labranza de conservación, lo anterior, debido a que la mayoría de las semillas germinan sobre la superficie del suelo o enterradas en los primeros 4 cm; aunque, la presencia de residuos de cultivo puede inhibir la germinación y desarrollo de la maleza (SAGARPA y SENASICA 2015).

Las semillas presentan un alto índice de germinación, casi no presentan latencia, requiere de poca humedad para germinar, la temperatura ideal de germinación es de 25 °C. Mientras que, el frío puede ser un agente de inducción de latencia o dormancia (SAGARPA y SENASICA 2015).

C. Alelopatía

R. cochinchinensis presenta una fuerte habilidad competitiva y posible actividad alelopática hacia otras especies de malezas como disminución de la germinación y reducción del crecimiento de plántulas. Es decir, reduce el crecimiento de raíces y brotes de *Bidens pilosa*, *Mimosa pudica*, *Ageratum conyzoides*, *Echinochloa crus-galli*, *Oryza sativa* var. *RD 6* y *Lactuca sativa* var. *OP*, las cuales se sembraron en el suelo donde previamente creció

R. cochinchinensis, de igual forma los extractos de todas las partes de la maleza inhibieron el crecimiento de las malezas.

Cuando *Zea mays* crece en simbiosis con hongos arbusculares micorrizicos se presenta un incremento en la fertilización o nutrición de la planta; sin embargo, la presencia de *R. cochinchinensis* afecta negativamente esta simbiosis y el incremento de la nutrición puede o no presentarse (SAGARPA y SENASICA 2015).

D. Daños

Para el caso de caña de azúcar la presencia de la maleza en 12 m a 34 m por surco de caña de azúcar se observó una reducción del rendimiento del 43 %. Sin embargo, años más tarde, en el 2000 reportan que la maleza en diferentes densidades causa pérdidas de 67 % - 70 %, mientras que en otras condiciones se reportaron que extractos de diversas malezas de las familias *Poaceae* y *Cyperaceae* inhibieron la germinación y el desarrollo de diversos cultivos, como es el caso de *R. cochinchinensis* que inhibió la germinación de arroz, maíz, soya y de algunas malezas (SAGARPA y SENASICA 2015).

2.2.1.16 Aspectos epidemiológicos

A. Dispersión

La vía de diseminación de la maleza es a través de las semillas, las cuales, son transportadas por el agua, la maquinaria agrícola y las aves. Se ha encontrado que el 2 % de las semillas presentes en los excrementos de las aves (gallinas) y animales (*Herpestes sanguineus*) son viables, lo cual puede ser una forma de diseminación a áreas libres.

La maleza se disemina a largas distancias como contaminante en las semillas de los cultivos, existen registros de una introducción intencional de la maleza de Filipinas a Estados Unidos, para ser sembrada como pastura para alimentación del ganado, sin embargo aunque la maleza presentan altos rendimientos de forraje, *Cenchrus ciliaris* y *Cynodon plectostachyus* representan una mejor opción para la alimentación del ganado. Existen datos en donde reportan a esta maleza como reservorio de plagas y enfermedades siendo: *Meloidogyne acrita*, *M. javanica*, *Pratylenchus zea*, *Tylenchorhynchus martini*, *Peregrinus maidis*, *Nisia carolinensis*, *Rhizoctonia solani* y *Euscyrtus concinnus* (SAGARPA y SENASICA 2015).

2.2.2 MARCO REFERENCIAL

La finca las ilusiones, no pertenece a ningún ingenio, pero históricamente ha tenido cambios en su administración. Actualmente entrega la caña al ingenio la unión, pero en otras épocas ha tenido dependencias diversas, actividades provenientes del Ingenio Palo Gordo como el diseño de campo. Esta finca cuenta con 346.67 ha de extensión territorial, está ubicada geográficamente en el municipio de Taxisco, situada al sureste del departamento de Santa Rosa, a 88 km de la ciudad capital.

La finca las ilusiones se localizada a una altura de 35 m s.n.m., lo que la ubica en el estrato de litoral de la zona cañera.

2.2.2.1 Ecología y zonas de vida

Según la clasificación ecológica de Holdridge, esta se encuentra dentro de la zona de vida subtropical cálida. Esta se caracteriza por una precipitación promedio anual de 4,957 mm anuales y con temperaturas que oscilan entre los 25 °C a los 35 °C, la fisiografía predominante son sus llanuras costeras del Pacífico, bosque muy húmedo sub-tropical (cálido) y bosque seco sub-tropical (IGN 2016).

2.2.2.2 Condiciones climáticas

El clima es tropical. Los veranos tienen una buena cantidad de lluvia, mientras que los inviernos tienen muy poco. Esta ubicación está clasificada como Aw por Köppen y Geiger. La temperatura media anual es 26.3 °C. En Taxisco hay alrededor de precipitaciones de 2,296 mm. El mes más seco es enero, con 1 mm de lluvia. La mayor parte de la precipitación se da en septiembre, promediando 476 mm, marzo es el mes más cálido del año. La temperatura en marzo tiene promedio de 27.2 °C, octubre es el mes más frío, con temperaturas promedio de 25.6 °C (Climate-Data.org 2016).

2.2.2.3 Suelos franco-arcillosos

Estos suelos suelen tener las proporciones de partículas en cantidades relativamente iguales o cerca de estos en promedios, pero un suelo franco arcilloso tiene un porcentaje más alto de partículas de arcillas respecto a las de arenas y limo. Estos suelos tienen un buen drenaje debido a que las partículas de arcillas almacenan el agua y las partículas de

arenas conducen el agua para que drene hacia las raíces de las plantas y a partes más bajas del suelo. (Santos 2015).

2.2.2.4 Suelos mollisoles

Ocupan el 40 % del área. Se encuentran principalmente en la zona litoral cerca de la planicie costera, en relieve plano y ligeramente plano. Son suelos medianamente evolucionados con horizontes ABC y AC. Presentan un horizonte superficial de espesor variable y de color oscuro con contenidos medios de materia orgánica (MO), presentan una saturación de bases mayor del 50 % en todo el perfil con un grado de estructuración de moderado a fuerte. En su mayoría son suelos de texturas francas y franco arenosas, con subsuelo frecuentemente arenoso (Espinosa 2014).

2.2.2.5 Suelos andisoles

Ocupan el 26 por ciento del área y predominan en las zonas altas y medias de la región y en algunas partes de la zona baja. Son suelos poco evolucionados derivados de ceniza volcánica, oscuros, con altos contenidos de MO y de baja densidad aparente y consistencia friable a suelta. Estos suelos tienen excelentes propiedades físicas con texturas francas y franco arenosas. Desde el punto de vista químico, tienen ciertas limitaciones como la alta retención de fosfatos y sulfatos (Espinosa 2014).

2.2.2.6 Ubicación geográfica

La figura 4, muestra el mapa de la finca Las Ilusiones, en la cual se llevó a cabo esta investigación, en el número de lote 11-01, marcado de color amarillo.

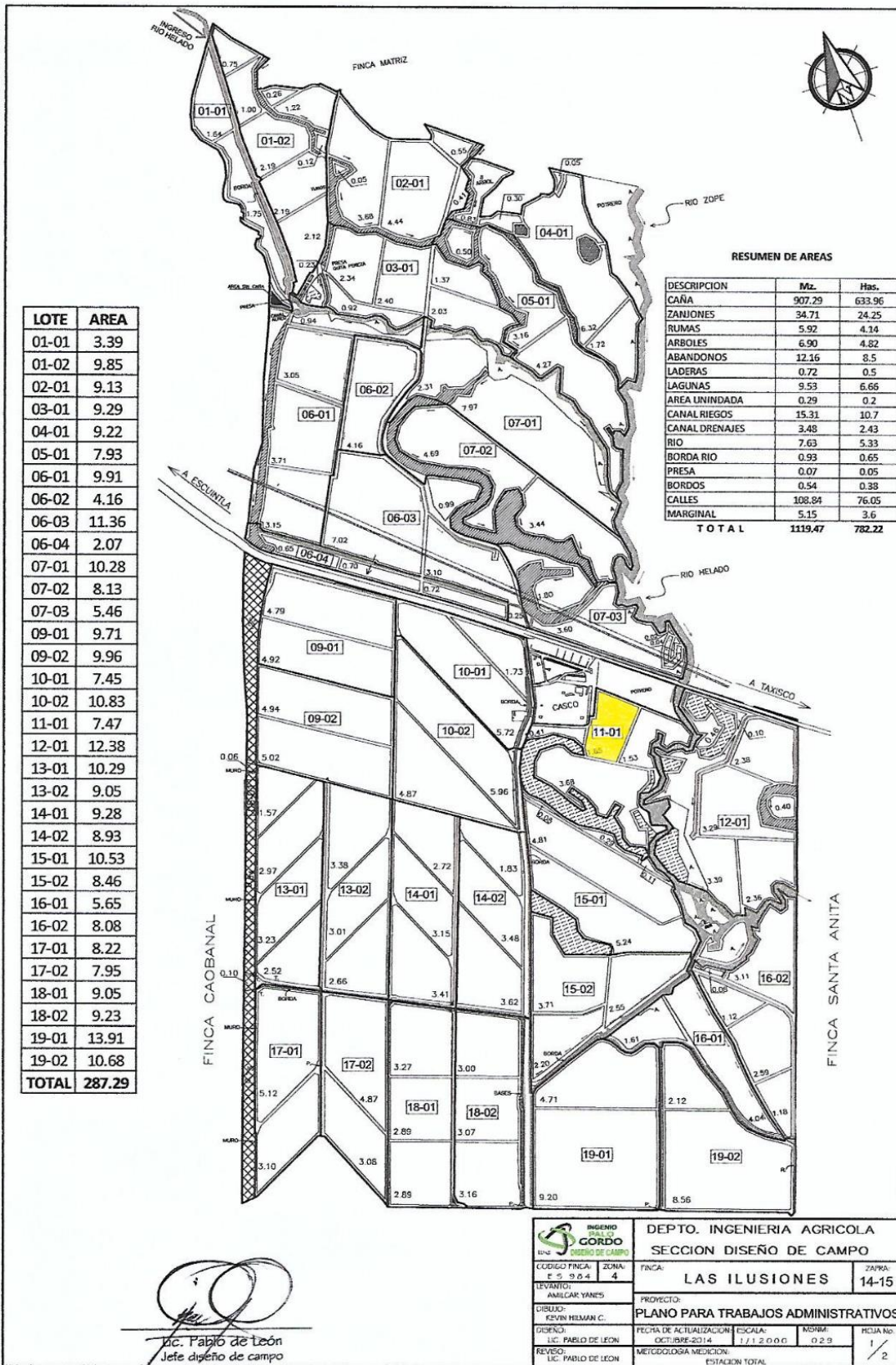


Figura 4. Mapa de ubicación de la finca Las Ilusiones, Taxisco, Santa Rosa. Finca las Ilusiones 2016

2.2.3 OBJETIVOS

2.2.3.1 Objetivo General

Evaluación de la eficacia de Alion Pro 51.75 SC, sobre *R. cochinchinensis* aplicado sin mezcla y con diferentes mezclas de herbicidas de efecto pos emergentes.

2.2.3.2 Objetivos Específicos

- A)** Evaluar cuál de los diferentes tratamientos presenta la mejor eficacia sobre *R. cochinchinensis*.
- B)** Evaluar la fitocompatibilidad de Alion Pro 51.75 SC sobre el cultivo de la caña de azúcar.

2.2.4 HIPÓTESIS

Entre los tratamientos evaluados, Alion Pro 51.75 SC contribuye al eficaz control de las malezas no germinadas, ya que el efecto es pre-emergente y una pos emergencia temprana lo cual evita el crecimiento o germinación de nuevas malezas.

2.2.5 METODOLOGÍA

2.2.5.1 Descripción de los tratamientos

La investigación se realizó en el lote número (11-01) de la Finca las Ilusiones, en caña plantilla de variedad CP72-2086, cuando la maleza tenía de 3 cm a 5 cm de altura, y la caña 12 días de siembra y cuando ésta aún no había emergido. Las condiciones de la *R. cochinchinensis* era de una a dos hojas verdaderas y de un 10 % de cobertura al momento de la aplicación. La plantación de caña emergió a los 18 días después de la siembra.

Los herbicidas utilizados fueron, Alion Pro 51.75 SC con sus ingredientes activos que lo componen que es Indaziflam 3.75 SC y Metribuzin 48 SC. Los ingredientes activos pos emergentes utilizados en las mezclas fueron: Atrazina 90 WG, Acetoclor 90 EC, Terbutrina 50 SC, 2,4-D 72 SL, Glufosinato de amonio 15 SL, Ametrina 50 SC, Glifosato 35.6 SL, Diuron 80 SC, Hexazinona 75 WG, Metsulfuron metil 60 WP, Ametrina 73.15 WG, Trifloxisulfuron sodio 1.85 WG, Diuron 43.64 WP y Hexazinona 16.36 WP. En el cuadro 12, se describen los tratamientos y dosis utilizados en la investigación.

Cuadro 12. Descripción de los tratamientos utilizados en la investigación

No.	TRATAMIENTO	DOSIS/ha
T1	Comparador	Sin Producto
T2	Atrazina 90 WG + Acetoclor 90 EC + Terbutrina 50 SC + 2,4-D 72 SL	1.82 kg + 3.50 l + 3.50 l + 1.43 l
T3	Alion Pro 51.75 SC	1.50 l
T4	Alion Pro 51.75 SC	2,00
T5	Alion Pro 51.75 SC	2,50
T6	Alion Pro 51.75 SC + Glufosinato de amonio 15 SL (pH 4.03 - 4.93)	1.50 l + 0.75 l
T7	Alion Pro 51.75 SC + 2,4-D 72 SL	1.50 l + 0.715 l
T8	Alion Pro 51.75 SC + Ametrina 50 SC	1.50 l + 1.075 l
T9	Alion Pro 51.75 SC + Terbutrina 50 SC	1.50 l + 1.75 l
T10	Alion Pro 51.75 SC + Glifosato 35.6 SL (pH 4.07 -)	1.50 l + 0.75 l
T11	Alion Pro 51.75 SC + Diuron 80 SC	1.50 l + 1.43 kg
T12	Atrazina 90 WG + Alion Pro 51.75 SC	0.91 kg + 1.50 l
T13	Hexazinona 75 WG + Alion Pro 51.75 SC	1.00 kg + 1.50 l
T14	Metsulfuron metil 60 WP + Alion Pro 51.75 SC	0.05 kg + 1.50 l
T15	(Ametrina 73.15+Trifloxisulfuron sodio 1.85) WG + Alion Pro 51.75 SC	1.00 kg + 1.50 l
T16	(Diuron 43.64+Hexazinona 16.36) WP + Alion Pro 50 SC	0.583 kg + 1.50 l
*Imbirex 80 CR SL = 1.00 cm ³ / l de agua en todos los tratamientos.		

2.2.5.2 Diseño experimental

Esta evaluación se realizó con el diseño experimental de bloques al azar (DBA) con 4 repeticiones. El cual se seleccionó porque las condiciones del área donde se realizó la investigación son de características heterogéneas (relieve del terreno y cobertura de malezas variable) y así poder distribuir perpendicularmente a la dirección del gradiente de variabilidad.

2.2.5.3 Factor de estudio

Control de malezas que puede ejercer el producto Alion Pro 51.75 SC.

2.2.5.4 Tamaño de la unidad experimental

El tamaño de la unidad experimental fue de 4 surcos con una longitud de 10 m cada uno, y con una distancia entre surcos de 1.40 m, por lo cual el área bruta por parcela fue de 56 m².

Cada parcela estuvo comprendida sin dejar surco de borde entre sí. Por lo tanto la lectura de estimación visual de la densidad de maleza se seleccionó los 8 m centrales de la parcela, exceptuando un metro en cada lado de la parcela, lo cual fue de un área de 5.6 m de frente por 8 m de longitud, lo cual hace un total de 44.8 m² que hacen la parcela neta. Los tratamientos se ubicaron en 4 bloques distribuidos al azar con 16 tratamientos cada uno. En el cuadro 13, se puede observar la distribución de los tratamientos el cual estuvo formado de 16 parcelas en donde se distribuyeron cada uno de los tratamientos.

Cuadro 13. Distribución de los tratamientos que conforman el bloque I

TRATAMIENTO	PARCELA	LONGITUD DE CADA SURCO (m)
T16	P16	10
T4	P15	10
T6	P14	10
T10	P13	10
T7	P12	10
T11	P11	10
T12	P10	10
T14	P9	10
T2	P8	10
T3	P7	10
T1	P6	10
T13	P5	10
T15	P4	10
T5	P3	10
T8	P2	10
T9	P1	10
BLOQUE I, 4 SURCOS 5.6 m de ancho		



2.2.5.5 Arreglo espacial (croquis de campo)

La distribución de los diferentes tratamientos fue ubicada como se indica en el cuadro 14.

Cuadro 14. Croquis de campo

Longitud de surco (m)	Borde				Parcela
10	T1	T9	T5	T16	P16
10	T3	T2	T12	T4	P15
10	T9	T15	T10	T6	P14
10	T6	T13	T1	T10	P13
10	T5	T10	T4	T7	P12
10	T8	T14	T13	T11	P11
10	T10	T6	T16	T12	P10
10	T7	T4	T8	T14	P9
10	T14	T3	T9	T2	P8
10	T12	T7	T11	T3	P7
10	T13	T5	T2	T1	P6
10	T4	T1	T7	T13	P5
10	T11	T16	T14	T15	P4
10	T15	T8	T6	T5	P3
10	T16	T12	T3	T8	P2
10	T2	T11	T15	T9	P1
BLOQUES	BIV	BIII	BII	BI	PARCELAS
Camino	Ancho 4 surcos caña	Ancho 4 surcos caña	Ancho 4 surcos caña	Ancho 4 surcos caña	Camino

2.2.5.6 Delimitación de parcelas

En cada parcela que constituyeron los tratamientos, fueron colocadas estacas en sus cuatro esquinas.

2.2.5.7 Equipo de aplicación

Se utilizó 2 bombas de mochila con capacidad de 16 litros c/u con boquillas TF 2.0, cubetas graduadas, jeringas de 10 ml, 15 ml, y 20 ml, probetas de 50 ml y 100 ml, herbicidas.

2.2.5.8 Calibración

Para la aplicación de esta evaluación se verificó que el estado del equipo estuviera en las condiciones óptimas de funcionamiento. Se seleccionó el personal con características similares, como la edad y estatura. La calibración se realizó con 2 personas, utilizando 2 bombas manuales de mochila, debido a que la aplicación se llevó a cabo con una persona por tratamiento. Se utilizó el método en base a volumen para calibrar el equipo de aplicación,

Volumen de agua = descarga promedio de las boquillas x 10,000 m²/ha

Área asperjada en un minuto.

Según la calibración y los respectivos cálculos, el volumen de agua que se utilizó fue de 200 l/ha.

2.2.5.9 Aplicación de los tratamientos

Se tuvo una sola aplicación en la evaluación. Se utilizaron dos bombas de mochila “Matabi” con capacidad de 16 litros, con las cuales se llevó a cabo la calibración antes descrita. Las bombas de mochila contaron en todo momento con un regulador de presión, así mismo se utilizó una boquilla tipo abanico TF 2.0

Los datos de la aplicación fueron los siguientes:

- Hora de inicio 8:45 am
- Hora de finalización 11:15 am
- Humedad 63.30 %
- pH del agua 7.32
- Nubosidad 100 %
- Velocidad del viento 0.0 km/h a 2.1 km/h
- Temperatura 34.6 °C

2.2.5.10 Manejo del experimento

El manejo del experimento fue el mismo que para el resto de caña sembrada en Finca Las Ilusiones, eso se refiere a condiciones de humedad, fertilización y aplicación de los insecticidas, exceptuando la aplicación de herbicidas en el lote 11-01, en el cual se realizó la presente investigación. En el cuadro 15, se muestra el manejo agronómico que la finca Las Ilusiones le realiza a la plantación.

Cuadro 15. Manejo agronómico que realiza la finca Las Ilusiones.

Manejo	Descripción	Producto	Dosificación
Fertilización	La fertilización se realiza en dos aplicaciones por zafra. 1ra. Fertilización: Esta se realiza a los 30 días después de la siembra de la caña. 2da. Fertilización: Esta se realiza a los 50 o 60 días, tanto para plantilla como en soca.	Urea 46%	1ra. Fertilización: 2.5 qq/ha 2da. Fertilización: 4.5 qq/ha
Plagas	Para el manejo y control de plagas, se realizan dos monitoreos. El primero es preventivo, a los 7 meses de edad del cañal, se realiza de forma manual y con umbral a partir de 0.41 ninfas por tallo de <i>Aeneolamnia sp.</i> El segundo monitoreo se realiza a los 8 meses de edad del cañal, con umbral a partir del 0.80 adultos por tallo, y se realiza de forma aérea. Solo se le da manejo contra la plaga de Chinche Salivosa, (<i>Aeneolamnia sp.</i>).	1er Monitoreo: Centric 40 WG 2do Monitoreo: Jade 0.8 GR	1er monitoreo: 100 g/ha en 200 l de agua. 2do monitoreo: 16 kg/ha.
Malezas	Para el control de malezas se realizan dos aplicaciones, pero si las condiciones no son favorables se hacen cuatro aplicaciones: 1ra. Aplicación: Esta aplicación se realiza en pre emergencia, a los 4 o 5 días después de la requema. 2da. Aplicación: Esta aplicación se realiza en post emergencia, a los 60 días después de la siembra. 3ra. Aplicación: Esta aplicación se realiza en parchoneo. No es una aplicación obligatoria, se realiza dependiendo de las condiciones de la maleza. 4ta. Aplicación: Esta aplicación se realiza en parchoneo de bejuco, cuando el cañal tiene entre 6 y 7 meses de edad. Para el caso de la finca las Ilusiones, la maleza predominante, es la Caminadora (<i>Rottboellia cochinchinensis</i>).	1ra. Aplicación: Alion 50 SC + Acetocloro 90 EC (mezcla). 2da. Aplicación: Hedonal 60 SL + Finale 15 SL + Acetocloro 90 EC + Kronex 80 SC + Hexacto 75 WG (mezcla). 3ra. Aplicación: Paraquat 20 SL + Kronex 80 SC (mezcla). 4ta. Aplicación: Hedonal 60 SL	1ra. Aplicación: 0.20 l/ha + 2.0 l/ha en 200 l de agua. 2da. Aplicación: 1.50 l/ha + 1.50 l/ha + 2.0 l/ha + 1.50 l/ha + 0.55 kg/ha en 200 l de agua. 3ra. Aplicación: 1.50 l/ha + 1.50 l/ha en 200 l de agua. 4ta. Aplicación: 2.0 l/ha en 200 l de agua

2.2.5.11 Levantamiento de datos

El levantamiento de los datos de cobertura de la maleza y la fitotoxicidad en la caña se evaluó por estimación visual, asignándole para cobertura de maleza un porcentaje en escala del 0 al 100 por ciento. Donde para cobertura de maleza cero es muerte total o parcela limpia de maleza y 100 es la máxima cobertura de la maleza expandida en toda el área del tratamiento. La fitotoxicidad se evaluó en escala de 1 al 6, donde 1 fue sin efecto fitotóxico en la caña y 6 es muerte de la caña afectada por el herbicida. Esto se realizó mediante 4 lecturas a los 7 dda, 15 dda, 30 dda y 42 dda. En el cuadro 16, se presenta la descripción de las lecturas realizadas durante la investigación.

Cuadro 16. Descripción de las lecturas que se realizaron en la investigación

No. de Lecturas	Descripción
1	La primera lectura se realizó previo a realizar cualquier aplicación de tratamientos (pre muestreo), pero con las unidades experimentales demarcadas. En esta lectura se determinó la cobertura inicial de <i>R. cochinchinensis</i> por cada unidad experimental.
2	Se realizó a los 7 días después de haber aplicado los tratamientos.
3	Se realizó a los 15 días después de la aplicación.
4	Se realizó a los 30 días después de la aplicación.
5	Se realizó a los 42 días después de la aplicación.

2.2.5.12 Variables de respuesta

Dentro de las variables de respuesta mencionaremos tres y estas son:

- a) Cobertura de malezas: esta se determinó por estimación visual de la cobertura de la *R. cochinchinensis* dentro de la parcela en 4 fechas, asignándole un porcentaje a cada tratamiento, durante las cuatro lecturas.
- b) Método de Eficacia Abbott: esta fórmula establece justamente el nivel de eficiencia para el control de cobertura de *R. cochinchinensis*, debido a que considera la

mortalidad natural en el testigo absoluto. Esta es difícil de emplear cuando el individuo natural posee un alto potencial biótico o es inmóvil.

Eficacia Abbott = [(Promedio del Testigo absoluto – promedio del tratamiento) / Testigo absoluto] * 100

- c) Fitotoxicidad: se determinó a través de la estimación visual, tomando en cuenta principalmente las decoloraciones que pudieran existir en las plantas de caña que se encontraban en cada tratamiento. Debido a que en los primeros días después de la aplicación de herbicidas, es donde se presentan en la caña los síntomas de fitotoxicidad, según el departamento de Desarrollo Agronómico de Bayer. Este daño se determinó a través de una escala de fitotoxicidad utilizada para este cultivo en el departamento de Desarrollo Agronómico de Bayer (cuadro 17).

Cuadro 17. Escala de fitotoxicidad del Departamento de Desarrollo Agronómico, Bayer CropScience

Esquema de Clasificación de Seguridad de los Cultivos				
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 Agronómico, Bayer CropScience, Guatemala, 2016.

2.2.5.13 Análisis de la Información

- A. Se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) con los datos obtenidos de las variables de respuesta cobertura de malezas, fitotoxicidad y eficacia Abbott.
- B. Si se presentaron diferencias significativas, se procedió a realizar la prueba de medias TUKEY al (5 %).

- C. Se realizó una gráfica de cobertura de malezas.
- D. Se realizó una prueba de eficacia Abbott, que consiste en comparar los diferentes tratamientos con el testigo, esto permite de una manera más fácil entender las eficacias de los tratamientos.

2.2.6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante toda la evaluación se registraron datos de precipitación, y durante la toma de lecturas dentro de los 42 días se generó un análisis de varianza y un análisis post andeva y se obtuvo una gráfica de cobertura de maleza. Además se generó una gráfica de porcentaje de eficacia abbot y se observó que no existió presencia de fitotoxicidad por parte del cultivo.

En la figura 5, se presenta el comportamiento de la precipitación pluvial en (mm) desde el inicio del ensayo hasta su finalización, mostrando la precipitación acumulada a lo largo del experimento.

2.2.6.1 Precipitación pluvial en (mm) finca las ilusiones

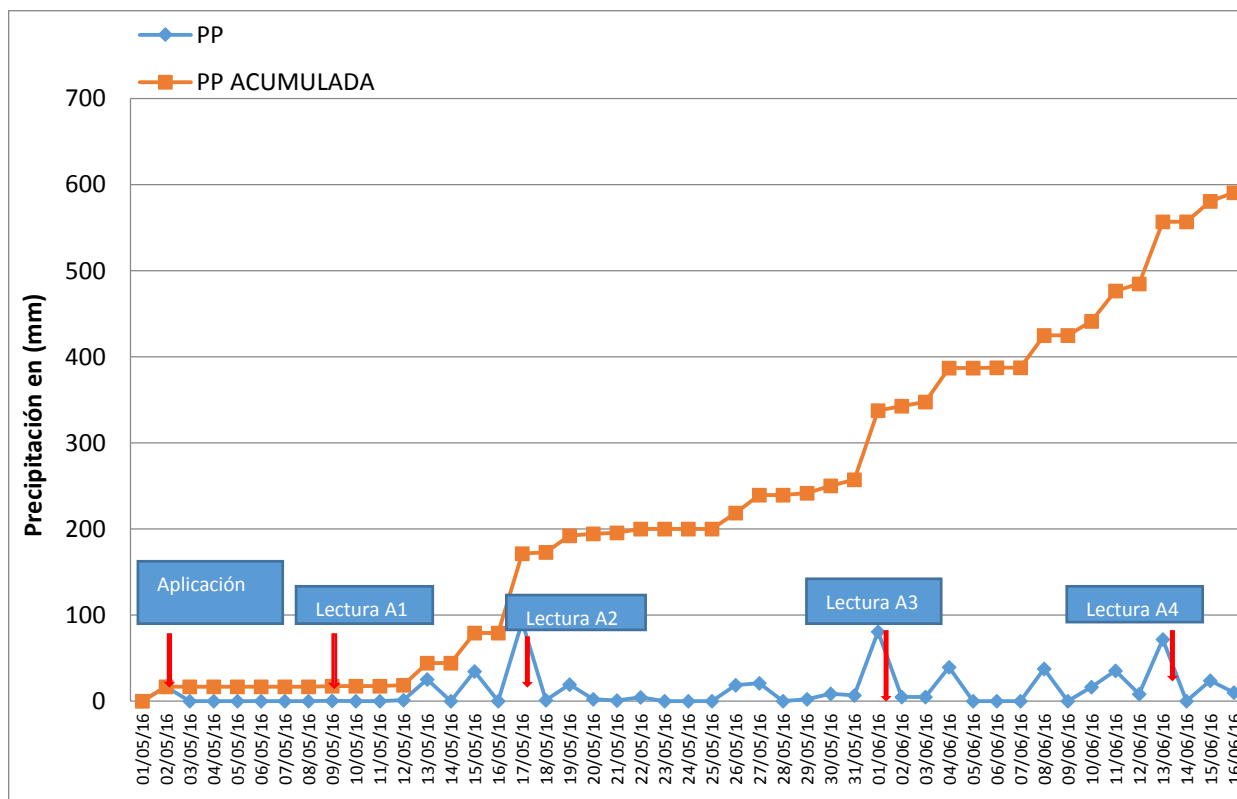


Figura 5. Precipitación pluvial acumulada en (mm), durante el ensayo establecido en finca las Ilusiones

La figura 5 representa la precipitación pluvial, y muestra los datos de lluvia tres días antes de la aplicación. En el cuarto día al momento de la aplicación contaba con 10 (mm) de precipitación acumulada. Por lo tanto, se consideró un momento adecuado para realizar la aplicación, pues había suficiente humedad en el suelo.

Muestra claramente que, desde la toma de precipitación, la aplicación y las lecturas cero y uno, la precipitación se mantuvo baja y estable, y es hasta los 13 días donde hay una acumulación mayor de lluvia debido a las condiciones climáticas y eso hace que también se eleve la precipitación acumulada.

Esto se repite dos días antes de la lectura 3 y dos días antes de la lectura 4, haciendo llegar la precipitación acumulada a los 600 mm de lluvia a los 43 días después de la aplicación. En las tres acumulaciones previas a las lecturas 2, 3 y 4 pudieron haber generado un bajo nivel de control de la maleza, debido al lixiviado que ocasiona el agua con el herbicida suelo activo que permanece en los primeros centímetros del suelo.

De los resultados de las lecturas realizadas durante el ensayo, se construyó esta gráfica, de la cual se observa el comportamiento de *R. cochinchinensis* a través del tiempo. La mayoría de los tratamientos se mostraron con una pendiente negativa a los siete días de haberse aplicado exceptuando el testigo absoluto, donde se observa claramente que su cobertura es ascendente y a los quince días después de aplicado llega al 100 % de cobertura, otros tratamientos a los quince días empiezan a mostrar un ascenso leve, en su cobertura de maleza, manteniéndose estas en similitud entre los treinta días y cuarenta y dos días uniformemente.

Los tratamientos que se mantuvieron a los siete y quince días después de aplicado y que después de los treinta días tuvieron un ascenso leve en su cobertura, fueron los tratamientos dos, diez, ocho y nueve.

2.2.6.2 Cobertura de *R. cochinchinensis*

En la figura 6, se presenta el comportamiento de la cobertura de *R. cochinchinensis* después de haber aplicado los tratamientos.

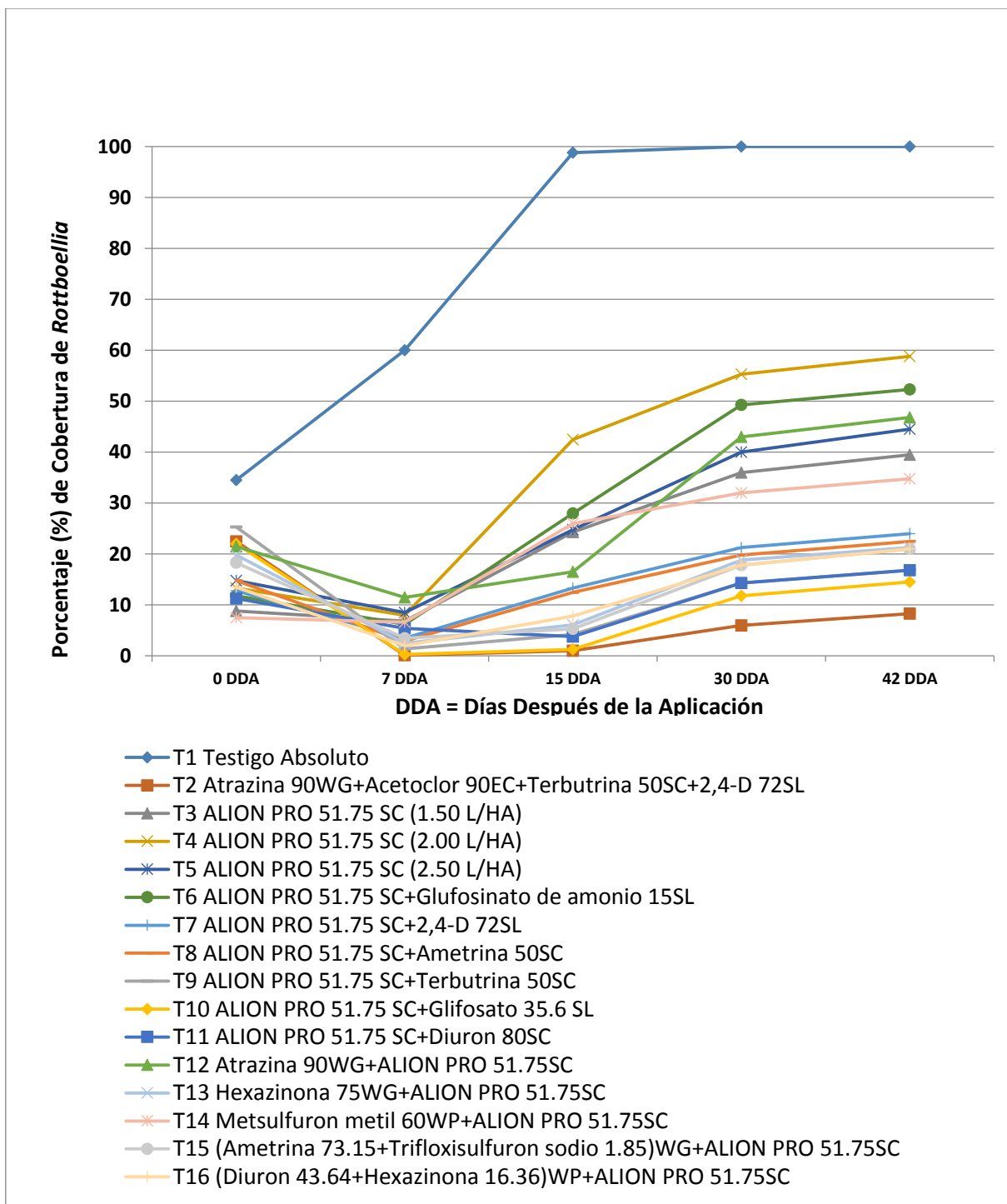


Figura 6. Porcentaje de cobertura de *Rottboellia cochinchinensis*.

Las elevaciones gráficas que tuvieron todos los tratamientos después de los siete y quince días podrían deberse a la precipitación de los dos días anteriores a cada lectura en donde llegó cerca de los cien milímetros de lluvia, coincidentemente dos días antes de tomar la lectura correspondiente de cobertura de maleza, ésta pudo ser la causa en contrarrestar el

ingrediente suelo activo del herbicida pre emergente el cual es el Indaziflam + Metribuzin 51.75 SC, los mejores acompañantes pos emergentes fueron, glifosato 35.6 SL (0.75 l/ha), Ametrina 50 SC (1.075 l/ha), y Terbutrina 50 SC (1.75 l/ha), cada uno de estos en mezcla con Indaziflam + Metribuzin 51.75 SC a 1.50 l/ha.

El resto de los tratamientos los cuales a un principio mostraron poca cobertura en su eje vertical, se debió a que todos contaban con presencia de la molécula de Metribuzin, a lo cual esta tiene un efecto en una post emergencia temprana, siendo esta que cuando se aplicó la maleza tenía de 3 cm a 5 cm de altura, esta molécula trabajó afectando a *R. cochinchinensis*, en este caso al inhibir los procesos fotosintéticos, por la reacción de Hill, lo cual causó destrucción en sus carotenoides y en su clorofila, dando un color café en las hojas de la maleza como síntoma posterior a la aplicación de Metribuzín.

2.2.6.3 Resultados de porcentaje (%) de eficacia Abbott

En la figura 7, se muestra el porcentaje de Eficacia Abbott, sobre *R. cochinchinensis*.

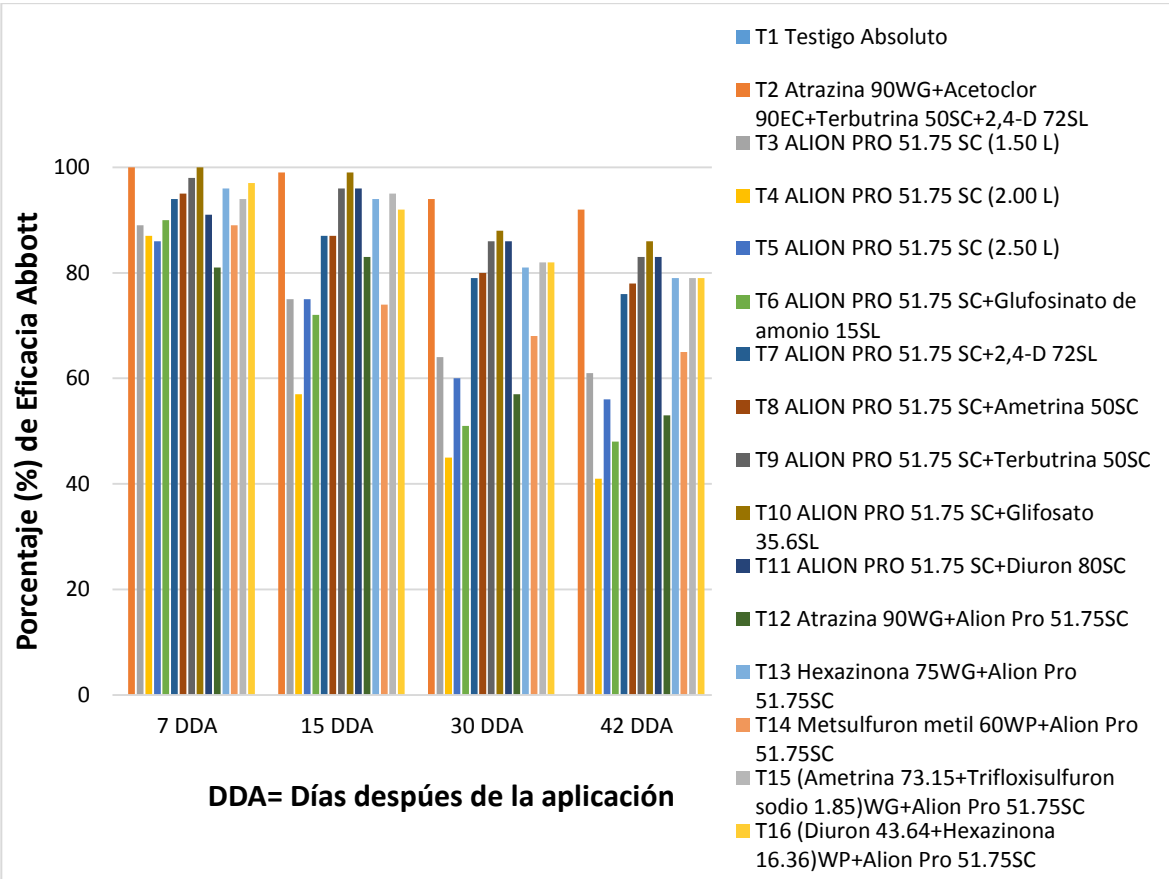


Figura 7. Porcentaje de Eficacia Abbott, sobre *Rottboellia Cochinchinensis*

Esta figura 7 nos muestra que tan eficaces fueron los tratamientos sobre el control de *R. cochinchinensis*, a los cuales los tratamientos mejor posicionados en cuanto a un control eficaz fueron: el tratamiento dos que fue la mezcla de Atrazina 90 WG a 1.82 kg/ha, Acetoclor 90 EC a 3.50 l/ha, Terbutrina 50 SC a 3.50 l/ha y 2,4-D 72 SL a 1.43 l/ha, seguido de la mezcla de Indaziflam + Metribuzin 51.75 SC a 1.50 l/ha con glifosato 35.6 SL a 0.75 l/ha, seguido de la mezcla de Indaziflam + Metribuzin 51.75 SC a 1.50 l/ha con Ametrina 50 SC a 1.075 l/ha, seguido de la mezcla de Indaziflam + Metribuzin 51.75 SC a 1.50 l/ha con Terbutrina 50 SC a 1.75 l/ha.

Siendo estos los cuatro tratamientos que presentan un porcentaje de eficacia Abbott bastante alto respecto a los demás tratamientos, compartiendo la tercera posición, los tratamientos de Ametrina 50 SC y Terbutrina 50 SC, cada uno en su mezcla con Indaziflam + Metribuzin 51.75 SC.

2.2.6.4 Análisis de varianza para la maleza *R. cochinchinensis*

En el cuadro 18, se muestra el análisis de varianza (ANDEVA) realizado y construido a partir de los datos obtenidos para *R. cochinchinensis*.

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 esta razón se acepta la hipótesis de trabajo la cual dice: “Entre los tratamientos evaluados, Alion Pro 51.75 SC contribuye al eficaz control de las malezas no germinadas, ya que el efecto es pre emergente y una pos emergencia temprana, lo cual evita el crecimiento o germinación de nuevas malezas”. Por lo tanto, es pertinente realizar una prueba de medias y poder concluir cuales tratamientos mostraron diferencias significativas, para tal caso se realizó la prueba de Tukey.

El valor del coeficiente de variación es de 71.72, pero siendo esto que los límites de aceptación de la magnitud que puede tener un C.V. no están bien determinados, son estos los criterios que varían con el interés del ensayo. Pero según lo recomendable por Diener (1974) es que mediante un correcto control del error experimental y un buen cuidado del ensayo, se obtenga el menor C.V. posible y que un valor del 50% de C.V. no otorga ningún tipo de confianza, dado que esa sería la incertidumbre estadística.

Para el caso de esta investigación el error experimental indica que sí sería posible iniciar el ensayo con la misma cantidad de *R. cochinchinensis* en cada unidad experimental.

En el siguiente cuadro 18 vemos los análisis de varianza de *R. cochinchinensis* para los 7 dda, 15 dda, 30 dda y 42 dda.

Cuadro 18 . Análisis de varianza para control de *R. cochinchinensis*

ANDEVA 7 DDA					
F.V.	S.C	G.L	C.M	F	Prob(F)
Modelo					
Bloque	37.015469	3	12.338490	0.213	0.8866
Tratamiento	12116.634844	15	807.775656	13.971	0.0001
Error	2601.757031	45	57.816823		
Total	14755.407344	63			
ANDEVA 15 DDA					
F.V	S.C	G.L	C.M	F	Prob(F)
Modelo					
Bloque	1330.830469	3	443.610156	1.257	0.3006
Tratamiento	34988.409844	15	2332.560656	6.608	0.0001
Error	15884.332031	45	352.985156		
Total	52203.572344	63			
ANDEVA 30 DDA					
F.V	S.C	G.L	C.M	F	Prob(F)
Modelo					
Bloque	1578.375000	3	526.125000	0.912	0.4429
Tratamiento	32850.250000	15	2190.016667	3.795	0.0003
Error	25967.125000	45	577.047222		
Total	60395.750000	63			
ANDEVA 42 DDA					
F.V	S.C	G.L	C.M	F	Prob(F)
Modelo					
Bloque	1575.312500	3	525.104167	0.888	0.4546
Tratamiento	31905.437500	15	2127.029167	3.597	0.0004
Error	26610.687500	45	591.348611		
Total	60091.437500	63			

A los 7 DDA y a los 15 DDA, no existe significancia entre los tratamientos evaluados, sino es hasta los 30 DDA que existe diferencia significativa entre los tratamientos, y también a los 42 DDA sigue esta diferencia significativa. Para esto se realizó un análisis de post andeva Tukey al 5% de significancia.

2.2.6.5 Prueba de Tukey para *R. cochinchinensis*

En el cuadro 19, se muestran grupos de Tukey que se formaron, posterior al ANDE VA.

Cuadro 19 . Prueba de medias Tukey para el porcentaje de cobertura de *R. cochinchinensis*

Tratamiento	Media de % Cobertura	7 DAA	Media de % Cobertura	15 DAA	Media de % Cobertura	30 DAA	Media de % Cobertura	42 DAA
T1	60	A	99	A	100	A	100	A
T2	0	B	1	B	6	B	8	B
T3	7	B	24	B	36	AB	40	AB
T4	8	B	43	B	55	AB	59	AB
T5	9	B	25	B	40	AB	45	AB
T6	6	B	28	B	49	AB	52	AB
T7	4	B	13	B	21	B	24	B
T8	3	B	12	B	20	B	23	B
T9	1	B	4	B	14	B	17	B
T10	0	B	1	B	12	B	15	B
T11	5	B	4	B	14	B	17	B
T12	12	B	17	B	43	AB	47	AB
T13	3	B	6	B	19	B	21	B
T14	7	B	26	B	32	AB	35	AB
T15	4	B	5	B	18	B	21	B
T16	2	B	8	B	18	B	21	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes.

Esta prueba de medias a los 42 DDA agrupa al Testigo absoluto con la letra (A). Los tratamientos 3, 4, 5, 6, 12 y 14 los agrupa con las letras (AB). Los tratamientos 2, 7, 8, 9,

10, 11, 13, 15 y 16 los agrupa con la letra (B). Estos grupos estadísticos formados no poseen diferencia significativa entre ellos, pero tomando en cuenta a los dieciséis tratamientos si hay diferencias significativas y es por ello que se forman tres grupos estadísticos. El grupo de tratamientos asignados con las letras (AB) estadísticamente tienen características similares a los tratamientos del grupo (A) como características similares al grupo (B) a partir de los 30 DDA.

Este resultado nos muestra que los nueve tratamientos sombreados con amarillo a los 42 DAA que tienen solo la letra (B), aplicados resultan tener el mismo efecto cuando se busca tener un control para *R. cochinchinensis* en un estado de la maleza hasta 5 cm de altura de forma irregular en el suelo. Esto quiere decir que estos tratamientos en términos estadísticos darán el mismo resultado, sin embargo y dado que estos tratamientos son conjugaciones de las mismas moléculas. Indaziflam por su parte no es específico en pos emergencia, pero si posee un efecto en cuanto al tiempo en que no hubo germinación de nuevas malezas, su efectividad es más pre emergente, esto ya que inhibe la biosíntesis de celulosa en la semilla cuando esta quiere emerger.

En la figura 5 de la dinámica poblacional se ve que después de los 15 días de aplicado no se presenta germinación y estando como suelo activo, la *R. cochinchinensis* sufre un corte de su raíz por parte de Indaziflam causándole la muerte.

Por su parte la molécula Metribuzin posee un buen efecto post emergente en el control de las malezas y su pre emergencia no es de largo tiempo en comparación al Indaziflam. Su efecto en la post emergencia y acompañado de otras moléculas también post emergentes hace que se potencialice y que su efecto sea mayor al control de la caminadora, siendo estos marcados en la figura 5, el glifosato que muestra un buen control junto con Metribuzin. Así mismo para las mezclas con Ametrina y Terbutrina, que tienen un eficaz efecto, lo cual hace que la maleza ya no continúe con su crecimiento y acompañado a esto, el trabajo que hace el Indaziflam por su parte en el control de pre emergencia. Por las anteriores conjugaciones de las moléculas tanto con función pre y pos es que la mayoría de los tratamientos son estadísticamente iguales.

En cuanto al estado fenológico de la maleza ésta por estar en condiciones de tamaño pequeña (< 2 hojas), no interfiere en cuanto a la eficacia que ejercen los tratamientos, sino

que estadísticamente hablando en una post emergencia temprana la *R. cochinchinensis* con estas moléculas será afectada teniendo dos o tres hojas verdaderas formadas como tal. En las figuras 9A a 18A, se presentan las fotografías sobre el efecto de los tratamientos aplicados en la investigación

2.2.6.6 Resultados de fitotoxicidad presentados por el cultivo de caña de azúcar

En la figura 8, se muestra gráficamente el grado de fitotoxicidad de cada uno de los tratamientos.

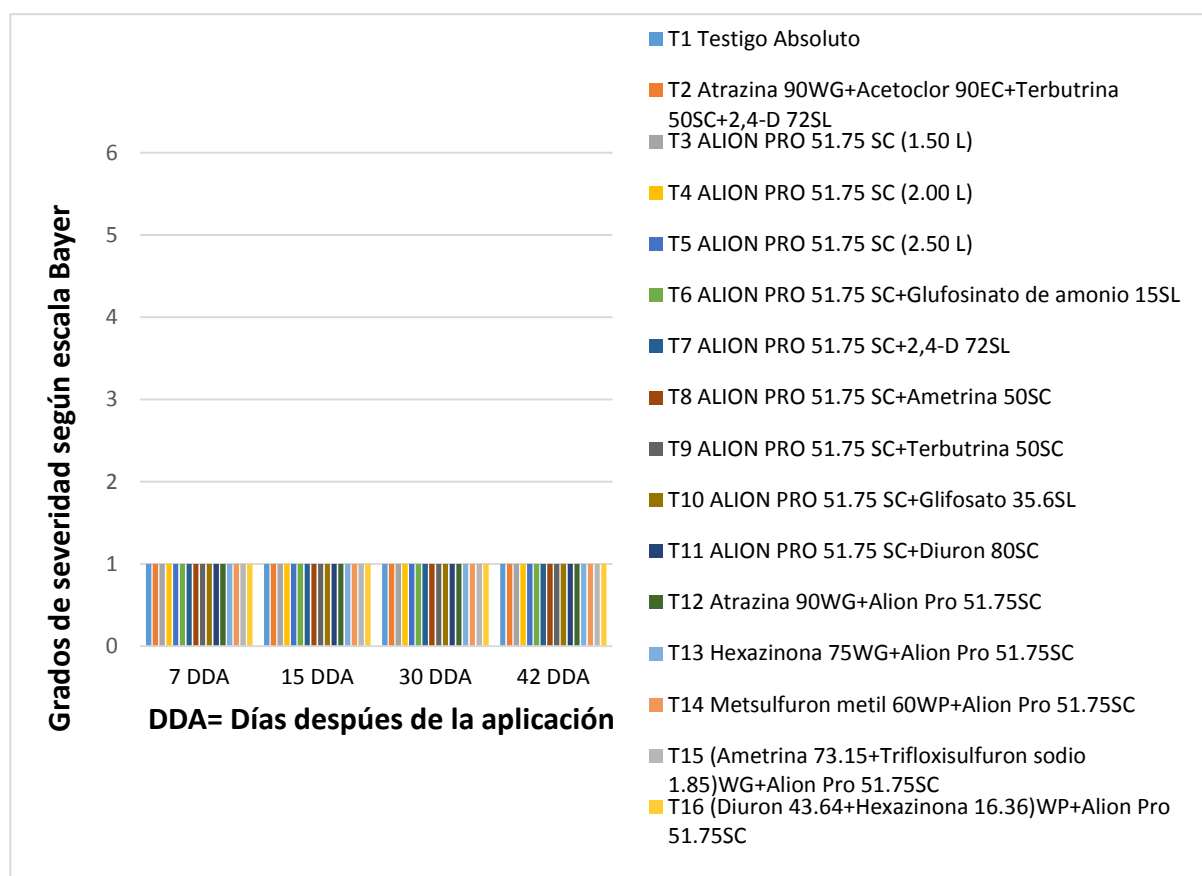


Figura 8. Fitotoxicidad por tratamiento de herbicidas en la caña de azúcar.

En la figura 8 se observa que todos los tratamientos se sitúan en el número uno de la escala, lo que corresponde en la escala de fitotoxicidad que no existe daño hacia el cultivo. La literatura dicta que las dos moléculas, tanto Indaziflam y el Metribuzin son selectivas para el cultivo de la caña de azúcar, sin embargo, al tratarse de una investigación que conjugaba en su momento ambas moléculas se realizaron observaciones más cercanas que demostraron que no existió fitotoxicidad.

2.2.7 CONCLUSIONES

1. Se evaluó la eficacia de Alion Pro 51.75 SC, existiendo un control pre emergente sobre *R. cochinchinensis* por parte de Alion Pro 51.75 SC.
2. Se cuantificó que entre los tratamientos evaluados, correspondientes a tratamiento 2- Atrazina 90 WG (1.82 kg/ha) + Acetoclor 90 EC (3.50 L/ha) + Terbutrina 50 SC (3.50 L/ha) + 2,4-D 72 SL (1.43 L/ha), Tratamiento 10- Alion pro 51.75 SC (1.50 L/ha) + Glifosato 36.5 SL (0.75 L/ha), Tratamiento 8- Alion pro 51.75 SC (1.50 L/ha) + Ametrina 50 SC (1.075 L/ha) y Tratamiento 9- Alion pro 51.75 SC (1.50 L/ha) + Terbutrina 50 SC (1.75 L/ha), muestran una diferencia significativa en comparación a los demás tratamientos a partir de los 30 DDA, por lo tanto estos presentan un control eficaz de las malezas no germinadas y sus acompañantes presentan una buena eficacia como post emergentes.
3. No se observaron síntomas de fitotoxicidad en el cultivo de caña de azúcar, por lo que se concluye que el producto Alion Pro 51.75 SC es fito compatible con el cultivo de la caña de azúcar.

2.2.8 RECOMENDACIONES

1. Se recomienda que la aplicación de Alion Pro 51.75 SC vaya acompañado de otro u otros agentes post emergentes. Para que el pre-emergente haga su función en el suelo y el post emergente controle las malezas que ya han germinado. Si bien se observó un control de la maleza por parte de todos los tratamientos, es así como se logra un prolongado tiempo de evitar la germinación de maleza, ya que Alion pro 51.75 SC actúa como un herbicida en suelo activo por más de 45 días.
2. Se recomienda también realizar un mayor número de investigaciones de este tipo, en diferentes escenarios como las pueden ser: condiciones distintas de humedad, suelo, estados fenológicos de la maleza y pH del agua, esto con el fin de encontrar mejores o diferentes resultados.
3. Se recomienda utilizar Alion Pro 51.75 SC, debido a la tecnología que posee su formulación, no causa fitotoxicidad al cultivo de la caña de azúcar.

2.2.9 BIBLIOGRAFÍA

- 1 Alister, C; Kogan, M. 2005. ERI environmental risk index; a simple proposal to select agrochemicals for agricultural use. *Crop Protection* 25(3):202-211.
- 2 Arias Marroquín, ME. 1993. Evaluación de 3 sistemas de manejo de poblaciones de (*Plutella xylostella*) y la acción del parasitoide (*Diadegma insulare*), en el cultivo de Brócoli (*Brassica oleracea* Var. *Itálica*), en La Alameda, Chimaltenango. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 83 p.
- 3 ASAZGUA (Asociación de Azucareros de Guatemala, Guatemala). 2014. Economía (en línea). Guatemala. Consultado 30 mar. 2016. Disponible en <http://www.azucar.com.gt/economia3.html>
- 4 Buenaventura, CE. 1991. Diagnostico tecnológico del cultivo de la caña de azúcar en Guatemala. Guatemala, CENGICAÑA. 280 p.
- 5 CENGICAÑA (Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar, Guatemala). 2013. Manual de malezas y catálogo de herbicidas para el cultivo de la caña de azúcar en Guatemala (en línea). Guatemala. 97 p. Consultado 30 mar. 2016. Disponible en <http://www.cengicana.org/mapas-zona-canera/manuales/Manual-de-Malezas-y-Cat%C3%A1logo-de-Herbicidas-Para-el-Cultivo-de-la-Ca%C3%B1a-de-Az%C3%BAcar-en-Guatemala/>
- 6 Christoffoleti, P; López Ovejero, RF; Darmin, V; Nicolai, M. 2009. Comportamento dos herbicidas, aplicados ao solo na cultura da cana-de-açúcar. Piracicaba, São Paulo, Brasil, ResearchGate. 72 p.
- 7 Climate-Data. 2016. Clima Taxisco, Santa Rosa (en línea). Guatemala. Consultado 04 mayo. 2016. Disponible en <https://es.climate-data.org/location/53793/>
- 8 Cronquist, A. 1988. The evolution and classification of flowering plants. 2 ed. New York, US, New York Botanical Garden. 555 p.
- 9 EcuRed. 2016. Caña de azúcar (en línea). Cuba. Consultado 30 mar. 2016. Disponible en http://www.ecured.cu/Ca%C3%B1a_de_az%C3%BAcar
- 10 Espinoza, JG. 2009. Acumulación de sacarosa y función de glifosato como madurante en caña de azúcar. Guatemala, CENGICAÑA. p. 5.
- 11 _____. 2010. Evaluaciones de herbicidas en la agroindustria cañera de Guatemala (en línea). *In* CENGICAÑA, Comité de malezas y madurantes. presentaciones de resultados 2008-2009-2010 (Power Point). Guatemala. 15 diapositivas. Consultado 30 mar. 2016. Disponible en <http://www.cengicana.org/descargas/CatalogoHerbicidasZafra08-09.pdf>

- 12 _____ . 2014. Manejo y control de malezas (en línea). *In* El cultivo de la caña de azúcar en Guatemala. Guatemala, Artemis Edinter. p. 131-148. Consultado 30 mar. 2016. Disponible en <http://www.cengicana.org/es/publicaciones/libro-de-la-cana-de-azucar/func-startdown/621/>
- 13 García Morales, NN; Herrera, E. 2013. ¿Cómo medir el nivel de daño de una enfermedad en las plantas? (en línea). Escuintla, Guatemala, Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Agrícolas y Ambientales. Consultado 30 mar. 2016. Disponible en <http://nicxongarcia.blogspot.com/2013/02/tarea-3.html>
- 14 Gómez, MA. 1985. Una nueva maleza en el cultivo de caña de azúcar en la región del Papaloapan. México, IMPA. 25 p.
- 15 IGN (Instituto Geográfico Nacional, Guatemala). 2016. Zonas de vida (en línea). Guatemala. Consultado 18 mayo 2016. Disponible en <http://www.ign.gob.gt/servicios-wms-tematicos.html>
- 16 Leal García, CA. 2015. Evaluación post emergente de las moléculas Indaziflam en combinación con Metribuzin, sobre *Rottboellia conchinchinensis*, 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. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 84 p.
- 17 Leonardo, A. 1998. Manual para la identificación y manejo de las principales malezas en la caña de azúcar en Guatemala. Guatemala, CENGICANA. 131 p.
- 18 Martínez Ovalle, M de J. 1978. Estudio taxonómico y ecológico de las malezas en la costa sur de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 70 p.
- 19 Martínez Ovalle, M de J. 1995. Identificación y clasificación de malezas para la elaboración de planes de manejo, Escuintla, Guatemala. Guatemala, CENGICANA. 63 p.
- 20 Martínez Ovalle, M de J; López Pineda, RA. 2000. Manual de prácticas de laboratorio para el curso ecología y control de malezas. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 42 p.
- 21 Meirelles, G; Alves, PLCA; Nepomuceno, MP. 2009. Determinados dos períodos de convivência da caña-soca com plantas daninhas. *Planta Daninha Viçosa-MG* 27(1):67-73.
- 22 Morales, J; Pérez, V; Garita, I. 2010. Evaluación de la eficiencia de siembra 75 WG (Halosulfuron metil) + 2,4-D, en el control de coyolillo (*Cyperus* spp.). Guatemala, Ingenio Pantaleón / Duwest. p. 9. (Informe Técnico no. 5).

- 23 Morales Lemus, JE. 2011. Efecto del glifosato aplicado como madurante en el rebrote de caña de azúcar, variedad CP88-1165, evaluado a partir de aplicaciones comerciales, diagnóstico y servicios realizados en el Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar, CENGICANA, Santa Lucía Cotz., Escuintla, Guatemala, C.A. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 114 p.
- 24 Oliveira, P; Silva, A; Vargas, L; Ferreira, F. 2003. Manejo de plantas dañinas a una cultura da caña de azúcar. Vicoso MG 150:10.
- 25 RAE (Real Academia de la Lengua Española, España). 2016. Severidad (en línea). España. Consultado 30 mar. 2016. Disponible en <http://dle.rae.es/?id=XkVu3Bs>
- 26 SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, México); SENASICA (Servicio Nacional de Sanidad Inocuidad y Calidad Agroalimentaria, México). 2015. Ficha técnica: caminadora, cebada fina, gramínea corredora, *Rottboellia cochinchinensis* (Loureiro) W.D. Clayton (en línea). México. Consultado 29 nov. 2017. Disponible en [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/134087/Ficha Tcnica Rottboellia cochinchinensis Versi n 12-01-2016 Corr.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/134087/Ficha_Tcnica_Rottboellia_cochinchinensis_Versi_n_12-01-2016_Corr.pdf)
- 27 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.
- 28 Santizo Ruano, JR. 2010. Evaluación de opciones químicas para el control de caminadora *Rottboellia cochinchinensis*, diagnóstico y servicios realizados en el Departamento de Malezas y Fertilización del Ingenio La Unión S.A., Santa Lucía Cotz., Escuintla, Guatemala, C.A. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 104 p.
- 29 Santos Castillo, ID; Padilla Cámara, TA. 2015. Manual de prácticas de laboratorio para el curso de Edafología I. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 52 p.
- 30 Ufer, C; Mejía, M. 2010. Mapeo de la distribución de malezas en la zona cañera del ingenio Pantaleón; informe de resultados. Guatemala, Ingenio Pantaleón, Departamento de Agronomía. 15 p.

2.2.10 ANEXOS

En las figuras 9A a 18A, se presentan las fotografías sobre el efecto de los tratamientos aplicados en la investigación.



Figura 9A. Tratamiento 2, Atrazina 90 WG + Acetoclor 90 EC + Terbutrina 50 SC + 2,4-D 72 SL, A los 30 DDA.



Figura 10A. Tratamiento 10, Alion Pro 51.75 SC + Glifosato 35.6 SL, A los 30 DDA



Figura 11A. Tratamiento 9, Alion pro 51.75 SC + Igran 50 SC, A los 30 DDA.



Figura 12A. Tratamiento 5, Alion Pro 51.75 SC, A 2.50 l/ha, A los 30 DDA.



Figura 13A. Tratamiento 4, Alion Pro 51.75 SC, A 2.00 l/ha, A los 30 DDA.



Figura 14A. Tratamiento 3, Alion Pro 51.75 SC, A 1.50 l/ha, A los 30 DDA.



Figura 15A. Testigo absoluto (comparador a los 30 DDA).



Figura 16A. Tratamiento 15, (Ametrina 73.15+Trifloxisulfuron sodio 1.85) WG + Alion Pro 51.75 SC A los 30 DDA.



Figura 17A. Tratamiento 16, (Diuron 43.64+Hexazinona16.36) WP + Alion Pro 51.75 SC
A los 30 DDA.



Figura 18A. Tratamiento 14, Metsulfuron metil 60 WP + Alion Pro 51.75 SC
A los 30 DDA.



3. CAPÍTULO III

**SERVICIOS REALIZADOS EN EL DEPARTAMENTO DE DESARROLLO
AGRONÓMICO DE BAYER, S.A.**

3.1 PRESENTACIÓN

Durante la realización del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) además del diagnóstico y la investigación, también se contribuyó con servicios profesionales para la entidad Bayer, S.A. departamento de Desarrollo Agronómico, estos servicios se realizaron con éxito y fueron de utilidad para la empresa, así como para los productores de Maíz (*Zea mays*) y de Caña de Azúcar (*Saccharum spp.*). Estos servicios evaluaron la eficacia de los productos Bayer en el control de plagas en estos cultivos, ofreciéndoles a los productores nuevas moléculas para el uso y control de plagas, en los municipios de Masagua y Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla.

A continuación se presenta los servicios profesionales realizados durante esta etapa del Ejercicio Profesional Supervisado de Agronomía (EPSA).

El primer servicio se desarrolló en el cultivo de Maíz evaluándose un insecticida de nueva molécula para el control de plagas, titulándose: Evaluación del efecto del BCS-CL73507 20 SC para el control de (*Spodoptera frugiperda*) en el cultivo de Maíz (*Zea mays* L.), en la parcela experimental, Aldea Cuyuta, Masagua, Escuintla.

El segundo servicio se desarrolló en el cultivo de caña de azúcar, evaluándose un insecticida de nueva molécula para el control de plagas del suelo, titulándose: Evaluación del efecto insecticida de Curbix Plus 20 SC sobre las plagas del suelo en el cultivo de Caña de Azúcar (*Saccharum spp.*), en la finca Cañaverales del Sur, Ingenio Madre Tierra, Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla.

Los servicios desarrollados se concretaron en evaluaciones orientadas en determinar tratamientos de mayor eficacia para el control de las plagas en maíz (*Zea mays* L.), y en caña de azúcar (*Saccharum spp.*), respectivamente, y que además de eso se posiciona como una opción ideal en el uso de los productores.

La descripción general de cada uno de los servicios realizados se presenta a continuación.

3.2 EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL BCS-CL73507 20 SC PARA EL CONTROL DE (*Spodoptera frugiperda*) EN EL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays* L.), EN LA PARCELA EXPERIMENTAL, ALDEA CUYUTA, MASAGUA, ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A.

3.2.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

El cultivo de maíz (*Zea mays*) es de importancia económica en el país, ya que representa la base de la dieta alimentaria de las personas, es por ello que sembrar maíz y cosechar el fruto de este cultivo se vuelve un trabajo en la vida cotidiana de los agricultores en el interior del país, pero como todos los cultivos es afectado por diversidad de plagas, entre ellas una de las más importantes, el gusano cogollero *Spodoptera frugiperda*. Esta plaga afecta desde un inicio a la planta, desde los primeros días de germinado, empezando su ciclo larvario en el instar uno. Esta plaga inicia su ciclo en el cogollo de la planta de maíz, llegando a defoliar por completo la planta y así llegar a su muerte si no se le da un manejo a esta plaga, puede llegar a completar su crecimiento larvario alimentándose del follaje del maíz y causando con esto pérdidas económicas a gran escala. Para ello surge la utilización de productos insecticidas destinados a usarse para el control de esta plaga y así poder evitar que grandes cantidades de plantación de maíz sean afectadas.

3.2.2 OBJETIVOS

3.2.2.1 Objetivo General

Evaluar la eficacia del insecticida BCS-CL73507 20 SC para el control de (*Spodoptera frugiperda*), aplicado al follaje de la planta de maíz.

3.2.2.2 Objetivo Específico

Determinar cuál es la mejor dosis del insecticida BCS-CL73507 20 SC para el control de (*Spodoptera frugiperda*), aplicado al follaje de la planta de maíz.

3.2.3 MARCO REFERENCIAL

La parcela experimental en la aldea Cuyuta, se encuentra situada en el municipio de Masagua, del Departamento de Escuintla, a 87 km de la capital de Guatemala, a 107 m s. n. m. Esta entidad productiva cuenta con una extensión de 10.57 ha, las cuales se utilizan para la producción de maíz. Las características de BCS-CL73507 20 SC, es un insecticida de modo de acción sistémico, y mecanismo de obstrucción del sistema nervioso central del insecto, el cual le provoca la muerte de manera rápida.

3.2.4 METODOLOGÍA

3.2.4.1 Establecimiento del ensayo

La evaluación se llevó a cabo en uno de los lotes dedicados a la producción de maíz dentro de la parcela experimental, en donde cada unidad experimental contaba con un área de 26 m² determinando así un área total del ensayo de 936 m² ocupando el total de los 12 tratamientos en evaluación, con tres repeticiones.

Las parcelas se encontraban con la plantación de maíz ya germinada y emergida con 15 días de siembra, y con umbral adecuado de una larva por planta para la aplicación de los tratamientos, en los instares iniciales de la plaga.

La aplicación se realizó en el híbrido de maíz Pioneer P4082W.

3.2.4.2 Aplicación de los tratamientos

La aplicación se llevó a cabo después de marcar la parcela y de ubicar y señalar cada uno de los tratamientos. A continuación, se detallan los datos de aplicación tanto para la primera aplicación y de la segunda aplicación.

Primera Aplicación:

- Hora de inicio 9:17 am
- Hora de finalización 11:14 am
- Humedad relativa 68%
- pH del agua 7.20
- Temperatura 31.26°C
- Nubosidad 61%
- Velocidad del viento 15.6 km/h

Segunda Aplicación:

- Hora de inicio 11:00 am
- Hora de finalización 11:51 am
- Humedad relativa 66%
- pH del agua 7.03
- Temperatura 28°C
- Nubosidad 76%
- Velocidad del viento 7 km/h

3.2.4.3 Manejo del experimento

El manejo del experimento fue el mismo que la parcela experimental le brinda a todas las plantaciones, haciendo referencia a: condiciones de fertilización, riegos, aplicación de herbicidas, únicamente excluyendo la aplicación de insecticidas.

3.2.4.4 Levantamiento de datos

El siguiente cuadro 20 nos muestra la descripción de las aplicaciones y muestreos realizados para la obtención de los datos.

3.2.4.5 Variables

- Dinámica poblacional
- Eficacia Abbott
- Compatibilidad
- Nivel de daño foliar
- Eficacia Abbott sobre plantas dañadas

Cuadro 20. Descripción de las aplicaciones y los muestreos

No. de Muestreo	Descripción	Metodología
Primer muestreo	Se realizó previo a la primera aplicación.	Conteo de larvas en 10 plantas de cada parcela.
Primera Aplicación	Se realizó posterior al primer muestreo de la plaga.	La aplicación fue dirigida al cogollo de la planta de maíz.
Segundo muestreo	Se realizó a los cuatro días después de la primera aplicación.	Conteo de larvas en 10 plantas de cada tratamiento, todos los instares.
Tercer muestreo	Se realizó a los siete días después de la primera aplicación.	Conteo de larvas en 10 plantas de cada tratamiento, todos los instares..
Cuarto muestreo	Se realizó a los dieciséis días después de la primera aplicación.	Conteo de larvas en 10 plantas de cada tratamiento, todos los instares..
Segunda Aplicación	Se realizó posteriormente a la lectura de los dieciséis días.	Conteo de larvas en 10 plantas de cada tratamiento, todos los instares.
Quinto muestreo	Se realizó a los cinco días después de la segunda aplicación.	Conteo de larvas en 10 plantas de cada tratamiento, todos los instares.
Sexto muestreo	Se realizó a los dieciocho días después de la segunda aplicación.	Conteo de larvas en 10 plantas de cada tratamiento, todos los instares.

Fueron cinco las variables que se buscaron en este ensayo, las cuales podrían tener una relación directa con el desarrollo foliar de la planta.

3.2.4.6 Descripción de los tratamientos evaluados

En el siguiente cuadro 21 se muestra la descripción de los tratamientos utilizados, así como sus dosis y su ingrediente activo.

Cuadro 21. Descripción de los tratamientos evaluados

No.	TRATAMIENTOS	INGREDIENTE ACTIVO	DOSIS
1	Comparador	-----	Sin aplicación
2	Profenofos + Lufenuron 55 EC	Profenofos + Lufenuron	0.25 l/ha
3	Benzoato de Emamectina 05 SG	Benzoato de Emamectina	0.30 kg/ha
4	Clorantraniliprol 20 SC	Clorantraniliprol	0.175 l/ha
5	Spinetoram 6 SC	Spinetoram	0.10 l/ha
6	BCS-CL73507 20 SC	BCS-CL73507	0.175 l/ha
7	BCS-CL73507 20 SC	BCS-CL73507	0.20 l/ha
8	BCS-CL73507 20 SC	BCS-CL73507	0.225 l/ha
9	BCS-CL73507 20 SC	BCS-CL73507	0.25 l/ha
10	Belt 48 SC	Flubendiamide	0.10 l/ha
11	Belt 48 SC	Flubendiamide	0.15 l/ha
12	Belt 48 SC	Flubendiamide	0.20 l/ha

Surfactante: Imbirex 0.5 ml por litro de agua.

3.2.4.7 Diseño experimental

Se utilizó un diseño experimental en bloques al azar (DBA), con 3 repeticiones.

3.2.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con los resultados obtenidos en los muestreos realizados durante el tiempo estimado de la evaluación, se construyeron las siguientes gráficas de dinámica poblacional de (*Spodoptera frugiperda*) en sus diferentes instares, durante los 34 días después de la primera aplicación del ensayo. Estas graficas permiten comparar el comportamiento por el nivel del instar de la plaga y por sus estadios de crecimiento.

A continuación, se presentan las figuras de dinámica poblacional y de eficacia.

3.2.5.1 Dinámica poblacional

La figura 9 representa la dinámica poblacional de *Spodoptera frugiperda*, después de haber aplicado los tratamientos.

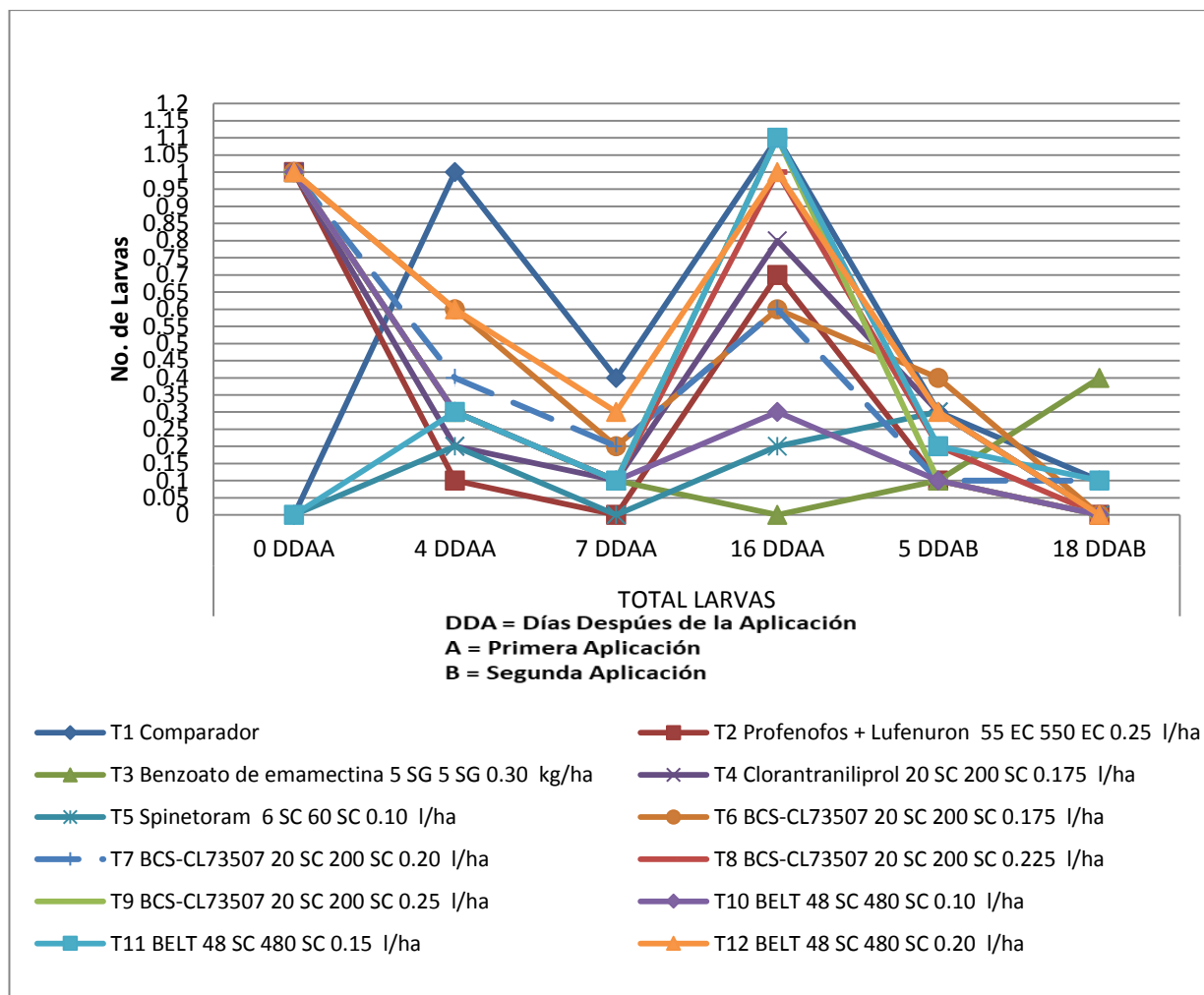


Figura 9. Dinámica poblacional de *Spodoptera frugiperda*

El comportamiento de esta figura representa el total de larvas en todos sus instares y durante toda la evaluación, su dinámica tiene una tendencia que, agrupando a todas las larvas, refleja el comportamiento similar en los instares a nivel general, siendo esto que a nivel masivo el control de las plagas fue también interrumpida por el crecimiento natural de los individuos, permitiendo esa tendencia de elevación previa a la segunda aplicación y posterior a la segunda aplicación. Esta gráfica demuestra al final un comportamiento similar del comparador respecto al resto de los tratamientos, pero la diferencia está en que el cultivo donde se evaluó el comparador representará un nivel de daño foliar severo y aunque la plaga ya no esté presente y el ciclo del cultivo esté en su etapa final, no generará una producción alta respecto al resto de los tratamientos.

3.2.5.2 Eficacia Abbott del total de larvas

La figura 10 se presenta la eficacia Abbott sobre *Spodoptera frugiperda*, después de haber aplicado los tratamientos.

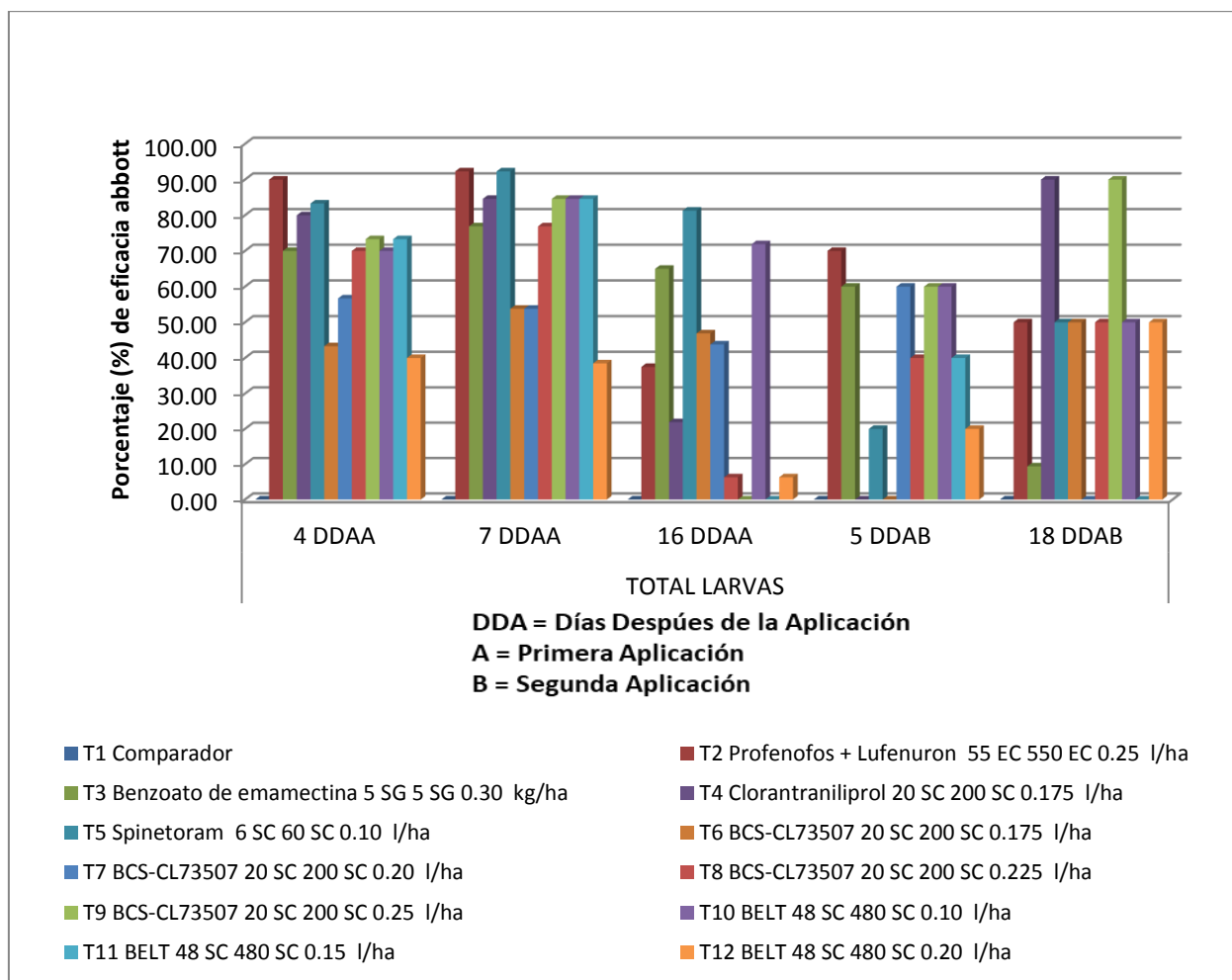


Figura 10. Eficacia abott sobre *Spodoptera frugiperda*

Esta figura de eficacia abott al final de la evaluación, nos muestra una eficacia del 90% los tratamientos T6 y T4, a diferencia del tratamiento T3 que muestra solo un 10% y los demás tratamientos concluyen con un 50% de eficacia al termino del ensayo, demostrando que en lecturas anteriores la eficacia es irregular, y solo en las primeras dos lecturas vemos una eficacia moderada. A diferencia del comparador que no presentaría eficacia.

3.2.5.3 Área bajo la curva

La figura 11 se presenta el área bajo la curva de *Spodoptera frugiperda*, generada al final de la evaluación.

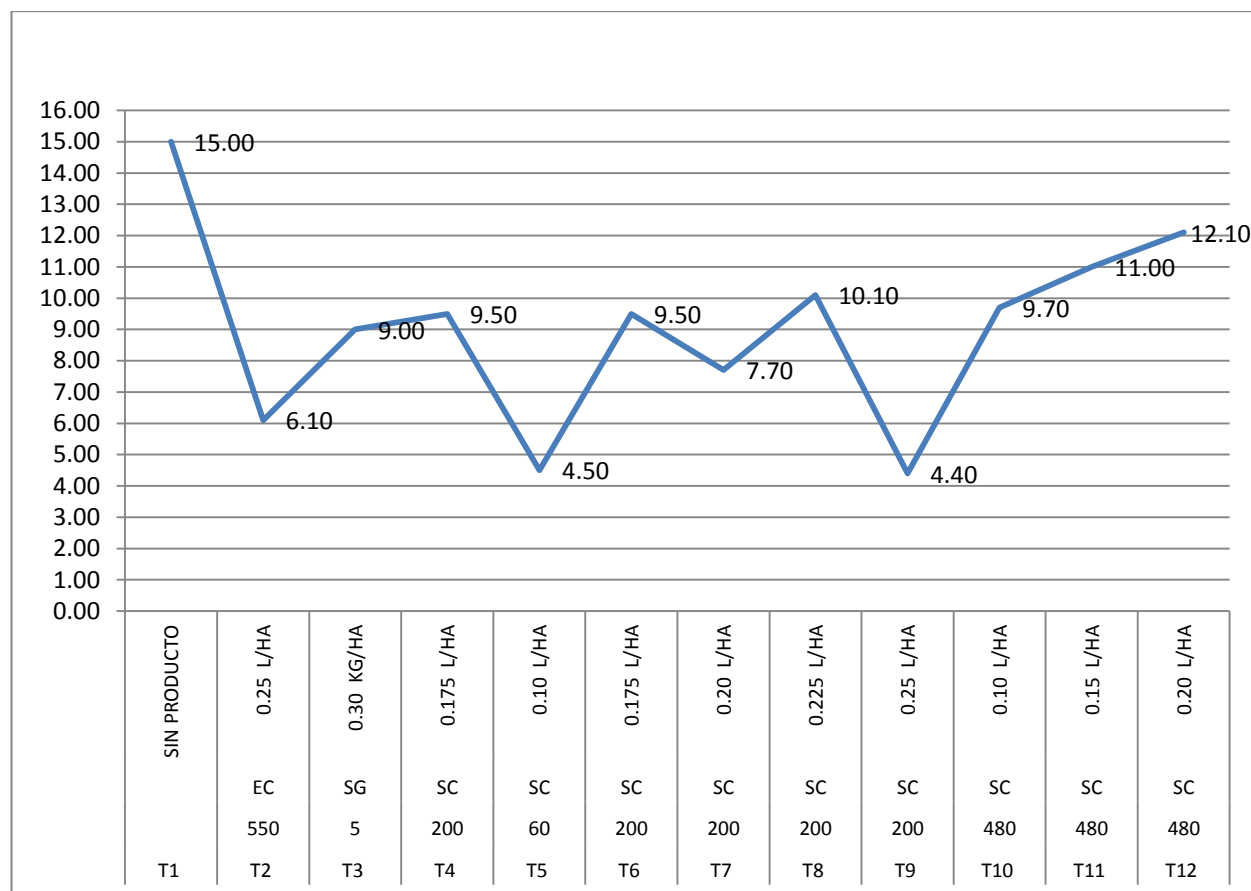


Figura 11. Área bajo la curva *Spodoptera frugiperda*

En esta figura de área bajo la curva de la dinámica de poblaciones de la plaga *Spodoptera frugiperda*, nos muestra el comportamiento en el tiempo de la evaluación, mostrando la eficacia que generó cada tratamiento, siendo que a menor espacio del punto de cada tratamiento mejor fue el control del producto sobre la plaga. Los tratamientos T9 y T5 mostraron un mejor control que los demás tratamientos, el T1 siendo el comparador mostro sin efecto alguno debido a que no llevó ninguna aplicación. El tratamiento 9 correspondiente al BCS-CL73507 20 SC a una dosis de 0.25 l/ha promedió a lo largo del ensayo en las tres repeticiones 4.40 larvas de *Spodoptera frugiperda*.

3.2.5.4 Compatibilidad

La figura 12 se presenta el grado de compatibilidad de los tratamientos aplicados con el cultivo de Maíz (*Zea mays*), generada al final de la evaluación.

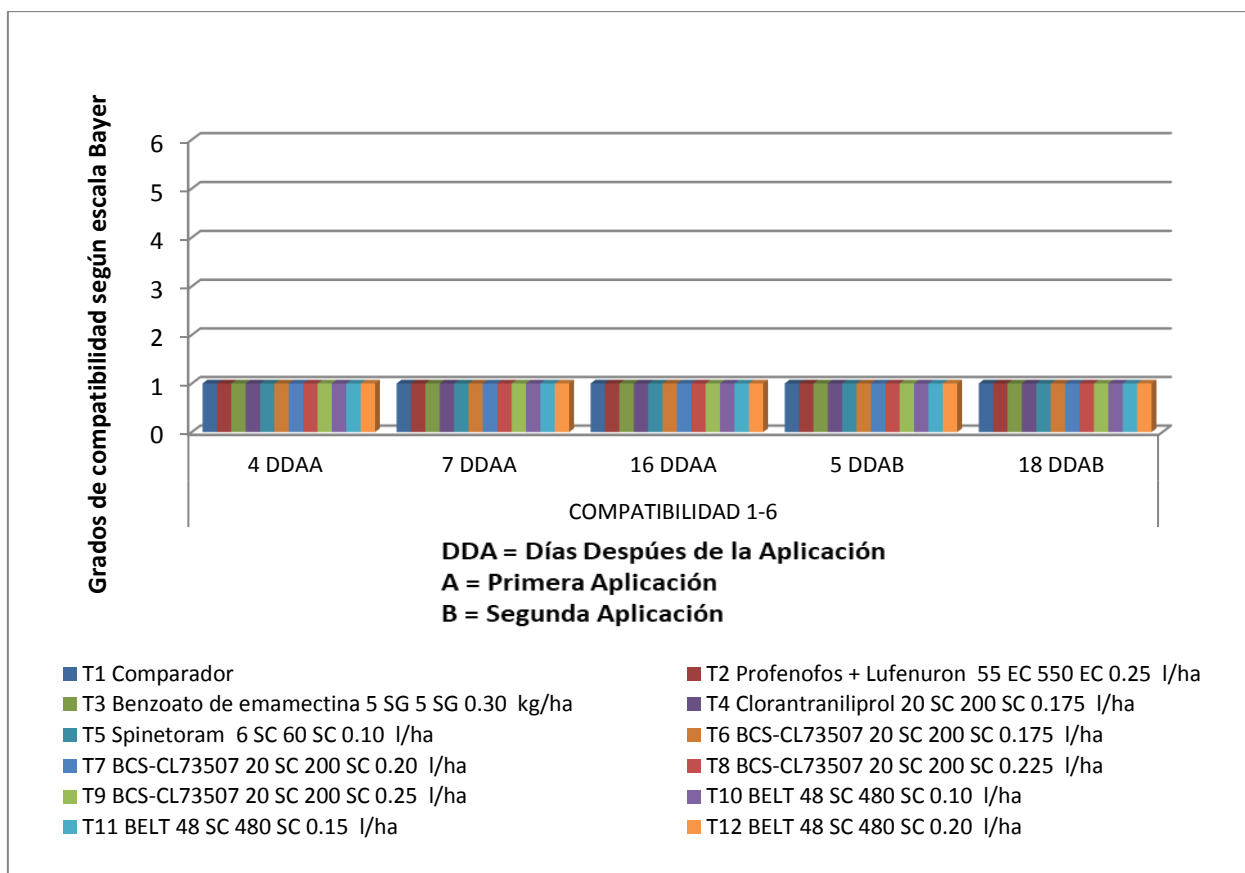


Figura 12. Grado de compatibilidad de los productos aplicados con el cultivo de Maíz (*Zea mays*).

Esta figura nos muestra que los productos utilizados en la evaluación y las distintas dosis aplicadas, son compatibles en un 100% con el cultivo de Maíz (*Zea mays*), por lo tanto, no obstruye ni genera daños en la fenología del cultivo durante todo el ciclo de crecimiento y desarrollo.

Se utilizó la escala de fitotoxicidad del Departamento de Desarrollo agronómico de Bayer CropScience, para la clasificación de seguridad de los cultivos, la cual se indica en el cuadro 17.

3.2.5.5 Nivel de daño foliar (NDF)

La figura 13 se presenta el nivel de daño foliar ocasionado por la plaga del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) generada al final de la evaluación.

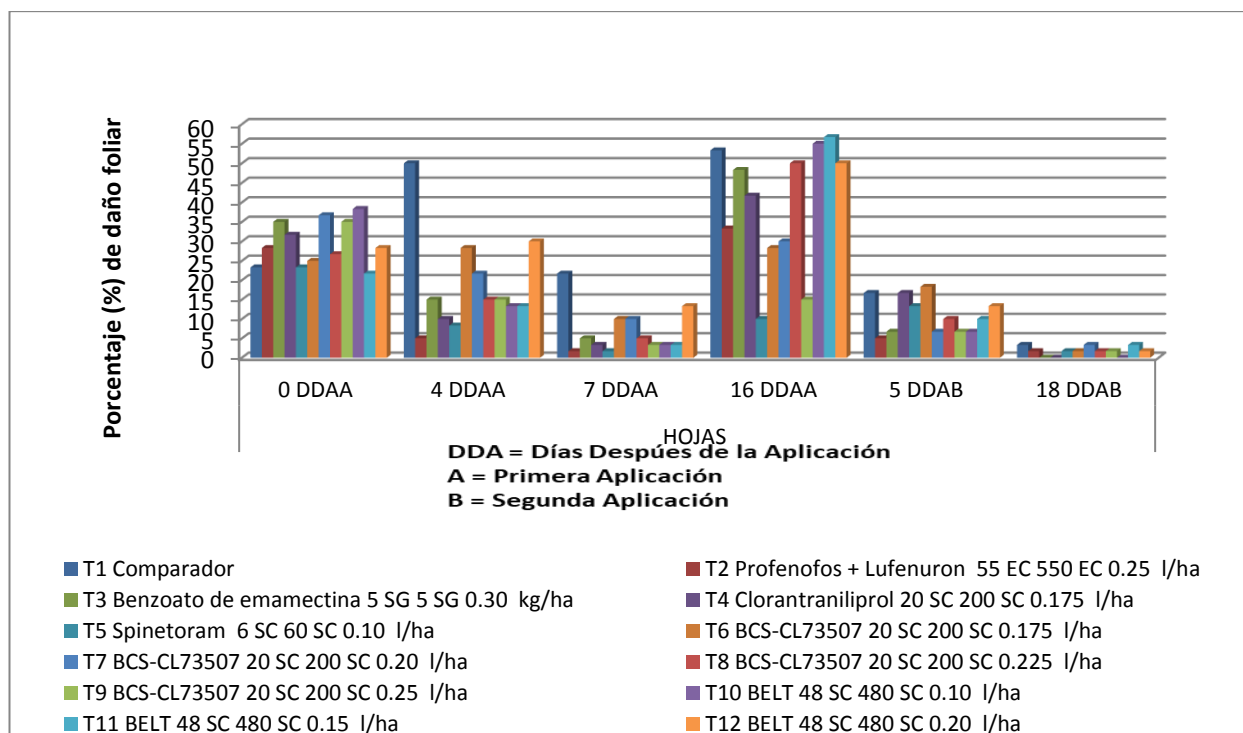


Figura 13. Nivel de daño foliar en el cultivo de Maíz (*Zea mays*).

Esta figura representa el nivel de daño foliar (NDF) en el cultivo de Maíz (*Zea mays*) nos muestra claramente que al inicio de la evaluación, el comparador se presenta con un daño menor en comparación a las demás parcelas que recibirían los tratamientos, pero a lo largo del ensayo es el que aumenta su nivel de daño debido a que la plaga completó su ciclo en esas parcelas, al final en la última lectura a los 18 días después de la segunda aplicación se ve que el daño es similar y sin diferencia significativa en comparación a los tratamientos aplicados, esto por la naturaleza del cultivo de recuperarse foliarmente cuando la plaga ha culminado su ciclo. Los tratamientos aplicados presentaron un nivel de daño foliar bajo, pero previo a la segunda aplicación el daño aumento similarmente al comparador, al final de la evaluación el nivel de daño foliar disminuye uniformemente, pero su producción respecto al comparador si será diferente.

3.2.5.6 Eficacia abott sobre plantas dañadas

La figura 14 se presenta la eficacia abott sobre las plantas dañadas ocasionado por la plaga del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) generada al final de la evaluación.

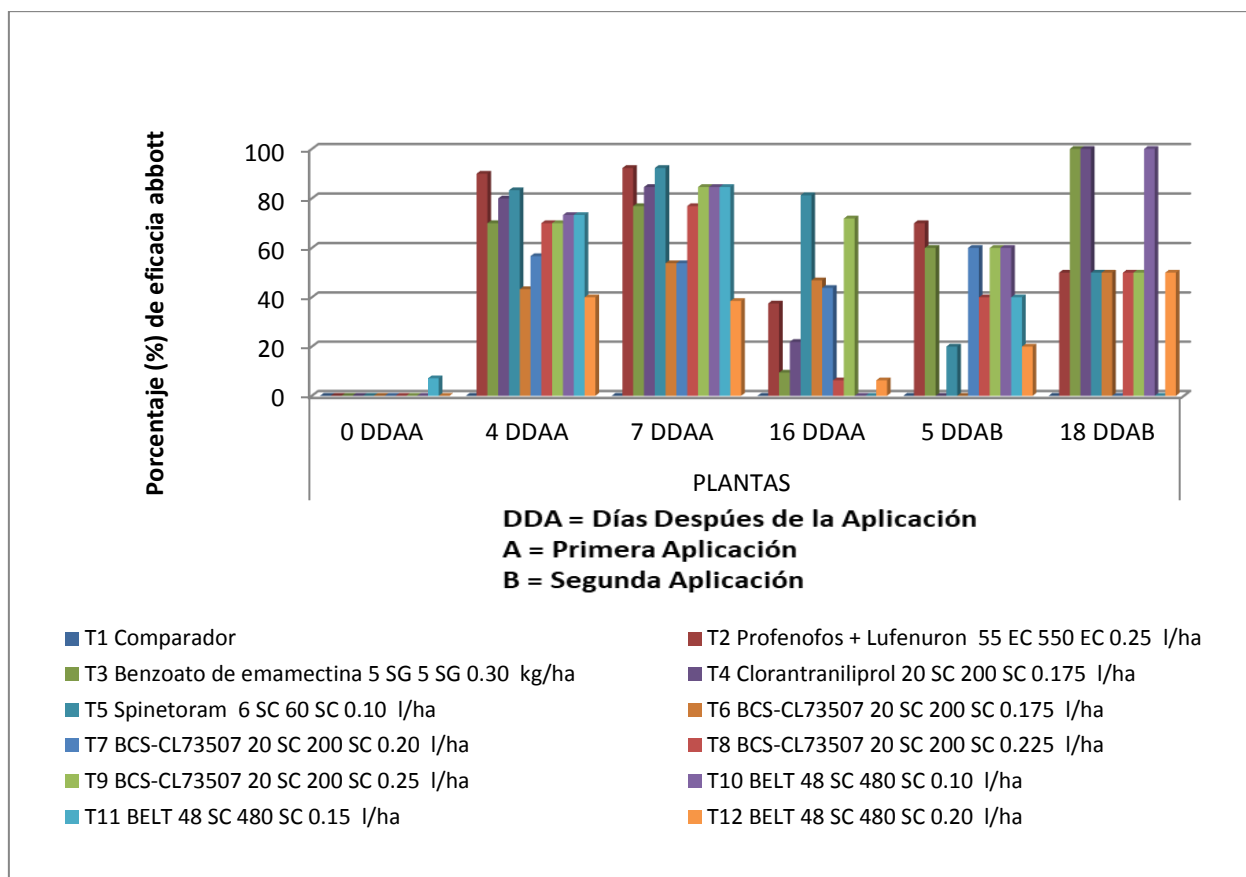


Figura 14. Eficacia abott sobre plantas dañadas en el cultivo de Maíz (*Zea mays*).

Esta figura de eficacia sobre plantas dañadas mide el grado regenerativo en el cual la planta de cultivo se recuperó del daño ocasionado por el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), al inicio de la evaluación en la lectura a los cero días no muestra eficacia debido a que aún no se habían aplicado los tratamiento, durante el manejo de la evaluación la recuperación por parte del cultivo es irregular, mostrando al final solo los tratamientos T3, T4 y T10 una recuperación total de las plantas al daño ocasionado, a diferencia del resto de tratamientos que solo se recuperaron del daño en un 50%.

3.2.6 CONCLUSIONES

- 1 Según los resultados de las gráficas dinámicas y de eficacia, la dosis de 0.25 l/ha del tratamiento 9 de BCS-CL73507 20 SC muestra al final de la evaluación del ensayo un eficaz control del 90% sobre la plaga del gusano cogollero del maíz.
- 2 Los tratamientos cinco Spinetoram 6 SC a una dosis de 0.10 l/ha y el tratamiento diez Belt 48 SC a 0.10 l/ha presentaron una eficacia del 50% y 88% respectivamente, a los demás tratamientos evaluados, tomando en cuenta que a diferencia de los demás tratamientos no representan una diferencia significativa en el control de *Spodoptera frugiperda*.

3.2.7 EVALUACIÓN

Mediante la evaluación realizada en la parcela experimental de Aldea Cuyuta, en el cultivo de maíz se logró demostrar que con el producto BCS-CL73507 20 SC se obtiene un control del 90% del gusano cogollero en el cultivo de maíz. Habiendo sido aplicado en las condiciones climáticas de la costa sur de Guatemala. Y teniendo en cuenta los factores evaluados, se lograron resultados positivos del mismo en cuanto a fitocompatibilidad del insecticida con el cultivo, nivel de daño foliar reducido mediante el control del gusano cogollero y la eficacia Abbott sobre plantas dañadas.

3.2.8 ANEXOS

En las figuras siguientes, se presentan las fotografías sobre el efecto de los tratamientos aplicados en la investigación. Nivel de daño foliar (NDF) a los 18 días después de la segunda aplicación.



Figura 15. Belt 48 SC (0.20 l/ha)



Figura 16. Benzoato de Emamectina 5 SG (0.30 kg/ha)



Figura 17. Clorantraniliprol 20 SC (0.175 l/ha)



Figura 18. Spinetoram 60 SC (0.10 l/ha)



Figura 19. BCS-CL 73507 (0.175 l/ha)



Figura 20. BCS-CL 73507 (0.20 l/ha)



Figura 21. Testigo Absoluto (Comparador)



Figura 22. Belt 48 SC (0.10 l/ha)



Figura 23. BCS-CL 73507 (0.225 l/ha)



Figura 24. Belt 48 SC (0.15 l/ha)



Figura 25. Profenofos + Lufenuron 55 EC (0.25 l/ha)



Figura 26. BCS-CL 73507 (0.25 l/ha)

3.3 EVALUACIÓN DEL EFECTO INSECTICIDA DE CURBIX PLUS 20 SC SOBRE LAS PLAGAS DEL SUELO EN EL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum spp*), FINCA CAÑAVERALES DEL SUR, INGENIO MADRE TIERRA, SANTA LUCÍA COTZUMALGUAPA, ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A.

3.3.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

El cultivo de la caña de azúcar *Saccharum spp*, es uno de los principales cultivos de Guatemala de importancia económica, ya que representa parte de la dieta alimenticia de las personas, así como también es proveedora de fuente de trabajo para las familias guatemaltecas de la costa sur del país, pero como en todo cultivo, es afectado por las plagas de diversas maneras, en esta evaluación se tratará de las plagas del suelo, que causan problemas a la caña afectándoles la raíz de la planta, logrando con esto la muerte del cultivo si este no se controla a tiempo. Para ello surge la utilización de productos insecticidas destinados a usarse para el control de esta plaga y así poder evitar que grandes cantidades de plantación de caña de azúcar sean afectadas.

3.3.2 OBJETIVOS

3.3.2.1 Objetivo General

Evaluar la eficacia del insecticida Curbix plus 20 SC para el control de las plagas del suelo en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum spp*)

3.3.2.2 Objetivo Específico

Determinar cuál es la mejor dosis del insecticida Curbix plus 20 SC para el control de las plagas del suelo en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum spp*), aplicado al suelo.

3.3.3 MARCO REFERENCIAL

La Finca Cañaverales del Sur pertenece al Ingenio Madre Tierra, se encuentra ubicada en el kilómetro 94 CA-2 carretera a Mazatenango, Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla, en las coordenadas 14°19'15.9" N y 91°05'56.4" E a 260 m s.n. m. Esta finca productiva de caña de azúcar cuenta con una extensión territorial de 1,796 hectáreas destinadas a la producción de Caña de Azúcar.

3.3.4 METODOLOGÍA

3.3.4.1 Establecimiento del ensayo

La evaluación se llevó a cabo en el lote victorias II dedicado a la producción de caña de azúcar, en donde cada unidad experimental contaba con un área de 90 m² determinando así un área total del ensayo de 2,160 m² ocupando el total de los 8 tratamientos en evaluación, con sus tres repeticiones.

Las parcelas se encontraban con la plantación de caña de azúcar, en soca de segundo año, con brotes de una altura promedio de 30 cm y con umbral adecuado para la aplicación de los tratamientos

La aplicación se realizó en la variedad soca segundo año, CP 73-1547.

3.3.4.2 Aplicación de los tratamientos

La aplicación se llevó a cabo después de marcar la parcela y de ubicar y señalar cada uno de los tratamientos y de haber realizado el muestreo previo a la aplicación. A continuación, se detallan los datos de aplicación.

Aplicación:

1. Hora de inicio 10:33 am
2. Hora de finalización 1:54 pm
3. Humedad relativa 52%
4. pH del agua 7.01
5. Temperatura 33°C
6. Nubosidad 15%
7. Velocidad del viento 11 km/h al sur

3.3.4.3 Manejo del experimento

El manejo del experimento fue el mismo que la parcela experimental le brinda a todas las plantaciones, haciendo referencia a: condiciones de humedad, fertilización, riegos, aplicación de herbicidas, únicamente excluyendo la aplicación de insecticidas.

3.3.4.4 Levantamiento de datos

El siguiente cuadro 22 nos muestra la descripción de las aplicaciones y muestreos realizados para la obtención de los datos.

Cuadro 22. Levantamiento de datos

No. de Muestreo	Descripción	Metodología
Primer muestreo	El primer muestreo se realizó 3 días previos al día de la aplicación de los tratamientos, determinando el umbral de las plagas y la cantidad de brotes de caña de azúcar en dos metros lineales.	Se realizaron dos agujeros de 40 cm de profundidad y de 1,600 cm ² de superficie, en los surcos centrales de cada parcela. Los brotes se contabilizaron continuos al agujero en el mismo surco, midiendo con un metro el largo en donde se contaron los brotes.
Aplicación	Esta se realizó a los 35 días del brote de la caña de azúcar, soca de 2do año. La aplicación fue dirigida al suelo, de ambos lados del surco del cultivo.	Se realizó la calibración correspondiente del equipo de aplicación, bombas de mochila, recurso humano, cubetas, probetas medidores etc. Se identificaron los tratamientos con estacas en sus cuatro esquinas para evitar aplicación de bordes.
Segundo muestreo	El segundo muestreo se realizó a los 18 días después de la aplicación, determinando el porcentaje de mortalidad de las plagas del suelo, y la cantidad de brotes de caña de azúcar en dos metros lineales.	Se realizaron dos agujeros de 40 cm de profundidad y de 1,600 cm ² de superficie, en los surcos centrales de cada parcela. Los brotes se contabilizaron continuos al agujero en el mismo surco, midiendo con un metro el largo en donde se contaron los brotes.
Tercer muestreo	El tercer muestreo se realizó a los 64 días después de la aplicación, determinando el porcentaje de mortalidad de las plagas del suelo, y la cantidad de brotes de caña de azúcar en dos metros lineales.	Se realizaron dos agujeros de 40 cm de profundidad y de 1,600 cm ² de superficie, en los surcos centrales de cada parcela. Los brotes se contabilizaron continuos al agujero en el mismo surco, midiendo con un metro el largo en donde se contaron los brotes.
Cuarto muestreo	El cuarto muestreo se realizó a los 127 días después de la aplicación, determinando el porcentaje de mortalidad de las plagas del suelo, y la cantidad de brotes de caña de azúcar en dos metros lineales.	Se realizaron dos agujeros de 40 cm de profundidad y de 1,600 cm ² de superficie, en los surcos centrales de cada parcela. Los brotes se contabilizaron continuos al agujero en el mismo surco, midiendo con un metro el largo en donde se contaron los brotes.
Quinto muestreo	El quinto muestreo se realizó a los 185 días después de la aplicación, determinando el porcentaje de mortalidad de las plagas del suelo, y la cantidad de brotes de caña de azúcar en dos metros lineales.	Se realizaron dos agujeros de 40 cm de profundidad y de 1,600 cm ² de superficie, en los surcos centrales de cada parcela. Los brotes se contabilizaron continuos al agujero en el mismo surco, midiendo con un metro el largo en donde se contaron los brotes.
Sexto muestreo	El sexto muestreo se realizó a los 249 días después de la aplicación, determinando el porcentaje de mortalidad de las plagas del suelo, y la cantidad de brotes de caña de azúcar en dos metros lineales.	Se realizaron dos agujeros de 40 cm de profundidad y de 1,600 cm ² de superficie, en los surcos centrales de cada parcela. Los brotes se contabilizaron continuos al agujero en el mismo surco, midiendo con un metro el largo en donde se contaron los brotes.

Fuente: elaboración propia 2016.

3.3.4.5 Descripción de los tratamientos evaluados

En el siguiente cuadro 23 se muestra la descripción de los tratamientos utilizados, así como su dosis y su ingrediente activo.

Cuadro 23. Descripción de los tratamientos evaluados

No.	TRATAMIENTOS	INGREDIENTE ACTIVO	DOSIS
1	Comparador	-----	Sin aplicación
2	Imidacloprid 70 WG	Imidacloprid	0.33 kg/ha
3	Confidor 70 WG	Imidacloprid	0.33 kg/ha
4	Regent 20 SC	Fipronil	0.50 l/ha
5	Curbix 20 SC	Ethiprole	1.50 l/ha
6	Curbix 20 SC	Ethiprole	2.00 l/ha
7	Curbix Plus 20 SC	Ethiprole + Imidacloprid	1.50 l/ha
8	Curbix Plus 20 SC	Ethiprole + Imidacloprid	2.00 l/ha

Surfactante: Imbirex 0.5 ml por litro de agua.

3.3.4.6 Diseño experimental

Se utilizó un diseño experimental en bloques al azar (DBA), con 3 repeticiones.

3.3.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con los resultados obtenidos en los muestreos realizados durante el tiempo estimado de la investigación, se construyeron las siguientes gráficas de dinámica poblacional de las plagas del suelo y de los brotes de Caña de Azúcar (*Saccharum spp*), durante los 249 días después de la aplicación del ensayo. Estas graficas permiten comparar el comportamiento por el tipo de plaga y por sus estadios de crecimiento.

A continuación, se presentan las figuras de dinámica poblacional y de brotes.

3.3.5.1 Brotes de caña de azúcar

La figura 27 presenta los brotes de caña de azúcar durante la evaluación.

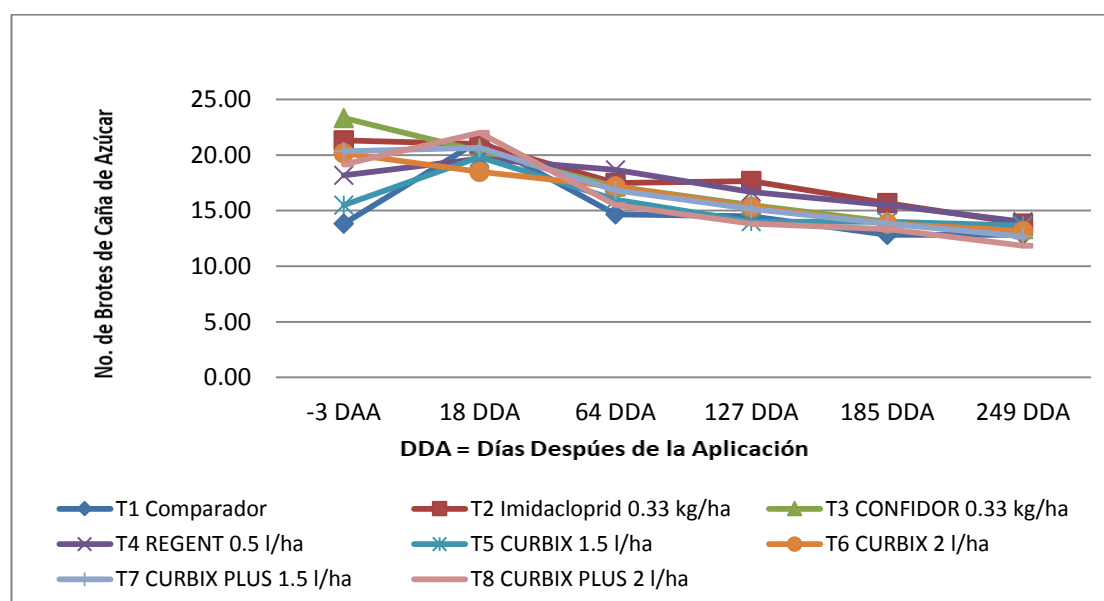


Figura 27. Brotes de la caña de azúcar durante la evaluación.

El comportamiento en el número de brotes a lo largo del ensayo no representa un declive severo en cuanto a que sea efecto de las plagas y por lo cual ocurra muerte en los brotes. En el cultivo de la caña de azúcar, la emergencia de los brotes es irregular, y es posible que la causa sea la supervivencia natural, y con eso no poder determinar que sea efecto de las plagas en el suelo que afecten la raíz de la Caña de Azúcar (*Saccharum sp*).

3.3.5.2 Área bajo la curva

La figura 28 se presenta el área bajo la curva de los brotes de caña de azúcar durante la evaluación de plagas del suelo.

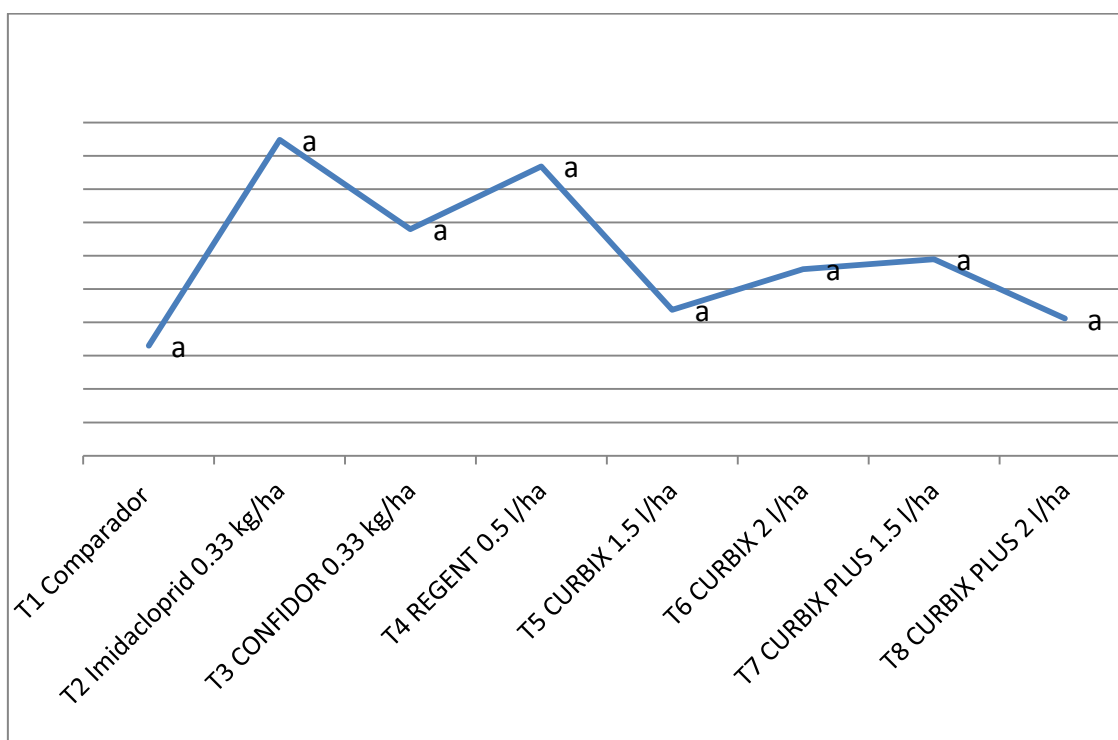


Figura 28. Área bajo la curva de brotes de Caña de Azúcar.

Esta figura del área bajo la curva de los brotes de caña de azúcar, no nos muestra ni distingue que alguno de los tratamientos tenga un efecto en el brote de los mismos, puesto que la irregularidad de los brotes no fue por causa de los insecticidas sino causa natural a la cual el surgimiento fue irregular, y es por ello que tenemos al mismo grupo en donde estadísticamente no hay diferencia significativa entre los tratamientos, ni de los tratamientos hacia el comparador. El direccionamiento y la ubicación en el conteo de brotes, muestra que en las áreas donde se encuentra el comparador, al no ser aplicado,

mostro un mayor número de brotes, siendo que no fue tratamiento, también se descarta que este indicador sea causa de los tratamientos en los demás bloques.

3.3.5.3 Larvas vivas de *Agriotes sp*

La figura 29 se presenta la población de larvas vivas durante la evaluación.

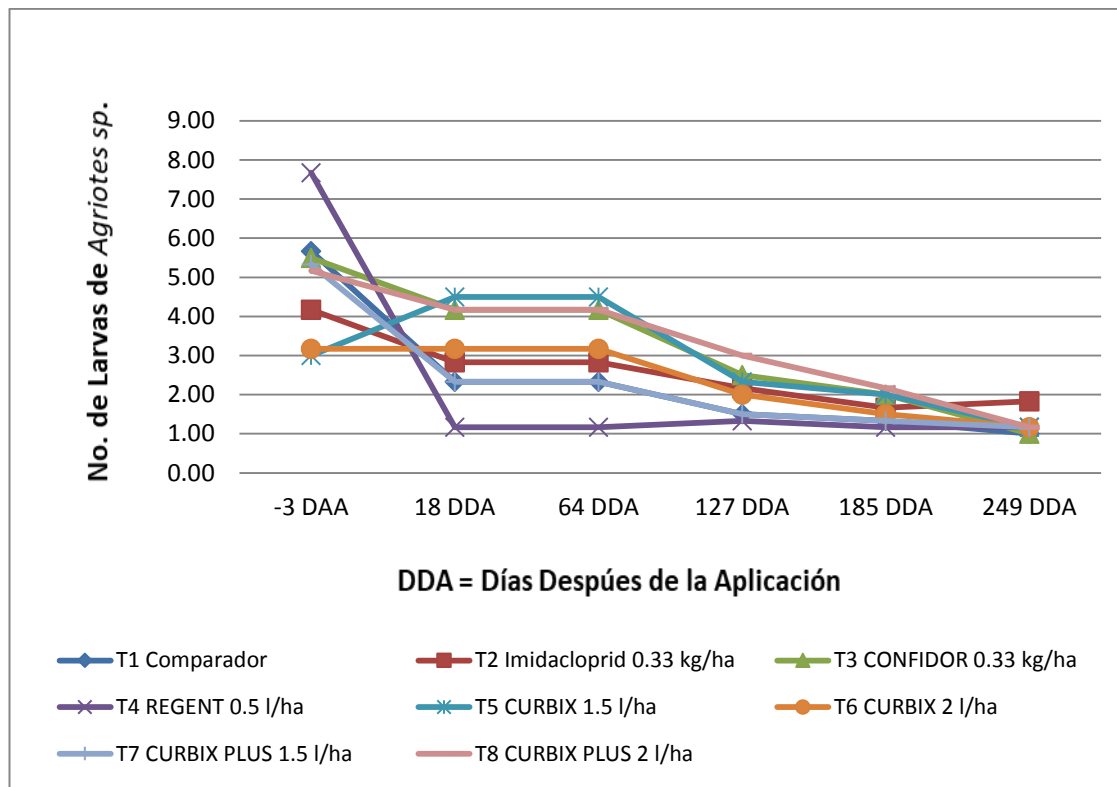


Figura 29 Larvas vivas de *Agriotes sp*.

En esta figura se muestra el comportamiento de los tratamientos sobre la plaga del gusano alambre (*Agriotes sp*), a lo cual su disminución poblacional en el suelo fue de comportamiento decreciente, pudiéndose decir que es por el efecto insecticida de los tratamientos aplicados. Tanto el efecto del Cubix plus y de Curbix junto al tratamiento 4 muestran un efecto positivo en el control de la plaga, llegando a los 249 días después de la aplicación con una población baja en el suelo. En esta gráfica el comparador presenta un comportamiento de igual forma que los tratamientos aplicados.

3.3.5.4 Área bajo la curva

La figura 30 se presenta el área bajo la curva de las larvas vivas de *Agriotes sp* en cultivo de caña de azúcar.

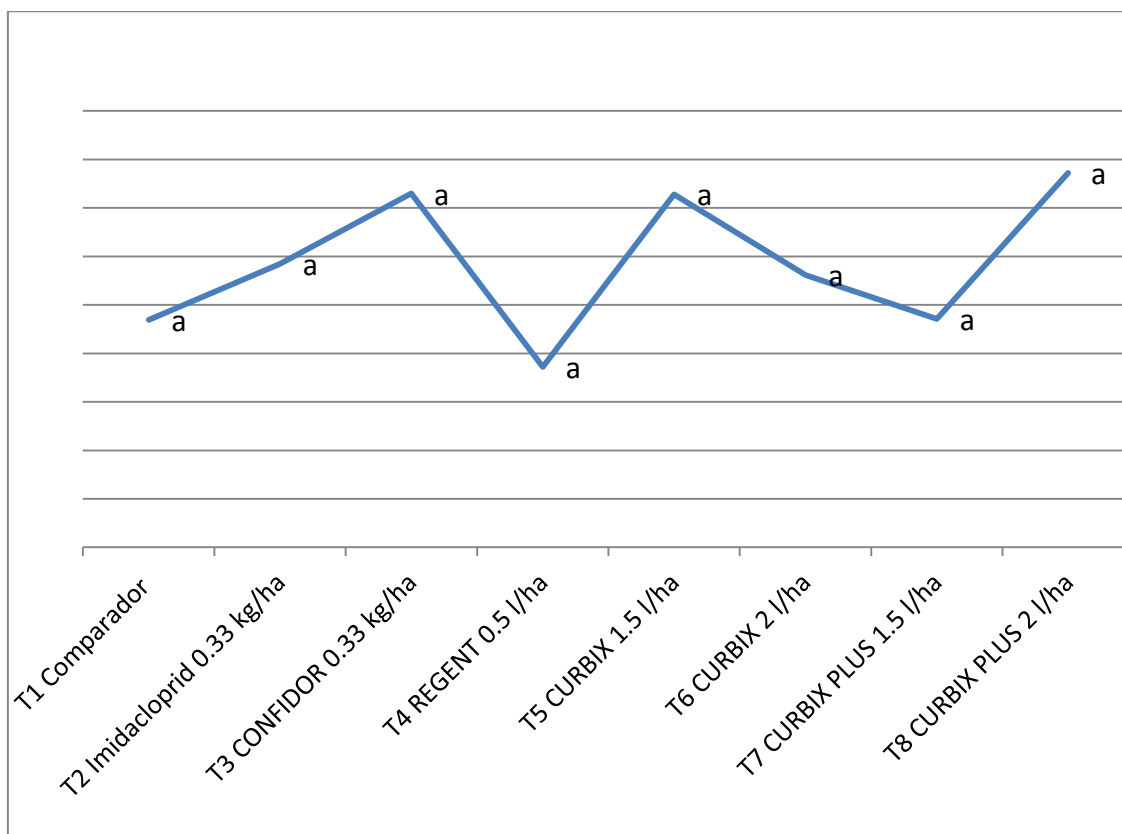


Figura 30. Área bajo la curva de las larvas vivas de *Agriotes sp*.

El tratamiento que presentó en esta figura, mostró un mejor control en la plaga de *Agriotes sp*, fue el tratamiento 4, el cual corresponde al Regent 0.5 l/ha, el cual estadísticamente no presenta diferencia significativa en comparación con los demás tratamientos y con el comparador, a este le acompaña el tratamiento 7 de Curbix Plus a 1.5 l/ha, estos presentaron menor presencia de insectos plaga en comparación a los demás tratamientos.

3.3.5.5 Ninfas vivas de *Scaptocoris castanea*

La figura 31 se presenta la población de ninfas vivas durante la evaluación.

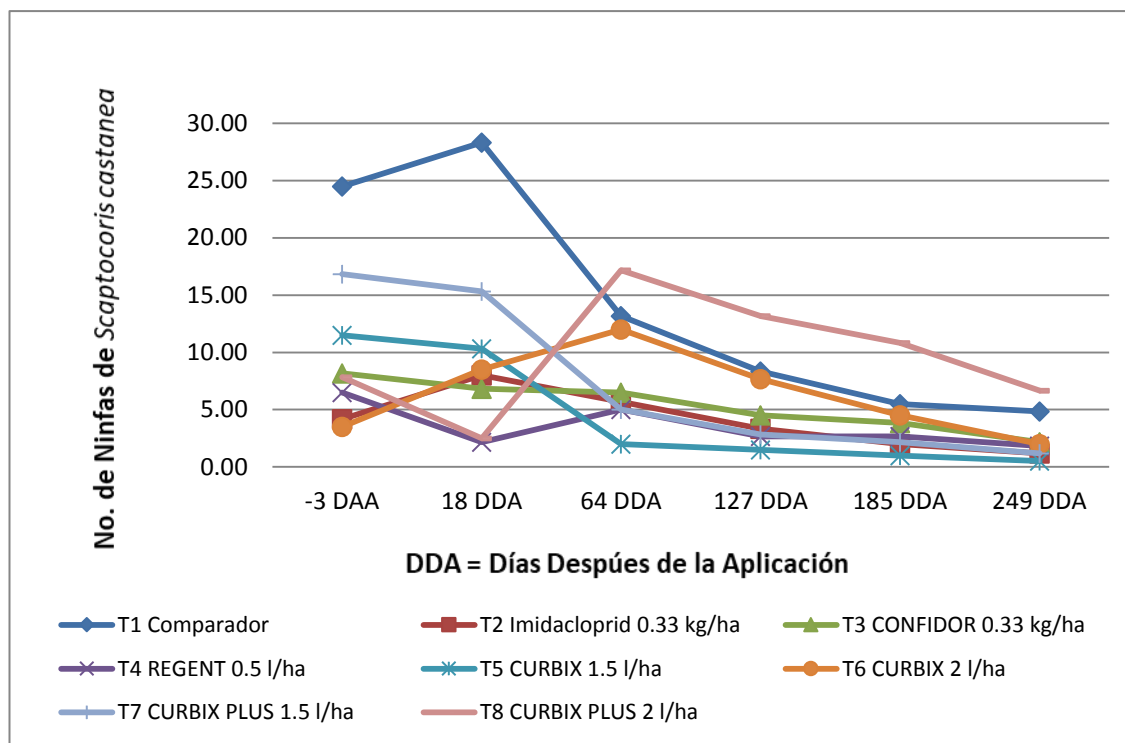


Figura 31. Ninfas vivas de *Scaptocoris castanea*

Con la especie *Scaptocoris castanea* en estado de ninfas, si se obtuvieron poblaciones relativamente más altas en comparación a las otras especies de plaga o estados de crecimiento, aunque de inicio el testigo presentó un mayor número de individuos, su tendencia es decreciente, los tratamientos por su parte mostraron una irregularidad desde el inicio pero si mostraron un eficaz control al término de la evaluación, aunque también es de considerar que a lo largo del ensayo, las ninfas que iniciaban al termino del ensayo ya pudiesen ser adultas y haber completado su ciclo de vida, pero acorde a eso tampoco se presenta incremento en número de ninfas después de los 64 días posteriores a la aplicación, eso quiere decir que en el estado adulto también hubo un control en cuanto a que se generó mortalidad en los adultos al evitar la oviposición de más individuos de su especie.

3.3.5.6 Área bajo la curva

La figura 32 se presenta el área bajo la curva de las ninfas vivas de *Scaptocoris castánea* en el cultivo de caña de azúcar.

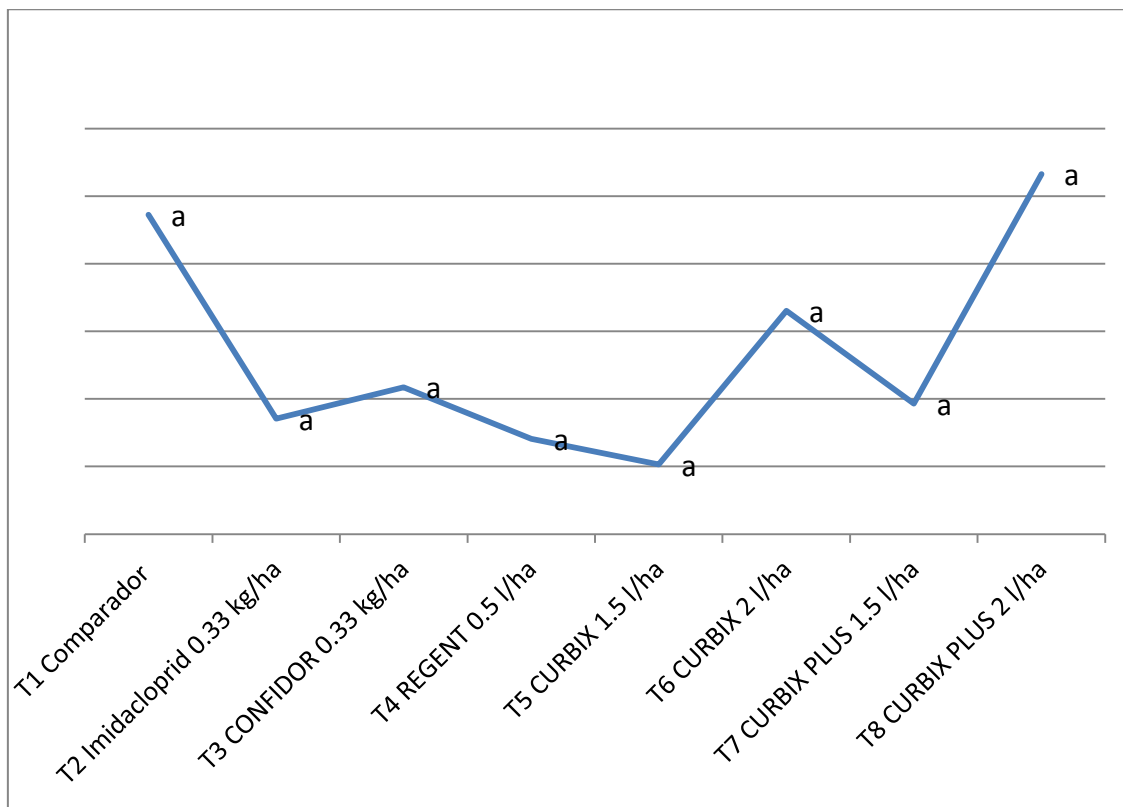


Figura 32. Área bajo la curva de las ninfas vivas de *Scaptocoris castanea*

Podemos observar que el comportamiento de control sobre *Scaptocoris castánea*, fue más regular en cuanto a los tratamientos centrales, dejando al margen al comparador junto con el tratamiento 8 de Curbix Plus 2 a 2 l/ha, aunque este resultado no tenga significancia estadística por la agrupación de todos los tratamientos estadísticos que en lo absoluto se catalogan iguales, el tratamiento que resulto con más control sobre la plaga, fue el tratamiento 5 de Curbix a 1.5 l/ha, llevando y siguiendo al Regent 0.5 l/ha y al Imidacloprid 0.33 kg/ha. Esta grafica nos muestra el área bajo la curva del progreso de la plaga en los diferentes tratamientos.

3.3.5.7 Adultos vivos de *Scaptocoris castanea*

La figura 33 se presenta la población de adultos vivos durante la evaluación.

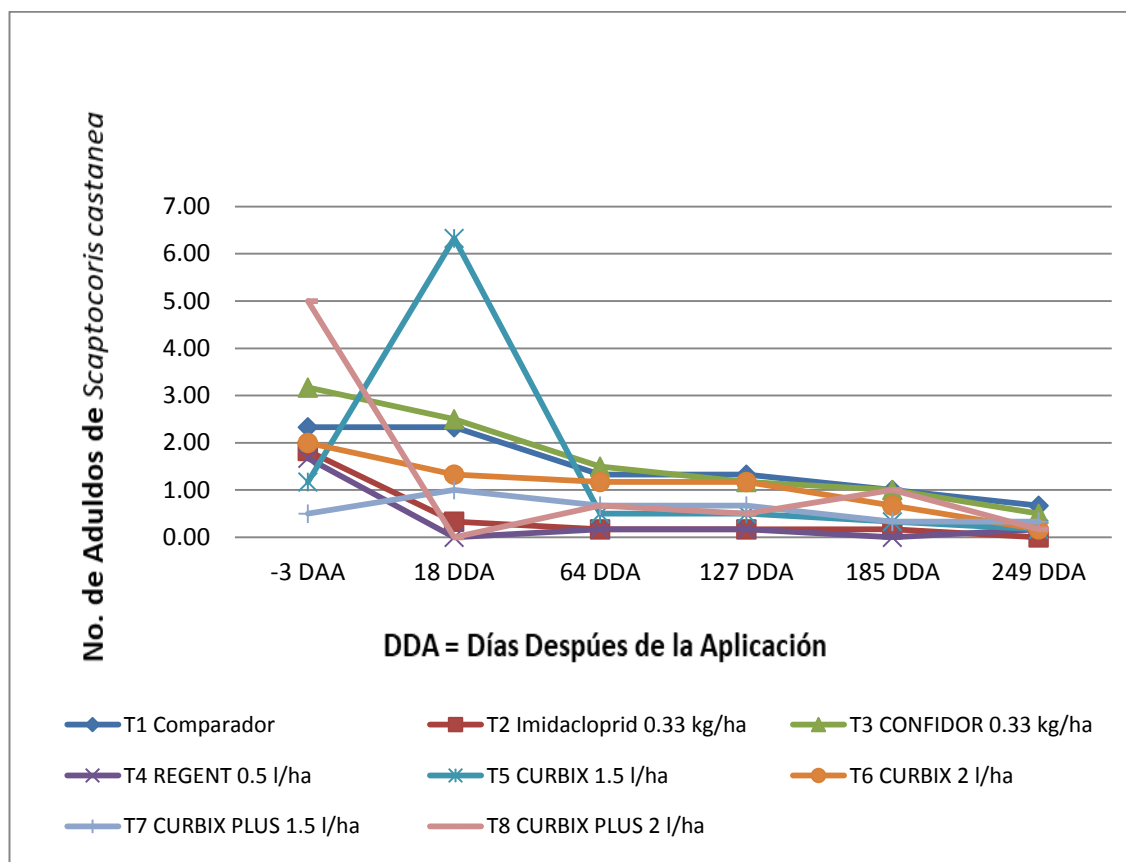


Figura 33. Adultos vivos de *Scaptocoris castanea*

La figura 33 muestra un comportamiento decreciente en el número de adultos de *Scaptocoris castanea*, se puede observar que el tratamiento 8 Curbix Plus a 2 l/ha presentó una eficacia con respecto al inicio de la evaluación donde a lo largo de el mismo controló más población que los demás tratamientos. El tratamiento 5 Curbix a 1.5 l/ha atípicamente en la primera lectura después de la aplicación se eleva a 6.20 la cantidad de ellos, pero su comportamiento en el resto de las lecturas muestra un control permanente, determinándose que para la lectura uno posterior a la aplicación, fueron causas naturales de la plaga, la que se concentró en ciertas áreas del suelo.

3.3.5.8 Área bajo la curva

La figura 34 se presenta el área bajo la curva de los adultos vivos de *Scaptocoris castánea* en el cultivo de caña de azúcar.

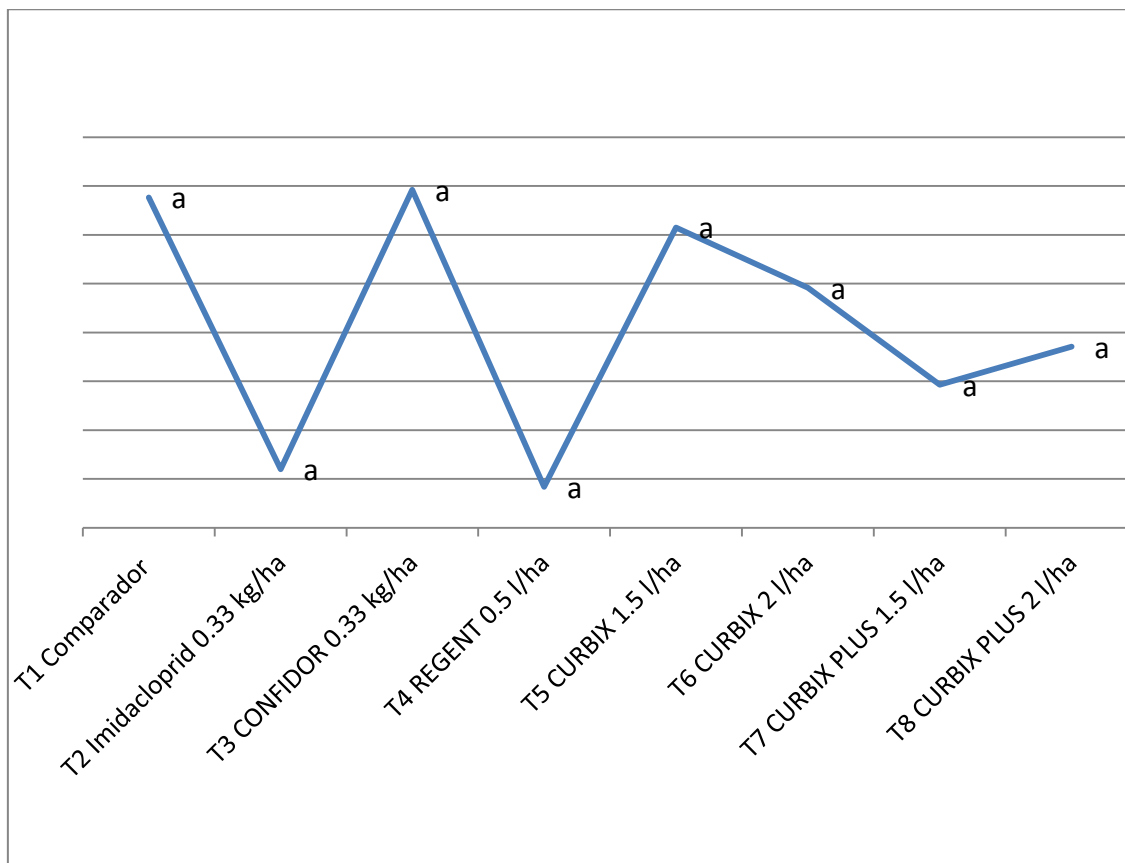


Figura 34. Área bajo la curva de adultos vivos de *Scaptocoris castánea*.

La figura 34 nos muestra una curva más dinámica en cuanto a los cambios de un tratamiento a otro, generando este tipo de grafica donde para significancia de ellos, todos están determinadamente iguales en términos de estadística, viendo desde otro punto, estadísticamente son iguales o darán en mismo resultado en el control de *Scaptocoris castánea*, pero dentro de las pequeñas diferencias entre ellos, podemos diferenciar el control del tratamiento 2 Imidacloprid a 0.33 kg/ha, y al tratamiento 4 Regent a 0.5 l/ha, estos con las mejores posiciones en cuanto a una eficiencia mayor respecto a los demás pero no estadísticamente diferente.

3.3.5.9 Larvas vivas de *Conoderus sp*

La figura 35 se presenta la población de larvas vivas durante la evaluación.

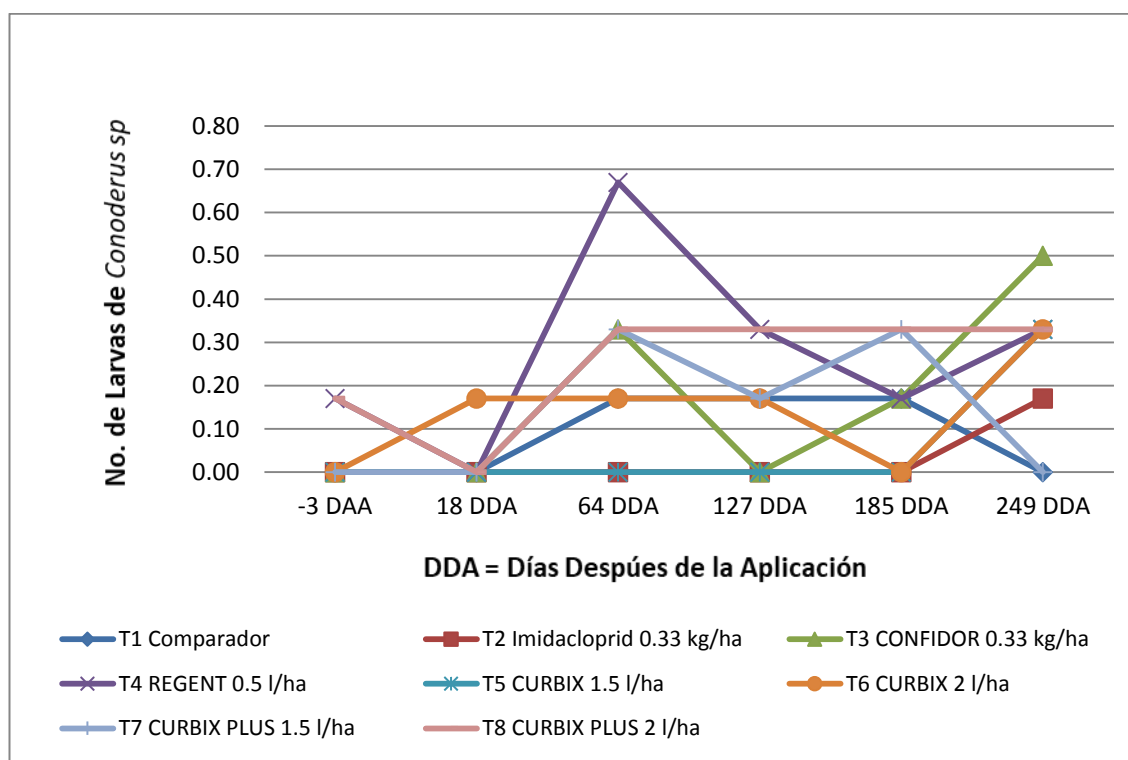


Figura 35. Larvas vivas de *Conoderus sp*.

Al término de la evaluación y tomando las lecturas correspondientes tanto la previa a la aplicación como las lecturas post aplicación, vemos que no termina favorable respecto al inicio del ensayo, aunque en realidad el promedio estadístico demuestre que son poblaciones relativamente bajas, donde al inicio ni había plaga para ciertos tratamientos y al final si se contabilizaron algunos, pero si vemos el control ejercido de los tratamientos, la causa a evitar que hubieran poblaciones altas, fueron el control que estos ejercieron a lo largo de la evaluación controlando al individuo al momento de eclosionar o de iniciar su ciclo de vida. El tratamiento 4 es el único que a los 64 días después de la aplicación tiene una elevación atípica respecto a los demás tratamientos, pero al final de la evaluación su control es similar a los demás tratamientos.

3.3.5.10 Larvas vivas de *Phyllophaga sp*

La figura 36 se presenta la población de larvas vivas durante la evaluación.

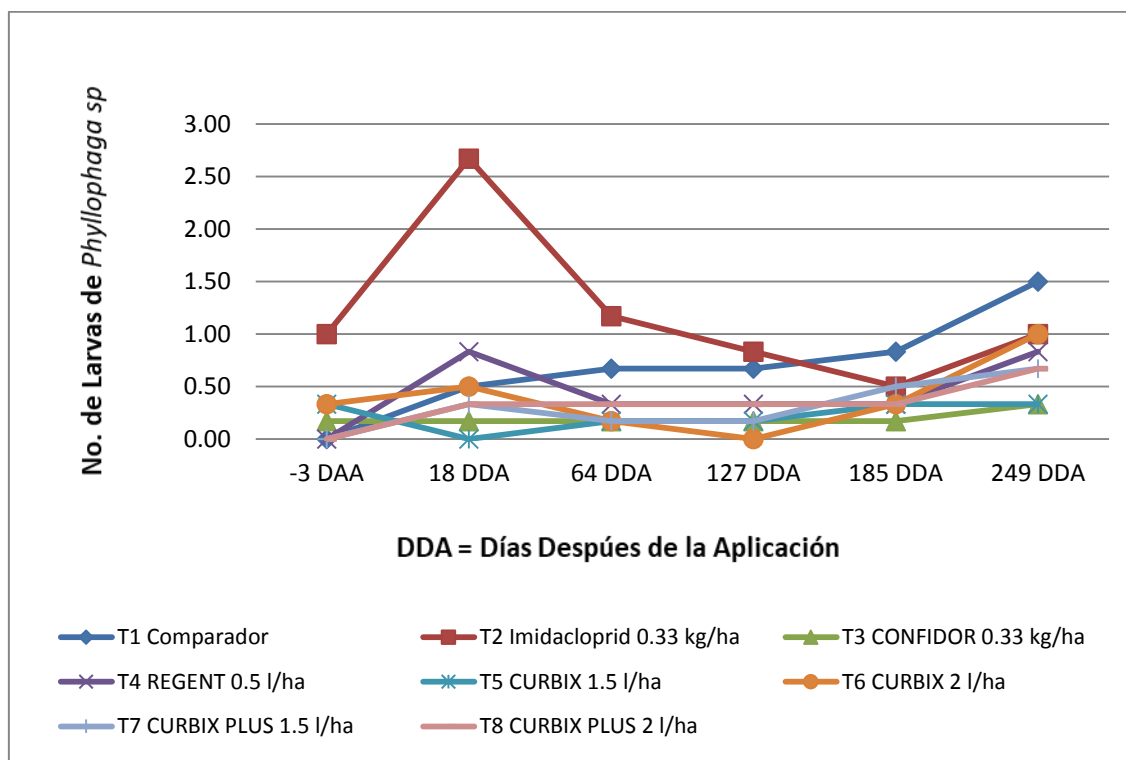


Figura 36. Larvas vivas de *Phyllophaga sp*.

La figura 36 presenta un comportamiento no favorable, aunque las poblaciones tanto al inicio como al final son relativamente muy bajas, no finaliza positivamente respecto al inicio de la evaluación, las poblaciones de *Phyllophaga sp* para todos los tratamientos excepto para el tratamiento 2 Imidacloprid a 0.33 kg/ha inició con una población mayor que los demás, tuvo un aumento y posterior a eso descendió al nivel de los otros tratamientos. El comparador tuvo un comportamiento a lo largo de la evaluación muy similar a los tratamientos y con la misma regularidad, aunque su finalización fue mayor respecto a otros tratamientos no posee ninguna diferencia significativa con los tratamientos que si llevaron aplicación.

3.3.5.11 Área bajo la curva

La figura 37 se presenta el área bajo la curva de las larvas vivas de *Phyllophaga sp* en el cultivo de caña de azúcar.

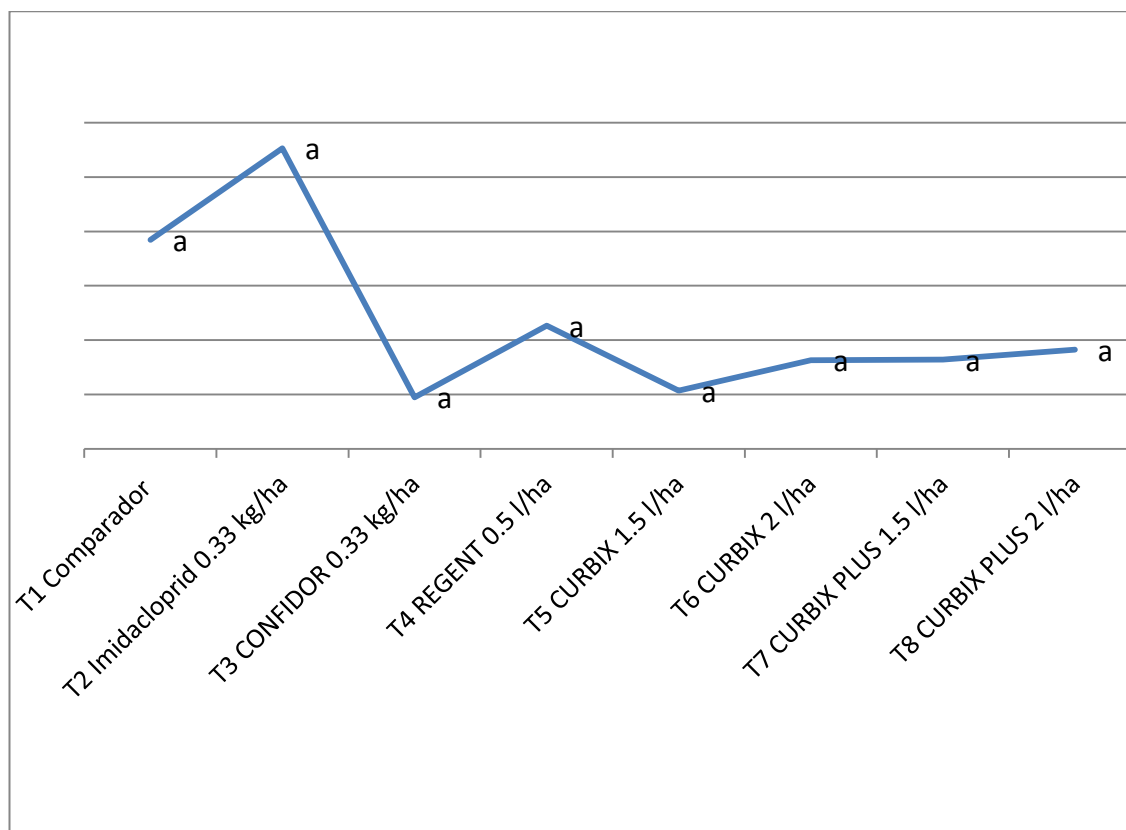


Figura 37. Área bajo la curva de larvas vivas de *Phyllophaga sp*.

La figura 37 muestra que para el control de la gallina ciega (*Phyllophaga sp*), quedan al margen de menos eficaces, el comparador y el tratamiento 2 que corresponde al Imidacloprid 0.33 kg/ha, aunque estadísticamente entre todos no existe significancia, los que marcaron una fase observativa en la gráfica son el tratamiento 3 Confidor 0.33 kg/ha y el tratamiento 5 Curbix a 1.5 l/ha, los demás tratamientos tuvieron un comportamiento muy similar, pero a términos de significancia no existe diferencia entre ellos.

3.3.6 CONCLUSIONES

- 1 Teniendo resultados positivos en los diferentes tratamientos para el control de las plagas. las condiciones de adaptabilidad por parte de las diferentes plagas no fue homogénea en el suelo, y esa situación dio lugar a que el efecto tuviera un resultado positivo para todos los tratamientos, generando una visión estándar en el uso de productos, y no marcándose una diferencia significativa entre los ellos.
- 2 Las diferentes dosis del Insecticida Curbix Plus 20 SC para el control de las plagas del suelo, producen un mismo control en el campo, aplicado al cultivo de caña de azúcar, entre las mismas no existe diferencia estadística, entre la dosis media, dosis alta y dosis baja, siendo un control eficaz por parte de las tres dosis.

3.3.7 EVALUACIÓN

Mediante la evaluación realizada en el cultivo de la caña de azúcar a La Finca Cañaverales del Sur perteneciente al Ingenio Madre Tierra, se logró demostrar a través del levantamiento de datos estadísticos, que utilizando las dosis media (1.50 l/ha) y alta (2.00 l/ha) del insecticida Curbix Plus 20 SC para el control de las plagas del suelo, se obtiene un mismo resultado y no existe diferencia entre una dosis con otra. Adicional se determinó que el comportamiento en el número de brotes a lo largo del ensayo no representa un declive severo en cuanto a que sea efecto de las plagas y no marcarán una diferencia significativa en el tipo de plaga. Los tratamientos por su parte mostraron una irregularidad desde el inicio pero al término de la evaluación si hubo un eficaz control de Ninfas y Larvas y así evitar la oviposición de más individuos de su especie.

3.3.8 BIBLIOGRAFÍA

1. Agrolluvia. 2005. *Manejo integrado de plagas (MIP)*. Recuperado de AgroLluvia, Portal Informativo para el Productor Agropecuario, el 16 de Diciembre del 2017, de: <http://agrolluvia.com/wp-content/uploads/2009/12/bayer-cropscience-manejo-integrado-de-plagas-mip.pdf>
2. Arias Marroquín, ME. 1986. *Efecto de fórmulas comerciales de fertilizantes y niveles de aplicación, sobre el rendimiento del cultivo de papa (Solanum tuberosum,) variedad Loman, bajo condiciones del valle de Chimaltenango*. (Informe Graduación Téc. Fitotec. Esp. en Cultivos). Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Agrícolas: Guatemala. 35 p.
3. Arias Rivera, G. E., Medina Navarro, B.E., Del Rincón Castro, M. C. 2017. *Evaluación en campo de dos cepas de baculovirus con actividad hacia el gusano cogollero del maíz Spodoptera frugiperda (Lepidóptera: Noctuidae)*. Recuperado de: Jóvenes en la Ciencia 3(2):2220-224, <http://www.jovenesenlaciencia.ugto.mx/index.php/jovenesenlaciencia/article/view/1860/1363>
4. Asociación Nacional del Café, Anacafé. 2017. *Cultivo del maíz (Zea mays)*. Recuperado el 25 de febrero del 2018, de Anacafé, http://www.anacafe.org/glifos/index.php?title=Cultivo_de_maiz
5. Bayer CropScience, Guatemala. 2017. *Spodoptera frugiperda*. Recuperado de <https://www.cropscience.bayer.com/en/crop-compendium/pests-diseases-weeds/pests/spodoptera-frugiperda>
3. Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar, CENGICANA). 2014. *El cultivo de la caña de azúcar en Guatemala*. Ed. Por Mario Melgar, Adlai Meneses, Héctor Orozco, Ovidio Pérez y Rodolfo Espinosa. Guatemala: Artemis-Edinter. 526 p. Recuperado el 27 de Octubre del 2017, de: <https://cengicana.org/files/20170103101309141.pdf>
4. _____. 2017. *Guía de buenas prácticas agrícolas en caña de azúcar*. Recuperado de 18 de Noviembre del 2017, de: <https://cengicana.org/files/20170425171748989.pdf>
6. Sosa, M. A. 2002. *Daño por Spodoptera frugiperda (Lepidoptera: Noctuidae) en maíz bajo siembra directa en diferentes épocas en el noreste santafesino*. Santa Fe, Argentina: INTA-Estación Experimental Agropecuaria Reconquista. Recuperado el 12 de febrero del 2018, de: <http://www.unne.edu.ar/unnevieja/Web/cyt/cyt/2002/05-Agrarias/A-061.pdf>

3.3.9 ANEXOS

En las figuras siguientes, se presentan las fotografías de los muestreos durante la evaluación.



Figura 38. Tamaño del agujero a muestrear



Figura 39. Insectos plaga, encontrados en uno de los tratamientos.